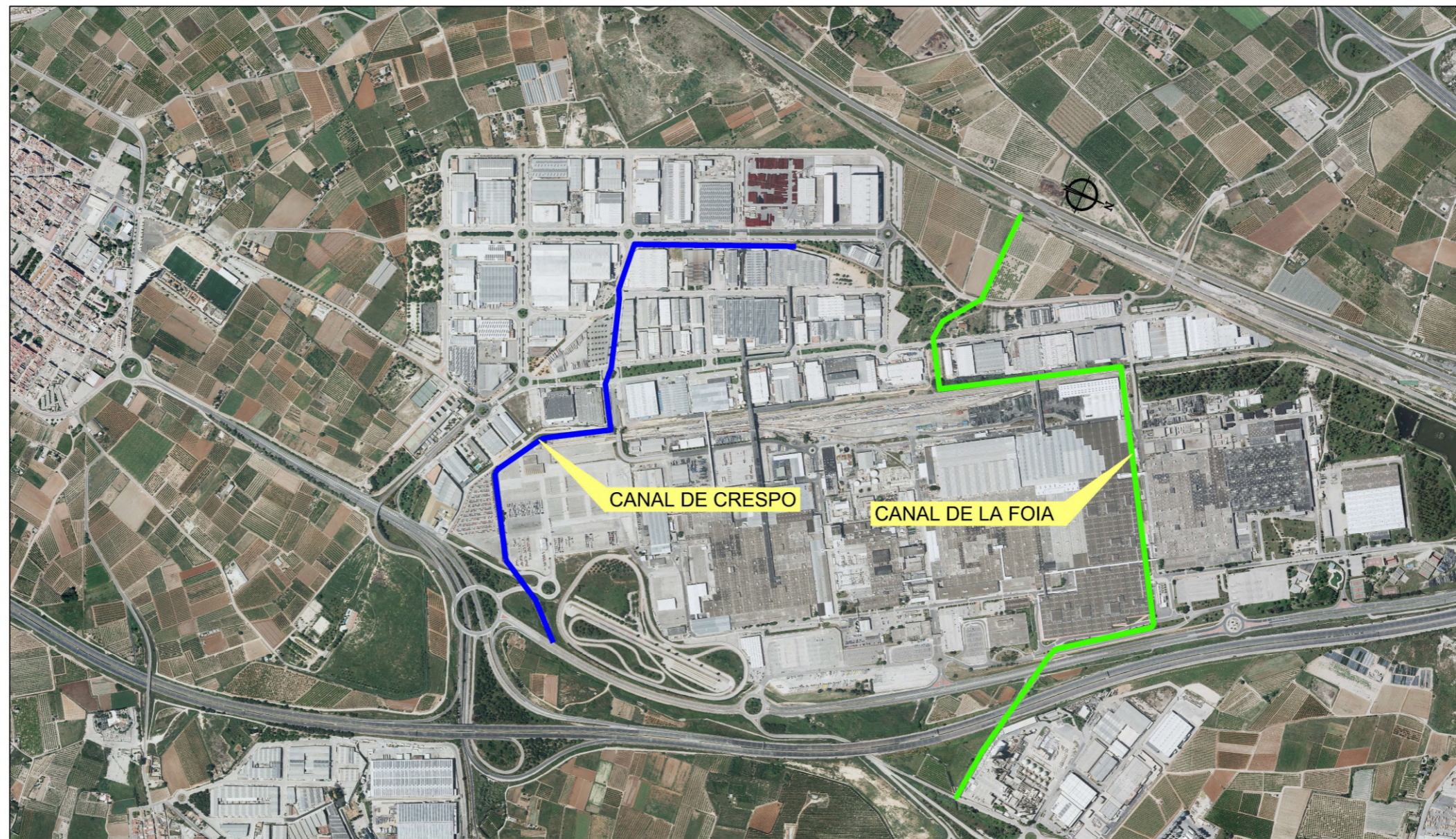


ESTUDIO ALTERNATIVAS MITIGACIÓN INUNDACIONES EN ÁREA INDUSTRIAL JUAN CARLOS I EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ALMUSSAFES (VALENCIA)



AUTORES DEL ESTUDIO

D. JESÚS PARRILLA JUSTE D. DAVID MARCO RAMOS
Ingenieros de Caminos Canales y Puertos



**Ajuntament
d'Almussafes**

FECHA: Mayo - 2021

REF. ARIN: 2021-111A

REF. AYTO. ALMUSSAFES: SEC/cme/015-2021

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

MEMORIA

ANEJOS

1. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRAULICOS
2. ANEJO FOTOGRÁFICO
3. ESTUDIO ECONÓMICO
4. SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE
5. OBRAS DE REFERENCIA

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

0. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
1. PLANO DIRECTOR
2. ESTADO ACTUAL. COLECTORES DE AGUAS PLUVIALES
3. ESTADO ACTUAL. ACEQUIAS
4. PROPUESTA SOLUCIONES
 - 4.1. Planta general
 - 4.2. Detalles

ÍNDICE

ÍNDICE	1
1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- ANTECEDENTES	2
3.- EMPLAZAMIENTO Y ESTADO ACTUAL	2
4.- ESTADO DEL ARTE. INFORMACIÓN PREVIA	3
5.- INTERACCIÓN CON ZONAS COLINDANTES	3
5.1.- CANAL DE CRESPO.....	3
5.2.- ACEQUIA DE LA FLOIA.	4
6.- PROBLEMÁTICA DETECTADA	5
6.1.- ACEQUIA DE LA FOIA.....	5
6.2.- CANAL DE CRESPO.	5
7.- PROPUESTA DE SOLUCIONES	7
7.1.- ACEQUIA DE LA FOIA.....	7
7.1.1.- F1-CP-FA4. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.	7
7.1.2.- F2-CP-FA1. Limpieza y reconstrucción de acequia perimetral.	7
7.1.3.- F3-CP-FA5. Muro deflector. Hormigonado de solera y cajeros. Reperfilado / hormigonado hacia el cauce.....	8
7.1.4.- F4-MP-FA3. Depósito de laminación subterráneo.....	8
7.1.5.- F5-MP-FA6. Tratamiento de eliminación de cañas y reacondicionamiento de la sección.	8
7.1.6.- F6-MP-FA7. Muros deflectores. Reperfilado / hormigonado hacia cauce.	8
7.1.7.- F6-MP-FA2. Balsa de laminación en superficie.....	9
7.2.- CANAL DE CRESPO.....	9
7.2.1.- C1-CP-CA9. Limpieza.	9
7.2.2.- C2-CP-CA5. Limpieza. Reperfilado/hormigonado hacia cauce.	9
7.2.3.- C3-CP-CA6. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.	10
7.2.4.- C4-CP-CA4. Instalación de rejillas de gran absorción.	10
7.2.5.- C5-MP-CA2. Instalación de rejillas de gran absorción	10
7.2.6.- C6-MP-CA1. Reperfilado de la superficie y urbanización del aparcamiento. Depósito de laminación / infiltración.	10
7.2.7.- C7-MP-CA7. Sustitución de tubo de 2300 mm de diámetro por marco de hormigón de 3 x 2 m.	11
7.2.8.- C8-MP-C8. Actuación en marco existente de 2,18 x 1,20 m.	11
7.2.9.- C9-LP-CA3. Ejecución de un tanque de tormentas.	11
8.- RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO PARA LA RED DE ALCANTARILLADO EXISTENTE	11

9.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS SOLUCIONES PLANTEADAS	12
10.- RECOMENDACIONES	12
11.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL ESTUDIO	12
12.- CONCLUSIONES	12

1.- INTRODUCCIÓN

Por encargo del Excelentísimo Ayuntamiento de Almussafes, la empresa consultora Arin Ingenieros Consultores S.L. redacta el presente “Estudio de alternativas, mitigación de inundaciones en el área industrial Juan Carlos I de Almussafes”.

El área industrial de Almussafes se encuentra al norte del núcleo urbano, junto a la factoría de Ford Almussafes, separada de esta por una valla medianera. Fue construida en 2 fases, entre los años 1995 y 2003. Actualmente posee una superficie total de 1.433.000 m².

Esta área empresarial fue promovida por la Generalitat Valenciana y el Ayuntamiento de Almussafes, a través del SEPIVA (Empresa Pública de la Generalitat Valenciana).

2.- ANTECEDENTES

El área del sur de la ciudad de Valencia se caracteriza por un clima seco, pero con grandes precipitaciones, a menudo torrenciales, durante el otoño e invierno. En ocasiones, estas precipitaciones torrenciales corresponden a un alto porcentaje del volumen total anual.

El sistema de drenaje del parque industrial fue diseñado y dimensionado en base a este tipo de eventos, por lo que durante años no sufrió grandes incidencias al respecto. Sin embargo, debido al paso de los años y los cambios en la meteorología regional, se comenzaron a detectar ciertas incidencias y problemáticas en puntos específicos del parque. Esta situación se ha ido incrementando en los últimos años cada vez más, ocurriendo incluso episodios de gran riesgo para los usuarios.

El último episodio de lluvias torrenciales acaecido fue en noviembre de 2020 y se constató como el de mayor magnitud. Durante los días 4 y 5 de noviembre de 2020 se midió en la estación meteorológica del parque una precipitación total de 411 l/m², con precipitaciones acumuladas en 1 hora de hasta 126 l/m². Tal cantidad de agua generó embalsamientos en ciertos puntos de hasta 1,50 m de altura; dejando vehículos y empresas anegadas. La totalidad del parque quedó bloqueada y la producción detenida. Además, se generó un riesgo para los usuarios ante la imposibilidad de poder evacuar la zona.

Tras estos hechos, el Ayuntamiento decidió tramitar la redacción del presente estudio. Un documento que analice la situación, los hechos acaecidos, así como una descripción de las posibles soluciones y su valoración económica.

Con el fin de llevar a cabo este estudio, los técnicos se desplazaron al parque empresarial con tal de observar el funcionamiento del sistema de drenaje y los posibles problemas de la red. Además, se realizó una búsqueda de documentación: Proyectos constructivos, estudios hidrológicos y meteorológicos, entre otros.

3.- EMPLAZAMIENTO Y ESTADO ACTUAL

El Parque se sitúa al norte de la población de Almussafes, entre la línea de ferrocarril Valencia-Alicante y la playa de vías de la factoría Ford Almussafes.

La red de drenaje del polígono es separativa, de tal modo que las aguas pluviales se recogen en una red de saneamiento de pluviales exclusivamente y se vierten a las acequias existentes: la

acequia de Crespo, la de la Foia y, en menor medida, el Brazal del Romaní a través en este último caso de una balsa de laminación en superficie previa al vertido en la acequia.

Estas acequias tenían un trazado que, en el caso de la Foia y de Crespo, se hizo necesario modificar en el tramo en el que discurren por el interior del polígono para la construcción de éste. Se modificó tanto el trazado como la sección, de tal modo que, en la actualidad, la acequia de la Foia está canalizada y el canal de Crespo se desvió y se canalizó.

Además, las acequias evacuaban el agua correspondiente a una cuenca vertiente agrícola que después de la construcción del polígono pasó a ser una cuenca pavimentada con el consiguiente aumento de caudal generado al disminuir la infiltración.

Ambas acequias, aguas abajo de la Factoría Ford desaguan en la Albufera.

De acuerdo con consulta realizada a la cartografía del PATRICOVA, la acequia de Crespo corresponde a una zona con *peligrosidad geomorfológica: vaguadas y barrancos de fondo plano*, tal como se aprecia en la imagen incluida a continuación.

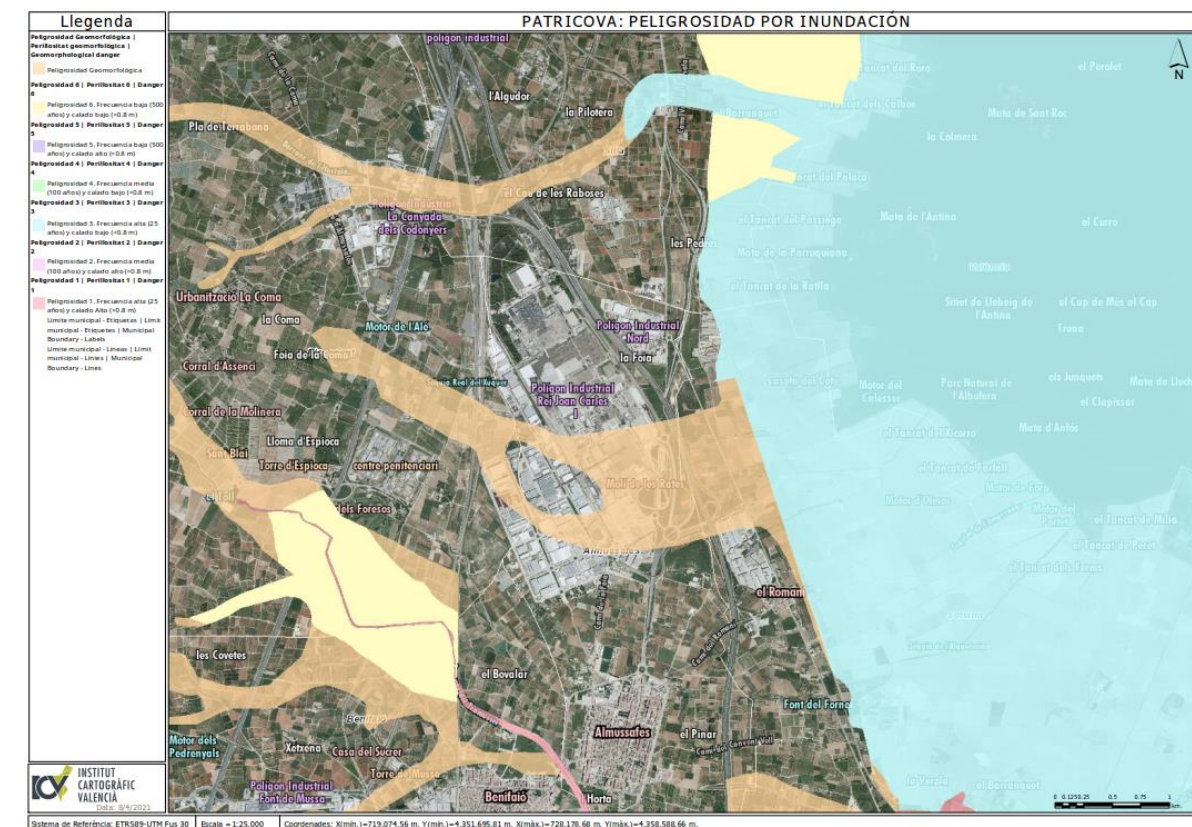


Imagen 1. Fuente: Cartografía Temática GVA

Así, en la actualidad, una vez superado el ferrocarril por los puntos de paso existentes, hay una zona alta de tal modo que las zonas bajas del polígono se sitúan:

- Al norte del polígono coincidiendo con la zona verde previa al cruce de la acequia de la Foia bajo el vial Avda de la Foia.
- Al sur, coincidiendo aproximadamente con el trazado del nuevo cauce del canal de Crespo.

Se ha detectado que son puntos con problemas de inundabilidad en caso de lluvia intensa. Se incluye a continuación imagen de detalle:

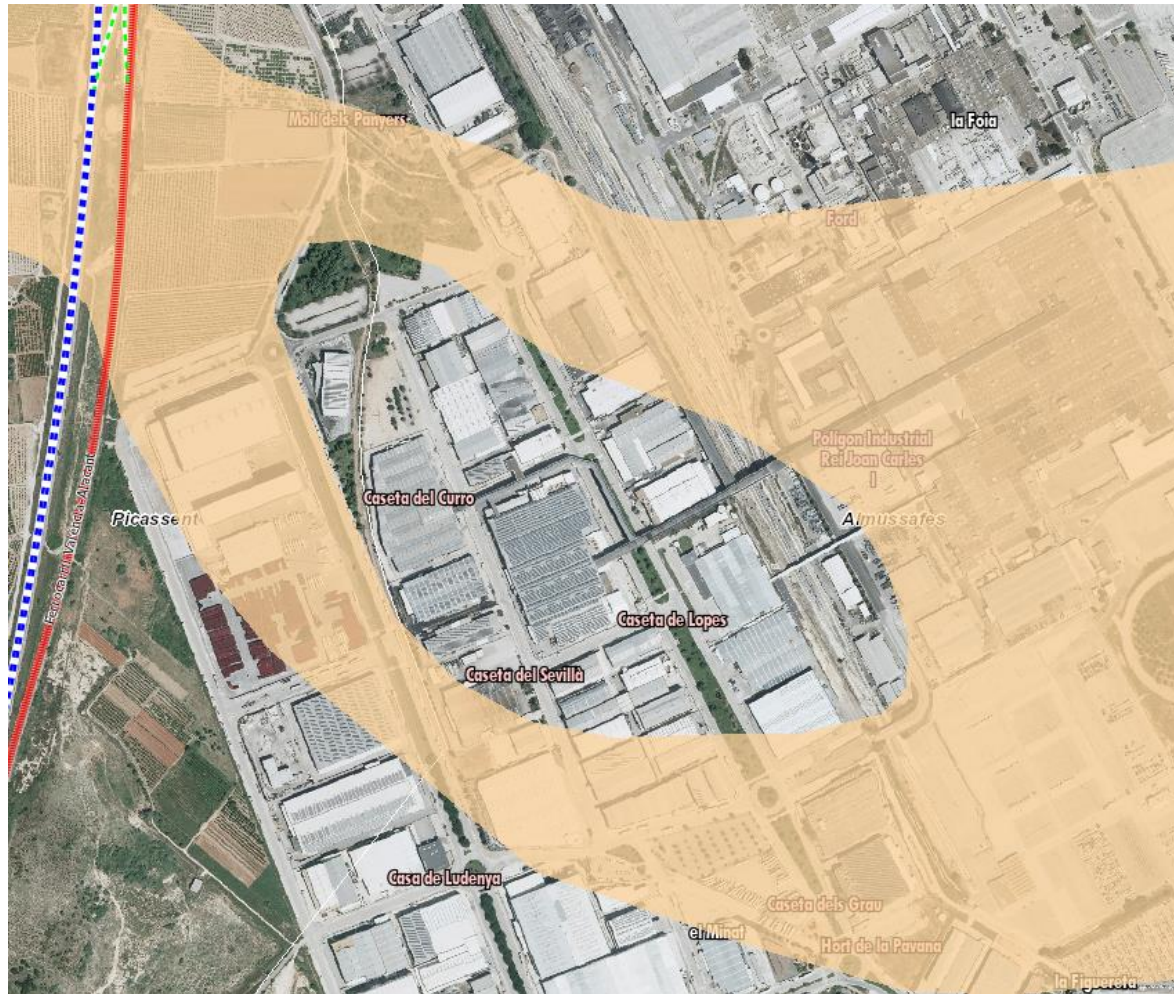


Imagen 2. Fuente: Cartografía Temática GVA

La cartografía vigente del PATRICOVA (aprobado en octubre 2015) es posterior a la última ampliación del polígono industrial.

4.- ESTADO DEL ARTE. INFORMACIÓN PREVIA

Para la redacción del presente documento se ha tenido en cuenta la siguiente documentación:

- Proyecto de construcción: Urbanización Área Industrial de Almussafes. 1º Fase. Redactado por: Arin Arquitectos - Ingenieros, Consultores S.L. Año 1995
- Proyecto de construcción: Urbanización Área Industrial de Almussafes. 2º Fase. Redactado por: Arin Arquitectos - Ingenieros, Consultores S.L. Año 1995
- Proyecto de Construcción: Urbanización Ampliación Área Industrial de Almussafes. Redactado por: Arin Arquitectos - Ingenieros, Consultores S.L. Año 2000

- Informe Meteorológico Almussafes. Episodio de lluvias torrenciales 04 y 05 de noviembre de 2020. Estudio meteorológico realizado por Inforatge, SL. para el ayuntamiento de Almussafes.
- Estudio hidrológico e hidráulico de la acequia de crespo en el parque de proveedores en Almussafes (Valencia). Redactado por: Arin Arquitectos Ingenieros Consultores S.L. en el año 2009.

De la revisión de esta documentación se obtienen las siguientes conclusiones.

- Se comprueba que el polígono está diseñado con una red de saneamiento separativa.
- Los colectores de la red de pluviales, propiedad del Ayto. de Almussafes, se han diseñado con criterios de diseño de la época para un periodo de retorno de 25 años.
- En cuanto a las acequias, propiedad de la Acequia Real del Júcar, en el dimensionamiento de los nuevos trazados y secciones de éstas se ha tenido en cuenta las cuencas urbanas generadas con la consolidación del polígono y las cuencas externas no pavimentadas y los cálculos se han realizado con la pluviometría correspondiente a 100 años de periodo de retorno.
- Se proyectó y construyó una balsa de laminación para las aguas que van a parar al Brazal del Romaní. Al ser el caudal a verter excesivo para la capacidad de este, se diseñó una balsa que recibe el caudal sobrante mediante un vertedero colocado en el brazal. Este tipo de actuación es muy innovadora y con bajo impacto medioambiental y ha demostrado un buen funcionamiento en los episodios de lluvias torrenciales acaecidos en los últimos años.
- Se ha previsto unos puntos de vertido de los colectores a las acequias. En la última ampliación realizada, se comprueba además que, para los caudales previstos, las obras de paso dimensionadas en fases anteriores son suficientes.
- Además, se ha realizado diversos recorridos de campo, reflejados en el anejo reportaje fotográfico, en los que se ha constatado la situación actual de los puntos con problemas detectados.

Toda la documentación recopilada se ha integrado y se ha plasmado conjuntamente, obteniéndose como resultado los planos:

- Plano nº2. Estado actual. Colectores de aguas pluviales.
- Plano nº3. Estado actual. Acequias.

5.- INTERACCIÓN CON ZONAS COLINDANTES

5.1.- CANAL DE CRESPO.

El canal de Crespo, una vez superado el polígono industrial mediante conducciones de gran diámetro y marcos de hormigón, sale a la superficie con un cambio de alineación para evitar la factoría. Una vez en superficie discurre en un primer tramo entre el polígono industrial y la factoría para, después de un tramo enterrado y un quiebro, discurrir por el interior de la factoría hasta cruzar el vial de acceso sur.

En el último tramo hay un vial que comunica ambos márgenes del canal. Para la construcción de este vial se ha empleado un tubo de sección insuficiente. Posteriormente el cruce bajo el vial de acceso sur se materializa mediante un marco, también insuficiente. Ambos cruces se señalan en rojo en la imagen siguiente.

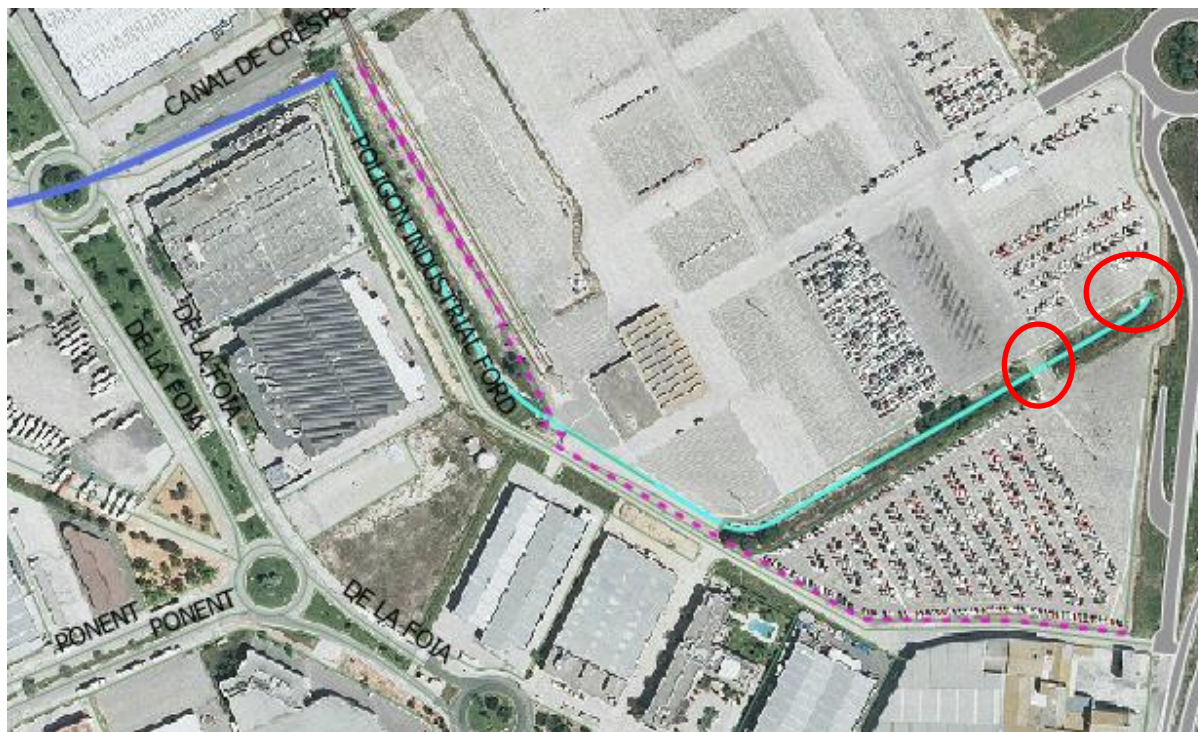


Imagen 3. Canal de Crespo. En color azul más oscuro aparece grafiado el trazado enterrado. En color más claro aparece grafiado el tramo con cauce abierto que discurre por el límite de la factoría (grafiado en tramo discontinuo en color rosa).

5.2.- ACEQUIA DE LA FLOIA.

La mayor parte de la acequia se encuentra en sección abierta tipo canal trapezoidal. Compuesta por una solera de hormigón de 4 m de ancho y cajeros de escollera a 45º con una altura variable, no inferior a 1m.

La acequia discurre por el interior del polígono industrial y, en un tramo, por el borde del polígono, entre éste y la factoría Ford, de tal modo que al final de este tramo el trazado de la acequia tiene un desvío prácticamente en ángulo recto en el que pasa de la sección abierta a un marco de hormigón para acceder a la Factoría y, a partir de ahí, vuelve a discurrir a sección abierta por el interior de la Factoría.

Previo al inicio del tramo paralelo a la valla medianera hay un paso inferior esviado cuya embocadura no está alineada con el trazado en planta del canal a cielo abierto.

Ambos pasos inferiores son puntos conflictivos, no tanto por la capacidad del marco de paso bajo los viales, como por la limpieza tanto del entorno en el caso del marco esviado como del tramo que discurre a cielo abierto entre el polígono y la factoría.

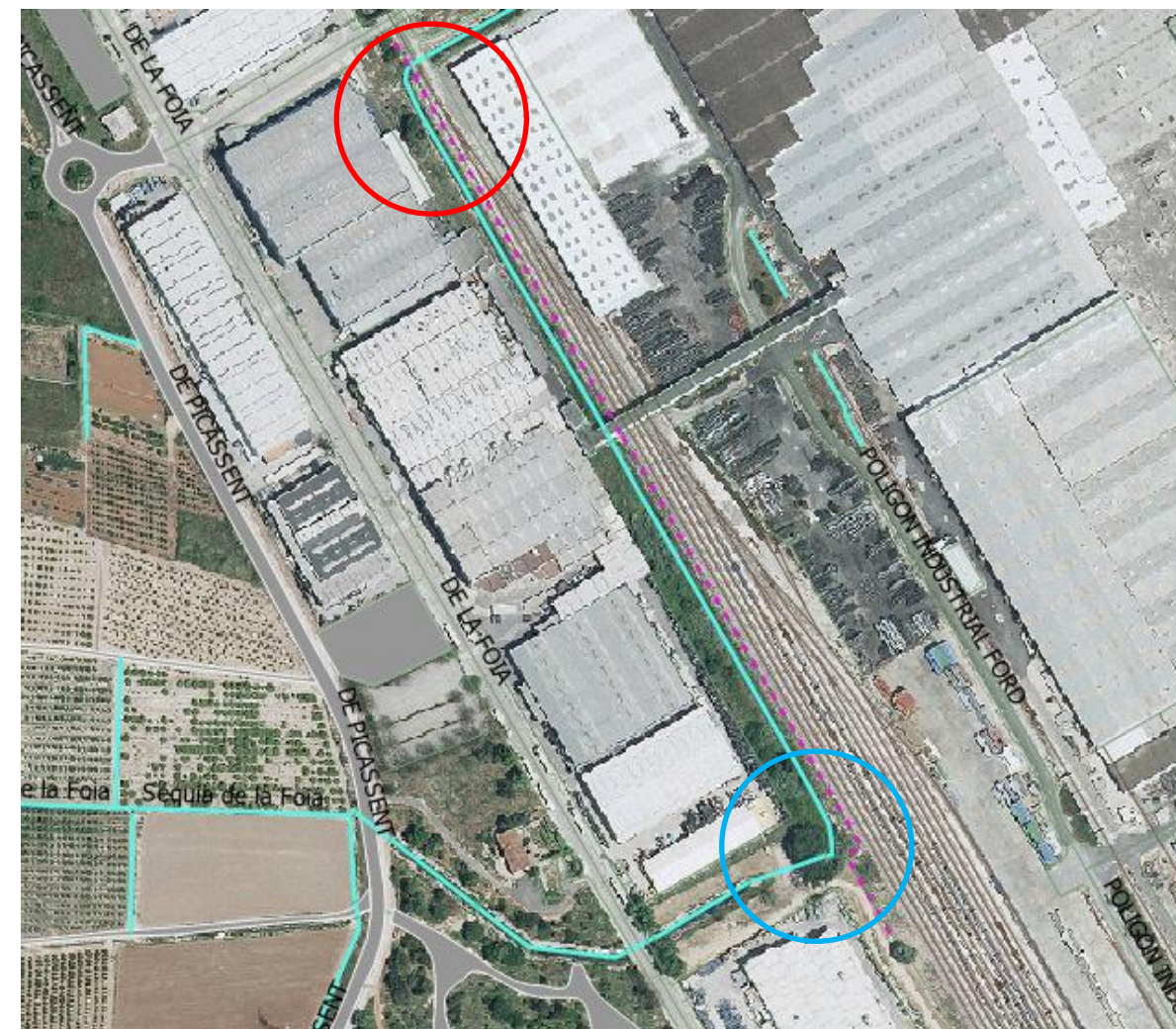


Imagen 4. Trazado de la acequia de la Foia entre el polígono industrial y la factoría Ford (límite grafiado en tramo discontinuo en color rosa). Rodeado con un círculo azul se representa el marco esviado de cruce de la acequia. Rodeado con un círculo rojo se representa el ángulo recto a la entrada en la factoría.

6.- PROBLEMÁTICA DETECTADA

6.1.- ACEQUIA DE LA FOIA.

1. Marco de cruce hacia la mediana del límite con Ford. Eje no alineado con el eje del canal de la acequia aguas arriba del marco.
2. Marco de cruce hacia la mediana del límite con Ford. Aguas abajo del marco, en la desembocadura se ha detectado la presencia de cañas y otra vegetación que disminuyen la capacidad de vertido. En esta zona se encuentra el muro medianero de separación con la factoría Ford. Junto al canal de la acequia hay una zona verde con un camino de paso hacia el túnel de proveedores, de tal modo que, en el caso de lluvias torrenciales, se genera una acumulación de agua en esa zona que no desagua a la canalización y termina acumulándose junto al muro de medianería y ocasionando desperfectos en el mismo (ver imágenes 5, 6 y 7)



Imagen 5. En rojo aparece grafiado el límite de Ford/polígono. En naranja aparece grafiado el trazado del marco esviado de cruce de la acequia. Sombreada en amarillo aparece grafiada la zona con acumulación de cañas en la desembocadura del marco. En azul aparece grafiado el sentido de acceso del agua en caso de lluvia torrencial. En verde aparece grafiada la zona de acumulación de agua que impacta con el muro medianero que no desagua en el canal (ver imágenes 6 y 7). Elaboración propia



Imagen 6. Zona de acumulación de agua contra el muro medianero grafiada en verde en la imagen anterior. Cañas en la desembocadura del marco esviado. Elaboración propia



Imagen 7. Acumulación de cañas junto al muro medianero en la misma zona después de un episodio de lluvias torrencial. Elaboración propia

3. Marco de cruce hacia la mediana del límite con Ford. Aguas abajo del marco, el eje del marco forma un ángulo aproximado de 90º con el eje del canal en el que desagua.
4. Acequia en la mediana entre el polígono industrial y Ford. La acequia se encuentra parcialmente cubierta por vegetación que reduce su capacidad de desagüe.

6.2.- CANAL DE CRESPO.

1. Desembocadura del marco de canalización subterránea de la acequia junto a la calle Canal de Crespo. La calle Canal de Crespo, en el acceso a Ford, eleva su rasante para pasar sobre la vía de la factoría de tal modo que, entre esta calle y la nave del polígono se genera un espacio que actúa de canalización de desagüe en el caso de lluvias torrenciales. Este espacio en la actualidad está ocupado por una zona de aparcamiento y un vial. En caso de lluvias torrenciales el agua discurre por esta zona impactando contra el muro de la medianera con Ford y ocasionando desperfectos (ver imágenes 7, 8 y 9).

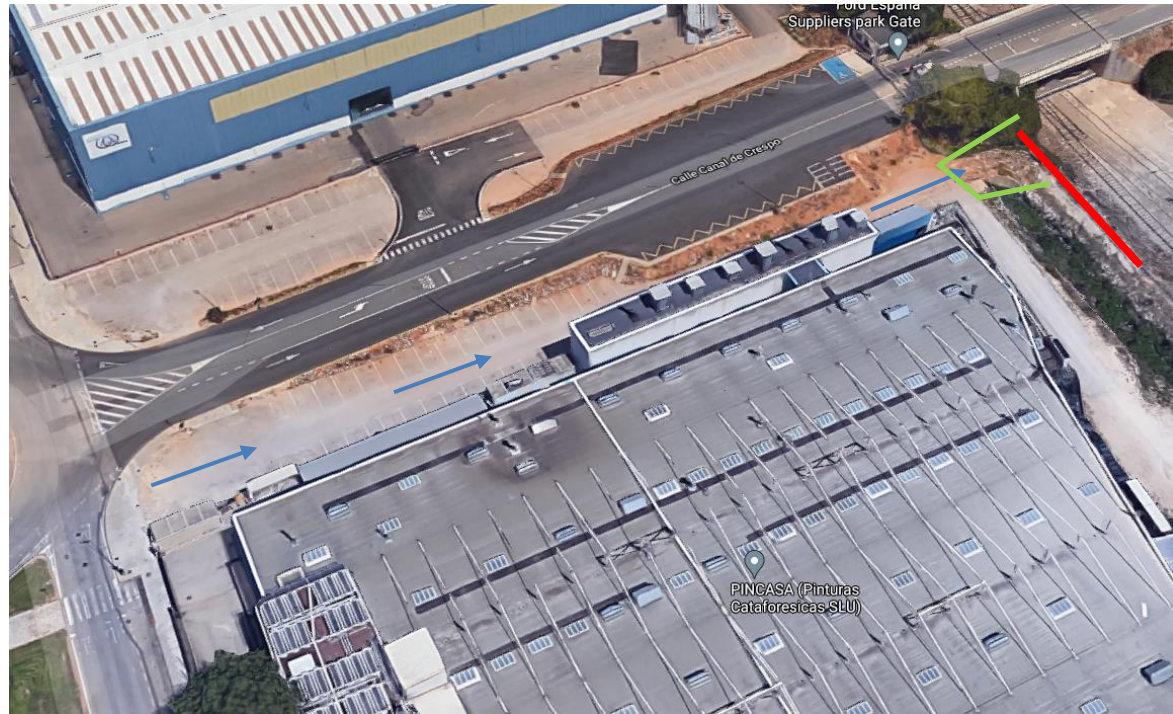


Imagen 7. En rojo aparece grafiado el límite de Ford/polígono. En azul aparece grafiado el sentido de acceso del agua en caso de lluvia torrencial. En verde aparece grafiada la zona de acumulación de agua que impacto con la valla del límite con Ford en la que también se acumulan residuos. Elaboración propia



Imágenes 8 y 9. Zona marcada en verde en la imagen anterior. Elaboración propia

2. Desembocadura del marco de canalización subterránea de la acequia junto a la calle Canal de Crespo. La salida del marco tiene vegetación que reduce la capacidad de drenaje del canal aguas abajo.
3. Canal a cielo abierto de la acequia en el límite entre el polígono y Ford. La sección no es homogénea, hay tramos en los que está hormigonizada y con escollera y otros tramos

en los que parece que está en tierras directamente, aunque podría ser que lo que ocurra sea que está sucia por depósitos de material y crecimiento de vegetación.

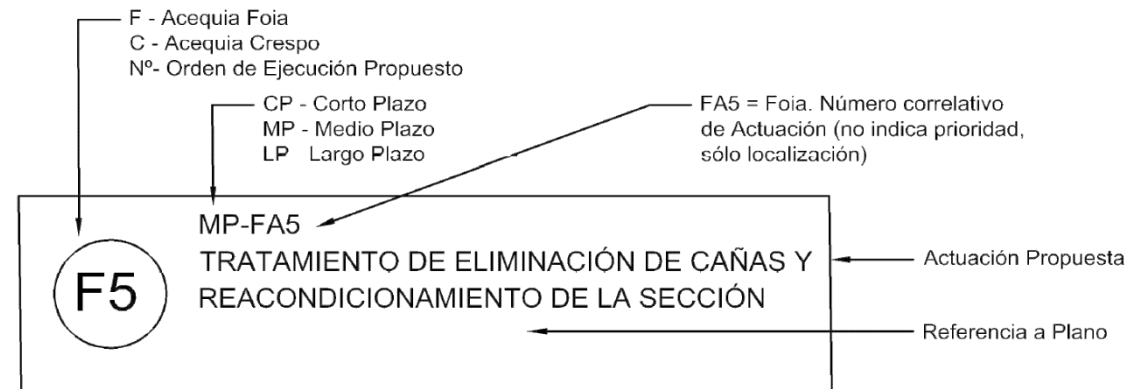
4. Marco de cruce en el acceso sur a Ford. Tal como se describe en el estudio del canal de Crespo, el marco existente es insuficiente.
5. Tubo de hormigón bajo vial de cruce del aparcamiento de vehículos acabados de Ford. Es un tubo de capacidad insuficiente.
6. Aparcamiento entre las calles Canal de Crespo y Avda de la Foia. Corresponde a una zona baja y es inundable.
7. Aparcamiento entre las calles Canal de Crespo y Avda de la Foia. No está urbanizado, tiene pavimento de tierra y no está rasanteado por lo que su superficie no tiene pendientes uniformes produciéndose acumulaciones de agua en su interior en distintos puntos ya que además no tiene un sistema de drenaje superficial, no tiene imbornales para la recogida de pluviales (ver imagen 10).



Imagen 10. Estado actual del aparcamiento y su remate con el vial actual. Elaboración propia

7.- PROPUESTA DE SOLUCIONES

Con el fin de facilitar la comprensión de las actuaciones propuestas, se ha diseñado una numeración específica para estas. En esa se indica la acequia o canal afectada, el orden de ejecución propuesta, el plazo de actuación y un número identificativo.



7.1.- ACEQUIA DE LA FOIA.

7.1.1.- F1-CP-FA4. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.

Tal como ha quedado descrito en el *Apartado 6. Problemática detectada*, en la salida del marco esviado, junto a la valla de Ford, y previo al quiebro, se ha detectado una gran presencia de cañas y vegetación. Tanto es así que se estimó una obstrucción superior al 70%.

Con el fin de evitar los problemas derivados de una obstrucción de la salida, se propone la realización de un tratamiento para la eliminación de las cañas, así como el hormigonado de solera y cajeros en el entorno de la salida del marco de modo que no puedan surgir nuevos rebrotes (ver imagen 11).

Este hormigonado se realizará mediante HM-20 y con un espesor de 20 cm.

El tratamiento de eliminación de cañas incluye la eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, la extracción del rizoma junto con la tierra en una profundidad de al menos 0,50 metros y la gestión mediante gestor autorizado de todos los residuos generados en la eliminación de las cañas.

Lo que se pretende con esta actuación es generar una sección lo más limpia posible que no dificulte el paso del agua. Situación ya resentida por el propio trazado del marco esviado.

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

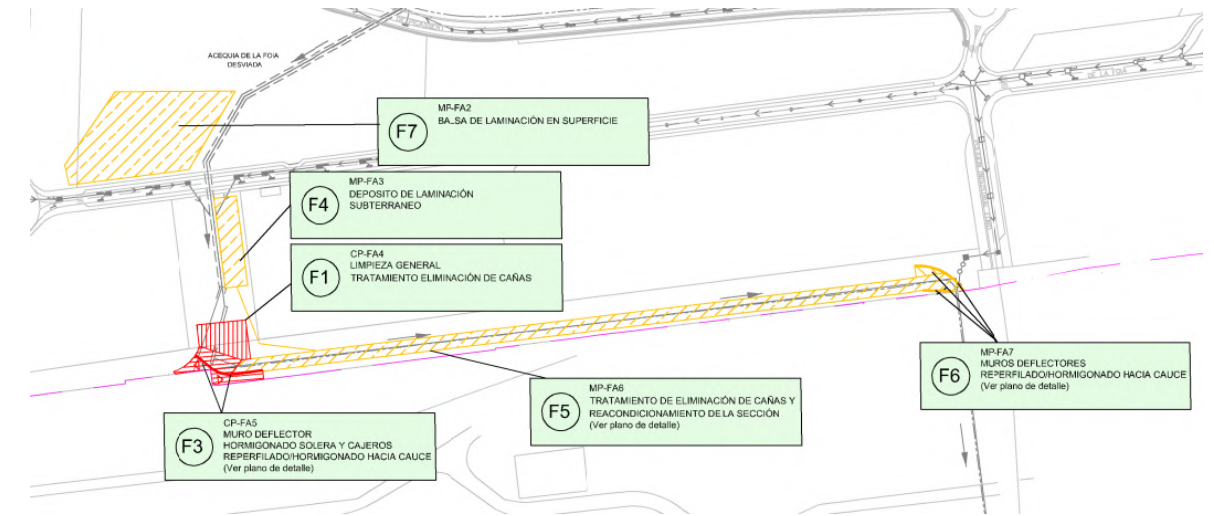


Imagen 11. Actuaciones 1 y 3 a 7 planteadas en la acequia de la Foia

7.1.2.- F2-CP-FA1. Limpieza y reconstrucción de acequia perimetral.

En el límite oeste del polígono, entre las vías del tren y el vial perimetral, se diseñó una acequia paralela al vial que recogiera todas las aguas provenientes de la cuenca adyacente. Además, tras la construcción de las nuevas vías del tren, esta acequia cobro más sentido, ya que los sistemas de drenaje de la plataforma ferroviaria desembocan en esta.

Sin embargo, con el paso del tiempo esta acequia se ha deteriorado y se haya cubierta de vegetación. Hasta tal punto que no realiza ninguna función. Es por eso por lo que esta zona se inunda muy fácilmente, al no ser la escorrentía evacuada correctamente.

Se propone la reconstrucción de la acequia de hormigón armado de 0,70 x 0,50 m. La reconstrucción consistirá en reforzar las zonas más dañadas, y reconstruir las inexistentes. Por otro lado, el precio también contempla la demolición de las zonas que no sea posible reparar y/o reforzar.

Además, se incluye también la limpieza y desbroce de toda la zona. De modo que la vegetación actual, principalmente maleza y arbusto bajo, no afecte al flujo del agua (ver imagen 12).

Para la actuación en la acequia será preceptiva la obtención de los permisos necesarios de los propietarios.

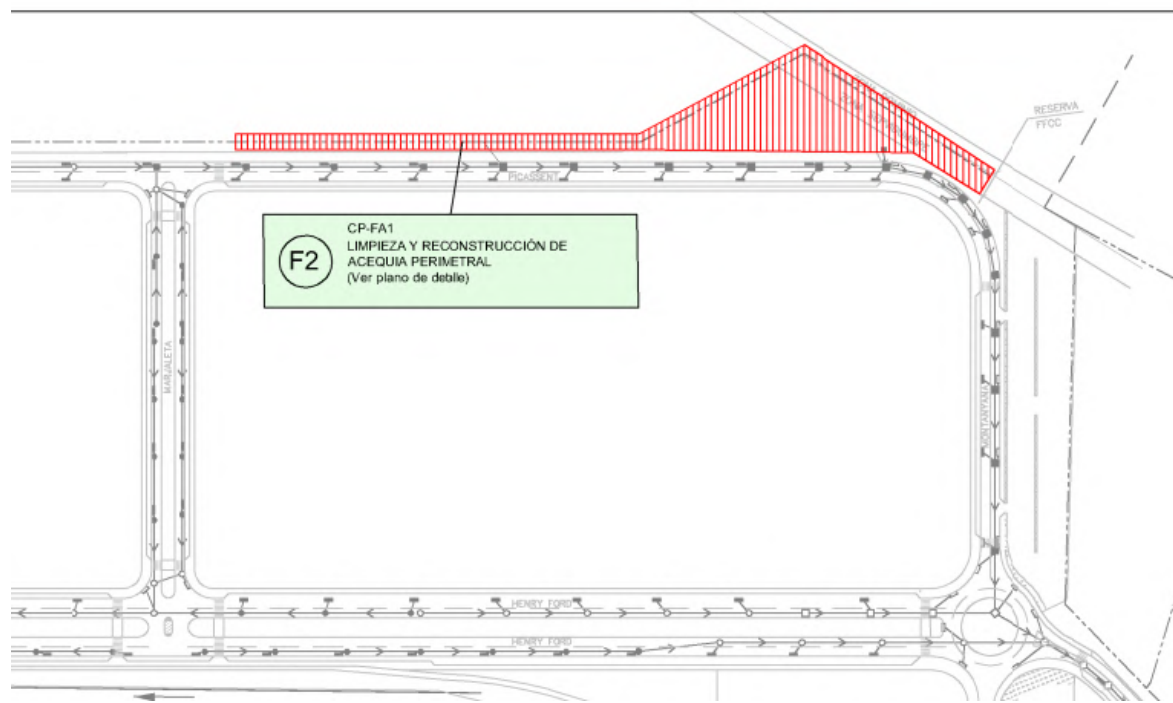


Imagen 12. Actuación 2 planteada en la acequia de la Foia

7.1.3.- F3-CP-FA5. Muro deflector. Hormigonado de solera y cajeros. Reperfilado / hormigonado hacia el cauce.

Durante las grandes lluvias acaecidas en noviembre de 2020 se detectó que el flujo del agua no respeta los quiebros de la acequia. El torrente de agua era tan grande que no seguía el cauce, y llegó a entrar gran cantidad de agua en la planta de Ford.

Por otra parte, el agua que cae sobre la calle contigua a los márgenes del barranco, tal como hemos indicado en el *Apartado 6. Problemática detectada* acaba también acumulada en el entorno del muro medianero.

Es por ello por lo que se proponen las siguientes actuaciones (ver imagen 11):

- Reperfilado con pendiente hacia el barranco de toda la zona contigua a los márgenes del barranco en el entorno de la salida del marco esviado, de tal modo que el agua procedente de la calle de acceso al mantenimiento del túnel de proveedores pueda verterse al barranco, y se acumule al lado del muro medianero. Para facilitar el vertido al barranco y evitar la proliferación de vegetación que lo impide, se propone además el hormigonado de toda la zona reperfilada con una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor. El hormigonado de los márgenes del canal se realizará con HM-20 y un espesor de 20 cm.
- Construcción, en el quiebro existente junto a la salida del marco, de un muro deflector por encima de la superficie del terreno, de modo que el agua que discurre en superficie junto al camino de acceso de mantenimiento se vea forzada a desaguar

en el barranco y se proteja así el muro medianero. Además, para evitar la socavación de la curva se procederá al hormigonado de solera y cajeros en la zona de desagüe del marco.

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

Además, la actuación implica ejecución de obras en el entorno de la valla medianera entre Ford y el polígono, por lo que será necesario pedir autorización a Ford.

7.1.4.- F4-MP-FA3. Depósito de laminación subterráneo.

El marco esviado de la Acequia de la Foia es un punto crítico, debido a su trazado y los grandes caudales que recibe. En ocasiones, se genera embalsamiento aguas arriba, generando inundación en viales colindantes.

Es por ello por lo que se propone la ejecución, en el margen izquierdo del canal un depósito de laminación subterráneo (ver imagen 11).

Se plantea un depósito que recibe el agua directamente del canal de la acequia y la acumula, infiltrándola en el terreno y actuando de elemento de laminación evitando el aporte de parte del agua de lluvia a la acequia aguas arriba del marco esviado en el momento de máxima lluvia.

Dado que esta actuación afecta en parte al cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

7.1.5.- F5-MP-FA6. Tratamiento de eliminación de cañas y reacondicionamiento de la sección.

Se proyecta la limpieza del tramo de acequia paralelo al muro medianero, así como la retirada de la vegetación del cauce y el tratamiento de eliminación de cañas anteriormente descrito en el margen izquierdo de la acequia (ver imagen 11).

Se realizará, además, en los tramos que sea necesario, el reperfilado de los taludes y la ampliación de éstos, si fuera necesario, revistiéndolos con escollera lateral de protección.

Asimismo, se ha previsto el hormigonado de la solera del canal en este tramo.

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

Además, la actuación implica ejecución de obras en el entorno de la valla medianera entre Ford y el polígono, por lo que será necesario pedir autorización a Ford.

7.1.6.- F6-MP-FA7. Muros deflectores. Reperfilado / hormigonado hacia cauce.

Antes de la entrada en la factoría Ford, la acequia tiene un quiebro de 90 grados. Siguiendo la filosofía aplicada en la actuación F3-CP-FA5, se proponen las siguientes actuaciones (ver imagen 11):

- Reperfilado con pendiente hacia el barranco de toda la zona contigua a los márgenes del barranco en el entorno del punto de entrada de la acequia a la factoría, de tal modo que el agua acumulada en el entorno pueda verterse al barranco. Para facilitar

el vertido al barranco, y evitar la proliferación de vegetación que impide ese vertido, se propone además el hormigonado de toda la zona reperfilada con una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor.

- Construcción, en el quiebro de la acequia, de dos muros deflectores, uno por cajero, de modo que el agua se vea forzada a realizar el giro y se proteja el talud. Los muros tendrán una altura tal que no sobresalga del cajero de la acequia de tal modo que el agua procedente de la actuación de reperfilado pueda desaguar en la acequia.

Se ha planteado un muro deflector de características similares al de la actuación F3-CP-FA5.

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

Además, la actuación implica ejecución de obras en el entorno de la valla medianera entre Ford y el polígono, por lo que será necesario pedir autorización a Ford.

7.1.7.- F6-MP-FA2. Balsa de laminación en superficie.

Con el objeto de laminar parte del caudal de la acequia de la Foia antes de su entrada en el polígono se planteó la ejecución de una balsa de laminación en el límite de este, pero se descartó la solución puesto que estaba fuera del ámbito del polígono y además en el término municipal de Picassent. Descartada esta solución se estudió la posibilidad de laminar dentro del polígono aguas debajo de este punto antes del cruce de la Avda de la Foia.

Antes del cruce de la Avda de la Foia, la acequia discurre a cielo abierto por una zona verde. Se propone la retirada de parte de la escollera de canalización del margen derecho de la acequia y la excavación escalonada de una superficie de la zona verde contigua a la avenida de la Foia que permita el almacenamiento de parte del caudal de avenida de la acequia (ver imagen 11).

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

7.2.- CANAL DE CRESPO.

7.2.1.- C1-CP-CA9. Limpieza.

El tramo en cauce abierto entre la CV-42 y AP-7 se encuentra en un grave estado de abandono. Tal es la vegetación existente que es imposible visualizar la solera del canal. Se propone la limpieza y desbroce de toda el área, con el fin de favorecer la escorrentía y evitar un desbordamiento del canal (ver imagen 13).

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

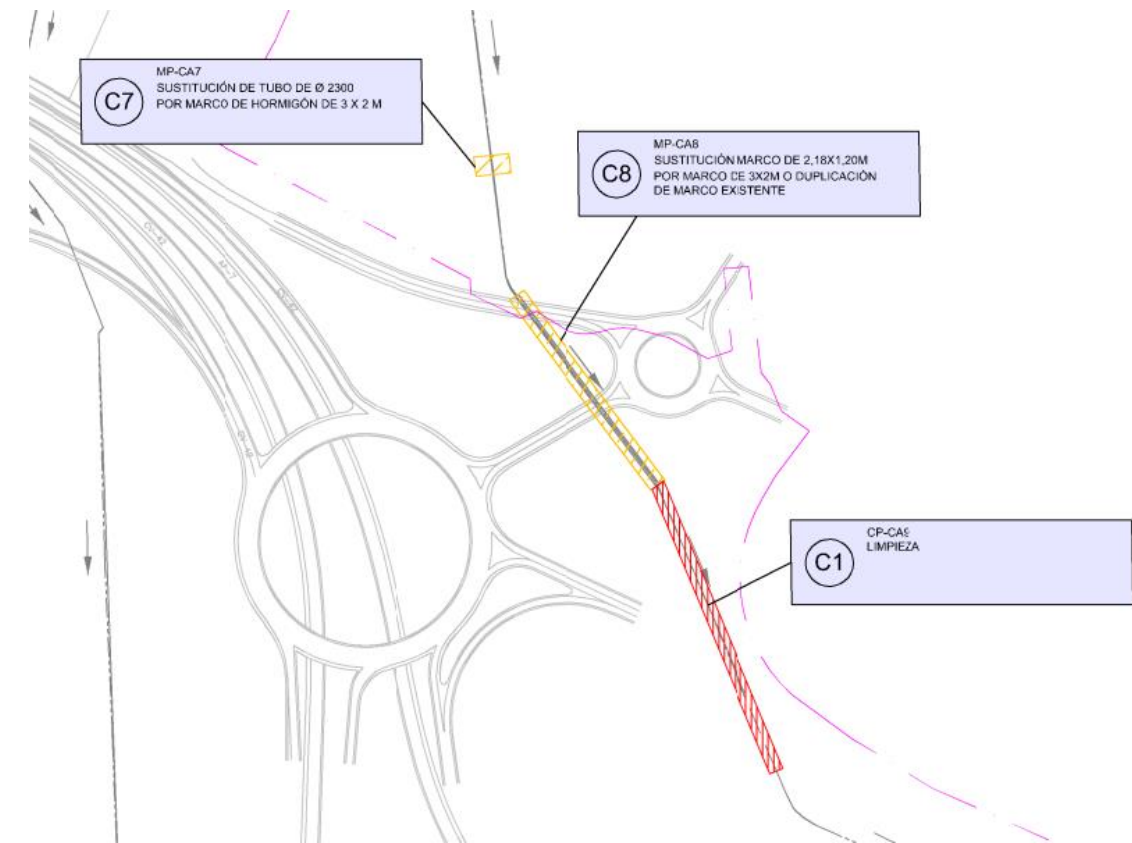


Imagen 13. Actuaciones 1, 7 y 8 planteadas en el Canal de Crespo

7.2.2.- C2-CP-CA5. Limpieza. Reperfilado/hormigonado hacia cauce.

En la zona anteriormente descrita en la que el canal de Crespo pasa a sección aérea, con el fin de aumentar al máximo la capacidad del canal, y favorecer el flujo del agua reduciendo la rugosidad (Número de Manning), se propone la limpieza del cauce y el hormigonado de la solera y la ejecución de escollera en los cajeros en los tramos en los que no exista esta sección (ver imagen 14).

Se propone esta actuación en una longitud aproximada de 60 m aguas abajo de la desembocadura del tramo sumergido en el canal a cielo abierto.

Por otra parte, dado que junto a la calle Canal de Crespo se genera una zona de canalización del agua en caso de lluvias torrenciales, tal como se ha descrito en el *Apartado 6. Problemática detectada*, acumulándose el agua junto al muro medianero, se propone el reperfilado y hormigonado de la zona alrededor de la desembocadura a cielo abierto de la acequia para favorecer el vertido de las aguas que circulan por la calle al cauce de la acequia. Se propone el reperfilado con pendiente hacia el cauce y hormigonado con una capa de 20 cm de espesor de la superficie entre el muro de la factoría Ford y el cajero del canal. De este modo se creará una cuña en contrapendiente desde el muro medianero que evitará su destrucción por el empuje de las aguas y además dirigirá éstas hacia el canal. Se propone además canalizar las aguas en un tramo por el cajero izquierdo del canal de tal modo que desagüen aguas abajo del marco.

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

Además, la actuación implica ejecución de obras en el entorno de la valla medianera entre Ford y el polígono, por lo que será necesario pedir autorización a Ford.

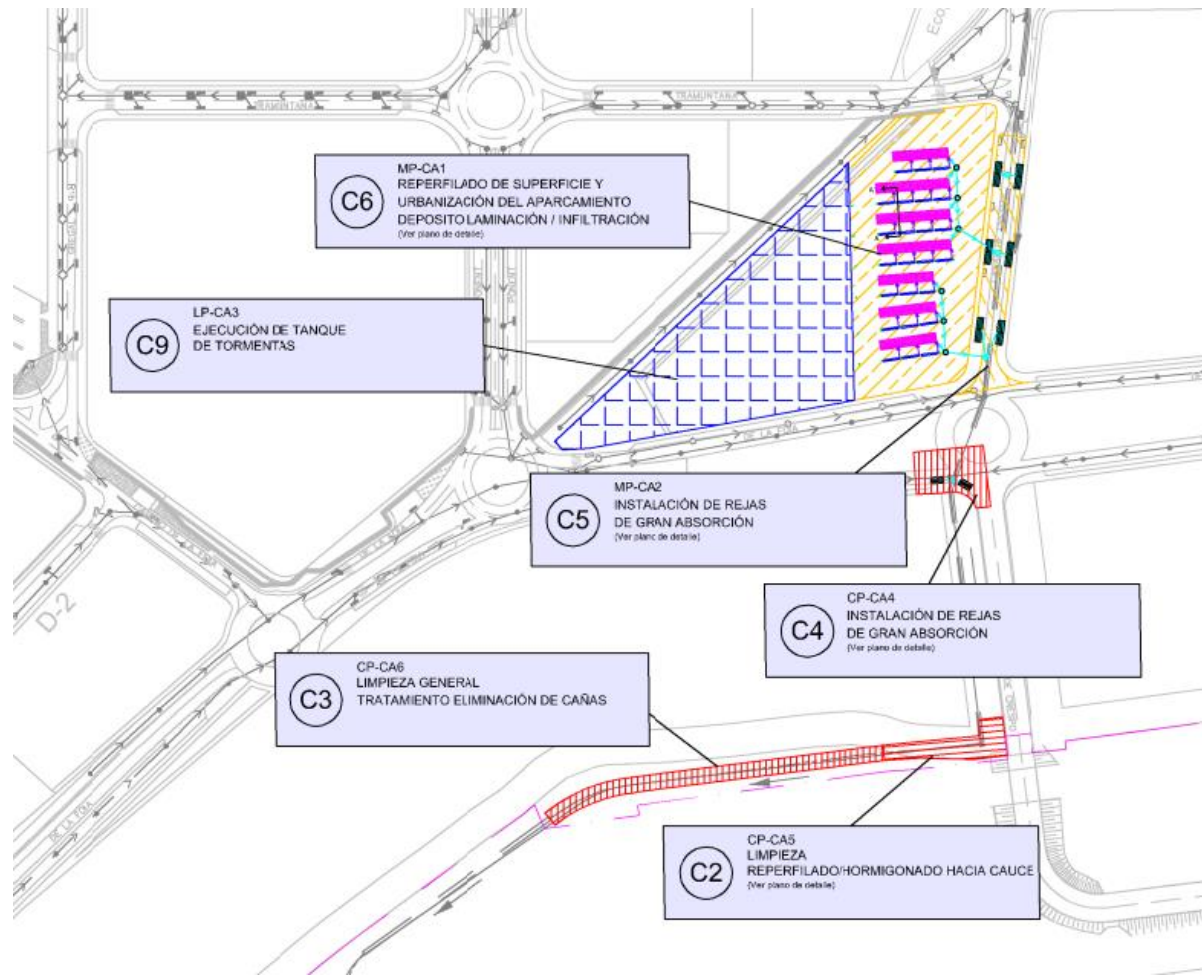


Imagen 14. Actuaciones 2 a 6 y 9, planteadas en el Canal de Crespo

7.2.3.- C3-CP-CA6. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.

Aguas abajo de la actuación C2-CP-CA5, el tramo se encuentra hormigonado, por lo que se ha previsto la limpieza general del cauce (ver imagen 14).

En visita de campo se detectan cañas en el margen derecho de la acequia, entre ésta y el vial, por lo que se propone además un tratamiento de eliminación de las mismas.

El tratamiento de eliminación de cañas incluye la eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, la extracción del rizoma junto con la tierra en una profundidad de al menos 0,50 metros y la gestión mediante gestor autorizado de todos los residuos generados en la eliminación de las cañas.

Asimismo, se incluye el hormigonado de la zona tratada para evitar rebrotes de las cañas.

Dado que esta actuación se realiza en parte en el cauce de la acequia será necesario obtener los oportunos permisos de la Acequia Real del Júcar.

Además, la actuación implica ejecución de obras en el entorno de la valla medianera entre Ford y el polígono, por lo que será necesario pedir autorización a Ford.

7.2.4.- C4-CP-CA4. Instalación de rejillas de gran absorción.

En el cruce entre la Av. Foia y la C/ Canal de Crespo se instalarán dos rejillas de gran absorción y tamaño (1 x 0,50 m), lo que permitirá evitar que una parte del caudal que se canaliza en la zona de aparcamiento entre la calle Canal de Crespo y la nave contigua sea captado por el colector de pluviales antes de llegar al muro medianero, complementando de este modo la actuación C2-CP-CA5 (ver imagen 14).

Las rejillas se instalan en la calle del polígono, pero deben conectarse a la acequia, por lo que será necesario el permiso de la Acequia Real del Júcar.

7.2.5.- C5-MP-CA2. Instalación de rejillas de gran absorción

Durante el episodio de lluvias de noviembre de 2020 se detectó que la zona del aparcamiento entre la Av. Foia y C/ Canal de Crespo el agua no tenía capacidad de drenar.

Los cerca de 10.000 m² del aparcamiento no cuentan con imbornales o rejillas que conecten con la red de pluviales. Es por ello que se embalsaron grandes cantidades de agua.

Lo que se propone en esta actuación, es colocar en la C/ Canal de Crespo rejillas conectadas a la red de pluviales. Además, estas rejillas serán de gran absorción y tamaño (1 x 0,50 m), lo que permitirá absorber una gran cantidad de agua (ver imagen 14).

Se ha optado por incluir un total de 12 rejillas, cantidad suficiente para drenar la escorrentía generada en el aparcamiento en T = 100 años.

Esta actuación se complementa con la C6-MP-CA1, se realizará el reperfilado del aparcamiento de modo que las aguas pluviales de la explanada que no sean absorbidas por la actuación C6-MP-CA1 se canalicen a través de estas rejillas de gran absorción hasta los colectores de pluviales existentes.

Las rejillas se instalan en la calle del polígono, pero deben conectarse a la acequia, por lo que será necesario el permiso de la Acequia Real del Júcar.

7.2.6.- C6-MP-CA1. Repperfilado de la superficie y urbanización del aparcamiento. Depósito de laminación / infiltración.

El aparcamiento fue posiblemente una de las zonas más afectadas por las precipitaciones de noviembre de 2020. Como se ha comentado anteriormente, en todo el aparcamiento (aproximadamente 10.000 m²) no existe un punto para la evacuación de aguas pluviales. Por lo que se quedó agua embalsada hasta una altura de 1,5m. Esta situación ocasiono grandes perjuicios y daños a los vehículos estacionados. Además, de un riesgo para las personas presentes en el Parque Industrial (ver imagen 14).

Se propone la ejecución en esta zona de una serie de elementos de drenaje sostenible que permitan la laminación del agua de lluvia:

- En primer lugar, se plantea el reperfilado y urbanización del aparcamiento creando varias subcuencas dentro de la explanada con puntos bajos que permitan la captación del agua de lluvia.
- En los puntos bajos, que coincidirán con las alineaciones de los alcorques existentes, se plantea la ejecución de un pavimento permeable sobre drenes filtrantes. Estos drenes, además de filtrar e infiltrar el agua al terreno conducen la sobrante al siguiente elemento.
- Depósitos de laminación / infiltración. Se plantea uno para cada una de las subcuencas que recibe el agua de uno de los drenes anteriores y la acumula, infiltrándola en el terreno y actuando de elemento de laminación evitando el aporte de parte del agua de lluvia a los colectores generales en el momento de máxima lluvia.

Además, se propone que todo el aparcamiento tenga pendiente hacia la calle Canal de Crespo, en la que se ha previsto la colocación de rejillas de gran absorción (actuación C5-MP-CA2) para evacuar el excedente en caso de lluvias muy intensas.

Las obras se sitúan en terrenos del polígono, pero deben conectarse a la acequia, por lo que será necesario el permiso de la Acequia Real del Júcar.

7.2.7.- C7-MP-CA7. Sustitución de tubo de 2300 mm de diámetro por marco de hormigón de 3 x 2 m.

Tras realizar un estudio hidrológico e hidráulico de la zona (Véase anejo nº1), se detectaron dos puntos donde el caudal para T = 100 años es superior a la capacidad de determinados elementos de drenaje (ver imagen 13).

Siendo este uno de ellos, se propone la sustitución del tubo de 2300 mm de diámetro por un marco, también de hormigón, y de dimensiones 3x2 m.

Las obras afectan a un vial de Ford, por lo que será necesario solicitar los oportunos permisos.

7.2.8.- C8-MP-C8. Actuación en marco existente de 2,18 x 1,20 m.

Con la misma premisa del estudio hidrológico indicada en la actuación C7-MP-CA7, se plantean dos opciones con el mismo resultado a nivel hidráulico (ver imagen 13):

- Sustitución de marco existente de 2,18 x 1,20 m por otro marco de dimensiones 3 x 2 m.
- Duplicación del marco existente con otro paralelo de las mismas dimensiones.

Para la elección de la solución final se deberá analizar la afección a los viales situados en la parte superior de los elementos de drenaje. Actualmente propiedad de Ford y con funciones clave para su producción de vehículos.

Las obras se sitúan en el límite de Ford y afectan a varios viales en los que será necesario prever desvíos de tráfico previa solicitud de los permisos necesarios.

7.2.9.- C9-LP-CA3. Ejecución de un tanque de tormentas.

A más largo plazo, se propone la construcción de un tanque de tormentas. Este tipo de actuaciones pueden ser muy interesantes, además de por su efecto laminador, por sus connotaciones medioambientales (ver imagen 14).

En periodos de grandes lluvias, toda el agua proveniente de la escorrentía circula por las acequias y canales hasta la Albufera de Valencia. Depositando en ésta las aguas contaminadas de la primera escorrentía. Como es bien sabido estas aguas están contaminadas con los hidrocarburos depositados en las calzadas.

Con la construcción de un tanque para tormentas se podría almacenar la mayor parte de la escorrentía, o al menos la inicial más contaminada. Y, tras la tormenta, bombear esta agua hacia la depuradora a un ritmo apto. Con esta actuación se conseguiría reducir el vertido de hidrocarburos a la Albufera.

Por otro lado, se debe tener en cuenta el alto coste de este tipo de actuaciones. Son depósitos enterrados de muy grandes dimensiones y necesitan de complejas instalaciones y bombeos. Sin embargo, a nivel medioambiental es una medida muy positiva. Además, de seguir las prescripciones medioambientales de la Unión Europea en materia de vertidos.

Las obras se sitúan en terrenos del polígono, pero el vaciado del depósito debe realizarse a la EDAR, por lo que será necesario tramitar los permisos necesarios.

8.- RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO PARA LA RED DE ALCANTARILLADO EXISTENTE.

El Ayuntamiento redactará un plan de mantenimiento de la red de saneamiento de aguas pluviales del polígono industrial. Este plan se podría dividir en:

1. Mantenimiento regular. Con actividades orientadas a evitar el deterioro de la red, tales como un chequeo y limpieza de la red al menos 3 veces al año.
2. Mantenimiento ocasional. Después de cada episodio de lluvias torrenciales. Incluiría la limpieza de sumideros o elementos de captación en la vía pública, arquetas, colectores y elementos de almacenamiento.
3. Reparaciones. En caso de desperfectos en la red.

El plan incluirá un calendario con las fechas programadas para las actuaciones a realizar, por ejemplo, revisión exhaustiva de rejillas y sumideros antes de la época de lluvias.

La Acequia Real del Júcar realizará además un plan de mantenimiento de los cauces de las acequias que son de su propiedad.

9.- ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS SOLUCIONES PLANTEADAS.

Para la realización de las estimaciones económicas, se han utilizado bases de datos de precios y experiencias de actuaciones similares realizadas por la empresa redactora del estudio, no obstante, debe considerarse como una estimación y los valores de inversión reales se obtendrán tras el desarrollo del correspondiente estudio de detalle y las ofertas que realicen las constructoras que liciten la actuación.

Se incluye a continuación estimación económica de la propuesta:

RESUMEN DE LA VALORACION ECONOMICA

ESTUDIO INUNDACIONES - PARQUE INDUSTRIAL ALMUSSAFES

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
01	ACEQUIA DE LA FOIA.....	610.774,45
-CP-F	-ACTUACIONES A CORTO PLAZO.....	118.277,25
-MP-F	-ACTUACIONES A MEDIO PLAZO.....	494.497,20
02	CANAL DE CRESPO.....	3.030.873,00
-CP-C	-ACTUACIONES A CORTO PLAZO.....	47.253,00
-MP-C	-ACTUACIONES A MEDIO PLAZO.....	935.620,00
-LP-C	-ACTUACIONES A LARGO PLAZO.....	2.048.000,00
TOTAL ESTIMACIÓN ECONÓMICA (IVA NO INCLUIDO)		3.641.647,45

10.- RECOMENDACIONES.

1. Crear una comisión municipal en dónde se coordinen y se desarrollen e implementen los planes de mantenimiento y las actuaciones a realizar.
2. Elaboración de los estudios de detalle que procedan según los intereses municipales y las posibilidades de financiación disponibles

11.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL ESTUDIO

Documento N°1: Memoria

Memoria

Anejos a la memoria

Anejo n°1: Cálculos hidrológicos e hidráulicos

Anejos n°2: Anejo fotográfico

Anejo n°3: Estudio económico

Anejo n°4: Sistemas urbanos de drenaje sostenible

Anejo n°5: Obras de referencia

Documento N°2: Planos

0. Situación y emplazamiento

1. Plano director
2. Estado actual. Colectores de aguas pluviales
3. Estado actual. Acequias
4. Propuesta soluciones.
 - 4.1. Planta general.
 - 4.2. Detalles.

12.- CONCLUSIONES

La presente memoria, junto con los documentos indicados, forman el Estudio de Alternativas, mitigación de inundaciones en el área industrial Juan Carlos I de Almussafes, el cual se somete a aprobación, si procede, por parte de los órganos competentes.

Alfajar, mayo de 2021

ARIN Ingenieros Consultores S.L

Los autores del estudio

Fdo: D. Jesús Parrilla Juste

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Nº Col.: 11.498

Fdo: D. David Marco Ramos

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Nº Col.: 35.439

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- ESTUDIOS PREVIOS.....	2
3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN	2
4.- DESCRIPCIÓN DE LA RED	2
4.1.- FASE 1	3
4.2.- FASE 2	3
4.3.- FASE 3	3
5.- ANALISIS HIDROLÓGICO. ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES.....	3
5.1.- CAUDALES SEGÚN PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO EN BASE A METODOLOGIA ACTUAL.....	3
5.1.1.- PERIODO DE RETORNO	3
5.1.2.- ELECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO.....	3
5.1.3.- ESTUDIO DE LAS CUENCAS VERTIENTES.....	3
5.1.4.- CALCULO DEL CAUDAL A EVACUAR.....	4
5.1.5.- CÁLCULO DE LOS CAUDALES A EVACUAR.....	5
5.2.- CAUDALES SEGÚN PRECIPITACIÓN OBTENIDA DEL PROYECTO ORIGINAL DEL POLIGONO	5
5.3.- CAUDALES SEGÚN EVENTO DE PRECIPITACION TORRENCIAL NOVIEMBRE 2020	6
5.3.1.- ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN ACAECIDA.....	6
5.3.2.- CÁLCULO DEL CAUDAL MEDIANTE METODOLOGÍA TEÓRICA.....	7
5.4.- COMPARACION DE RESULTADOS	7
6.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE	7
6.1.- ESTADO ACTUAL	7
6.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE CON CAPACIDAD AGOTADA	8
7.- DIMENSIONAMIENTO DE REJAS DE GRAN ABSORCIÓN	9
7.1.- VERIFICACIÓN CAPACIDAD HIDRAULICA CANAL DE CRESPO.....	9
ANEXO I: ANALISIS HIDROLOGICOS. CALCULOS DE PRECIPITACION Y CAUDAL 	10
ANEXO II: CALCULOS HIDRAULICOS. DIMENSIONAMIENTO DE LOS NUEVOS ELEMENTOS DE DRENAJE	12
ANEXO III: PLANOS	14

1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se aborda todo lo relativo a los cálculos hidrológicos e hidráulicos necesarios para el “Estudio de alternativas, mitigación e inundaciones en el área industrial Juan Carlos I de Almussafes”. El anejo se divide en dos partes fundamentales:

La primera de todas, se centra en los cálculos hidrológicos, donde se procederá al análisis de las cuentas vertientes y el estudio de las precipitaciones de cálculo. Además, se analizará también el gran evento de precipitación acaecido en noviembre de 2020.

En la última parte, se realiza el análisis hidráulico que dictamina aquellos elementos de drenaje cuya capacidad ha sido superada (Colectores, acequias, marcos de hormigón). Y, en consecuencia, se realiza un dimensionamiento del elemento de drenaje necesario.

2.- ESTUDIOS PREVIOS

El Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), aprobado por el Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, es uno de los instrumentos de ordenación del territorio de la Comunidad Valenciana.

En el contenido de este Plan destaca el establecimiento de una normativa técnica y de protección relacionada con una zonificación del riesgo de inundación realizada para todo el territorio de la Comunidad Valenciana.

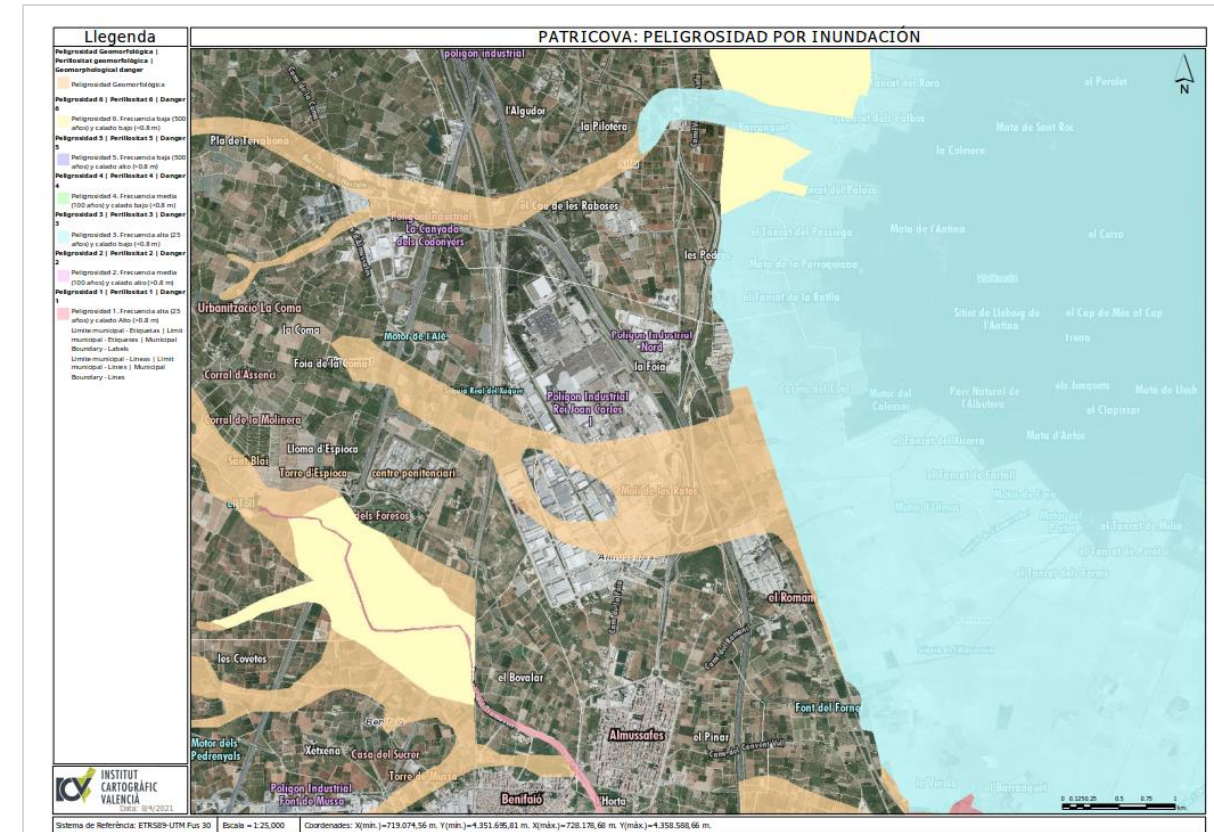
El riesgo de inundación trata de medir la frecuencia y la magnitud con que se produce este fenómeno. El Plan de Acción Territorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA) pretende desarrollar una labor eminentemente preventiva en la lucha contra las inundaciones. La metodología empleada en su elaboración consiste en delimitar el riesgo de inundación, obtener el impacto actual y futuro producido por las inundaciones y, finalmente, desarrollar un programa de actuaciones para disminuir el riesgo hasta niveles aceptables.

De acuerdo con consulta realizada a la cartografía del PATRICOVA, la acequia de Crespo corresponde a una zona con peligrosidad geomorfológica: vaguadas y barrancos de fondo plano.

Así, en la actualidad, una vez superado el ferrocarril por los puntos de paso existentes, hay una zona alta de tal modo que las zonas bajas del polígono se sitúan:

- Al norte del polígono coincidiendo con la zona verde previa al cruce de la acequia de la Foia bajo el vial Avda. de la Foia.
- Al sur, coincidiendo aproximadamente con el trazado del nuevo cauce del canal de Crespo.

Se ha detectado que son puntos con problemas de inundabilidad en caso de lluvia intensa. Se incluye a continuación imagen de detalle:



Fuente: Instituto Cartográfico Valenciano

3.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para el cálculo y dimensionamiento de los elementos de drenaje que se incluyen en el presente proyecto se han seguido las prescripciones y procedimientos de la norma 5.2 IC Drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, aprobada por orden FOM/298/2016 de 15 de febrero.

4.- DESCRIPCIÓN DE LA RED

La construcción de este parque se realizó en 3 fases, siendo las dos primeras construidas de forma simultánea. La red de pluviales fue diseñada de modo que las nuevas fases se van conectando a la primera. Además, con tratamiento separativo de las aguas, por lo que las aguas fecales circulan por otra red y son impulsadas a la depuradora de Almussafes.

En cuanto a las aguas pluviales, circulan bajo calzada a lo largo de todos los viales del parque. Para acabar desaguando por gravedad en la Acequia de Crespo o en la Acequia de la Foia. Además, la zona sur del parque desagua en una novedosa balsa de laminación construida en la tercera fase. Todos los viales cuentan con pozos de registro, cada 50m aproximadamente, e imbornales en ambos lados.

A continuación, se realiza una descripción en detalle de las actuaciones acaecidas en cada fase.

4.1.- FASE 1

La fase 1 del proyecto se basaba en la construcción de una gran vía longitudinal en dirección norte – sud, complementada con varias calles perpendiculares.

Del mismo modo, se proyectó un gran colector principal (Con diámetros de hasta DN1000mm) en esa avenida que recogerían las aguas de los colectores de las calles perpendiculares. Estos últimos son de gran diámetro (DN800mm) debido a la reducida pendiente de los viales. Toda el agua se vertería directamente a la Acequia de la Foia y el Canal de Crespo.

Respecto a la Acequia y el Canal, fueron desviados de su curso natural de modo que se adapten a la nueva topografía y edificaciones de la zona. Además, la Acequia de la Foia recorre perimetralmente la factoría de Ford, en su flanco oeste, hasta alcanzar el acceso original de esta a la factoría.

El Canal de Crespo se enterró mediante marcos de hormigón de 3 x 2m, aunque con variaciones en determinados puntos del recorrido. En cuanto a la acequia de la Foia, se optó por un canal con solera de hormigón y cajeros de escollera. Los viales se atraviesan mediante marcos de hormigón.

4.2.- FASE 2

La fase 2 del parque industrial se construyó junto a la fase 1 debido a su reducido tamaño. Esta fase únicamente se compone de un vial nuevo. En cuanto a la red de pluviales, se construyó un nuevo colector de diámetro 1250mm que vierte de forma directa al Canal de Crespo, o bien al colector principal de la fase 1, según el tramo correspondiente y las pendientes.

4.3.- FASE 3

La ampliación del área industrial se realizó en 2003 y supuso aumentar en más del doble la superficie del parque industrial. En esta zona, la principal problemática es la falta de pendiente. Lo que obligó a proyectar tubos de gran diámetro y alterar la dirección de los colectores. En ocasiones, el agua se transporta hacia la acequia de la Foia pese a estar más cerca el Canal de Crespo.

En esta fase también se realizó una modificación del vial principal de la fase 1 (Avda. Foia) que obligo al desvío del colector principal de esta fase y del canal de la Foia. Esta modificación se realizó sin reconstruir el marco de hormigón previo a la entrada de Ford, por lo que el flujo de agua del canal entra esviado. Reduciendo la capacidad de este y generando cierta problemática.

Además, en esta última fase se generó una cuenca que vierte al brazal del Romaní. Sin embargo, debido a las limitaciones de caudal de este, no es posible aliviar directamente el máximo caudal de los colectores.

Es por ello que se planteó una solución novedosa para la época. Se construyó una balsa de laminación junto al inicio del brazal. De modo que, si el caudal excede del límite, desborda mediante un vertedero hacia la balsa. Una vez el caudal de los colectores se reduce, y en el brazal entra un caudal asumible, se procede el bombeo del agua de la balsa otra vez hacia el brazal.

Con ese sistema se consigue laminar el caudal sin afectar al comportamiento del canal en grandes eventos de precipitación.

5.- ANALISIS HIDROLÓGICO. ESTUDIO DE LAS PRECIPITACIONES

Con el fin de obtener un análisis claro y conciso de la situación en el Parque Industrial; se realizará una comparativa entre:

- Caudales según la precipitación de cálculo en base a metodología y datos actuales
- Caudales en base al evento de precipitación torrencial acaecido en noviembre de 2020
- Caudales en base a la precipitación obtenida en los anejos de cálculo correspondientes a los Proyectos Constructivos del Parque Industrial.

5.1.- CAUDALES SEGÚN PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO EN BASE A METODOLOGIA ACTUAL

En el siguiente apartado se obtendrá la precipitación de cálculo en base a los métodos y datos actuales. Para ello se usará lo indicado en la Norma 5.2 IC

5.1.1.- PERIODO DE RETORNO

De acuerdo con lo establecido en el apartado 1.3.2 de Norma 5.2 IC, para el caso de acequias y elementos de drenaje de relevante importancia, el periodo de retorno a considerar será de cien años (T = 100 años).

5.1.2.- ELECCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DE CÁLCULO

Para el cálculo de la máxima precipitación diaria asociada al período de retorno considerado, se ha utilizado la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, publicado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

En la publicación se define el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias anuales (Pm) y el coeficiente de variación Cv de dicha ley para una determinada zona. En el caso de la población de Almussafes se pueden considerar los siguientes valores:

$$P_m = 80$$

$$C_v = 0,51$$

El parámetro Cv permite determinar el factor de ampliación Kt (Función de Cv y el periodo de retorno T; tabla 7.1 de la publicación)

$$T = 100 \text{ años}$$

$$K_t = 2,815$$

Valor que multiplicado por el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias anuales (Pm), resulta en la precipitación máxima diaria Pd asociada a cada periodo de retorno T:

$$T = 100 \text{ años}$$

$$P_{100} = P_d = 225,2 \text{ mm/día}$$

5.1.3.- ESTUDIO DE LAS CUENCAS VERTIENTES

5.1.3.1.- Definición de las Cuencas

Se realiza el estudio de 3 cuencas, un para cada acequia o cauce principal: Canal de Crespo, Acequia de la Foia y Brazal del Romaní.

Se adjunta una tabla resumen con las características principales de cada cuenca.

Cuenca	Área (m2)	Longitud (m)	Pendiente
Acequia de la Foia	3.780.300	3.270	0,0146
Canal de Crespo	692.800	940	0,0143
3.- C/ Senyera Este + Avda. Generalitat Valenciana	494.000	900	0,0097

Estos valores están basados en los datos obtenidos de los proyectos generales y las nuevas mediciones realizadas por el equipo redactor de este estudio. Es de destacar el tamaño de la cuenca de la Foia, ya que esta recibe el caudal proveniente de los terrenos al oeste del parque Industrial, así como de los elementos de drenaje de las vías del ferrocarril.

Se puede consultar en el Documento Nº2: Planos, una planta general de las cuencas.

5.1.3.2.- Umbral de Escorrentía

El umbral de escorrentía representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía, determinándose mediante la expresión:

$$Po = Po' \times \beta$$

Dónde:

- Po Umbral de escorrentía en mm.
- Po' Valor inicial del umbral de escorrentía en mm.
- B Coeficiente corrector del umbral de escorrentía (adimensional)

El valor del umbral de escorrentía Po' se obtiene a partir de los valores de la tabla 2.3 de la norma 5.2 IC, en función de los usos del suelo de cada una de las cuencas vertientes, así como de los grupos hidrológicos de suelo presente en las cuencas.

Asimismo, el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía se obtiene a partir de los datos de la tabla 2.5 de la norma de acuerdo con el procedimiento especificado en el apartado 2.2.3.4, resultando un valor del coeficiente corrector para todas las cuencas vertientes consideradas $\beta = 2,784$.

En base a los datos anteriores se han establecido distintos umbrales en función de los terrenos existentes.

- Rurales sin urbanizar: Corresponden a todos los terrenos cultivados que se encuentran fuera del polígono
- Urbanizado pavimentado: El valor se corresponde a un terreno urbanizado industrialmente con terreno existente ligeramente impermeable.
- Urbanizado no pavimentado: Corresponde a las zonas verdes del polígono industrial

Tipo de terreno	Po' (mm)	b	Po (mm)
Rural sin urbanizar	26	2,784	72,38
Urbanizado pavimentado	4		11,14
Urbanizado no pavimentado	26		26,00

5.1.4.- CALCULO DEL CAUDAL A EVACUAR

El cálculo de los caudales máximos a evacuar se efectuará por aplicación del método racional especificado en la norma 5.2 IC.

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un periodo de retorno T, se calcula mediante la expresión:

$$Q_T = \frac{I * C * A * K_t}{3,6}$$

Siendo:

- Q_T Caudal máximo correspondiente al periodo de retorno T, en m3/sg.
- I Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca, en mm/h.
- C Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca (adimensional).
- A Superficie de la cuenca en Km2.
- K_t Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (adimensional).

Al tratarse de cuencas de gran tamaño y gran variabilidad en el coeficiente de escorrentía; se ha dividido la cuenca en base a los distintos tipos de terreno y se ha calculo el caudal para cada uno de ellos. De ese modo, se obtiene el caudal en base a su coeficiente de escorrentía, pero se mantienen los datos referentes a la precipitación y el coeficiente K_t .

5.1.4.1.- Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación I (mm/h) correspondiente a un periodo de retorno T, y a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente formula:

Siendo:

$$I = I_d * F_{int}$$

- I Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y una duración del aguacero igual al tiempo de concentración, en mm/h.
- I_d Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T, en mm/h.
- F_{int} Factor de intensidad (adimensional).

5.1.4.2.- Factor de Intensidad

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio, y se tomará el mayor valor de los obtenidos entre los que se indica a continuación:

$$F_{int} = \text{máx} (F_a, F_b)$$

Dónde:

- Fint Factor de intensidad (adimensional).
- Fa Factor adimensional obtenido a partir del índice de torrencialidad (It / Id).
- Fb Factor adimensional obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

Cabe indicar que no existen publicadas curvas IDF de las estaciones pluviométricas cercanas al emplazamiento de las obras, por lo que para la estimación del factor de intensidad se adopta directamente el valor correspondiente al factor Fa, por lo que la intensidad de precipitación I (mm/h) correspondiente a un periodo de retorno T, y a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración tc, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente formula:

$$I = I_d * \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287-2,5287*t_c^{0,1}}$$

Siendo:

- I Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y una duración del aguacero igual al tiempo de concentración, en mm/h.
- Id Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T, en mm/h.
- I1 /Id Índice de torrencialidad, que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida (adimensional).
- Tc Tiempo de concentración en horas (h).

Para el caso de cuencas vertientes de superficie menor a 1 Km2, la intensidad media se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d}{24}$$

5.1.4.2.1. Índice de Torrencialidad

Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir de la figura 2.4 de norma 5.2 IC. Para el caso particular de Almussafes se considera un valor de 11.

5.1.4.3.- Cálculo del Tiempo de Concentración

Tiempo de concentración tc, es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene

calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante las siguientes formulaciones:

$$tc = 0,3 * L^{0,76} * J^{-0,19}$$

5.1.4.4.- Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I, que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El valor del coeficiente de escorrentía (C) se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_0} - 1\right) * \left(\frac{P_d}{P_0} + 23\right)}{\left[\left(\frac{P_d}{P_0}\right) + 11\right]^2}$$

Siendo:

- C Coeficiente de escorrentía (adimensional)
- P₀ Umbral de escorrentía (mm)
- P_d Precipitación diaria (mm) correspondiente al periodo de retorno T considerado. En este caso, T=100 años

5.1.5.- Cálculo de los Caudales a Evacuar

Aplicando la fórmula del caudal máximo del método racional, se obtienen¹ los valores máximos a desaguar para cada una de las cuencas vertientes.

Cuenca	Qi (m³/seg)
Acequia de la Foia	31,19
Canal de Crespo	24,19
Brazal del Romaní	9,98

5.2.- CAUDALES SEGÚN PRECIPITACIÓN OBTENIDA DEL PROYECTO ORIGINAL DEL POLIGONO

El parque industrial Juan Carlos I se realizó en 3 fases, con 3 proyectos constructivos diferentes, siendo el primero de ellos firmado en 1995, y el último en 2003.

Es por ello que los datos de precipitación fueron obtenidos mediante metodología y datos de la época, por lo que el valor Pd (Precipitación máxima diaria) no se corresponde con el obtenido en este estudio. De hecho, el valor es mucho más reducido:

Estudio actual → P₁₀₀= P_d = 225,2 mm/día

Proyecto constructivo → P₁₀₀= P_d = 154,01 mm/día

¹ Se pueden consultar los cálculos completos al final de este documento

Según describe el Anejo 4.3. HD. – Hidrología y Drenaje, perteneciente al Proyecto “Urbanización de la ampliación del parque industrial Rey Juan Carlos I en Almussafes (Valencia), y firmado por los ICCP D. Jose M. Calpe Carceller y D. Jesús Parrilla Juste:

“El valor de la máxima precipitación diaria se obtiene como promedio de los calculados para las estaciones pluviométricas más cercanas. Realizando un ajuste de Gumbel sobre las series de máximos de que se dispone, los resultados obtenidos son:”

ESTACIÓN	Nº de años	T = 50 años	T = 100 años
L'Alcúdia	16	128,88	141,62
Algemesí	20	145,08	161,03
Carlet	19	136,94	151,58
Guadassuar	20	143,36	159,00
Montroi	28	118,87	131,51
Massanassa	9	135,30	148,89
Torrent	16	166,26	185,05
MEDIA		139,24	154,01

Adoptamos: $T = 100$ años $p_{100} = 154$ mm/día

El proceso adoptado en su época es correcto. Sin embargo, debido a los nuevos avances en el campo de la meteorología y el incremento en las precipitaciones de tipo torrencial, los datos se encuentran desfasados.

Como el dimensionamiento de todos los elementos de la red de drenaje, se realizó con este valor Pd tan reducido; será necesario verificar que estos elementos son capaces de soportar el nuevo caudal de diseño. Es por ello que se repetirá el cálculo del apartado 5.1, pero teniendo en cuenta este valor de precipitación y el valor del umbral escorrentía propuesto en el proyecto.

Con todo ello, los caudales obtenidos para cada una de las cuencas vertientes son:

Cuenca	Qi (m³/seg)
Acequia de la Foia	16,17
Canal de Crespo	16,27
Brazal del Romaní	5,95

Tal y como se puede observar, estos valores son considerablemente inferiores a los propuestos en este estudio, en ocasiones se reducen hasta un 50%.

5.3.- CAUDALES SEGÚN EVENTO DE PRECIPITACION TORRENCIAL NOVIEMBRE 2020

5.3.1.- Estudio de la precipitación acaecida

Tal y como se indica en el Documento Nº1: Memoria de este estudio. Uno de los principales motivos por los que se encargó este estudio, fueron las grandes precipitaciones de noviembre de 2020 y las consecuencias sobre el normal funcionamiento del parque industrial.

Es por ello, que es necesario realizar un pequeño análisis de aquellas precipitaciones y lo que supusieron a nivel hidráulico e hidrológico para la red de drenaje del parque.

Durante los días 4 y 5 de noviembre de 2020 se midió en la estación meteorológica del parque una precipitación total de 393,2 l/m2, con precipitaciones acumuladas en 1 hora de hasta 126 l/m2. Este valor es el doble del valor umbral que indica precipitación de tipo torrencial.

Tal cantidad de agua generó embalsamientos en ciertos puntos de hasta 1,50m de altura; dejando vehículos y empresas anegadas. La totalidad del parque quedó bloqueada y la producción detenida. Además, se generó un riesgo para los usuarios ante la imposibilidad de poder evacuar la zona.

Para poder obtener un caudal de cálculo, se ha optado por establecer el valor total de 393,2 l/m2 como el valor Pd. Siendo este valor proveniente del “INFORME METEOROLÓGICO ALMUSSAFES. Episodio lluvias torrenciales 04 y 05 de noviembre del 2020”, realizado por la empresa Inforatge, SL para el ayuntamiento de Almussafes.

Con el fin de dar un orden de magnitud a este valor de precipitación, se ha obtenido el periodo de retorno correspondiente a este valor Pd de precipitación. Para ello se han obtenido los distintos valores Pd en función de periodos de retorno T, y se han comparado. Todo ello en base a la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, publicado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

En la publicación se define el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias anuales (Pm) y el coeficiente de variación Cv de dicha ley para una determinada zona. En el caso de la población de Almussafes se pueden considerar los siguientes valores:

$$P_m = 80$$

$$C_v = 0,51$$

En base a estos datos se determina el factor de ampliación kt. Al ir este valor en función de Cv y el periodo de retorno, se han obtenido los distintos valores de Kt:

$$T = 100 \text{ años} \quad K_t = 2,815$$

$$T = 500 \text{ años} \quad K_t = 3,799$$

Valor que multiplicado por el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias anuales (Pm), resulta en la precipitación máxima diaria Pd asociada a cada periodo de retorno T:

$$T = 100 \text{ años} \quad P_{100} = P_d = 225,2 \text{ mm/día}$$

$$T = 500 \text{ años} \quad P_{500} = P_d = 389,44 \text{ mm/día}$$

Comparando el valor de Pd para T=500 años con el valor Pd del evento (Pd=393,2mm), se observa que la precipitación de noviembre de 2020 es superior los 500 años de periodo de retorno. Situando este valor, a falta de un cálculo estadístico complejo, entorno a los 750 años de periodo de retorno.

A continuación, se indica una pequeña tabla resumen donde se comparan los valores y los incrementos de precipitación:

Precipitación diaria media (Pd)			
Según media histórica M Fomento	Episodio lluvias torrenciales Nov 2020	Relación (Lluvia torrencial /M Fomento)	%
T = 25 años --> Pd = 165,44 mm	Pd = 393,2 mm	2,4	+ 138%
T = 100 años --> Pd = 225,2 mm		1,7	+ 72%
T = 500 años --> Pd = 389,44 mm		1,3	+ 29%

Diseñar una red de drenaje para un periodo de retorno T=750 años es inviable tanto económica como técnicamente. Es por ello que es necesario asumir que ninguna de las actuaciones que se propongan podrán eliminar el riesgo de inundación en eventos de tal magnitud. Sin embargo, sí que será posible reducir en gran medida sus efectos.

5.3.2.- Cálculo del caudal mediante metodología teórica

Con el fin de obtener el caudal de cálculo se repetirá el proceso del apartado 5.1. Pero teniendo en cuenta el valor Pd = 393,2 mm y los coeficientes de escorrentía obtenidos en este estudio.

Con todo ello, los caudales obtenidos para cada una de las cuencas vertientes son:

Cuenca	Qi (m³/seg)
Acequia de la Foia	84,48
Canal de Crespo	47,34
Brazal del Romaní	23,28

Los datos obtenidos son de una magnitud inasumible para cualquier elemento de drenaje, solo comparable con grandes cauces de ríos u obras de gran magnitud como el Nuevo Cauce del río Turia, en la ciudad de Valencia.

5.4.- COMPARACION DE RESULTADOS

Se adjunta un cuadro comparativo con los valores obtenidos anteriormente. Se incluye la variación porcentual de los distintos caudales respecto al cálculo realizado en este estudio.

	T=100 (Nuevos Cálculos)	T=100 (Según PYTO original)	%	T=750 (Precipitación Nov 2020)	%
Acequia de la Foia	31,19	16,17	-48%	84,48	171%
Canal de Crespo	24,19	16,27	-33%	47,34	96%
Brazal del Romaní	9,98	5,95	-40%	23,28	133%

(*) Valores de caudal Q en m3/s

Mediante los porcentajes indicados se verifican las afirmaciones realizadas en los apartados anteriores.

- El cálculo original se realizó con valores de Q reducidos. Aproximadamente la mitad de los obtenidos en este estudio.
- Las precipitaciones acaecidas en noviembre de 2020 son inasumibles para cualquier sistema de drenaje.

6.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE

En el siguiente apartado se realizará el cálculo hidráulico de los elementos de drenaje principales. De modo que se puede determinar la capacidad de cada elemento y comparar con los caudales máximos obtenidos para cada situación.

Todos estos cálculos se han realizado mediante una hoja de cálculo Excel, basada en la formulación de Manning – Strickler.

$$Q = S * V = \frac{1}{n} * S * R_h^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

dónde:

Q Caudal en m3/s

n Coeficiente rugosidad de Manning:

Se adopta: n = 0,0015 Hormigón

n = 0,0018 Hormigón deteriorado y contaminado por especies vegetales

n = 0,0035 Escollera

S Área de la sección mojada en m2

Rh Radio hidráulico en m; Rh = S / P

Pm Perímetro mojado en m.

J Pendiente en m/m

6.1.- ESTADO ACTUAL

Se adjunta a continuación una tabla con los principales elementos de drenaje, su capacidad máxima² y el caudal que reciben según el caso de estudio. Se indica mediante código de colores si la capacidad se ve superada. (Verde: El caudal no supera la capacidad. Rojo: El caudal supera la capacidad)

Es importante indicar que no se realizan cálculos para la cuenca del Brazal del Romaní, ya que los técnicos no detectaron problema alguno durante los episodios de lluvias torrenciales. Por tanto, se considera que el sistema de drenaje mediante balsa de laminación funciono correctamente. Además, su capacidad está sobredimensionada y es capaz de laminar precipitación de tal magnitud.

² Todos los valores de caudales Q se encuentran en m3/s

Elemento de drenaje			Capacidad máxima (m3/s) (**)	Caudal máximo (m3/s)		
Cuenca	Elemento	Dimensiones (m)		T=100 (Nuevos Cálculos)	T=100 (Según PYTO original)	T=750 (Precipitación Nov 2020)
FOIA	Marco Hormigón. Av. Henry Ford	2 células → 1,9 x 1,8	29,82	28,5 (*)	16,17	84,48
FOIA	Marco Hormigón. Av. Foia	2 células → 1,9 x 1,8	30,83	30,1 (*)	16,17	84,48
FOIA	Cauce abierto escollera - zona verde	Cauce trapezoidal → 4 x 2	42,68	31,19	16,17	84,48
FOIA	Marco Esviado Hormigón. Previo a Ford	4 x 1,8	35,08	31,19	16,17	84,48
CRESPO	Marco Hormigón. Previo a Ford	3 x 2,5	49,37	24,19	16,27	47,34
CRESPO	3 Marcos Hormigón. Bajo carretera acceso Ford	5,92 x 1,36	52,78	24,19	16,27	47,34
CRESPO	Marco Hormigón. Bajo campa coches nuevos Ford	2,18 x 1,2	15,24	24,19	16,27	47,34
CRESPO	Conducción Hormigón DN 2300. Baja campa coches nuevos Ford	DN 2300mm	13,23	24,19	16,27	47,34
CRESPO	Marco hormigón. Autopista A-7	2 células → 2 x 1,5	29,33	24,19	16,27	47,34
CRESPO	Marco Hormigón. C/ Crespo junto aparcamiento	3 x 2	18,05	16,5 (*)	16,27	47,34

(*). Se utiliza un caudal menor, ya que varios colectores de la cuenca desaguan aguas abajo de la sección de control.

(**). Para obtener la capacidad máxima se ha supuesto que el hormigón se encuentra deteriorado, es decir, la situación más desfavorable. (n= 0,0018). Las capacidades quedan más restringidas.

Tal y como se puede observar, las obras de drenaje situadas bajo la campa de coches nuevos de Ford no son capaces de drenar el caudal calculado en este estudio. Pese a que se indica que no serían capaces de soportar el caudal para el que fueron diseñados en su momento, se debe de tener en cuenta que la capacidad ha sido reducida por la suposición de hormigón deteriorado. Si se realiza un cálculo con hormigón limpio y n = 0,0015, la capacidad aumenta considerablemente.

Por otro lado, se observa como ningún elemento es capaz de absorber el caudal generado en la precipitación de noviembre 2020. Tal y como se ha comentado, es imposible dimensionar para un periodo de retorno superior a 500 años, por lo que se debe de omitir este resultado.

6.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE CON CAPACIDAD AGOTADA

Para dimensionar los dos elementos de drenaje cuya capacidad ha sido agotada, se realizará el mismo procedimiento. Pero en este caso se iterarán distintas secciones hasta obtener aquella donde la capacidad sea mayor que el caudal.

Elemento de drenaje existente				Nuevo elemento de drenaje			Caudal máximo (m3/s)
Cuenca	Elemento	Dimensiones existentes (m)	Capacidad máxima actual (m3/s)	Nuevas dimensiones (m)		Nueva capacidad máxima(m3/s)	T=100 (Nuevos Cálculos)
CRESPO	Marco Hormigón. Bajo campa coches nuevos Ford	2,18 x 1,2	15,24	Nuevo marco hormigón	3 x 2	54,98	24,19
				Duplicación marco existente	2 células → 2,18 x 1,2	33,53 (*)	
CRESPO	Conducción Hormigón DN 2300. Baja campa coches nuevos Ford	DN 2300mm	13,23	Nuevo marco hormigón	3 x 2	30,63	24,19

(*) El caudal total se ha determinado mediante la suma del caudal del marco existente con hormigón deteriorado y el marco existente con hormigón nuevo, considerándose este último como la duplicación.

Mediante los resultados obtenidos en esta tabla, se realizará una valoración económica de las ampliaciones y remodelaciones de los elementos de drenaje. Estas dos soluciones propuestas se pueden consultar con mayor detalle en el documento N°2: Planos. En el anejo II de este documento se muestran los cálculos detallados para llegar a los resultados de los apartados 6.1. y 6.2.

7.- DIMENSIONAMIENTO DE REJAS DE GRAN ABSORCIÓN

Una de las soluciones propuestas para aliviar las acumulaciones de aguas en la cuenca del Canal de Crespo, es la colocación de rejatas de gran absorción junto al gran aparcamiento.

En las precipitaciones de noviembre de 2020 se constató que la zona del aparcamiento es una de las más críticas, ya que al ser un punto bajo, el agua alcanzó los 1,5m de altura. Siendo una de las principales causas la falta de drenaje de la zona.

Actualmente la explanada del parking ocupa una superficie de 14.000m² y solo se drena mediante una serie de pequeños imbornales situados en la Av. Canal de Crespo. Es por ello que se propone la colocación de rejatas de gran absorción en toda esta avenida. De modo en caso de gran precipitación, el parking se drene con mayor facilidad.

A continuación, se han realizado los cálculos para obtener el caudal a evacuar en el parking, en función del periodo de retorno de la precipitación de cálculo. El método seguido es el detallado en los apartados anteriores.

Zona	Pd	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (min.)	A (m ²)	Q (m ³ /s)
Urb. pav. (T=25)	165,44	16,70	6,00	2,78	0,67	100,00	0,0500	5,53	14.000	0,86
Urb. pav. (T=100)	225,20	16,70	6,00	2,78	0,76	100,00	0,0500	5,53	14.000	1,32

Para determinar la capacidad de drenaje de cada reja se ha seguido la fórmula de cálculo del vertedero de pared delgada.

$$Q \left(\frac{l}{s} \right) = \frac{(L * H^{\frac{3}{2}})}{60}$$

Se debe tener en cuenta que se ha usado una reja tipo de 72 x 40cm. Siendo estas dimensiones correspondientes a una reja de gran tamaño comercializada en la actualidad. Aplicando la fórmula anterior, se obtiene que el caudal por cada sumidero es de: **Q (l/s) = 118,06**.

Por tanto:

T=25	Q (l/s) = 859	Serán necesarias 8 rejatas
T=100	Q (l/s) = 1.325	Serán necesarias 12 rejatas

Teniendo en cuenta la gravedad del evento de precipitación de noviembre 2020, se propone la instalación de las 12 rejatas. Realizar el cálculo para T=500 años sería económicamente inviable y la diferencia entre instalar 8 rejatas y 12 rejatas es muy pequeña.

Es importante mencionar que el caudal que evacuarán las 12 rejatas permitirá reducir en gran medida el embalsamiento de agua. Sin embargo, no eliminar las inundaciones en caso de una precipitación como la de noviembre de 2020.

7.1.- VERIFICACIÓN CAPACIDAD HIDRAULICA CANAL DE CRESPO

Las rejatas serán capaces de eliminar una escorrentía máxima de 1.325 l/s (1,32 m³/s) del aparcamiento. Sin embargo, se debe tener en cuenta que este caudal desembocará al Canal de Crespo. Es por ello que se debe verificar que este será capaz de asumir el incremento de caudal.

Cuenca	Elemento de drenaje	Capacidad máxima (m ³ /s)	Caudal máximo (m ³ /s)	
			T=100 (Nuevos Cálculos)	T=100 (Nuevos Cálculos) + Caudal rejatas
CRESPO	Marco Hormigón. C/ Crespo junto aparcamiento	18,05	16,5	17,82
CRESPO	Marco Hormigón. Previo a Ford	49,37	24,19	25,51
CRESPO	3 Marcos Hormigón. Bajo carretera acceso Ford	52,78	24,19	25,51
CRESPO	Marco Hormigón. Bajo campa coches nuevos Ford. Duplicación marco existente	33,53 (*)	24,19	25,51
CRESPO	Conducción Hormigón DN 2300. Baja campa coches nuevos Ford. Reemplazo por marco de hormigón	30,63 (*)	24,19	25,51
CRESPO	Marco hormigón. Autopista A-7	29,33	24,19	25,51

(*) Se indica la capacidad máxima teniendo en cuenta la renovación de los elementos

Teniendo en cuenta los cálculos de capacidad y caudal realizados en el apartado 6, podemos verificar que los elementos estudiados en dichos análisis serán capaces de asumir el incremento. Siempre y cuando se realicen las mejoras en los dos puntos con capacidad agotada.

ANEXO I: ANALISIS HIDROLOGICOS. CALCULOS DE PRECIPITACION Y CAUDAL

Se adjuntan a continuación los cálculos realizados para cada supuesto. Dichos cálculos han sido realizados mediante hoja de cálculo, donde se ha introducido la formulación anteriormente detallada.

T = 100 (SEGÚN NUEVOS CALCULOS)**Acequia de La Foia**

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	225,20	0,51	80,00	2,82	72,38	26,00	2,78	0,28	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	75,66	336,07	3.360.700,00	23,46
Urbanizada pavimentada	225,20	0,51	80,00	2,82	11,14	4,00	2,78	0,85	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	75,66	33,08	330.800,00	7,11
Urb. No pavimentada	225,20	0,51	80,00	2,82	72,38	26,00	2,78	0,28	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	75,66	8,88	88.800,00	0,62
(*) Se descuenta el sector norte del Poligono, ya que desagua aguas abajo del marco esviado																	
TOTAL 31,19																	

Canal de Crespo

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	225,20	0,51	80,00	2,82	72,38	26,00	2,78	0,28	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	134,31	7,65	76.500,00	0,95
Urbanizada pavimentada	225,20	0,51	80,00	2,82	11,14	4,00	2,78	0,85	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	134,31	60,56	605.600,00	23,11
Urb. No pavimentada	225,20	0,51	80,00	2,82	72,38	26,00	2,78	0,28	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	134,31	1,07	10.700,00	0,13
TOTAL 24,19																	

Brazal del Romani

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	225,20	0,51	80,00	2,82	72,38	26,00	2,78	0,28	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	131,61	29,50	295.000,00	3,58
Urbanizada pavimentada	225,20	0,51	80,00	2,82	11,14	4,00	2,78	0,85	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	131,61	15,75	157.500,00	5,89
Urb. No pavimentada	225,20	0,51	80,00	2,82	72,38	26,00	2,78	0,28	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	131,61	4,15	41.500,00	0,50
TOTAL 9,98																	

T = 100 (DATOS ORIGINALES PROYECTO)**Acequia de La Foia**

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	154,00							0,19	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	51,74	336,07	3.360.700,00	11,01
Urbanizada pavimentada	154,00							0,85	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	51,74	33,08	330.800,00	4,85
Urb. No pavimentada	154,00							0,20	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	51,74	8,88	88.800,00	0,31
(*) Se descuenta el sector norte del Poligono, ya que desagua aguas abajo del marco esviado																	
TOTAL 16,17																	

Canal de Crespo

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	154,00							0,19	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	91,85	7,65	76.500,00	0,44
Urbanizada pavimentada	154,00							0,85	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	91,85	60,56	605.600,00	15,76
Urb. No pavimentada	154,00							0,20	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	91,85	1,07	10.700,00	0,07
TOTAL 16,27																	

Brazal del Romani

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	154,00							0,19	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	90,00	29,50	295.000,00	1,68
Urbanizada pavimentada	154,00							0,85	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	90,00	15,75	157.500,00	4,02
Urb. No pavimentada	154,00							0,20	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	90,00	4,15	41.500,00	0,25
TOTAL 5,95																	

T = 500 (PRECIPITACION NOVIEMBRE 2020)**Acequia de La Foia**

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	393,20				72,38	26,00	2,78	0,47	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	132,10	336,07	3.360.700,00	69,06
Urbanizada pavimentada	393,20				11,14	4,00	2,78	0,93	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	132,10	33,08	330.800,00	13,59
Urb. No pavimentada	393,20				72,38	26,00	2,78	0,47	3.270,00	0,0146	1,65	98,88	8,06	132,10	8,88	88.800,00	1,82
(*) Se descuenta el sector norte del Poligono, ya que desagua aguas abajo del marco esviado																	
TOTAL 84,48																	

Canal de Crespo

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	393,20				72,38	26,00	2,78	0,47	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	234,51	7,65	76.500,00	2,79
Urbanizada pavimentada	393,20				11,14	4,00	2,78	0,93	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	234,51	60,56	605.600,00	44,16
Urb. No pavimentada	393,20				72,38	26,00	2,78	0,47	940,00	0,0143	0,64	38,49	14,31	234,51	1,07	10.700,00	0,39
TOTAL 47,34																	

Brazal del Romani

Zona	Calculo precipitacion				Escorrentia				Tiempo concentracion				lt / ld	I	A (ha.)	A (m2)	Q (m3/s)
	Pd	Cv	P	Kt	Po	Po'	b	C	L (m)	J	Tc (h.)	Tc (min.)					
Terreno Rural	393,20				72,38	26,00	2,78	0,47	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	229,80	29,50	295.000,00	10,55
Urbanizada pavimentada	393,20				11,14	4,00	2,78	0,93	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	229,80	15,75	157.500,00	11,25
Urb. No pavimentada	393,20				72,38	26,00	2,78	0,47	900,00	0,0100	0,66	39,86	14,03	229,80	4,15	41.500,00	1,48
TOTAL 23,28																	

ANEXO II: CALCULOS HIDRAULICOS. DIMENSIONAMIENTO DE LOS NUEVOS ELEMENTOS DE DRENAJE

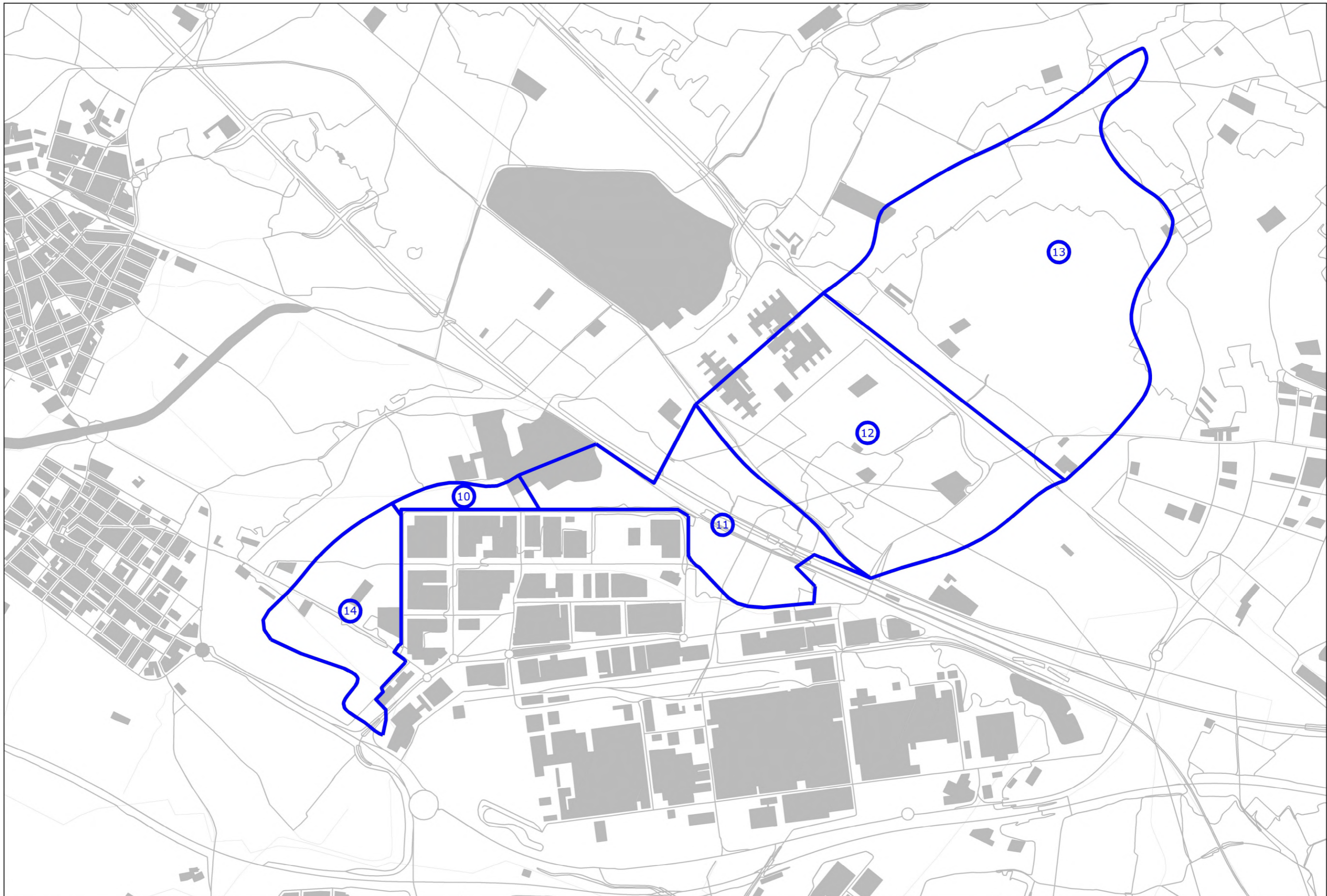
Se adjuntan a continuación los cálculos realizados para la obtención de la capacidad máxima de cada elemento de drenaje. Dichos cálculos han sido realizados mediante hoja de cálculo, donde se ha introducido la formulación anteriormente detallada.

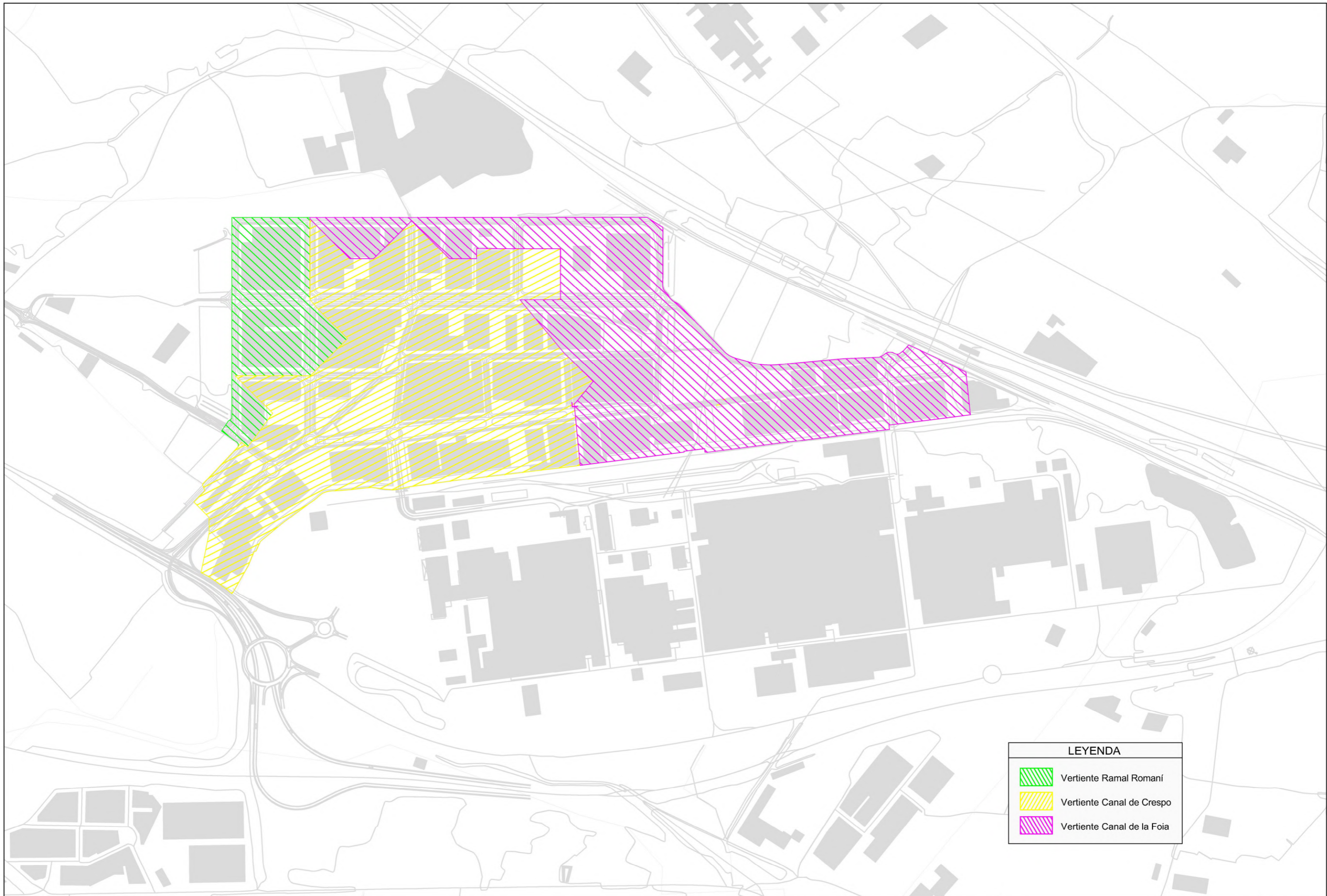
Tramo	n	pendiente (tpu)	Anch.inf (m)	talud izq. h	talud izq. v	talud der. h	talud der. v	Q real m3/sg	h canal (m)	Perim.mojado max (m)	Area moj. (m2)	Radio hid. (m)	v secc llena (m/sg)	Capacidad (m3/sg)	Perim.mojado real (m)	Area moj. real (m2)	Radio hid. (m)	Real v real (m/sg)	vr/vsecc llena	calado (m)	Error cometido	Nº Celulas	Capacidad tot celulas	Q real m3/sg	
ACEQUIAS EXISTENTES CON CONTINUIDAD																									
FOIA. Marco Hormigón. Av. Henry Ford		0,015	0,01160	1,90	0,0	1,0	0,0	1,0	31,190	1,800	5,50	3,42	0,62	5,23	17,89	7,63	5,44	0,71	5,73	1,10	2,864	-0,00000012161	2	35,78	31,19
FOIA. Marco Hormigón. Av. Foia		0,015	0,0124	1,9	0	1	0	1	31,19	1,8	5,50	3,42	0,62	5,41	18,50	7,47	5,29	0,71	5,90	1,09	2,783	-0,0000000399	2	36,99	31,19
FOIA. Cauce abierto escollera - zona verde		0,035	0,0116	4	1	1	1	1	31,19	2	9,66	12,00	1,24	3,56	42,68	8,76	9,56	1,09	3,26	0,92	1,682	-0,0000000207	1	42,68	31,19
FOIA. Marco Esviado Hormigón. Previo a Ford		0,015	0,0116	1,8	0	1	0	1	31,19	4	9,80	7,20	0,73	5,85	42,09	7,94	5,53	0,70	5,64	0,96	3,072	-0,0000000987	1	42,09	31,19
FOIA. Marco Hormigón. Av. Henry Ford		0,018	0,0116	1,9	0	1	0	1	28,5	1,8	5,50	3,42	0,62	4,36	14,91	8,10	5,89	0,73	4,84	1,11	3,100	-0,0000000454	2	29,82	28,50
FOIA. Marco Hormigón. Av. Foia		0,018	0,0124	1,9	0	1	0	1	30,1	1,8	5,50	3,42	0,62	4,51	15,41	8,22	6,00	0,73	5,02	1,11	3,158	-0,0000000565	2	30,83	30,10
FOIA. Marco Esviado Hormigón. Previo a Ford		0,018	0,0116	1,8	0	1	0	1	31,19	4	9,80	7,20	0,73	4,87	35,08	9,01	6,49	0,72	4,81	0,99	3,604	-0,0000000345	1	35,08	31,19
CRESPO. Marco Hormigón. Previo a Ford 3 x 2,5		0,015	0,0153	3	0	1	0	1	24,19	2,5	8,00	7,50	0,94	7,90	59,24	5,52	3,78	0,68	6,40	0,81	1,259	-0,0000000015	1	59,24	24,19
CRESPO. 3 Marcos Hormigón. Bajo carretera acceso Ford		0,015	0,0153	5,92	0	1	0	1	24,19	1,36	8,64	8,05	0,93	7,87	63,34	7,35	4,24	0,58	5,71	0,73	0,716	-0,0000004820	1	63,34	24,19
CRESPO. Marco Hormigón. Bajo campa coches nuevos Ford 2,18 x 1,20		0,015	0,0232	2,18	0	1	0	1	24,19	1,2	4,58	2,62	0,57	6,99	18,29	5,16	3,24	0,63	7,46	1,07	1,488	-0,0000001170	1	18,29	24,19
CRESPO. Marco hormigón. Autopista A-7 2 x 1,5		0,015	0,0153	2	0	1	0	1	24,19	1,5	5,00	3,00	0,60	5,87	17,60	5,87	3,87	0,66	6,25	1,06	1,936	-0,0000000085	2	35,20	24,19
CRESPO. Marco Hormigón. Previo a Ford 3 x 2,5		0,018	0,0153	3	0	1	0	1	24,19	2,5	8,00	7,50	0,94	6,58	49,37	5,88	4,32	0,73	5,60	0,85	1,441	-0,0000000038	1	49,37	24,19
CRESPO. 3 Marcos Hormigón. Bajo carretera acceso Ford		0,018	0,0153	5,92	0	1	0	1	24,19	1,36	8,64	8,05	0,93	6,56	52,78	7,53	4,77	0,63	5,07	0,77	0,806	-0,00000045588	1	52,78	24,19
CRESPO. Marco Hormigón. Bajo campa coches nuevos Ford 2,18 x 1,20		0,018	0,0232	2,18	0	1	0	1	24,19	1,2	4,58	2,62	0,57	5,83	15,24	5,62	3,75	0,67	6,46	1,11	1,718	-0,0000001173	1	15,24	24,19
CRESPO. Marco hormigón. Autopista A-7 2 x 1,5		0,018	0,0153	2	0	1	0	1	24,19	1,5	5,00	3,00	0,60	4,89	14,67	6,50	4,50	0,69	5,38	1,10	2,249	-0,0000000623	2	29,33	24,19
CRESPO. Marco Hormigón. C/ Crespo junto aparcamiento		0,015	0,0025	3	0	1	0	1	16,5	2	7,00	6,00	0,86	3,01	18,05	6,73	5,60	0,83	2,95	0,98	1,866	-0,0000000963	1	18,05	16,50
CRESPO. Marco Hormigón. Bajo campa coches nuevos Ford 2,18 x 1,20		0,015	0,0232	3	0	1	0	1	24,19	2	7,00	6,00	0,86	9,16	54,98	5,16	3,25	0,63	7,45	0,81	1,082	-0,0000000028	1	54,98	24,19
CRESPO. Conducción Hormigón DN 2300. Baja campa coches nuevos Ford		0,015	0,0072	3	0	1	0	1	24,19	2	7,00	6,00	0,86	5,10	30,63	6,34	5,00	0,79	4,83	0,95	1,66822	-0,0000001546	1	30,63	24,19




Designación	Coefic. n Manning	Pendiente (t.p.u.)	Diámetro Teorico (mm)	Diámetro Comercial (mm)	Caudal evacuable Qe (m3/sg)	Caudal real Qr (m3/sg)	Relacion Caudales Qr/Qe	Velocidad evacuacion Ve (m/sg)	Error en la solucion	Relacion Velocidades Vr/Ve	Velocidad real Vr (m/sg)	Altura lamina h (m)
CRESPO. Conducción Hormigón DN 2300. Baja campa coches nuevos Ford	0,015	0,00720	2647	2300	15,8863	23,1000	1,454	4,46	-0,431004304	1,247	5,56	2,300
CRESPO. Conducción Hormigón DN 2300. Baja campa coches nuevos Ford	0,018	0,00720	2834	2300	13,2386	23,1000	1,745	3,72	-0,72182002	1,497	5,56	2,300

ANEXO III: PLANOS

Se adjuntan a continuación los planos, tanto de las cuencas vertientes exteriores como las propias del polígono.





LEYENDA	
	Vertiente Ramal Romaní
	Vertiente Canal de Crespo
	Vertiente Canal de la Foia

Promotor :  **Ajuntament d'Almussafes**

Autores :  Jesús Parilla Juste
 +34 687 711 819
 jparrilla@arinconsultores.es
<https://arinconsultores.es/contacto>

David Marco Ramos
 +34 605 085 600
 dmarco@arinconsultores.es
 www.arinconsultores.es

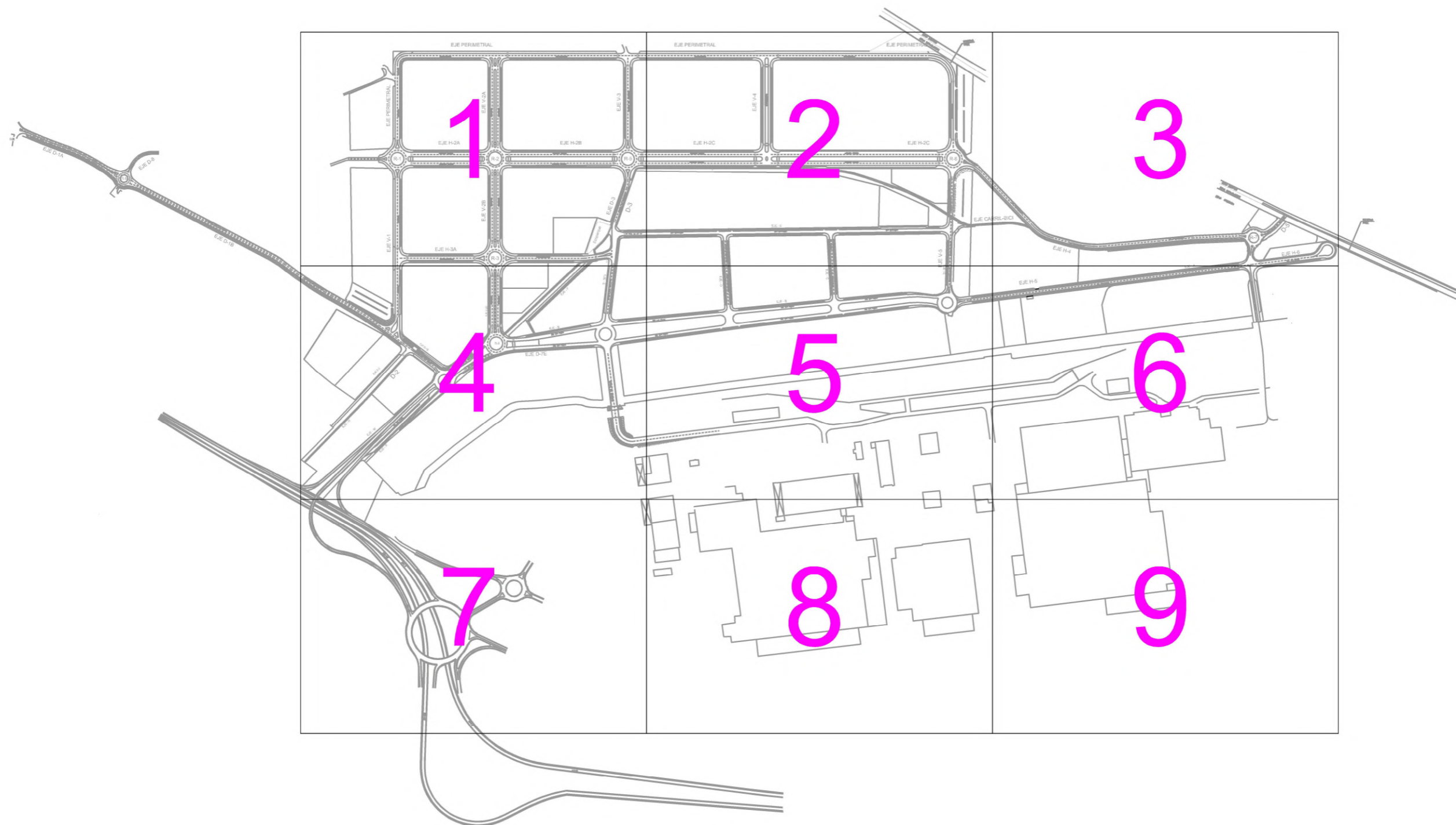
Título :
 Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I en el término municipal de Almussafes (Valencia)

ESCALA ORIGINAL: A3 ESCALA GRÁFICA:
 1:10.000 

PLANO:
 Anejo 1. Cálculos hidrológicos e hidráulicos.
 Cuencas vertientes polígono

Nº PLANO: **1.2**
 HOJA 1 DE 1

FECHA: MAYO 2021
 REVISIÓN: 0

























ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1.- INTRODUCCIÓN. CONSIDERACIONES GENERALES.	2
2.- ACTUACIONES PREVISTAS	2
2.1.- ACEQUIA DE LA FOIA	2
2.1.1.- F1-CP-FA4. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.....	2
2.1.2.- F2-CP-FA1. Limpieza y reconstrucción de acequia perimetral.....	2
2.1.3.- F3-CP-FA5. Muro deflector. Hormigonado de solera y cajeros. Reperfilado / hormigonado hacia el cauce.	2
2.1.4.- F4-MP-FA3. Depósito de laminación subterráneo.	3
2.1.5.- F5-MP-FA6. Tratamiento de eliminación de cañas y reacondicionamiento de la sección.	3
2.1.6.- F6-MP-FA7. Muros deflectores. Reperfilado / hormigonado hacia cauce.	3
2.2.- CANAL DE CRESPO	3
2.2.1.- C1-CP-CA9. Limpieza.	3
2.2.2.- C2-CP-CA5. Limpieza. Reperfilado/hormigonado hacia cauce.....	3
2.2.3.- C3-CP-CA6. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.	3
2.2.4.- C4-CP-CA4. Instalación de rejillas de gran absorción.	3
2.2.5.- C5-MP-CA2. Instalación de rejillas de gran absorción.....	4
2.2.6.- C6-MP-CA1. Reperfilado de la superficie y urbanización del aparcamiento. Depósito de laminación / infiltración.....	4
2.2.7.- C7-MP-CA7. Sustitución de tubo de 2300 mm de diámetro por marco de hormigón de 3 x 2 m.	4
2.2.8.- C8-MP-C8. Actuación en marco existente de 2,18 x 1,20 m.....	4
2.2.9.- C9-LP-CA3. Ejecución de un tanque de tormentas.	4
3.- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ACTUACIONES.....	5

1.- INTRODUCCIÓN. CONSIDERACIONES GENERALES.

En el presente anejo se realizará una estimación económica de las distintas actuaciones propuestas.

Se debe de tener en cuenta que estas estimaciones se han realizado a un nivel de detalle de tipo estudio de alternativas. Es decir, los precios y mediciones utilizados se deben considerar aproximados, aunque los valores son los suficientemente precisos como para considerarse fiables de cara a establecer un orden de magnitud.

Todos los precios utilizados se basan en la experiencia de Arin en Redacción de proyectos y Dirección de obra. Por otro lado, se han tenido en cuenta los posibles imprevistos que puedan ocurrir tanto en fase de diseño como en construcción. Ya sean; servicios afectados, desvíos de tráfico, reposiciones, licencias y permisos, eventos meteorológicos, entre otros.

Los precios considerados incluyen la repercusión correspondiente a la seguridad y salud de las obras y a la gestión de los residuos generados durante las obras.

Los precios considerados para la elaboración de la valoración de las actuaciones son precios base de licitación, por lo que incluyen gastos generales y beneficio industrial. No incluyen el IVA correspondiente.

Por otro lado, las mediciones se basan en las secciones tipo indicadas en Planos y las visitas in situ de los técnicos de Arin.

2.- ACTUACIONES PREVISTAS

A continuación, se realiza una explicación en detalle de las actuaciones propuestas y las consideraciones tomadas durante la valoración económica.

2.1.- ACEQUIA DE LA FOIA

2.1.1.- F1-CP-FA4. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.

En la salida del marco esviado, junto a la valla de Ford, y previo al quiebro de la acequia, se ha detectado una gran presencia de cañas y vegetación. Tanto es así que se estimó una obstrucción superior al 70%.

Con el fin de evitar los problemas derivados de una obstrucción de la salida, se propone la realización de un tratamiento para la eliminación de las cañas, así como el hormigonado de solera y cajeros en el entorno de la salida del marco de modo que no puedan surgir nuevos rebrotes.

Este hormigonado se realizará mediante HM-20 y con un espesor de 20 cm.

El tratamiento de eliminación de cañas incluye la eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, la extracción del rizoma junto con la tierra en una profundidad de al menos 0,50 metros y la gestión mediante gestor autorizado de todos los residuos generados en la eliminación de las cañas.

Lo que se pretende con esta actuación es generar una sección lo más limpia posible que no dificulte el paso del agua. Situación ya resentida por el propio trazado del marco esviado.

2.1.2.- F2-CP-FA1. Limpieza y reconstrucción de acequia perimetral.

En el límite oeste del polígono, entre las vías del tren y el vial perimetral, se diseñó una acequia paralela al vial que recogiera todas las aguas provenientes de la cuenca adyacente. Además, tras la construcción de las nuevas vías del tren, esta acequia cobro más sentido, ya que los sistemas de drenaje de la plataforma ferroviaria desembocan en esta.

Sin embargo, con el paso del tiempo esta acequia se ha deteriorado y se haya cubierta de vegetación. Hasta tal punto que no realiza ninguna función. Es por eso por lo que esta zona se inunda muy fácilmente, al no ser la escorrentía evacuada correctamente.

Se propone la reconstrucción de la acequia de hormigón armado de 0,70 x 0,50 m. La reconstrucción consistirá en reforzar las zonas más dañadas, y reconstruir las inexistentes. Por otro lado, el precio también contempla la demolición de las zonas que no sea posible reparar y/o reforzar.

Además, se incluye también la limpieza y desbroce de toda la zona. De modo que la vegetación actual, principalmente maleza y arbusto bajo, no afecte al flujo del agua.

2.1.3.- F3-CP-FA5. Muro deflector. Hormigonado de solera y cajeros. Reperfilado / hormigonado hacia el cauce.

Durante las grandes lluvias acaecidas en noviembre de 2020 se detectó que el flujo del agua no respeta los quiebros de la acequia. El torrente de agua era tan grande que no seguía el cauce, y llegó a entrar gran cantidad en la planta de Ford.

Por otra parte, el agua que cae sobre la calle contigua a los márgenes del barranco acaba también acumulada en el entorno del muro medianero.

Es por ello por lo que se proponen las siguientes actuaciones:

- Reperfilado con pendiente hacia el barranco de toda la zona contigua a los márgenes del barranco en el entorno de la salida del marco esviado de tal modo que el agua procedente de la calle de acceso al mantenimiento del túnel de proveedores pueda verterse al barranco y no se acumule al lado del muro medianero. Para facilitar el vertido al barranco, evitar la proliferación de vegetación que impide ese vertido y proteger la cabecera del talud en la zona entre el muro deflector y el muro medianero, se propone además el hormigonado de toda la zona con una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor.
- Construcción, en el quiebro existente junto a la salida del marco, de un muro deflector por encima de la superficie del terreno, de modo que el agua que discurre en superficie junto al camino de acceso de mantenimiento se vea forzada a desaguar en el barranco y se proteja así el muro medianero. Además, para evitar la socavación de la curva se procederá al hormigonado de solera y cajeros en la zona de desagüe del marco.

El hormigonado de los márgenes del canal se realizará con HM-20 y un espesor de 20 cm.

2.1.4.- F4-MP-FA3. Depósito de laminación subterráneo.

El marco esviado de la Acequia de la Foia es un punto crítico, debido a su trazado y los grandes caudales que recibe. En ocasiones, se genera embalsamiento aguas arriba, generando inundación en viales colindantes.

Es por ello por lo que se propone la ejecución, en el margen izquierdo del canal un depósito de laminación subterráneo.

Se plantea un depósito que recibe el agua directamente del canal de la acequia y la acumula, infiltrándola en el terreno y actuando de elemento de laminación evitando el aporte de parte del agua de lluvia a la acequia aguas arriba del marco esviado en el momento de máxima lluvia.

El precio del depósito considerado incluye la valoración de los ensayos necesarios para determinar la permeabilidad del terreno, la excavación y conexiones de los depósitos con la acequia para su llenado y vaciado. Incluye asimismo los pozos de registro y conexión necesarios para el funcionamiento del conjunto.

2.1.5.- F5-MP-FA6. Tratamiento de eliminación de cañas y reacondicionamiento de la sección.

Se proyecta la limpieza del tramo de acequia paralelo al muro medianero, así como la retirada de la vegetación del cauce y el tratamiento de eliminación de cañas anteriormente descrito en los márgenes de la acequia.

Se realizará, además, en los tramos que sea necesario, el reperfilado de los taludes y la ampliación de éstos, si fuera necesario, revistiéndolos con escollera lateral de protección.

Asimismo, se ha previsto el hormigonado de la solera del canal en este tramo.

2.1.6.- F6-MP-FA7. Muros deflectores. Reperfilado / hormigonado hacia cauce.

Antes de la entrada en la factoría Ford, la cequia tiene un quiebro de 90 grados. Siguiendo la filosofía aplicada en la actuación F3-CP-FA4, se proponen las siguientes actuaciones:

- Reperfilado con pendiente hacia el barranco de toda la zona contigua a los márgenes del barranco en el entorno del punto de entrada de la acequia a la factoría, de tal modo que el agua acumulada en el entorno pueda verterse al barranco. Para facilitar el vertido al barranco, y evitar la proliferación de vegetación que impide ese vertido, se propone además el hormigonado de toda la zona reperfilada con una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor.
- Construcción, en el quiebro de la acequia, de dos muros deflectores, uno por cajero, de modo que el agua se vea forzada a realizar el giro y se proteja el talud. Los muros tendrán una altura tal que no sobresalga del cajero de la acequia de tal modo que el agua procedente de la actuación de reperfilado pueda desaguar en la acequia.

Se ha planteado un muro deflector de características similares al de la actuación F3-CP-FA4

2.2.- CANAL DE CRESPO

2.2.1.- C1-CP-CA9. Limpieza.

El tramo en cauce abierto entre la CV-42 y AP-7 se encuentra en un grave estado de abandono. Tal es la vegetación existente que es imposible visualizar la solera del canal. Se propone la limpieza y desbroce de toda el área, con el fin de favorecer la escorrentía y evitar un desbordamiento del canal.

2.2.2.- C2-CP-CA5. Limpieza. Reperfilado/hormigonado hacia cauce.

En la zona anteriormente descrita en la que el canal de Crespo pasa a sección aérea, con el fin de aumentar al máximo la capacidad del canal, y favorecer el flujo del agua reduciendo la rugosidad (Número de Manning), se propone la limpieza del cauce y el hormigonado de la solera y la ejecución de escollera en los cajeros en los tramos en los que no exista esta sección.

Se propone esta actuación en una longitud aproximada de 60 m aguas abajo de la desembocadura del tramo sumergido en el canal a cielo abierto.

Por otra parte, dado que junto a la calle Canal de Crespo se genera una zona de canalización del agua en caso de lluvias torrenciales, acumulándose el agua junto al muro medianero, se propone el reperfilado y hormigonado de la zona alrededor de la desembocadura a cielo abierto de la acequia para favorecer el vertido de las aguas que circulan por la calle al cauce de la acequia. Se propone el reperfilado con pendiente hacia el cauce y hormigonado con una capa de 20 cm de espesor de la superficie entre el muro de la factoría Ford y el cajero del canal. De este modo se creará una cuña en contrapendiente desde el muro medianero que evitará su destrucción por el empuje de las aguas y además dirigirá éstas hacia el canal. Se propone además canalizar las aguas en un tramo por el cajero izquierdo del canal, de tal modo que desagüen aguas abajo del marco.

2.2.3.- C3-CP-CA6. Limpieza general. Tratamiento de eliminación de cañas.

Aguas abajo de la actuación C2-CP-CA5, el tramo se encuentra hormigonado, por lo que se ha previsto la limpieza general del cauce.

En visita de campo se detectan cañas en el margen derecho de la acequia, entre ésta y el vial, por lo que se propone además un tratamiento de eliminación de las mismas.

El tratamiento de eliminación de cañas incluye la eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, la extracción del rizoma junto con la tierra en una profundidad de al menos 0,50 metros y la gestión mediante gestor autorizado de todos los residuos generados en la eliminación de las cañas.

Asimismo, se incluye el hormigonado de la zona tratada para evitar rebrotes de las cañas.

2.2.4.- C4-CP-CA4. Instalación de rejillas de gran absorción.

En el cruce entre la Av. Foia y la C/ Canal de Crespo se instalarán dos rejillas de gran absorción y tamaño (1 x 0,50 m), lo que permitirá evitar que una parte del caudal que se canaliza en la zona de aparcamiento entre la calle Canal de Crespo y la nave contigua sea captado por el colector de pluviales antes de llegar al muro medianero, complementando de este modo la actuación C2-CP-CA5.

Los precios utilizados corresponden a precios reales de mercado. Además, el modelo descrito corresponde con un existente.

2.2.5.- C5-MP-CA2. Instalación de rejas de gran absorción

Durante el episodio de lluvias de noviembre de 2020 se detectó que la zona del aparcamiento entre la Av. Foia y C/ Canal de Crespo el agua no tenía capacidad de drenar.

Los cerca de 10.000 m² del aparcamiento no cuentan con imbornales o rejas que conecten con la red de pluviales. Es por ello que se embalsaron grandes cantidades de agua.

Lo que se propone en esta actuación, es colocar en la C/ Canal de Crespo rejas conectadas a la red de pluviales. Además, estas rejas serán de gran absorción y tamaño (1 x 0,50 m), lo que permitirá absorber una gran cantidad de agua.

Se ha optado por incluir un total de 12 rejas, cantidad suficiente para drenar la escorrentía generada en el aparcamiento en T = 100 años.

Esta actuación se complementa con la C6-MP-CA1, se realizará el reperfilado del aparcamiento de modo que las aguas pluviales de la explanada que no sean absorbidas por la actuación C6-MP-CA1 se canalicen a través de estas rejas de gran absorción hasta los colectores de pluviales existentes.

2.2.6.- C6-MP-CA1. Repafilado de la superficie y urbanización del aparcamiento. Depósito de laminación / infiltración.

El aparcamiento fue posiblemente una de las zonas más afectadas por las precipitaciones de noviembre de 2020. Como se ha comentado anteriormente, en todo el aparcamiento (aproximadamente 10.000 m²) no existe un punto para la evacuación de aguas pluviales. Por lo que se quedó agua embalsada hasta una altura de 1,5 m. Esta situación ocasionó grandes perjuicios y daños a los vehículos estacionados. Además, de un riesgo para las personas presentes en el Parque Industrial.

Se propone la ejecución en esta zona de una serie de elementos de drenaje sostenible que permitan la laminación del agua de lluvia:

- En primer lugar, se plantea el reperfilado y urbanización del aparcamiento creando varias subcuencas dentro de la explanada con puntos bajos que permitan la captación del agua de lluvia.
- En los puntos bajos, que coincidirán con las alineaciones de los alcorques existentes, se plantea la ejecución de un pavimento permeable sobre drenes filtrantes. Estos drenes, además de filtrar e infiltrar el agua al terreno conducen la sobrante al siguiente elemento.
- Depósitos de laminación / infiltración. Se plantea uno para cada una de las subcuencas que recibe el agua de uno de los drenes anteriores y la acumula, infiltrándola en el terreno y actuando de elemento de laminación evitando el aporte de parte del agua de lluvia a los colectores generales en el momento de máxima lluvia.

Además, se propone que todo el aparcamiento tenga pendiente hacia la calle Canal de Crespo, en la que se ha previsto la colocación de rejas de gran absorción (actuación C5-MP-CA2) para evacuar el excedente en caso de lluvias muy intensas.

El precio del reperfilado y urbanización del aparcamiento incluye la pavimentación del mismo con una capa de zahorra artificial y un acabado con una capa asfáltica de 5 cm de espesor.

El precio del depósito considerado incluye la valoración de los ensayos necesarios para determinar la permeabilidad del terreno, la excavación y conexiones de los drenes filtrantes con los depósitos y la ejecución de un rebosadero que conecte estos depósitos con la red general de saneamiento de pluviales. Incluye asimismo los pozos de registro y conexión necesarios para el funcionamiento del conjunto.

2.2.7.- C7-MP-CA7. Sustitución de tubo de 2300 mm de diámetro por marco de hormigón de 3 x 2 m.

Tras realizar un estudio hidrológico e hidráulico de la zona (Véase anejo nº1), se detectaron dos puntos donde el caudal para T = 100 años es superior a la capacidad de determinados elementos de drenaje.

Siendo este uno de ellos, se propone la sustitución del tubo de 2300 mm de diámetro por un marco, también de hormigón, y de dimensiones 3x2 m.

Para la valoración económica se ha tenido en cuenta todo el proceso constructivo. Esto es: Excavaciones, retirada, reposiciones...

2.2.8.- C8-MP-C8. Actuación en marco existente de 2,18 x 1,20 m.

Con la misma premisa del estudio hidrológico indicada en la actuación C7-MP-CA7, se plantean dos opciones con el mismo resultado a nivel hidráulico:

- Sustitución de marco existente de 2,18 x 1,20 m por otro marco de dimensiones 3 x 2 m.
- Duplicación del marco existente con otro paralelo de las mismas dimensiones.

Para la elección de la solución final se deberá analizar la afección a los viales situados en la parte superior de los elementos de drenaje. Actualmente propiedad de Ford y con funciones clave para su producción de vehículos.

2.2.9.- C9-LP-CA3. Ejecución de un tanque de tormentas.

A más largo plazo, se propone la construcción de un tanque de tormentas. Este tipo de actuaciones pueden ser muy interesantes, además de por su efecto laminador, por sus connotaciones medioambientales.

En periodos de grandes lluvias, toda el agua proveniente de la escorrentía circula por las acequias y canales hasta la Albufera de Valencia. Depositando en ésta las aguas contaminadas de la primera escorrentía. Como es bien sabido estas aguas están contaminadas con los hidrocarburos depositados en las calzadas.

Con la construcción de un tanque para tormentas se podría almacenar la mayor parte de la escorrentía, o al menos la inicial más contaminada. Y, tras la tormenta, bombear esta agua hacia la depuradora a un ritmo apto. Con esta actuación se conseguiría reducir el vertido de hidrocarburos a la Albufera.

Por otro lado, se debe tener en cuenta el alto coste de este tipo de actuaciones. Son depósitos enterrados de muy grandes dimensiones y necesitan de complejas instalaciones y bombes. Sin embargo, a nivel medioambiental es una medida muy positiva. Además, de seguir las prescripciones medioambientales de la Unión Europea en materia de vertidos.

3.- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS ACTUACIONES

Se adjunta a continuación la estimación económica de todas las actuaciones.

VALORACION ECONOMICA

ESTUDIO INUNDACIONES - PARQUE INDUSTRIAL ALMUSSAFES

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 ACEQUIA DE LA FOIA					
SUBCAPÍTULO CP-F ACTUACIONES A CORTO PLAZO					
F1-CP-FA4		LIMPIEZA GENERAL. TRATAMIENTO ELIMINACION DE CAÑAS - Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado - Eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, extracción del rizoma en al menos 0,50 m de profundidad y protección mediante hormigonado para evitar rebrotes de la zona tratada. Incluso reperfilado en caso necesario. El precio incluye asimismo la gestión mediante gestores autorizados de los residuos generados en la extracción de las cañas	1,00	11.550,00	11.550,00
F2-CP-FA1		LIMPIEZA Y RECONSTRUCCION DE ACEQUIA PERIMETRAL - Limpieza y desbroce - Reconstrucción de acequia con hormigón armado, de dimensiones 0,70 x 0,50 m. Incluso demolición de tramos deteriorados	1,00	28.702,25	28.702,25
F3-CP-FA5		MURO DEFLECTOR. HORMIGONADO SOLERA Y CAJEROS - Muro deflector de hormigón armado sobre el terreno en lateral del canal junto al camino de acceso de mantenimiento en la zona de la salida del marco para evitar erosión del margen. - Repperfilado del terreno y hormigonado dando pendiente con un espesor mínimo de 20 cm en los márgenes del cauce - Hormigonado de solera y cajeros en la desembocadura del marco. 20 cm de espesor	1,00	76.025,00	76.025,00
TOTAL SUBCAPÍTULO CP-F ACTUACIONES A CORTO PLAZO.....					116.277,25
SUBCAPÍTULO MP-F ACTUACIONES A MEDIO PLAZO					
F4-MP-FA3		DEPOSITO DE LAMINACIÓN SUBTERRANEO - Construcción de varios depósitos de laminación/ infiltración enterrados formados mediante bloques de infiltración en polipropileno, envueltos en geotextil, con salida para aireación y pozo de control, incluso ensayos para caracterizar la permeabilidad del terreno y parte proporcional de conexión a la red de drenaje de aguas pluviales para aliviadero, totalmente colocado e instalado	1,00	224.000,00	224.000,00
F5-MP-FA6		TRATAMIENTO ELIMINACION DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO SECCION - Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado - Eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, extracción del rizoma en al menos 0,50 m de profundidad y protección mediante hormigonado para evitar rebrotes de la zona tratada. Incluso reperfilado en caso necesario. El precio incluye asimismo la gestión mediante gestores autorizados de los residuos generados en la extracción de las cañas - Acondicionamiento de la sección de la acequia mediante hormigonado de la solera con 20 cm de canto, reperfilado de los taludes, en su caso, y revestimiento de los mismos mediante escollera de protección de 250 kg. Incluye el suministro del hormigón y la escollera y la colocación y acabado completo de la protección de la sección	1,00	183.760,00	183.760,00
F6-MP-FA7		MUROS DEFLECTORES. REPERFILADO/HORMIGONADO HACIA EL CAUCE - Muro deflector de hormigón armado sobre el terreno en ambos laterales del canal junto a la entrada del canal en Ford para protección de los taludes - Repperfilado del terreno y hormigonado dando pendiente con un espesor mínimo de 20 cm en los márgenes del cauce	1,00	33.225,00	33.225,00
F7-MP-FA2		DEPÓSITO DE LAMINACION SUPERFICIE - Construcción de balsa de laminación en superficie. Incluso retirada de escollera de cajero, excavación escalonada, reperfilado de taludes, cajeadado y reposición de la superficie verde ajardinada existente.	1,00	53.512,20	53.512,20
TOTAL SUBCAPÍTULO MP-F ACTUACIONES A MEDIO PLAZO.....					494.497,20
TOTAL CAPÍTULO 01 ACEQUIA DE LA FOIA.....					610.774,45

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 CANAL DE CRESPO					
SUBCAPÍTULO CP-C ACTUACIONES A CORTO PLAZO					
C1-CP-CA9		LIMPIEZA - Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado	1,00	972,00	972,00
C2-CP-CA5		LIMPIEZA. REPERFILADO / HORMIGONADO HACIA CAUCE - Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado - Repperfilado del terreno y hormigonado dando pendiente con un espesor mínimo de 20 cm en los márgenes del cauce - Acondicionamiento de la sección de la acequia mediante hormigonado de la solera con 20 cm de canto, reperfilado de los taludes, en su caso, y revestimiento de los mismos mediante escollera de protección de 250 kg. Incluye el suministro del hormigón y la escollera y la colocación y acabado completo de la protección de la sección	1,00	31.485,00	31.485,00
C3-CP-CA6		LIMPIEZA GENERAL. TRATAMIENTO ELIMINACIÓN DE CAÑAS - Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado - Eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, extracción del rizoma en al menos 0,50 m de profundidad y protección mediante hormigonado para evitar rebrotes de la zona tratada. Incluso reperfilado en caso necesario. El precio incluye asimismo la gestión mediante gestores autorizados de los residuos generados en la extracción de las cañas	1,00	13.836,00	13.836,00
C4-CP-CA4		INSTALACION DE REJAS DE GRAN ABSORCION - Instalacion de rejas de gran absorción en C/ Canal de crespó, junto a rotonda. Incluso demoliciones, excavaciones, pozos de registro y reposicion del firme	1,00	960,00	960,00
TOTAL SUBCAPÍTULO CP-C ACTUACIONES A CORTO PLAZO.....					47.253,00
SUBCAPÍTULO MP-C ACTUACIONES A MEDIO PLAZO					
C5-MP-CA2		INSTALACION DE REJAS DE GRAN ABSORCION - Instalacion de rejas de gran absorción en C/ Canal de Crespó. Incluso demoliciones, excavaciones, pozos de registro y reposicion del firme	1,00	5.760,00	5.760,00
C6-MP-CA1		REPERFILADO, URBANIZACION APARCAMIENTO Y DEPOSITO INFILTRACION - Repperfilado de superficie, pavimentación y urbanización del aparcamiento para coches existente - Colocación de pavimento drenante en zonas entre alcorques existentes para captación de escorrentía superficial del aparcamiento. - Dren filtrante a base de grava en zanja de 40 cm de ancho y 100 cm de profundidad, colocada bajo el pavimento drenante, formado por tres capas de grava de 25 cm de espesor y de distintas granulometrías envuelta toda la grava en geotextil y tubo drenante en el interior de la zanja, incluso ejecución de la zanja y conexión con depósitos de laminación/infiltración. - Construcción de varios depósitos de laminación/ infiltración enterrados formados mediante bloques de infiltración en polipropileno, envueltos en geotextil, con salida para aireación y pozo de control, incluso ensayos para caracterizar la permeabilidad del terreno y parte proporcional de conexión a la red de drenaje de aguas pluviales para aliviadero, totalmente colocado e instalado	1,00	815.100,00	815.100,00
C7-MP-CA7		SUSTITUCION DE TUBO DE 2300 POR MARCO DE HORMIGÓN DE 3X2 M Sustitución de tubo de 2300mm por marco de hormigon de 3x2m. Incluso demolición de pavimentos, excavaciones, retirada de conduccion existente, rellenos y pavimentos	1,00	17.860,00	17.860,00
C8-MP-CA8		DUPLICACION MARCO DE 2,18 X 1,20 M Duplicación marco existente 2,18 x 1,20m. Incluso demolicion de pavimentos, excavaciones, rellenos y pavimentos	1,00	96.900,00	96.900,00

VALORACION ECONOMICA

ESTUDIO INUNDACIONES - PARQUE INDUSTRIAL ALMUSSAFES

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		TOTAL SUBCAPÍTULO MP-C ACTUACIONES A MEDIO PLAZO			935.620,00
		SUBCAPÍTULO LP-C ACTUACIONES A LARGO PLAZO			
C9-LP-CA3	M3	EJECUCION DE TANQUE DE TORMENTAS - Construcción de tanque de tormentas de hormigon armado incluso instalaciones eléctricas y mecánicas necesarias para el correcto funcionamiento del mismo y reposición de la superficie existente sobre el depósito.			
			1,00	2.048.000,00	2.048.000,00
		TOTAL SUBCAPÍTULO LP-C ACTUACIONES A LARGO PLAZO			2.048.000,00
		TOTAL CAPÍTULO 02 CANAL DE CRESPO			3.030.873,00
		TOTAL			3.641.647,45

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
----	--------	-------------	----------	--------	---------

VALORACION ECONOMICA. DETALLE

ESTUDIO INUNDACIONES - PARQUE INDUSTRIAL ALMUSSAFES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 ACEQUIA DE LA FOIA					
SUBCAPÍTULO CP-F ACTUACIONES A CORTO PLAZO					
F1-CP-FA4		LIMPIEZA GENERAL. TRATAMIENTO ELIMINACION DE CAÑAS - Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado - Eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, extracción del rizoma en al menos 0,50 m de profundidad y protección mediante hormigonado para evitar rebrotes de la zona tratada. Incluso reperfilado en caso necesario. El precio incluye asimismo la gestión mediante gestores autorizados de los residuos generados en la extracción de las cañas			
F1-CP-FA4-1	600,000 M2	Limpieza y desbroce del cauce	1,35	810,00	
F1-CP-FA4-2	600,000 M2	Tratamiento de eliminación de cañas	17,90	10.740,00	
		Otros.....			11.550,00
		TOTAL PARTIDA			11.550,00
F2-CP-FA1		LIMPIEZA Y RECONSTRUCCION DE ACEQUIA PERIMETRAL - Limpieza y desbroce - Reconstrucción de acequia con hormigón armado, de dimensiones 0,70 x 0,50 m. Incluso demolición de tramos deteriorados			
F2-CP-FA1-1	7.145,000 M2	Limpieza y desbroce	1,05	7.502,25	
F2-CP-FA1-2	424,000 ML	Reconstrucción de acequia 0,70 x 0,50m	50,00	21.200,00	
		Otros.....			28.702,25
		TOTAL PARTIDA			28.702,25
F3-CP-FA5		MURO DEFLECTOR. HORMIGONADO SOLERA Y CAJEROS - Muro deflector de hormigón armado sobre el terreno en lateral del canal junto al camino de acceso de mantenimiento en la zona de la salida del marco para evitar erosión del margen. - Reperfilado del terreno y hormigonado dando pendiente con un espesor mínimo de 20 cm en los márgenes del cauce - Hormigonado de solera y cajeros en la desembocadura del marco. 20 cm de espesor			
F3-CP-FA5-1	60,000 ML	Muro deflector de hormigón armado	550,00	33.000,00	
F3-CP-FA5-2	950,000 M2	Reperfilado del terreno y hormigonado de márgenes con e=20cm	35,00	33.250,00	
F3-CP-FA5-3	85,000 M3	Hormigonado de solera y cajeros. e= 20cm	115,00	9.775,00	
		Otros.....			76.025,00
		TOTAL PARTIDA			76.025,00
SUBCAPÍTULO MP-F ACTUACIONES A MEDIO PLAZO					
F4-MP-FA3		DEPOSITO DE LAMINACIÓN SUBTERRANEO - Construcción de varios depósitos de laminación/ infiltración enterrados formados mediante bloques de infiltración en polipropileno, envueltos en geotextil, con salida para aireación y pozo de control, incluso ensayos para caracterizar la permeabilidad del terreno y parte proporcional de conexión a la red de drenaje de aguas pluviales para aliviadero, totalmente colocado e instalado			
F4-MP-FA3-1	800,000 M3	CONSTRUCCION DE DEPOSITO TIPO SUD DE LAMINACION SUBTERRANEO	280,00	224.000,00	
		Otros.....			224.000,00
		TOTAL PARTIDA			224.000,00
F5-MP-FA6		TRATAMIENTO ELIMINACION DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO SECCION - Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado - Eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, extracción del rizoma en al menos 0,50 m de profundidad y protección mediante hormigonado para evitar rebrotes de la zona tratada. Incluso reperfilado en caso necesario. El precio incluye asimismo la gestión mediante gestores autorizados de los residuos generados en la extracción de las cañas - Acondicionamiento de la sección de la acequia mediante hormigonado de la solera con 20 cm de canto, reperfilado de los taludes, en su caso, y revestimiento de los mismos mediante escollera de protección de 250 kg. Incluye el suministro del hormigón y la escollera y la colocación y acabado completo de la protección de la sección			
F5-MP-FA6-1	5.000,000 M2	Limpieza y desbroce del cauce.	1,35	6.750,00	
F5-MP-FA6-2	1.900,000 M2	Tratamiento de eliminación de cañas	17,90	34.010,00	
F5-MP-FA6-3	520,000 ML	Acondicionamiento sección. Hormigonado solera+cajeros escollera	275,00	143.000,00	
		Otros.....			183.760,00
		TOTAL PARTIDA			183.760,00

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
F6-MP-FA7		MUROS DEFLECTORES. REPERFILADO/HORMIGONADO HACIA EL CAUCE - Muro deflector de hormigón armado sobre el terreno en ambos laterales del canal junto a la entrada del canal en Ford para protección de los taludes - Reperfilado del terreno y hormigonado dando pendiente con un espesor mínimo de 20 cm en los márgenes del cauce			
F6-MP-FA7-1	55,000 ML	Muro deflector hormigón armado	550,00	30.250,00	
F6-MP-FA7-2	85,000 M2	Reperfilado terreno y hormigonado márgenes cauce	35,00	2.975,00	
		Otros.....			33.225,00
		TOTAL PARTIDA			33.225,00
F7-MP-FA2		DEPÓSITO DE LAMINACION SUPERFICIE - Construcción de balsa de laminación en superficie. Incluso retirada de escollera de cajero, excavación escalonada, reperfilado de taludes, cajado y reposición de la superficie verde ajardinada existente.			
F4-MP-FA2-1	8.220,000 M3	Construcción de depósito de laminación en superficie	6,51	53.512,20	
		Otros.....			53.512,20
		TOTAL PARTIDA			53.512,20

VALORACION ECONOMICA. DETALLE

ESTUDIO INUNDACIONES - PARQUE INDUSTRIAL ALMUSSAFES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 02 CANAL DE CRESPO					
SUBCAPÍTULO CP-C ACTUACIONES A CORTO PLAZO					
C1-CP-CA9		LIMPIEZA			
		- Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado			
C1-CP-CA9-1	720,000 M2	Limpieza y desbroce del cauce	1,35	972,00	
		Otros.....			972,00
		TOTAL PARTIDA			972,00
C2-CP-CA5		LIMPIEZA. REPERFILADO / HORMIGONADO HACIA CAUCE			
		- Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado			
		- Reperfilado del terreno y hormigonado dando pendiente con un espesor mínimo de 20 cm en los márgenes del cauce			
		- Acondicionamiento de la sección de la acequia mediante hormigonado de la solera con 20 cm de canto, reperfilado de los taludes, en su caso, y revestimiento de los mismos mediante escollera de protección de 250 kg. Incluye el suministro del hormigón y la escollera y la colocación y acabado completo de la protección de la sección			
C2-CP-CA5-1	600,000 M2	Limpieza y desbroce del cauce	1,35	810,00	
C2-CP-CA5-2	405,000 M2	Reperfilado terreno y hormigonado de márgenes	35,00	14.175,00	
C2-CP-CA5-3	60,000 ML	Acondicionamiento seccion. Hormigonado solera+cajeros escollera	275,00	16.500,00	
		Otros.....			31.485,00
		TOTAL PARTIDA			31.485,00
C3-CP-CA6		LIMPIEZA GENERAL. TRATAMIENTO ELIMINACIÓN DE CAÑAS			
		- Limpieza y desbroce del cauce. Incluso reperfilado de taludes en mal estado			
		- Eliminación mediante medios mecánicos de la parte aérea de las cañas, extracción del rizoma en al menos 0,50 m de profundidad y protección mediante hormigonado para evitar rebrotes de la zona tratada. Incluso reperfilado en caso necesario. El precio incluye asimismo la gestión mediante gestores autorizados de los residuos generados en la extracción de las cañas			
C3-CP-CA6-1	1.100,000 M2	Limpieza y desbroce del cauce	1,35	1.485,00	
C3-CP-CA6-2	690,000 M2	Tramamiento eliminacion de cañas	17,90	12.351,00	
		Otros.....			13.836,00
		TOTAL PARTIDA			13.836,00
C4-CP-CA4		INSTALACION DE REJAS DE GRAN ABSORCION			
		- Instalacion de rejas de gran absorción en C/ Canal de crespó, junto a rotonda. Incluso demoliciones, excavaciones, pozos de registro y reposicion del firme			
C4-CP-CA4-1	2,000 UD	Instalacion rejas de gran absorcion	480,00	960,00	
		Otros.....			960,00
		TOTAL PARTIDA			960,00

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO MP-C ACTUACIONES A MEDIO PLAZO					
C5-MP-CA2		INSTALACION DE REJAS DE GRAN ABSORCION			
		- Instalacion de rejas de gran absorción en C/ Canal de Crespó. Incluso demoliciones, excavaciones, pozos de registro y reposicion del firme			
C5-MP-CA2-1	12,000 UD	Instalacion rejas de gran absorcion	480,00	5.760,00	
		Otros.....			5.760,00
		TOTAL PARTIDA			5.760,00
C6-MP-CA1		REPERFILADO, URBANIZACION APARCAMIENTO Y DEPOSITO INFILTRACION			
		- Reperfilado de superficie, pavimentación y urbanización del aparcamiento para coches existente			
		- Colocación de pavimento drenante en zonas entre alcorques existentes para captacion de escorrentía superficial del aparcamiento.			
		- Dren filtrante a base de grava en zanja de 40 cm de ancho y 100 cm de profundidad, colocada bajo el pavimento drenante, formado por tres capas de grava de 25 cm de espesor y de distintas granulometrias envuelta toda la grava en geotextil y tubo drenante en el interior de la zanja, incluso ejecución de la zanja y conexión con depósitos de laminación/infiltración.			
		- Construcción de varios depósitos de laminación/ infiltración enterrados formados mediante bloques de infiltración en polipropileno, envueltos en geotextil, con salida para aireación y pozo de control, incluso ensayos para caracterizar la permeabilidad del terreno y parte proporcional de conexión a la red de drenaje de aguas pluviales para aliviadero, totalmente colocado e instalado			
C6-MP-CA1-1	10.000,000 M2	Reperfilado superficie, pavimentacion y urbanizacion	45,00	450.000,00	
C6-MP-CA1-2	300,000 M2	Colocacion de pavimento drenante entre alcorques	42,00	12.600,00	
C6-MP-CA1-3	300,000 ML	Dren filtrante a base de grava en zanja 0,40 x 1m	55,00	16.500,00	
C6-MP-CA1-4	1.200,000 M3	Construccion deposito de laminacion enterrado	280,00	336.000,00	
		Otros.....			815.100,00
		TOTAL PARTIDA			815.100,00
C7-MP-CA7		SUSTITUCION DE TUBO DE 2300 POR MARCO DE HORMIGÓN DE 3X2 M			
		Sustitución de tubo de 2300mm por marco de hormigón de 3x2m. Incluso demolición de pavimentos, excavaciones, retirada de conduccion existente, rellenos y pavimentos			
C7-MP-CA7-1	1,000 UD	Retirada de conduccion existente	3.010,00	3.010,00	
C7-MP-CA7-2	1,000 UD	Instalacion marco hormigon 3x2m	14.850,00	14.850,00	
		Otros.....			17.860,00
		TOTAL PARTIDA			17.860,00
C8-MP-CA8		DUPLICACION MARCO DE 2,18 X 1,20 M			
		Duplicación marco existente 2,18 x 1,20m. Incluso demolicion de pavimentos, excavaciones, rellenos y pavimentos			
C8-MP-CA8-1	1,000 UD	Instalacion marco 2,18 x 1,20m	96.900,00	96.900,00	
		Otros.....			96.900,00
		TOTAL PARTIDA			96.900,00

VALORACION ECONOMICA. DETALLE

ESTUDIO INUNDACIONES - PARQUE INDUSTRIAL ALMUSSAFES

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO LP-C ACTUACIONES A LARGO PLAZO					
C9-LP-CA3	M3	EJECUCION DE TANQUE DE TORMENTAS			
		- Construcción de tanque de tormentas de hormigon armado incluso instalaciones eléctricas y mecánicas necesarias para el correcto funcionamiento del mismo y reposición de la superficie existente sobre el depósito.			
C9-LP-CA3-1	4.000,000	Ejecución de tanque de tormentas	512,00	2.048.000,00	
		Otros.....			2.048.000,00
		TOTAL PARTIDA			2.048.000,00

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

RESUMEN DE LA VALORACION ECONOMICA

ESTUDIO INUNDACIONES - PARQUE INDUSTRIAL ALMUSSAFES

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
01	ACEQUIA DE LA FOIA.....	610.774,45
-CP-F	-ACTUACIONES A CORTO PLAZO.....	116.277,25
-MP-F	-ACTUACIONES A MEDIO PLAZO.....	494.497,20
02	CANAL DE CRESPO.....	3.030.873,00
-CP-C	-ACTUACIONES A CORTO PLAZO.....	47.253,00
-MP-C	-ACTUACIONES A MEDIO PLAZO.....	935.620,00
-LP-C	-ACTUACIONES A LARGO PLAZO.....	2.048.000,00
	TOTAL ESTIMACIÓN ECONÓMICA (IVA NO INCLUIDO)	3.641.647,45

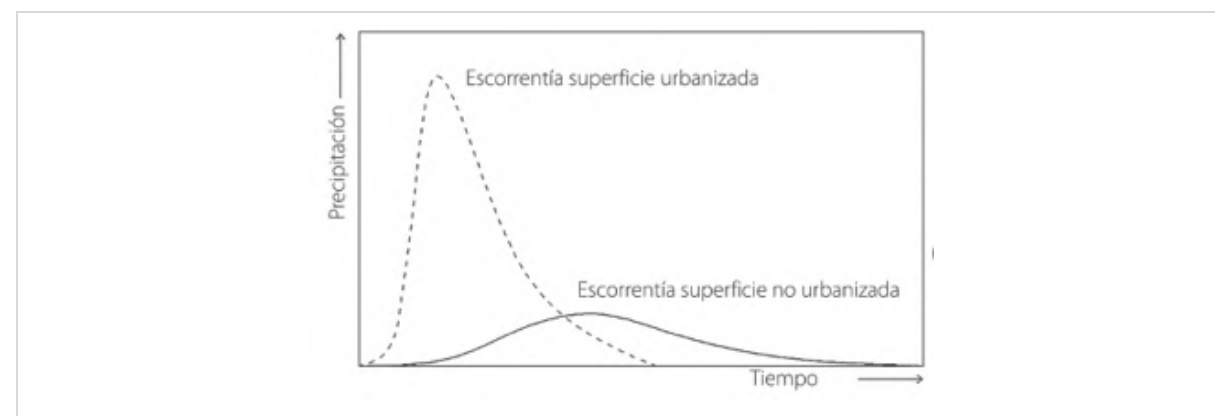
ÍNDICE

ÍNDICE	1
1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE.....	2
2.1.- DESCRIPCIÓN.....	2
2.2.- FUNCIONAMIENTO.....	2
3.- DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LOS SUDS PROPUESTOS EN EL ESTUDIO QUE NOS OCUPA.....	3
3.1.- DETENER.....	3
3.2.- RALENTIZAR.....	4
3.3.- ALMACENAR.....	5
3.4.- INFILTRAR.....	5
4.- CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	6

1.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad el alto nivel de impermeabilización de las ciudades aumenta la probabilidad de inundación. Cuando se producen lluvias intensas, el agua discurre rápidamente por el pavimento impermeable y por los sistemas estancos de transporte, llegando a colapsar la red general de saneamiento y provocando la acumulación del agua de lluvia en la superficie.

Los pavimentos impermeables provocan la rápida concentración del agua de lluvia, generando encharcamientos y estancamientos de agua en la superficie urbana y produciendo avenidas que desembocan rápidamente en la red general de colectores.



Comparación de la cantidad de escorrentía en superficies pavimentadas y no pavimentadas en función del tiempo y de la precipitación. Fuente: Guías de adaptación al riesgo de inundación: sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS). Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO).

En los periodos secos, el suelo sufre una fuerte erosión, se acumulan residuos sólidos, partículas, y se deposita la contaminación atmosférica y superficial en el pavimento. Con las primeras lluvias, todos estos residuos son arrastrados por la escorrentía urbana, obstruyendo los sumideros y los conductos de saneamiento, y propiciando las inundaciones.

Cuando las precipitaciones son intensas, el incremento de escorrentía superficial llega a saturar las redes de alcantarillado provocando inundaciones. Además, transporta más cantidad de contaminantes y a mayor distancia, con lo que su impacto aumenta.

Las inundaciones pluviales son más comunes en zonas urbanas, cuando se producen precipitaciones intensas, la utilización de pavimentos impermeables y canalizaciones directas de la escorrentía propician la creación de grandes avenidas de agua que provocan el colapso de la red general de evacuación y el estancamiento del agua en la superficie. El correcto funcionamiento del sistema de drenaje urbano es clave para evitar que se produzcan este tipo de inundaciones.

El MITECO publicó en octubre de 2019, dentro de las Guías de adaptación al riesgo de inundación, la correspondiente a Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), con el objetivo de proporcionar una visión amplia de las tipologías de SUDS, criterios de diseño y su utilización.

Como objetivos parciales se establecen en esta guía, entre otros:

3. Explicar la estrategia a seguir para reducir el riesgo de inundación, o mitigar sus efectos en caso de que se produzcan.

4. Definir las tipologías de sistemas urbanos de drenaje sostenible que se pueden utilizar para prevenir las inundaciones. Explicar cuando utilizar cada uno de los elementos, y los criterios de diseño y de mantenimiento.

Se trata de una guía descriptiva de las posibles medidas a adoptar para conseguir una mejor gestión de las aguas pluviales de las ciudades, atendiendo a la climatología y entorno del lugar, sin pretender ser un manual técnico de diseño o construcción. Se centra en la prevención de las inundaciones en zonas urbanas mediante el uso de SUDS.

El presente documento se ha redactado de acuerdo con las indicaciones de esta guía.

2.- SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE.

2.1.- DESCRIPCIÓN.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) son una herramienta preventiva de gestión del agua de lluvia que contribuye a minimizar los efectos de las inundaciones. Su estrategia se basa en dos objetivos principales:

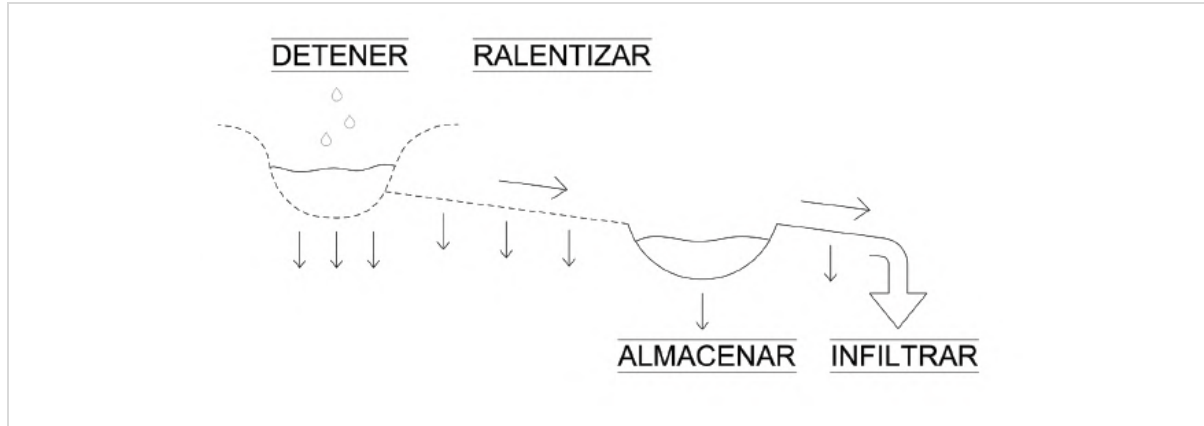
- Reducir la cantidad de agua que llega al punto final de vertido.
- Mejorar la calidad del agua que se vierte al medio natural.

Consiguiendo así soluciones de gestión integrada del ciclo del agua ligadas a la protección medioambiental de las aguas receptoras. En el caso concreto que nos ocupa, las acequias de La Foia y Canal de Crespo y, en última instancia, l'Albufera.

2.2.- FUNCIONAMIENTO.

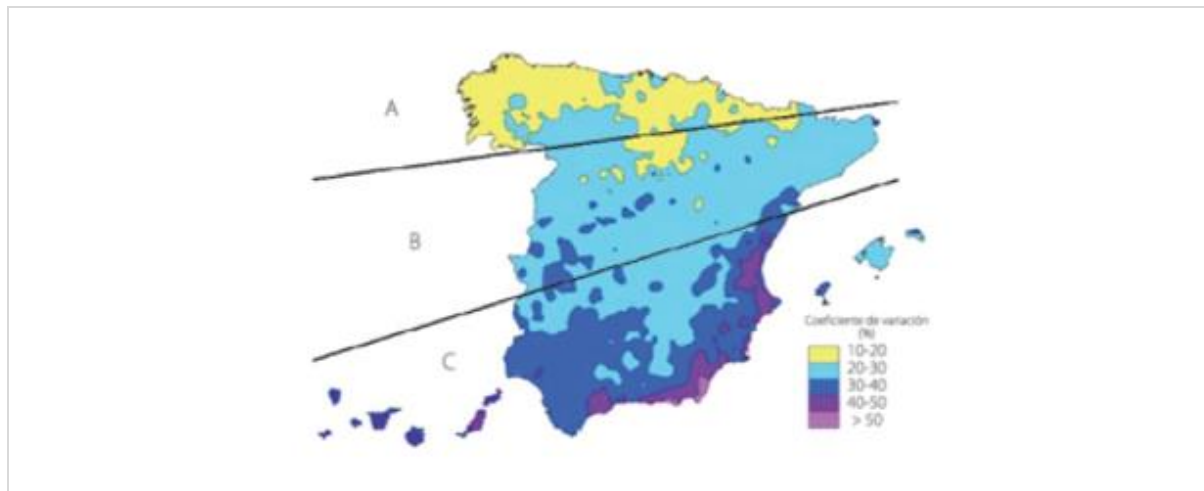
La estrategia para conseguir una adecuada gestión del agua de lluvia consiste en actuar en cada uno de los tramos de su recorrido, desde el inicio, cuando la lluvia llega a la superficie, hasta el final, cuando es vertida a la red general de saneamiento o es infiltrada en el terreno, pasando por el recorrido y transporte:

- En primer lugar, se debe DETENER el agua en su lugar de origen o inmediaciones, utilizando, por ejemplo, medidas estructurales como pavimentos permeables, alcorques, medianas, rotondas.
- En segundo lugar, RALENTIZAR su recorrido a través del terreno urbanizado disminuyendo así la escorrentía, mediante drenes, franjas o áreas de infiltración.
- El tercer paso consiste en ALMACENAR parte del agua de precipitación utilizando elementos estructurales como aljibes, estanques, depósitos superficiales o enterrados, humedales artificiales o áreas enterradas de almacenamiento.
- Por último, INFILTRAR esa agua al terreno o reutilizarla mediante elementos estructurales como las zanjas de infiltración, las franjas de biorretención, los pozos y los depósitos de infiltración. Esto solamente será posible cuando la contaminación de las aguas retenidas lo permita.



Esquema del funcionamiento de la cadena de gestión del agua. Fuente: Guías de adaptación al riesgo de inundación: SUDS. MITECO.

La guía del MITECO, siguiendo lo que se indica en el cuaderno tecnológico de TRAGSA "Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados" (GIAE), divide el territorio español en tres zonas A, B y C indicando unos criterios de elección para la tipología de los elementos proyectados en cada una de las fases anteriores en función de la zona en la que nos encontremos.



División geográfica según la variación de la precipitación. Fuente GIAE Gestión Integral del Agua de Lluvia en Entornos Edificados. TRAGSA. Año 2015

La actuación que nos ocupa se sitúa en la zona C.

3.- DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LOS SUDS PROPUESTOS EN EL ESTUDIO QUE NOS OCUPA.

Tal como ha quedado indicado en el Anejo nº1: Cálculos hidráulicos, el caso que nos ocupa se trata de un polígono industrial en una zona con precipitaciones torrenciales periódicas que producen inundaciones importantes.

Además, de acuerdo con la cartografía del PATRICOVA, se encuentra en una zona con peligrosidad geomorfológica: *vaguadas y barrancos de fondo plano*, correspondiente al trazado de las acequias en las que desaguan los colectores de aguas pluviales.

Para describir las actuaciones propuestas seguiremos el orden anteriormente indicado de funcionamiento de los SUDS

3.1.- DETENER.

El primer paso de la estrategia consiste en interceptar y detener el agua en su lugar de origen, es decir, cuando llega a la superficie urbanizada. La finalidad es evitar la escorrentía descontrolada a lo largo de la superficie urbana. Además, se consigue reducir la cantidad de agua que pasa al siguiente elemento de la cadena de gestión, ya que se favorece la evaporación y la absorción de parte del agua a través del terreno y de la vegetación.

Esta primera actuación es clave para reducir el caudal pico de agua vertida a la red y que este vertido se produzca de manera más gradual. La disminución del caudal que se evacuará a las acequias hace que los vertidos al medio natural se reduzcan.

Para detener el agua se propone en la guía la utilización de pavimentos y elementos urbanos que reciben directamente el agua de lluvia.

Los pavimentos permeables permiten que el agua discurra a través de ellos, infiltrándola al terreno o almacenándola y deteniéndola en capas inferiores. Con estos pavimentos se consigue retener durante un tiempo el transporte de agua a la red general.

El agua retenida se puede reutilizar, infiltrar de manera lenta y gradual al terreno, o verter a la red de evacuación general o a otros elementos como depósitos de almacenamiento.

Podemos distinguir tres tipos de pavimentos permeables en función de cómo se transmite el agua al estrato inferior:

- Pavimentos permeables discontinuos: La permeabilidad del pavimento se consigue a través de las juntas entre baldosas o adoquines, o bien mediante celdas permeables.
- Pavimentos permeables continuos: La permeabilidad se consigue por el paso del agua a través de los poros del propio material.
- Pavimentos disgregados y vegetales: la permeabilidad se consigue gracias a la disgregación del material que lo conforma. La velocidad de penetración en el pavimento varía según el tamaño de los elementos que lo componen (granulometría). Este tipo de pavimentos consigue filtrar el agua de escorrentía con gran efectividad.



Pavimento permeable por junta y mediante celda. Fuente: Guías de adaptación al riesgo de inundación: SUDS. MITECO. Octubre 2019

Se propone la utilización de pavimentos permeables mediante celdas en la zona de aparcamiento de vehículos ligeros situada entre las calles Tramuntana, Canal de Crespo y Avda de la Foia. (Actuación C6-MP-C1)

Para ello se reurbanizará el aparcamiento creando franjas de pavimentos permeables en las filas de arbolado, entre alcorques. Para que estas franjas de pavimento reciban aportación de agua de escorrentía se propone el reperfilado del aparcamiento construyendo las zonas de aparcamiento con pendiente del 2% hacia esas franjas. De este modo el agua caída sobre el pavimento impermeable del aparcamiento se infiltrará a través de esas franjas de pavimento permeable, reteniendo así la escorrentía sobre una superficie aproximada de 10.000 m² que en el último episodio de lluvias torrenciales almacenó agua alcanzando un nivel de hasta 1,50 m.

3.2.- RALENTIZAR.

Una vez detenido el flujo descontrolado de agua proveniente de las precipitaciones, el siguiente paso es conseguir que la conducción de esta agua de escorrentía hasta el punto final del recorrido sea lo más lenta posible.

La finalidad principal de ralentizar el flujo de agua es controlar el caudal punta que llega al punto de vertido, infiltración o almacenamiento, de manera que llegue de forma escalonada y gradual. Con esto se consigue evitar la posible colmatación de los sistemas que componen la cadena de drenaje, que derivaría en un peor funcionamiento del sistema.

Podemos distinguir los sistemas de ralentización en superficiales o subsuperficiales.

Los sistemas superficiales de ralentización se basan en reducir la velocidad de la escorrentía mediante filtros naturales tales como franjas y áreas de vegetación o de grava. Estos sistemas, además de ralentizar el flujo de agua consiguen filtrarlo, eliminando así partículas sólidas y aceites.

Los sistemas subsuperficiales se sitúan a una profundidad de entre 1 y 3 metros bajo el terreno, y se suelen realizar mediante zanjas en el terreno rellenas de material drenante. Existen distintas tipologías, según se combinen los elementos de infiltración, tuberías, láminas geotextiles e impermeabilización. En estos sistemas, las gravas de relleno drenan y filtran el agua que se va a conducir.

Diseño de zanjas/drenes filtrantes.

Para su correcto funcionamiento, la profundidad de las zanjas drenantes debe estar comprendida entre 100 cm y 200 cm. El material de relleno debe tener unas dimensiones de entre 40 y 60 mm de diámetro. Se recomienda el uso de material reciclado de la construcción como relleno. En caso de utilizar gravas o piedras, estas se obtendrán del entorno cercano siempre que sea posible, evitando así transportes innecesarios.

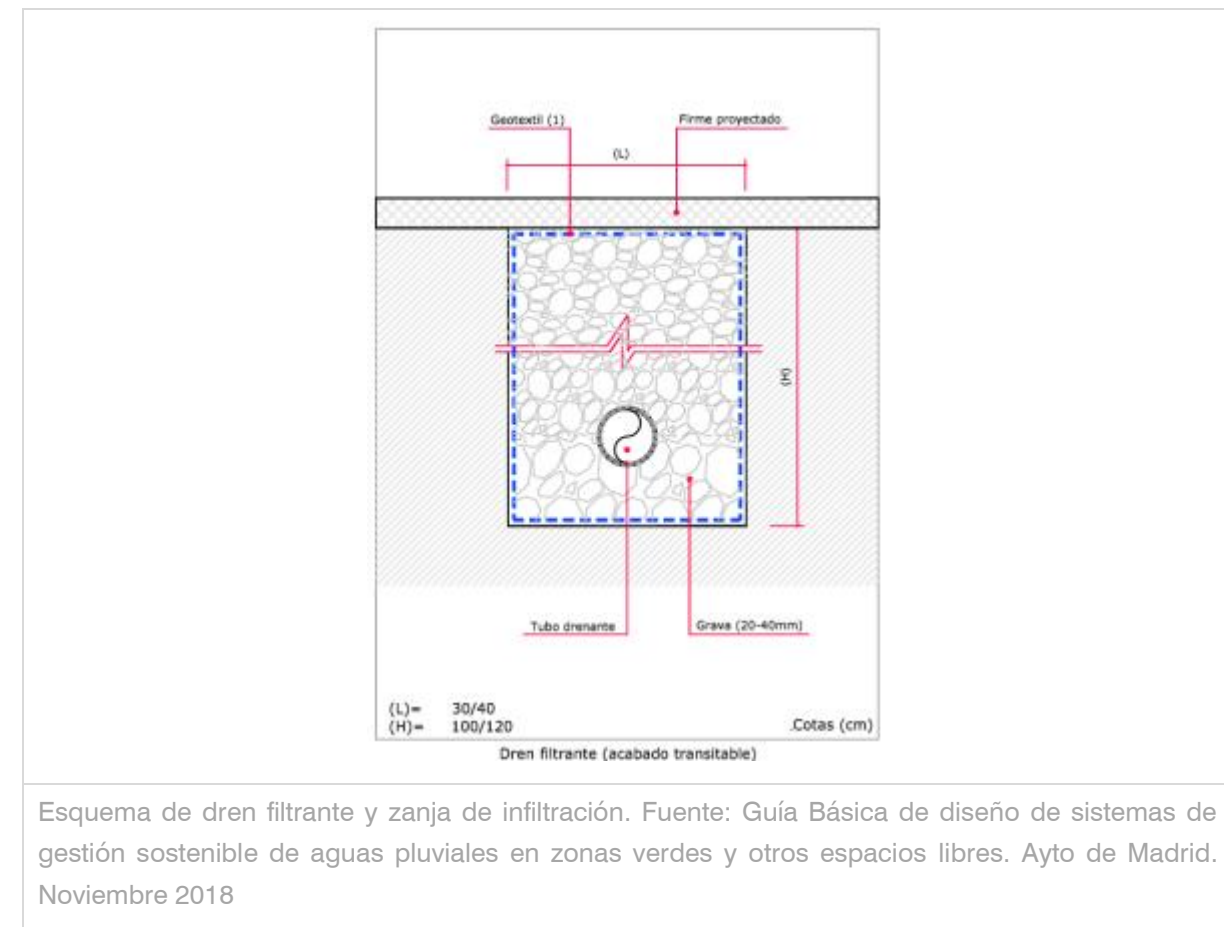
Siempre que sea posible y la climatología lo permita, se recomienda recubrir la zanja drenante con vegetación. Ésta servirá como protección y realizará un primer filtrado.

Entre el terreno y el relleno se debe colocar una lámina geotextil para evitar la colmatación. El geotextil debe ser capaz de permitir la infiltración si el dren está diseñado con esta finalidad.

Para una mayor durabilidad se aconseja que las zanjas filtrantes no coincidan con el trazado para vehículos rodados. Además, como criterio de seguridad vial, las zanjas drenantes cercanas a la circulación de vehículos o personas quedarán enrasadas con el pavimento.

En la zona climática C, donde existen lluvias torrenciales, se recomienda instalar una tubería porosa en el interior del dren para facilitar la rápida evacuación en momentos de grandes afluencias de agua.

En el caso de que no sea posible la infiltración por la contaminación de las primeras aguas de escorrentía, se colocará una lámina impermeabilizante y una tubería para evitar la saturación del dren.



Se propone, dentro de la actuación C6-MP-C1, bajo el pavimento permeable propuesto anteriormente, la construcción de *drenes filtrantes*. Estos elementos consisten en unas zanjas recubiertas de geotextil y rellenas de material filtrante, como gravas o material reciclado, cuya finalidad es transportar el agua a velocidad reducida hasta elementos de acumulación o infiltración situados aguas abajo.

Se incorporará un tubo drenante en el interior de la zanja, aumentando así la velocidad de transporte y evitando la posible colmatación de la zanja. Además, previa ejecución de los ensayos de permeabilidad del terreno correspondientes, se permitirá la infiltración del agua a través del geotextil.

3.3.- ALMACENAR.

Para almacenar el agua de lluvia captada se utilizarán depósitos de detención. Estos depósitos son una zona de almacenamiento del agua de escorrentía cuya función es proporcionar una laminación de los caudales punta mediante el almacenamiento de un volumen de agua de escorrentía y su posterior vertido a la red o al siguiente sistema de tratamiento. No almacenan agua permanentemente. Podemos distinguir dos tipos:

- Depósitos de detención superficiales. Depresiones del terreno diseñadas para frenar y almacenar el agua de escorrentía. Incorporan un desagüe en la parte inferior para evacuar el agua del depósito. Este desagüe puede llegar a colmatarse por acumulación de sedimentos, por lo que debe tener un adecuado diseño y posterior mantenimiento. Es recomendable utilizar otros sistemas de drenaje como franjas filtrantes para el pretratamiento de las aguas antes de llegar al depósito de detención. Las dimensiones recomendadas son: profundidad debe ser de entre 1 y 3 metros, y pendientes laterales suficientemente tendidas (<15%) por seguridad y mantenimiento. Estos depósitos aumentan considerablemente la calidad paisajística del lugar, además de permitir su utilización como área recreativa cuando están secos.
- Depósitos de detención enterrados. Cuando no se dispone de terreno en superficie, o el entorno no permite una estructura a cielo abierto, los depósitos de detención se construyen enterrados en el subsuelo. Los materiales más habituales con los que se construyen son el hormigón armado y el polipropileno.

Siempre que sea posible se optará por sistemas de almacenamiento en superficie. En los casos en los que esto no es posible se pueden realizar almacenamientos enterrados.

En el caso de los depósitos en superficie, para conseguir integrarlos en el entorno, se realizarán mediante depresiones del propio terreno natural, evitando en lo posible el uso de materiales de construcción artificiales.

Esto no es posible en el caso de depósitos enterrados, donde los materiales más habituales son los plásticos y el hormigón armado.

Los tamaños de los sistemas de acumulación pueden ser muy variados, desde grandes depósitos de acumulación (tanques de tormenta), hasta pequeñas zonas de acumulación puntuales debajo de cubiertas o pavimentos, pasando por sistemas intermedios. La adecuada conjugación de los distintos tamaños de almacenamiento contribuye a la optimización del almacenamiento y a la mejora de la gestión del agua de escorrentía.

Diseño de depósitos de laminación/infiltración

En la zona climática C, con clima cálido y precipitaciones torrenciales, se utilizarán preferentemente sistemas de almacenamiento que no incorporen láminas de agua expuestas a la intemperie. Se recomienda utilizar depósitos de detención, preferentemente enterrados. En caso de utilizar sistemas de almacenamiento en superficie, se recomienda que sean de poca profundidad para que la infiltración y la evaporación sea más efectiva.

Cuando no se dispone de terreno en superficie, o el entorno no permite una estructura a cielo abierto, los depósitos de detención se colocan enterrados. Esta también es una buena solución en la zona climatológica C.

Con este sistema se evita la aparición de insectos y la evaporación. Además, se pueden alcanzar profundidades mayores, de hasta 6 metros, ya que no existe riesgo de caída.

En los depósitos enterrados se debe asegurar la estabilidad estructural propia y del terreno, teniendo en cuenta las sobrecargas que se pueden producir en los distintos estados del depósito (lleno - vacío). Hay que tener en cuenta el peso del terreno situado por encima del depósito y las sobrecargas probables por uso (coches, maquinaria, tránsito, etc.).

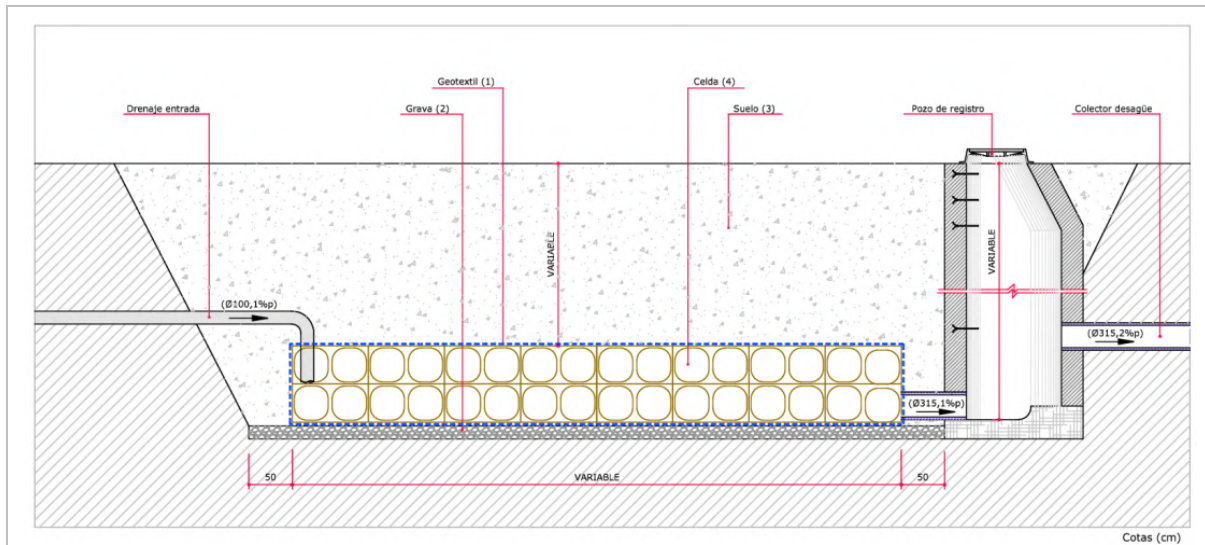
Se propone la ejecución de cuatro elementos de almacenamiento:

- Varios depósitos de laminación/infiltración enterrados en el margen izquierdo del cauce de la acequia de la Foia, previa al marco esviado por el que la acequia cruza el límite del polígono. Actuación F4-MP-FA3.
- Una balsa de almacenamiento en superficie en el cauce de la acequia de la Foia, previa al cruce del tramo a cielo abierto de la acequia con la Avda de La Foia. Actuación F7-MP-FA2.
- Varios depósitos de laminación/infiltración, dentro de la actuación C6-MP-C1, enterrados situados bajo el aparcamiento de coches en los que se almacene el agua recogida en las zanjas drenantes anteriormente propuestas. Cada uno de los depósitos recibe el agua de uno de los drenes anteriores y la acumula, infiltrándola en el terreno y actuando de elemento de laminación evitando el aporte de parte del agua de lluvia a los colectores generales en el momento de máxima lluvia. Se debe disponer un desagüe y rebosaderos a la red de drenaje de pluviales para evitar la colmatación de la zona de depósito
- Un depósito de acumulación enterrado de gran tamaño (tanque de tormentas), a más largo plazo, actuación C9-LP-CA3, en la zona contigua a la anterior de aparcamiento de camiones (en una zona a determinar posteriormente). Se propone la ejecución de este elemento con la finalidad de evitar vertidos al medio (a las acequias) que finalmente desaguan en la Albufera. El tanque de tormentas almacenará las primeras aguas de lluvia contaminadas y, una vez pasado el episodio de lluvias torrenciales, verterá a la EDAR esas aguas contaminadas de tal modo que no lleguen al medio. Lo normal, dado que el depósito deberá estar enterrado, será que para verter el agua a la red de alcantarillado de residuales (y de ésta a la EDAR) se precise de una instalación de bombeo. Se dimensionará el tanque de tormentas de tal modo que su tamaño permita además la laminación de la avenida almacenando una parte de la escorrentía producida en las lluvias torrenciales.

3.4.- INFILTRAR.

En los casos especiales donde la contaminación es muy elevada (entornos industriales muy densos, gasolineras, explotaciones agropecuarias etc.) se debe realizar un tratamiento exhaustivo de las aguas para poder proceder a su infiltración en el terreno, incluso incorporando un sistema de tratamiento con depuradora.

Se ha previsto la ejecución de drenes y depósitos que permitan la infiltración al terreno si éste es lo suficientemente permeable, actuación C6-MP-C1



Esquema de depósito de laminación/infiltración a base de celdas reticulares. Fuente: Guía Básica de diseño de sistemas de gestión sostenible de aguas pluviales en zonas verdes y otros espacios libres. Ayto de Madrid. Noviembre 2018

Se estudiará la posibilidad de infiltrar el agua retenida en los depósitos enterrados al terreno instalando, en su caso, como paso previo separadores de hidrocarburos que permitan eliminar los aceites flotantes, en su caso, en las aguas retenidas.



Pavimento permeable con pequeño aljibe. Fuente: Guías de adaptación al riesgo de inundación: SUDS. MITECO. Octubre 2019

4.- CRITERIOS DE MANTENIMIENTO

Para garantizar un buen funcionamiento y durabilidad de los elementos de drenaje sostenible es indispensable realizar un mantenimiento periódico de los mismos. Con un diseño y mantenimiento adecuado conseguimos reducir notablemente los costes directos e indirectos del sistema: por una parte, los costes de mantenimiento son menores que los de reparación; por otra parte, la eficiencia del

sistema es mayor, lo que se traduce en un ahorro en las medidas activas de depuración y tratamiento de las aguas.

Los criterios de mantenimiento deben ajustarse a las necesidades de cada uno de los sistemas y elementos de drenaje, y a la climatología.

Mantenimiento de pavimentos permeables

Durante la fase de diseño se incluirá el plan de mantenimiento del material, que se deben entregar al propietario o a la administración pública competente.

El comportamiento del pavimento permeable debe ser inspeccionado regularmente, preferiblemente después de lluvias intensas, para detectar posibles áreas de encharcamiento que indicarían un funcionamiento incorrecto.

Deben limpiarse con regularidad para eliminar los residuos sólidos y sedimentos, y preservar la capacidad de infiltración. En los pavimentos discontinuos hay que prestar especial atención a las juntas y evitar que se obstruyan. Como mínimo deben realizarse 3 operaciones de limpieza al año. Se recomienda que estas se realicen al final de las diferentes épocas climatológicas.

Si es necesaria la reconstrucción de alguna zona del pavimento se deberá seguir el siguiente procedimiento: En primer lugar, se quitará la capa superficial de pavimento y se eliminará la lámina geotextil. Seguidamente, se inspeccionará la subbase granular y se limpiará o sustituirá si fuese necesario. Por último, se instalará una nueva lámina geotextil y se colocará el nuevo pavimento.

Mantenimiento en elementos de ralentización y conducción

En aquellos elementos de ralentización que tengan superficies vegetadas, como las franjas de filtración o las cunetas vegetales, es necesario realizar inspecciones periódicas y labores de limpieza, siega y control de la vegetación. La limpieza se realizará como mínimo cada 4 meses. Se recomiendan sistemas de succión/presión a base de aire o sistemas a base de agua para eliminar los residuos en las zonas vegetadas. La eliminación de especies no deseadas y la siega de la vegetación se deberán realizar igualmente cada 4 meses.

Es necesario instalar una red de riego para los dos primeros años de implantación de la vegetación, y para los periodos de sequía, especialmente en la zona climática C. La red de riego deberá estar diseñada acorde con las necesidades de las especies plantadas.

También conviene realizar inspecciones sobre la durabilidad del material filtrante, al menos una vez cada 6 meses. Si se encuentra alguna zona erosionada o en la que existe una pérdida de material filtrante (gravas, tierras, etc.) se deberá reemplazar inmediatamente y solucionar el origen de dicha pérdida. En estas inspecciones también se debe comprobar que no exista ninguna zona de encharcamiento.

En lugares incluidos en la zona climatológica C se conviene además realizar una inspección general después de precipitaciones intensas, y reparar los desperfectos ocasionados.

Mantenimiento de sistemas de almacenamiento

En los elementos de almacenamiento es necesario realizar varias limpiezas al año para eliminar los elementos sólidos, basuras y residuos. Además, en los sistemas de almacenamiento que incorporen vegetación se deberá realizar un mantenimiento trimestral de la misma, realizando la siega y poda necesaria y la eliminación de las plantas no deseadas. Una vez al año se replantarán las zonas donde haya pérdida de vegetación.

Anualmente, deberán revisarse los conductos de introducción y extracción de agua, tuberías y desagües, y eliminar los sedimentos que puedan contener o, si es necesario, restituir el elemento.

También una vez al año se realizará una inspección general del depósito para encontrar daños debidos a la erosión, o desprendimientos de terreno. Estas revisiones deberán hacerse adicionalmente después de grandes tormentas, especialmente en la zona climatológica tipo C.

En los sistemas de almacenamiento en los que no existe lámina permanente de agua se eliminarán al menos una vez al año los sedimentos que queden en el fondo cuando el depósito esté seco. Si se trata de estanques o humedales que contienen cierta cantidad de agua permanente, esta operación de mantenimiento se realizará por zonas cada 5 años.

Mantenimiento en elementos de infiltración

En los elementos de infiltración a base de zanjas y pozos se deben seguir los mismos criterios de mantenimiento que en los drenes y zanjas filtrantes. Además, se debe controlar el estado de la zanja de infiltración después de lluvias intensas, para comprobar que la velocidad de infiltración es la adecuada y que no se producen encharcamientos.

Los depósitos de infiltración tienen los mismos requisitos a nivel de mantenimiento que los sistemas de almacenamiento. Se debe hacer hincapié en la eliminación de residuos en la base del depósito para evitar obstruir la infiltración.

Los elementos de entrada y salida de agua se deben inspeccionar y limpiar trimestral y adicionalmente, después de grandes tormentas para evitar obstrucciones.

ÍNDICE

1.- BÉTERA (VALENCIA)	2
1.1.- TORRE EN CONILL.....	2
1.2.- MAS CAMARENA.	2
2.- ACTUACIONES INCLUIDAS EN EL DOCUMENTO GUÍAS DE ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN: SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE.	3
3.- PARQUE OLÍMPICO DE MADRID. ESTADIO WANDA METROPOLITANO.	4

1.- **BÉTERA (VALENCIA).**

En Bétera se realizaron en el año 2018 actuaciones de mejora frente a inundabilidad en dos zonas urbanas mediante sistemas de drenaje sostenible.

En dos urbanizaciones de Bétera construidas en los años 80 y 90, Torre en Conill y Mas Camarena, construidas con sistemas de drenaje unitarios y sin tener en cuenta las aguas de escorrentía urbanas se detectan problemas de inundaciones en distintas zonas urbanas.

En ambas urbanizaciones la escorrentía superficial ha producido varios episodios de inundaciones demostrando que la gestión de las aguas residuales proyectada no era la adecuada. Desde el Ayuntamiento de Bétera se ha solventado esta circunstancia con algunas actuaciones basadas en Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) que gestionan el agua superficial y limitan las aportaciones de aguas de lluvia a los colectores.

1.1.- TORRE EN CONILL

Para limitar la escorrentía se utilizaron las jardineras existentes en los laterales para la formación de cunetas filtrantes (zanja de profundidad media en el suelo que se rellena de material filtrante revestido en geotextil, para evitar contaminación de los elementos filtrantes sobre el geotextil se colocó una capa final de grava decorativa).

Las zanjas ejecutadas son de 1,5 m de ancho por 3,00 m de profundidad.

Además, en la zona verde se ejecutaron zanjas filtrantes, un depósito de acumulación y un jardín de lluvia. Esta zona se reperfiló para dirigir las aguas hacia dónde interesaba para el funcionamiento de los elementos instalados.

Se ejecutó un depósito de infiltración/laminación. Es un depósito excavado en el terreno en el que se han colocado estructuras modulares de plástico con un volumen neto de almacenamiento del 97%, aprovechando para crear una estructura de infiltración al subsuelo, de almacenamiento o de retención para limitar la avenida.

Este sistema puede soportar cargas de tráfico.

Proyecto	
Mas Cotoliu - Municipio de Bétera - Valencia (España)	
Año	2017
Producto	EcoBloc Light - Vario 800 flex
Aplicación	Infiltración
Capacidad de almacenamiento	110 m ³
Superficie de recogida	800 m ²
Especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • 10,60 m x 5,80 m x 3,53 m • 3,63 m profundidad de instalación • 7 capas • 539 Ecobloc Light • 1 Módulo de Arqueta Vario 800 Flex • 2 días de instalación

Características del depósito.

El proceso de montaje y recubrimiento se realizó en dos días.

En otro punto se realizó un jardín de lluvia. Los jardines de lluvia son depresiones con vegetación que aportan almacenamiento, infiltración y evapotranspiración. También eliminan contaminantes al filtrar la escorrentía a través de las plantas adaptadas a las condiciones climáticas y de humedad del suelo del lugar.

1.2.- MAS CAMARENA.

Tenía la misma problemática que Torre en Conill. Se realizan actuaciones de laminación de avenidas para reducir las aportaciones de caudal a los colectores unitarios.

Se construye también un depósito de infiltración/laminación.

El depósito se construyó en dos días con tres trabajadores.

También se realizó un jardín de lluvia.

Se adjunta artículo de la Ingeniera de Caminos municipal con explicación detallada de las obras realizadas.

Actuaciones de mejora frente a la inundabilidad

en dos zonas urbanas mediante sistemas de drenaje sostenible



LUCÍA Belenguer

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.

Ingeniera de Caminos Municipal del Ayuntamiento de Bétera (Valencia)

RESUMEN

Las zonas residenciales que se construyeron durante los años 80 y 90 se diseñaron proyectando sistemas tradicionales de evacuación de aguas, con sistemas unitarios y sin dar la importancia oportuna a la gestión de las aguas de escorrentía urbana. Con el paso de los años se ha constatado que estos sistemas tradicionales, tal como se diseñaron y dado el régimen de lluvias de esta zona, no han dado la respuesta esperada, produciéndose diferentes episodios que han generado inundaciones en distintos zonas urbanas. Con la utilización de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible –SUDS– se ha pretendido mejorar la inundabilidad en varias zonas críticas de la urbanización Mas Camarena y Torre en Conill.

PALABRAS CLAVE

Inundabilidad, zonas urbanas, SUDS

ABSTRACT

The residential areas built in the 80's and 90's were designed with traditional water drainage systems, with unit systems and without giving due importance to the management of urban surface water run-off. With the passing of the years it has been noted that these traditional systems, in view of the manner in which they were designed and the prevalent rainfall in this zone, have not provided the expected response and that there have since been episodes leading to flooding in different urban areas. Efforts have since been made to restrict flooding by the use of Sustainable Urban Drainage systems (SUDS) at various critical areas in the Mas Camarena & Torre en Conill residential development

KEYWORDS

Flooding, urban areas, SUDS



Planta Torre en Conill, Calle Cotoliu

1 Introducción

En el municipio de Bétera, existen dos grandes urbanizaciones construidas durante las décadas de los 80 y 90, Mas Camarena y Torre en Conill, que produjeron un gran aumento de la población en un corto periodo de tiempo. Estos desarrollos urbanos crecieron con los criterios de diseño de evacuación de aguas residuales y pluviales de la época, en la que los sistemas de evacuación se trataban mediante sistemas tradicionales, con sistemas unitarios, y no se daba la importancia a las soluciones de tratamiento de las aguas pluviales, en especial en una zona como Valencia, con lluvias intensas en cortos periodos de tiempo.

Con los años se ha demostrado que el diseño para la evacuación de pluviales en estas zonas no fue el adecuado, repitiéndose varios episodios de inundaciones en distintos puntos de la zona.

Desde hace unos años, en las actuaciones llevadas a cabo desde el Ayuntamiento de Bétera, se han empezado a emplear Sistemas de Drenaje sostenible (SUDS), para intentar mejorar la inundabilidad en esas urbanizaciones, culminando en 2018 la ejecución de las dos obras que se describen en el presente artículo, siguiendo la filosofía recomendada en la mayoría de los países europeos, y en nuestro país en los últimos tiempos, donde ya en las últimas normativas, se incluyen apartados específicos relativos a este tema con objeto de intentar limitar la aportación de aguas de lluvia a los colectores.

ACTUACIÓN Nº 1: TORRE EN CONILL

La Urbanización Torre en Conill se diseñó como una urbanización alrededor de un campo de golf privado, posteriormente a la ejecución del mismo. La trama de viales de la urbanización se compone de un vial principal en forma de anillo, del que parten numerosos fondos de saco, con pendiente hacia el propio fondo, y un algún otro tipo de vial, como la calle Cotoliu, que forma un semicírculo con entrada y salida al anillo principal, con un punto bajo en su zona central.

A lo largo de los años se han sufrido inundaciones en numerosas zonas de la urbanización; en diversas calles fondo de saco, en las que se cuenta con una zona verde al final de las mismas, se han realizado diversas actuaciones consistentes en rebajar las aceras del final del fondo de saco, de manera que la escorrentía superficial se va directamente a la zona verde, a zonas donde causa menos molestias para los vecinos, evitando así inundaciones en los sótanos próximos.

En el caso de la calle Cotoliu, el punto bajo donde se acumulaba el agua de escorrentía está situado en la zona central de la calle. Dicho punto está rodeado de viviendas y parcelas edificables, en las que no era posible desviar el agua de escorrentía superficial. Partiendo de este punto, se estudió la manera de intentar minimizar los aportes de agua de escorrentía antes de la llegada al punto bajo.

El aporte de agua de escorrentía llegaba al punto bajo por dos vías: a través del propio vial y a través de una zona verde que recoge las aguas de las calles de más arriba.

Para reducir el agua de aporte a través del vial, la solución que se adoptó consistió en utilizar las jardineras existentes en los laterales, para la formación de cunetas filtrantes. Una cuneta filtrante es una zanja de profundidad media en el suelo que se rellena de material drenante revestido en geotextil. Su función es captar el agua de escorrentía durante una avenida; se almacena en los espacios huecos del árido y se libera al suelo por infiltración, ayudando a preservar el equilibrio natural del agua en su entorno y recargando la capa freática.

Las dimensiones de las zanjas son de 1,5 m de ancho por 3 metros de profundidad, y se rellenaron con capas de bolo, seguidas de grava de 25 cm de espesor de distintas granulometrías, todas ellas envueltas en un geotextil, y una capa final de grava decorativa.

De esta forma, el aporte de agua al punto bajo se reduce, recogiendo en las cunetas a lo largo del vial.



Cunetas filtrantes en calle Cotoliu

Para reducir el aporte de escorrentía que llega a través de la zona verde, se emplearon diversos sistemas de drenaje sostenible en la misma zona: zanjas filtrantes, depósito de acumulación y un jardín de lluvia.

Se realizó un reperfilado en toda la zona verde dando la forma deseada para dirigir la escorrentía a las zonas que más interesara, de manera que el agua que desbordara de la zona verde hacia el vial fuera mínima. Para ello en ciertos puntos se realizaron zanjas drenantes, del mismo tipo que las realizadas en las jardineras del vial.

Se ejecutó un depósito de infiltración/laminación en la parte baja del jardín. Se trata de un depósito excavado en el terreno donde se colocaron estructuras modulares de plástico con un volumen neto de almacenamiento del 97 %, aprovechando para crear una estructura de infiltración al subsuelo, de almacenamiento o de retención para laminar la avenida.

Este sistema puede soportar cargas de tráfico hasta 12 toneladas, por lo que se pueden instalar en caminos y aparcamientos de coches y zonas recreativas o cualquier otro espacio al aire libre. En este caso se trata de una zona verde, peatonal, que en algún momento puntual podía soportar alguna carga de algún vehículo de mantenimiento.

Se utilizaron 539 bloques del tipo Ecobloc Light (de Graf), con unas dimensiones de 800x800x350, un peso de 11 kg y un volumen de 225 l, y sus ventajas principales son:

- Gran estabilidad estructural
- Certificado para una vida útil de 50 años.
- Facilidad de instalación (bloques sin montaje previo).

Con los 539 bloques se instaló un depósito de dimensiones 10,6x5,80x3,53 metros, dispuestos en 7 capas, sobre una base de grava y recubierta de gravas también para aprovechar al máximo la capacidad de recogida de agua, recubierto por un geotextil, que filtra el agua, mejorando su calidad. La capacidad del depósito es de 110 m³.

Se optó por colocar asimismo un módulo de arqueta de la misma marca comercial, para facilitar el mantenimiento y la limpieza del propio depósito. Dicho módulo queda totalmente integrado con el resto de piezas, con una colocación muy sencilla.

El proceso de montaje y recubrimiento se realizó en 2 días.

Al depósito llegan también las aguas que ese recogen de una reja transversal situada en el vial.

En otra zona se ejecutó un jardín de lluvia de unos 100 m². Los jardines de lluvia son el tipo más sencillo de biorretención



Depósito de infiltración con bloques ecobloc light

y son depresiones con vegetación que aportan almacenamiento, infiltración y evapotranspiración. También eliminan los contaminantes al filtrar la escorrentía a través de las plantas adaptadas a las condiciones climáticas y de humedad del suelo del lugar.

ACTUACIÓN Nº 2: MAS CAMARENA

La Urbanización Mas Camarena se construyó sobre los años 80 y en ella viven unas 4.000 personas. Se configura con un vial principal en forma de anillo, de la que parten viales que finalizan en fondo de saco. El anillo principal tiene un punto bajo al que le llegan las aguas de escorrentía de una gran parte de la urbanización.

Justo en esa zona donde se encuentra el punto bajo, se ubica el centro comercial de la zona, por lo que cuando hay lluvias de intensidad considerable, los problemas que se generan son importantes.

A lo largo de los últimos años se han realizado diversas actuaciones de mejora de los colectores existentes, tanto en tamaño como en mejorar las conexiones para lograr una evacuación más rápida de las aguas de tormenta, todo ello mediante sistemas tradicionales, pero que no han dado una solución al problema, sobre todo porque la red de saneamiento de Mas Camarena tiene su salida por el término municipal colindante, y es allí donde se encuentra el punto crítico que marca el límite de evacuación.

El presente proyecto surge con el objetivo de minimizar el volumen de agua que llega al punto más bajo de la Urbanización Mas Camarena que, tal como se ha mencionado anteriormente, se encuentra situado en la zona delantera del Centro Comercial. Laminando esas avenidas se pretende que los colectores unitarios existentes sean capaces de evacuar gran parte del agua que llega a la zona, minimizando las inundaciones que se producen periódicamente con lluvias tormentosas.

La solución ejecutada en la actuación ha consistido en la realización de una serie de elementos de drenaje sostenible que

laminan el agua de lluvia, actuando sobre la zona verde central. Para ello se realizó un reperfilado de la zona, para la formación de pendientes con una sección en V, en el vértice central se formó una zanja drenante que además de filtrar e infiltrar el agua al terreno, conduce la sobrante a unos depósitos de laminación/infiltración que acumularán el agua, infiltrando en el terreno y actuando de laminación para evitar el aporte puntual a los colectores generales en el momento de máxima lluvia. Se construyó también un pequeño jardín de lluvia.

Sobre la zanja drenante se ha ejecutado un pavimento de hormigón drenante, a modo de camino, que facilita la circulación de los peatones por la zona cuando llueve.

Las dimensiones de las zanjas drenantes son de 40 cm de ancho por 80 cm de profundidad, y se rellenaron con tres capas de grava de 25 cm de espesor de distintas granulometrías, todas ellas envueltas en un geotextil, y una capa en superficie de hormigón poroso.

Se han construido también dos depósitos de infiltración/laminación, en los dos puntos más bajos de la zona verde. El diseño de los mismos es similar al realizado en Torre en Conill. Las dimensiones de los mismos son:

- el depósito 1, con unas dimensiones de 138,81 m³, se utilizaron 594 bloques del tipo Ecobloc Light, de la casa Graf, con un módulo de arqueta para inspección y filtrado del agua,



Zanja drenante Mas Camarena

sobre una base de grava y recubierta de gravas también para aprovechar al máximo la capacidad de recogida de agua. Se construye además rodeado por un geotextil, que filtra el agua, mejorando su calidad.

- el depósito 2 es similar al 1, pero algo más pequeño, con una capacidad de 122,15 m³, con la utilización de 522 bloques.

El montaje y recubrimiento de los dos depósitos se realizó en 2 días en total y se emplearon 3 trabajadores.

Finalmente, en el punto más bajo de la zona verde, y para evitar la salida por escorrentía superficial de la zona sur se realizó un jardín de lluvia, de unos 100 m².

En la entrada a la zona verde se ha instalado un cartel explicativo, con el fin de que los usuarios conozcan las obras realizadas, con explicaciones someras del funcionamiento de los sistemas de drenaje sostenible. 📍



Imagen de los bloques apilables paletizados. No requieren pre-ensamblado



Depósito en Mas Camarena: bloques de infiltración



Jardín de Lluvia



Panel explicativo de las obras de Mas Camarena

2.- ACTUACIONES INCLUIDAS EN EL DOCUMENTO GUÍAS DE ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN: SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE.

En el documento *Guías de adaptación al riesgo de inundación: Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible*, Ministerio para la Transición Ecológica, año 2019, se incluyen varios ejemplos de actuaciones en el apartado de casos prácticos:

- Implantación de SUDS en el Parque de Gomeznarro, Madrid. Año 2003:
 - Instalación de pavimentos permeables sobre celdas de drenaje de polipropileno.
 - Reperfilado para crear áreas de captación de aguas en zonas deprimidas.
 - Varios depósitos de infiltración enterrados mediante cajas modulares de polipropileno y conexión de estos depósitos a la red de evacuación de aguas pluviales.
- Depósito de detención en el parque Apeadero, Paterna (Valencia). Años 2006-2007. Como conclusiones indicar que el caudal punta se reduce en un 20% y que en septiembre de 2007 se produjeron lluvias intensas (más de 100 mm en dos horas) que permitieron comprobar la eficacia del sistema. A pesar de que las obras no estaban terminadas (faltaba la revegetación) el sistema demostró ser capaz de laminar la avenida y almacenar el agua de lluvia en el depósito quedando el nivel aproximadamente 40 cm por debajo del máximo y evitando así la inundación. Cuando se eliminó todo el volumen de agua, se pudo observar la cantidad de restos y basura procedente del polígono industrial que quedaron en el fondo del depósito. Se demostró que es absolutamente necesaria la limpieza y el mantenimiento de las zonas situadas aguas arriba, y la importancia de realizar una inspección, limpieza y puesta a punto del sistema después de un episodio de lluvias intensas. Dos fases:
 - Fase 1. Ampliación polígono. Se construyó una franja y un área filtrantes. Red de canalizaciones para llevar la escorrentía desde la zanja filtrante hasta el barranco enterrado. SE realizaron pozos de infiltración por la poca permeabilidad del terreno
 - Fase 2. Parque Apeadero. Creación de un estanque de detención en la zona final del encauzamiento subterráneo del barranco.

El depósito estaba diseñado para 25 años de periodo de retorno. Posteriormente en 2016 se realizó el proyecto de ampliación y restauración del depósito enlazando el barranco de la Fuente (canalizado en Paterna) con el cauce del río Turia. Prolongando así el ámbito del sistema de drenaje y acumulación hacia aguas abajo. Además, se reviste con escollera los taludes laterales para ralentizar el flujo.

- Actuaciones urbanas en Barcelona: zona franca. En dos casos de zonas de nueva urbanización en las que se emplean SUDS para la evacuación de las aguas pluviales de escorrentía en zonas ya urbanizadas con suelos muy impermeables. Se utilizan pavimentos permeables. Se construyen zonas de detención e infiltración.
- Actuaciones urbanas en Benaguasil y Xàtiva. Ambos en zona climatológica C. En ambos casos red de saneamiento unitaria. En ambos casos, cuando se supera la

capacidad de los sistemas de saneamiento municipales, el vertido se realiza a cauces naturales: río Turia en el caso de Benaguasil y río Albaida en el caso de Xàtiva. Se han llevado a cabo dos proyectos con cofinanciación europea y liderado uno de ellos por la UPV. Se han construido en ambos casos zonas de infiltración, aljibe de almacenamiento para usos que no requieren de agua potable. Depósitos de retención que laminan la avenida. Aparcamiento con pavimento permeable. Cuneta vegetada

Se adjunta a continuación reseña incluida en la guía.

6. CASOS PRÁCTICOS

Con la finalidad de poner en práctica las estrategias definidas en esta guía, y para que puedan servir como referencia, se detallan ejemplos en los que se han utilizado Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).

Se recogen ejemplos de proyectos construidos, actuaciones urbanísticas, y normativas de distinto alcance realizadas por la administración pública.

6.1 Implantación de SUDS en el Parque de Gomeznarro, Madrid

Situación

El parque de Gomeznarro está localizado en la zona noreste de la ciudad de Madrid, en el distrito de Hortaleza. Pertenece a un clima caracterizado por tener precipitaciones estacionales con periodos secos y periodos lluviosos continuados, y un riesgo medio de inundaciones (zona climatológica B definida en esta guía)

Se trata de un parque lineal de 10.000 m² que comunica la calle de Gomeznarro con la Carretera de Canillas. Está situado en un enclave residencial con una elevada proporción de viviendas de protección oficial de entre 1 y 5 alturas.

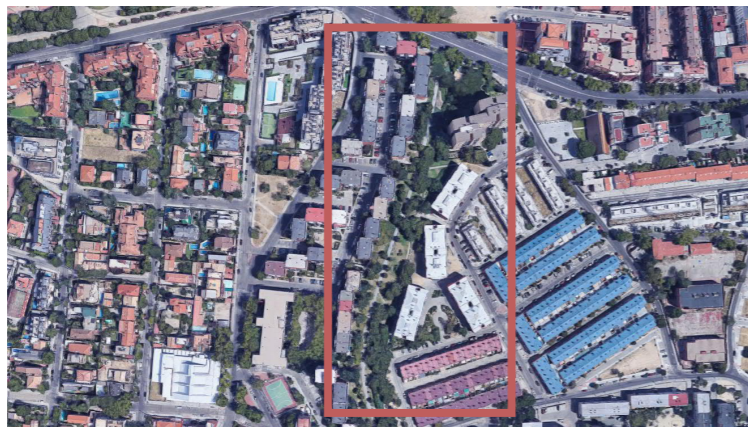


Figura 40. Localización del parque de Gomeznarro.

Problemática y objetivos

El parque se caracteriza por tener fuertes pendientes longitudinales y transversales. En el estado previo a la actuación, presentaba un importante deterioro debido a la erosión y a la escorrentía urbana. Las pendientes en dirección a las viviendas colindantes provocaban encharcamientos en las zonas de tránsito y de acceso a las viviendas, llegando incluso a provocar humedades y pequeñas inundaciones en las viviendas durante periodos de lluvias de intensidad media.

Con la finalidad de resolver estos problemas, la Junta Municipal del Distrito de Hortaleza promovió en 2002 la rehabilitación del parque de Gomeznarro. Las obras empezaron en enero de 2003, y tuvieron una duración de 3 meses. El parque quedó inaugurado oficialmente en mayo de 2003, dos meses después de su finalización.

Los objetivos principales de la actuación eran:

- Evitar la erosión, la contaminación y los procesos de degradación del parque debidos a la escorrentía urbana, y restaurar el ciclo natural del agua.
- Captar y detener el agua de lluvia para evitar su contaminación y poder utilizarla para riego del parque, o infiltrarla en el medio natural.
- Disminuir la cantidad de agua que llega a la red general de saneamiento para evitar la sobrecarga de la misma y reducir los costes de depuración del agua.
- Eliminar los encharcamientos, inundaciones y humedades en las viviendas cercanas.
- Aumentar la superficie vegetada del barrio.

Actuación

En primer lugar se eliminó el pavimento impermeable existente y se regeneró el terreno erosionado y compactado. Se instalaron pavimentos de alta permeabilidad sobre celdas de drenaje de polipropileno, y se aprovechó la topografía para crear áreas de captación en zonas deprimidas.



Figura 41. Instalación de celdas de drenaje bajo pavimento. Zona de captación deprimida.

Se instalaron varios depósitos de infiltración enterrados mediante cajas modulares de polipropileno, y se conectaron a la red de captación y conducción de las aguas pluviales. Finalmente, se procedió a la revegetación de toda la zona, reforzando y protegiendo el suelo natural en zonas de tránsito



Figura 42. Situación final y detalle sección constructiva transversal.

Resultados obtenidos

En mayo de 2003 se inauguró el parque remodelado. Desde entonces se han realizado numerosas inspecciones, especialmente durante periodos de lluvias, en las que se han observado notables mejoras en la gestión del agua de lluvia y en la calidad de vida de los usuarios:

- Los procesos de escorrentía y erosión han desaparecido.
- Ya no se producen encharcamientos ni inundaciones en la zona de las viviendas, por lo que han desaparecido las humedades.
- Mejor integración paisajística y medioambiental. Incremento del valor paisajístico del barrio.
- Reducción de la temperatura ambiental y mejora de la calidad atmosférica.
- La frecuencia y duración de las visitas por parte de los usuarios ha aumentado.
- Disminución de los actos vandálicos en el parque.
- Se evita contaminar y aportar a la red general una cantidad aproximada de 5.000.000 de litros/año, lo que conlleva una reducción de los costes de depuración

El presupuesto total del ayuntamiento de Madrid ascendió a 343.588,87€. Con este presupuesto se consiguió la rehabilitación e implantación de SUDS en un parque de 10.000 m² en una duración de 3 meses.

6.2 Cubierta vegetal y aljibe en edificio administrativo, Parc Bit.

Situación

El parque empresarial tecnológico Parc Bit se localiza en la carretera de Valldemossa, próximo a la Universidad y a Palma de Mallorca. Acoge a diferentes empresas e instituciones, en varios edificios ordenados conforme al plan urbanístico diseñado por Rogers architects. Dicho planeamiento incluye medidas para recuperar el ciclo natural del agua como: separación de pluviales y fecales, recuperación de pluviales en todos los edificios, con aljibes, respeto a la rambla preexistente, zonas de aparcamiento con sistemas de drenaje sostenible como estanques de retención, bandas filtrantes y zanjas de infiltración.

El edificio, complejo balear de investigación, distribuye sus 10.140 m² en dos bloques unidos por sótano. La autoría y dirección de obra corresponden a Tragsatec.



Figura 43. Localización del Parc Bit y edificio Complejo Balear de Investigación.

Objetivos

El edificio está destinado a albergar actividades de investigación y desarrollo dentro del campo científico tecnológico. Desde el diseño se busca una máxima integración en el paisaje, minimizar el impacto, y favorecer el confort ambiental y visual de los ocupantes.

La recuperación del agua de lluvia, la minimización de riego y la eficiencia energética del edificio son algunos de los objetivos ambientales que el proyecto persigue.

Actuación

El edificio se encuentra en la actualidad en la fase final de construcción, y han sido ejecutadas ya las cubiertas y las instalaciones.



Figura 44. Complejo balear de investigación, Parc Bit. Cubiertas vegetales, zanja drenante en patio y fachada vegetada.

Dispone de más de 2.300 m² de cubierta vegetal, un aljibe de 170 m³, que recupera el agua de lluvia de cubiertas y urbanización, un sistema de riego por goteo programado desde el mismo para cubiertas, patios y vegetación de fachadas soleadas, y patios vegetados con zanjas de infiltración.



Figura 45 Cubiertas vegetales Parc Bit.

6.3 Depósito de detención en el Parque Apeadero de Paterna, Valencia

Situación

El municipio de Paterna está situado a 5 km al interior de la ciudad de Valencia. Pertenece a un clima que se caracteriza por sus episodios de torrencialidad, con lluvias esporádicas y de gran intensidad y elevado riesgo de inundaciones, desertificación y sequía (zona climatológica C definida en esta guía). En 2016 la precipitación media anual fue de 403,8 mm, registrándose la precipitación media máxima en noviembre con 132,4 mm, y la mínima en julio con 0,0 mm.

El río Turia atraviesa el término municipal de Paterna a aproximadamente 500 metros de la zona urbana. Desde el punto de vista hidrogeológico, pertenece al Sistema acuífero nº 51 "Plana de Valencia".



Figura 46. Ámbito del P.G.O.U. de Paterna y Cuenca vertiente del Barranco de la Fuente.

Entre la zona industrial Fuente del Jarro, y la zona urbana residencial se ha desarrollado la actuación urbanística "Parque Apeadero" con una superficie de 27.000 m². El ámbito de actuación está formado por terrenos improductivos y de carácter marginal, debido a su emplazamiento en una zona de transición entre el polígono industrial y el casco urbano, y por ser el cauce de desagüe del "Barranco de La Fuente". La zona residencial de la Cañada y el Polígono Industrial Fuente del Jarro vierten todas sus aguas al "Barranco de La Fuente" que discurre enterrado en la zona del polígono industrial.

Problemática y objetivos

Habitualmente se producían encharcamientos en esta zona debido a la topografía del terreno, a la urbanización en el entorno del barranco y a la configuración de las vías de comunicación (carreteras y vías de tren).

Según el Plan de Acción Territorial ante el Riesgo de Inundaciones de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), se trata de una zona con riesgo de inundación nivel 3 dentro de una escala de 6 niveles.

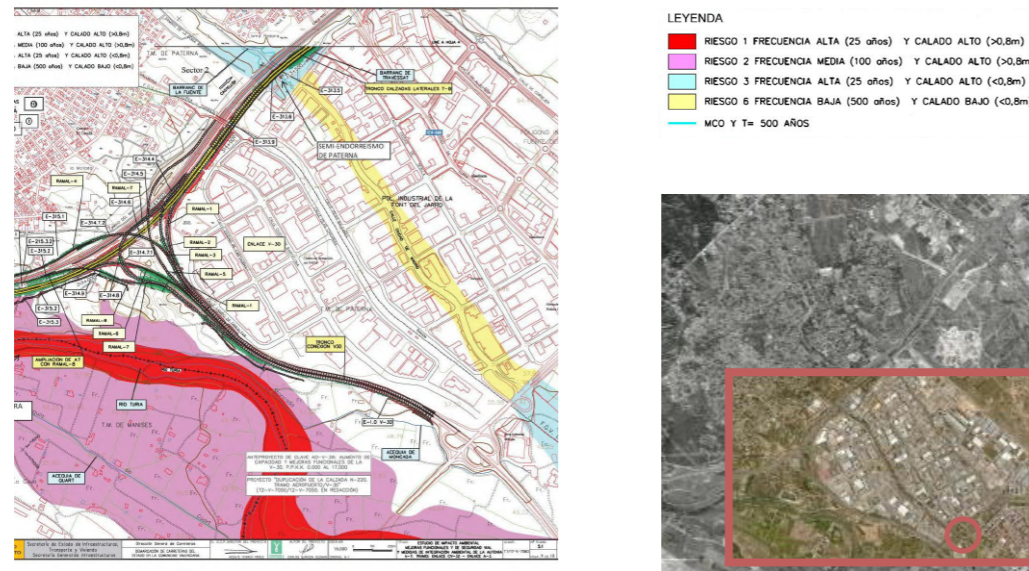


Figura 47. Riesgo de inundación.

Además, destaca la gran contaminación del río a la altura de Paterna debido a los vertidos industriales y urbanos de los municipios de alrededor. El grado de vulnerabilidad de contaminación de los acuíferos en Paterna es medio-alto.

Con la intención de evitar las inundaciones en la zona urbana de Paterna, en octubre de 2006 el ayuntamiento de la localidad realizó una actualización del P.G.O.U. en la que se incluyó la construcción de un depósito de detención. Las obras empezaron en diciembre de 2006, y concluyeron a finales de 2007. Los objetivos principales que se pretendían conseguir con esta actuación eran:

- Almacenar gran cantidad de agua para evitar inundaciones en las zonas urbanizadas.
- Aumentar la capacidad de laminación de avenidas y reducir el caudal pico aguas abajo.
- Acondicionar estéticamente la zona.
- Modificar el carácter marginal de la zona realizando una transición gradual entre la zona urbana y la industrial.

Actuación

La actuación se divide en dos fases: Fase 1: Ampliación del polígono industrial Fuente del Jarro; y Fase 2: Parque Apeadero.

En la fase 1 se tomaron medidas de control en origen. Se construyó una zanja filtrante encargada de recoger el agua de escorrentía de la zona norte de la cuenca. La zona no urbanizada se acondicionó como área filtrante previa a la zanja. Se planificó una red de canalizaciones que llevaría el agua de escorrentía desde la zanja filtrante hasta el barranco que discurre enterrado por la zona industrial.

La fase 2 comenzó a finales de 2006, y consistió en la realización de un estanque de detención en la zona final del encauzamiento subterráneo del barranco. Para conseguir el volumen necesario del depósito de detención

se realizó una depresión en la topografía, eliminando entre 0,5 y 1 metros de terreno. Se acondicionaron las instalaciones existentes de paso de agua bajo la línea ferroviaria, cuyos desagües desembocan en el depósito de detención.



Figura 48. Área y zanja filtrante.

Se realizaron ensayos Lefranc de permeabilidad a 2 m y a 3,5 m de profundidad, obteniendo valores de permeabilidad muy bajos ($K = 8 \times 10^{-9}$ m/s y $K = 7 \times 10^{-8}$ m/s respectivamente). Se dedujo que la capacidad de infiltración del depósito no era suficiente para repercutir significativamente en la escorrentía, por lo que se decidió instalar pozos de infiltración. Se colocaron 4 pozos de infiltración a lo largo del parque, con unas dimensiones de 4 x 4 metros de área y 4,5 metros de profundidad.

El final del depósito de detención se comunicó con la red existente de drenaje y canalización hasta el río Turia, terminando la actuación en el muro de la línea ferroviaria. Por último, se realizó la revegetación prevista en el diseño para mejorar paisajísticamente la zona, y se colocaron las bandas filtrantes a base de bolos de grandes dimensiones en las laderas del depósito. Las zonas verdes alrededor del depósito actúan como áreas filtrantes.



Figura 49. Planta y Sección transversal Parque Apeadero. Proyecto y construcción.

Resultados obtenidos

Se realizaron análisis del caudal y tiempo de desbordamiento, obteniendo los siguientes resultados: El caudal punta se reduce de $97 \text{ m}^3/\text{s}$ a $78 \text{ m}^3/\text{s}$ (20%); y las actuaciones de limpieza de los conductos de entrada al depósito aumentan el flujo de $18 \text{ m}^3/\text{s}$ a $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Además se consigue convertir un lugar marginal sin utilidad previa, en un parque y zona lúdica con valor paisajístico.

En septiembre de 2007 se produjeron lluvias intensas, de más de 100 mm en 2 horas, que permitieron comprobar la eficacia del sistema. Las obras del Parque Apeadero todavía no estaban terminadas. La construcción se encontraba en su fase final, a falta de realizar la revegetación de la zona y del fondo del depósito. Aun así, el sistema demostró ser capaz de laminar las avenidas y almacenar el agua de lluvia en el depósito. El nivel máximo quedó aproximadamente 40 cm por debajo del máximo, evitando la inundación de la zona.



Figura 50. Parque Apeadero (Lluvias de sept. 2007)



Parque Apeadero después de la tormenta.2007.

Puesto que la inundación tuvo lugar antes de vegetar la zona, el terreno arcilloso quedó completamente fangoso e intransitable. Quedó patente el papel fundamental de la vegetación tapizante en el fondo y alrededores de los depósitos de detención. Tras 24 horas, finalmente se evacuó el agua gracias a la infiltración, a la evaporación, y al vertido laminado y gradual al río Turia. Cuando se eliminó todo el volumen de agua, se pudo observar la cantidad de restos y basura procedente del polígono industrial que quedaron en el fondo del depósito. Se demostró que es absolutamente necesaria la limpieza y el mantenimiento de las zonas situadas aguas arriba, y la importancia de realizar una inspección, limpieza y puesta a punto del sistema después de un episodio de lluvias intensas.

El depósito de detención funcionó correctamente para la intensidad de lluvia para la que se diseñó: lluvias de periodo de retorno de hasta 25 años.



Figura 51. Estado tras tormenta y estado actual del Parque Apeadero.

A finales de septiembre de 2012, se registraron lluvias importantes en toda la zona de Valencia, causando inundaciones y graves desastres en muchas de las localidades de levante. En Paterna se alcanzaron lluvias de más de 200 litros por metro cuadrado. La intensidad de la lluvia fue la correspondiente a un periodo de

retorno de 100 años. El sistema de drenaje no estaba diseñado para tal magnitud de lluvias, y la velocidad de la escorrentía derrumbó el muro que separaba el depósito de detención de la línea ferroviaria, provocando el desbordamiento e inundando toda la zona.

Siguiendo con el proyecto iniciado en 2007, en abril de 2016 se realizó el proyecto de ampliación y restauración del estanque de retención del Parque Apeadero. En esta fase se terminan las obras de conducción que enlazan el barranco de la fuente con el río Turia, cuya conexión no se ejecutó en la fase anterior.

Para ello, se prolonga el ámbito del sistema de drenaje y acumulación aguas abajo. Esta nueva zona se recubrirá completamente con material de escollera, de manera que además de tener capacidad para almacenar más cantidad de agua, se ralentizará la escorrentía. En la zona de acumulación existente se realiza un recrecido del borde de la escollera para ganar entre 50 cm y 100 cm de altura, y se refuerza el sistema de drenaje bajo la línea ferroviaria.



Rotura y desbordamiento



Figura 52. Ámbito de actuación de la primera fase. Rotura y desbordamiento durante las lluvias de 2012.

Con la finalización de estas obras queda completado el sistema urbano de drenaje sostenible que se inició en 2007. Finalmente se consigue un buen resultado gracias a la gestión global del agua de escorrentía:

- Filtrado del agua de lluvia en la zona urbana de la cañada y en la zona industrial mediante áreas y zanjas filtrantes
- Acumulación e infiltración en el depósito de detención.
- Ralentización de la escorrentía mediante material de escollera hasta llegar al río Turia.

En esta obra que viene a continuación queda patente la importancia de realizar una **gestión global** del agua de lluvia que actúe en todas las etapas del ciclo urbano del agua (*recepción, conducción, infiltración y vertido*).



Figura 53. Ámbito de la obra de ampliación del sistema de drenaje.

6.4 Actuaciones urbanas en Barcelona: Zona franca

Can Cortada y la Marina.

Se analizan dos casos de estudio en Barcelona, ambos actualmente en construcción, que presentan estrategias y diseños de integración de la red de pluviales en la edificación y en el espacio público. Se analizan dos casos de estudio en Barcelona: Can Cortada (2014) y La Marina (2014-2016). Ambos presentan estrategias y diseños de integración de la red de pluviales en la edificación y en el espacio público.

El clima de Barcelona se caracteriza por sus precipitaciones estacionales, con periodos secos y periodos lluviosos continuados, con riesgo medio de inundaciones (zona climatológica B). Presenta una severa impermeabilización del terreno debido a una ocupación del suelo elevada por su limitación geográfica de crecimiento (los ríos Besòs y Llobregat son fronteras a este y oeste, y la Sierra de Collserola y el mar Mediterráneo en el eje norte-sur). Esta impermeabilización provoca dificultades para gestionar la escorrentía en el área urbana. Además, en Barcelona predomina una red de saneamiento unitario, agravando la situación en caso de colapso de la misma por inundaciones.

En el caso de Can Cortada, se diseña una nueva urbanización con zonas verdes y vial interior entre las avenidas de Can Marçet y de l'Estatut de Catalunya en Can Cortada, distrito de Horta-Guinardó, al norte del área metropolitana de Barcelona.

Por su parte, en la Marina se diseña un barrio de nueva creación: la Marina de la Zona Franca, en el distrito Sants/Montjuïc. Este barrio se caracteriza por una topografía plana y por su proximidad al mar.

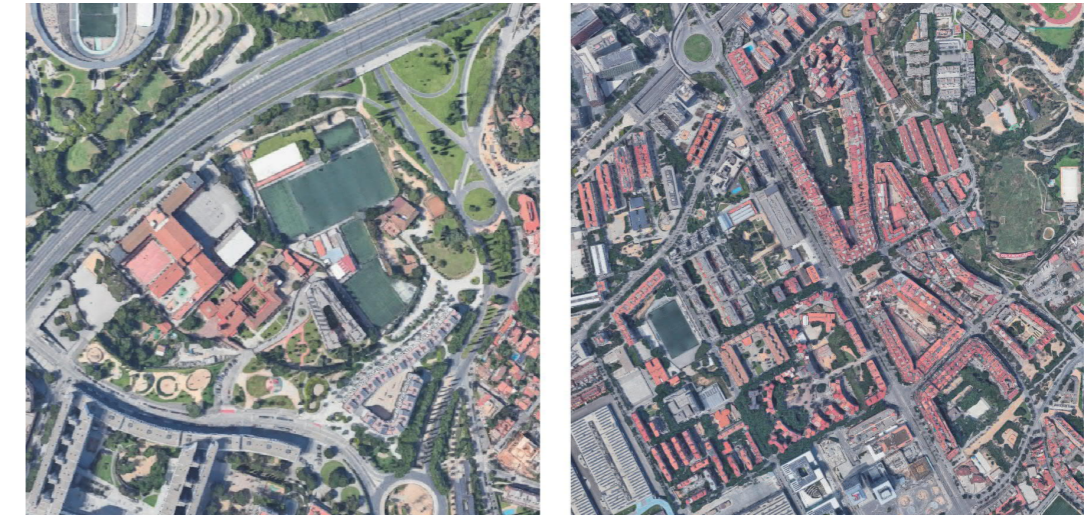


Figura 54. Intervención en Can Cortada, distrito de Horta-Guinardó y La Marina de Zona Franca, distrito de Sants/Montjuïc.

Los objetivos de estas actuaciones son:

- Reducir los caudales punta en eventos de precipitación.
- Favorecer la infiltración del agua de lluvia en el terreno.
- Recargar los acuíferos naturales.
- Limitar la aportación de agua de lluvia a la red de saneamiento de la ciudad.
- Extraer agua del subsuelo para riego y baldeo mediante la red de agua freática.

Can Cortada

Se prioriza la creación de zonas vegetadas, pavimentando únicamente la superficie mínima necesaria para los usos de la urbanización. Se utilizan pavimentos permeables para reducir la escorrentía y la erosión en los límites de las zonas verdes, que se encargan de gestionar el agua de escorrentía de la urbanización y áreas colindantes, situándose a una cota inferior respecto a las zonas pavimentadas y recibiendo el agua de escorrentía, para detenerla e infiltrarla al terreno.

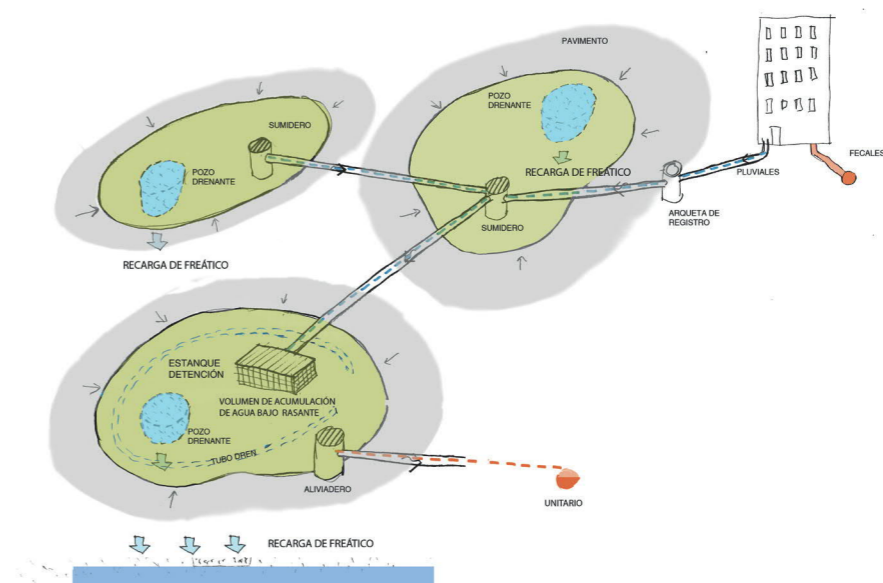


Figura 55. Esquema de funcionamiento global implantado en Can Cortada.

El agua pluvial proveniente de la red separativa de la edificación también se vierte a estas zonas vegetadas, por donde transcurre aprovechando la topografía del terreno y la distribución de parterres y cunetas vegetadas, para ser vertida a un depósito de infiltración, si bien los aliviaderos situados en los cuencos finales de cada una de las redes están conectados con la red de saneamiento unitaria.



Figura 56. Construcción de zonas de detención e infiltración con sub-bases de gran capacidad de acumulación de agua.

La Marina de Zona Franca

El sistema de drenaje diseñado se basa en la captación y transporte de las escorrentías originadas en las zonas peatonales, las cubiertas de edificios, los patios de interior de manzana, así como del agua pluvial proveniente de la red de pluviales de la edificación.

Las aguas se recogen en elementos urbanos: cunetas vegetadas y franjas de pavimento permeable, donde se integra el arbolado. Detienen, ralentizan e infiltran el agua en el terreno, a la vez que la transportan a las principales zonas verdes colindantes para continuar con el proceso de gestión pasiva y sostenible de la escorrentía.

Este proceso tiene como objetivo principal reducir el volumen de agua pluvial vertida al sistema de saneamiento unitario y, a la vez, infiltrar y recargar los acuíferos naturales. En el sistema implantado sólo se gestiona el agua de las aceras y cubiertas.

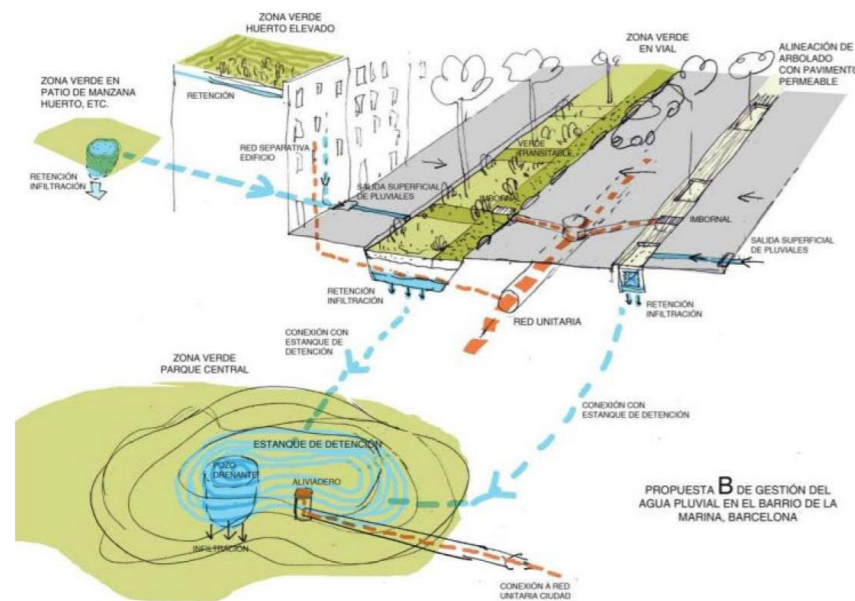


Figura 57. Esquema de los sistemas inicialmente propuestos en La Marina de Zona Franca.

Resultados obtenidos

En ambos casos, se efectúan simulaciones por ordenador para un año tipo (1997) con el fin de estimar y diseñar el sistema de drenaje.

En Can Cortada, el sistema de drenaje se diseña con capacidad de gestión y evacuación para el histograma de periodo de retorno $T=10$ años de intensidad pico 212,45 mm/h, duración de 1 hora y volumen de precipitación total de 59 mm, conforme a indicaciones de CLABSA ((en ese momento, empresa dedicada a la planificación, desarrollo y operación de la red de saneamiento de Barcelona). Se estima que el conjunto de la actuación permite reducir el 50% del caudal pico de entrada a la red unitaria, el 44% del volumen de agua pluvial y el 81% del volumen de escorrentía total transportado y tratado en la depuradora.

En la Marina, el sistema de drenaje se diseña para hacer frente a un volumen de agua asociado con una tormenta de percentil 80 y 15 mm, por lo que el rebose de agua a la red unitaria sólo se produce en episodios de lluvia intensos. Se estima que para el caso simulado, el 90% de la escorrentía es gestionado correctamente mediante los SUDS, hasta ser tratado en la depuradora, y únicamente el 10% restante llega al sistema de saneamiento unitario.

Se efectúa una modelización para estudiar el comportamiento de una de las cunetas verdes, en el día de mayor intensidad y volumen de precipitación del año tipo (16 de diciembre de 1997). Los resultados muestran un amortiguamiento del caudal y retardo en la punta de los hidrogramas.

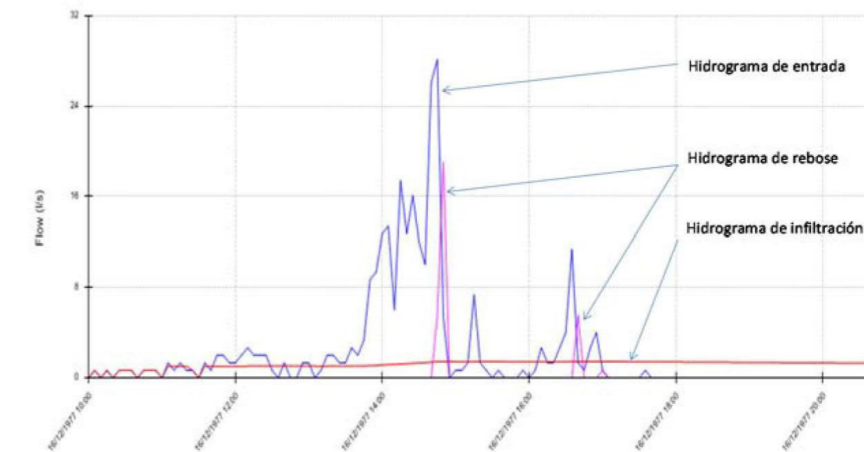


Figura 58. Hidrogramas de entrada y salida en uno de los parterres (software WinDes®).

6.5 Actuaciones urbanas en Benaguasil y Xàtiva

Los municipios valencianos de Benaguasil y Xàtiva pertenecen a un clima que se caracteriza por sus episodios de torrencialidad, con lluvias esporádicas y de gran intensidad y elevado riesgo de inundaciones, desertificación y sequía (zona climatológica C).

En ambas poblaciones se producen inundaciones en episodios de lluvias intensas, colapsando la red de saneamiento municipal, que en ambos casos es unitaria. Esto conlleva la propagación de aguas contaminadas y el consecuente vertido de las mismas en el medio receptor (río Turia en el caso de Benaguasil y río Albaida en Xàtiva). También se incrementa el consumo de energía en la depuración. Pero además, estos municipios también experimentan graves períodos de sequía.

Para hacer frente a esta problemática, se han llevado a cabo los proyectos Aquaval (Programa LIFE+, cofinanciación europea) y su continuación mediante el proyecto E²STORMED (Subvención Programa MED Unión Europea, liderado por la Universidad Politécnica de Valencia) en Benaguasil y Xàtiva.

El objetivo principal del proyecto Aquaval es seleccionar, aplicar y promover soluciones innovadoras para reducir los impactos de la cantidad y calidad de la escorrentía urbana mediante Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), respetando y mejorando las cualidades paisajísticas y urbanas de los municipios.

Esto se materializa en objetivos concretos como:

- Prevención de sobrevertidos del alcantarillado unitario con el fin de mejorar la calidad del agua del medio receptor.
- Prevención de inundaciones y reboses de la red de alcantarillado unitario en el casco urbano en episodios de lluvias intensas.
- Aportación de versatilidad a la infraestructura urbana ante los efectos del Cambio Climático.
- Reducción del consumo de energía eléctrica en la gestión del agua urbana (mediante la reducción de la cantidad de agua bombeada y tratada en estaciones depuradoras), y en edificios (instalación de cubiertas vegetadas).
- Disminución del efecto "Isla de Calor Urbano".
- Ahorro de agua potable mediante el aprovechamiento del agua de lluvia como recurso natural para el riego, limpieza de calles, etc.
- Promoción de la utilización de los Sistemas de Drenaje Sostenible como complemento a la práctica convencional en los países del Sur de Europa.
- Desarrollo de políticas municipales que integren aspectos medioambientales en la normativa urbanística y de gestión hídrica, contribuyendo al desarrollo sostenible.
- Creación de nuevos nichos de empleo y promoción de la diversificación industrial.

Posteriormente el proyecto E²STORMED (enero 2013-junio 2015), basado en los proyectos Aquaval y SWITCH (proyecto europeo que promueve la gestión integrada del ciclo urbano del agua), implementa el análisis y la monitorización del ahorro energético en el ciclo urbano del agua, con la finalidad de promover sistemas de drenaje urbano que mejoren sustancialmente el consumo energético en el ciclo integral del agua.

En la primera fase se obtienen datos sobre acerca de los beneficios, costes y consumo energético de las diferentes infraestructuras utilizadas en las estrategias de SUDS. En la segunda, se utilizan estos resultados como criterios económicos, energéticos, medioambientales, sociales, políticos y paisajísticos para escoger las estrategias más adecuadas.

Se crean Grupos de Trabajo Regional en Eficiencia Energética en el ciclo del Agua (GTREECA) para facilitar el intercambio de información y conclusiones sobre los casos de estudio, estimulando el crecimiento y desarrollo de la iniciativa, así como su comunicación y divulgación.

Actuaciones

En el marco de los mencionados proyectos Aquaval y E²STORMED se han construido, tanto en Benaguasil como en Xàtiva, una serie de intervenciones de demostración de gestión de aguas pluviales mediante SUDS, como complemento a la infraestructura existente.

Zonas de infiltración en Parque Costa de la Ermita (Proyecto Aquaval en Benaguasil)

El parque Costa de la Ermita está situado en la carretera de Benaguasil (Ermita Nuestra Señora de Montiel). Tras su remodelación, el parque ha reducido la cantidad de escorrentía y sedimentos que llegan hasta la avenida principal del casco urbano, evitando la inundación de garajes y casas que se producía por incapacidad de la red de alcantarillado municipal.

Se han construido tres zonas vegetadas conectadas entre sí, que retienen e infiltran el agua de escorrentía proveniente de la montaña. El agua acumulada se evacúa por evapotranspiración o infiltración al terreno, recargando el acuífero (1400 m³ anuales), evitando la sobresaturación de la red de saneamiento y depuradora (con el consecuente ahorro energético y económico), y evita el vertido del alcantarillado unitario en acequias y ríos.

RUTA DE LOS SUDS EN BENAGUASIL

Para fomentar el conocimiento de este enfoque sostenible a la gestión del agua de lluvia en las poblaciones, el Ayuntamiento ha divulgado la "Ruta de los SUDS en Benaguasil", un recorrido de unos 6 km que el tío Vuiso y sus amigos disfrutaron al menos una vez a la semana.



Figura 59. Ruta de los SUDS, Benaguasil.



Figura 60. Fotos y esquemas del Parque Costa de la Ermita en Benaguasil.

Aljibe en Centro polivalente de la juventud (Proyecto Aquaval en Benaguasil)

En el centro polivalente, situado en la Avenida de Montiel, se ha construido un aljibe para almacenamiento de agua pluvial y su aprovechamiento para usos que no requieren de agua potable (riego de jardines públicos y limpieza de la plaza). Esta iniciativa permite el ahorro de 43 m³ anuales de agua potable. La localización ha sido especialmente escogida por su carácter pedagógico, y se ha ejecutado con materiales y acabados que permitan la observación del recorrido del agua.

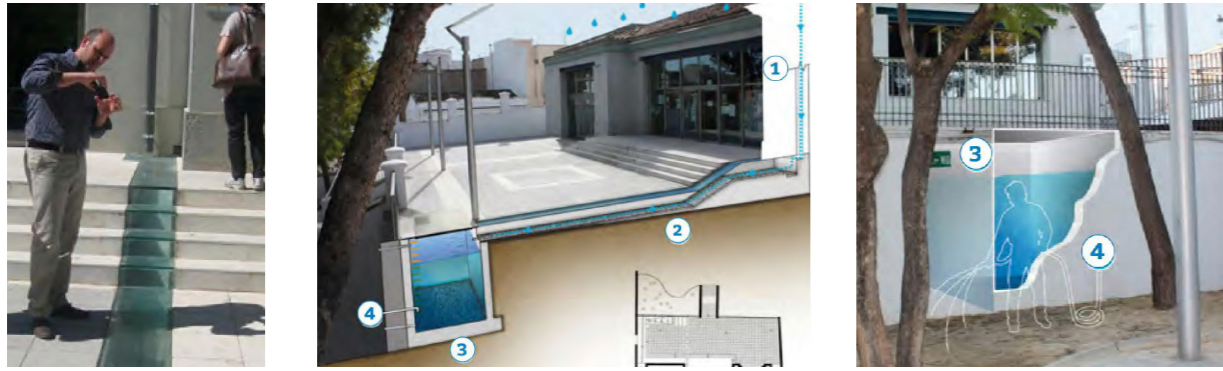


Figura 61. Fotos y esquemas de construcción de aljibe en Centro Polivalente en Benaguasil.

Depósito de retención en Polígono industrial "Les Eres" (Proyecto Aquaval en Benaguasil)

Esta actuación se lleva a cabo como un caso piloto demostrativo de reducción de escorrentía en instalaciones industriales y comerciales de grandes superficies impermeables. Se construye un depósito de retención en parque público, al que se derivan las aguas provenientes de parte de la cubierta y pavimento impermeable de una nave industrial adyacente. El depósito, con capacidad total para 115 m³, retiene e infiltra el agua en el terreno, recargando el acuífero. Ante episodios de lluvias intensas, el rebose de agua es conducido a la red de saneamiento municipal. Esta retención previa retrasa y dosifica el acceso del agua a la red de saneamiento, evitando inundaciones por saturación de la red y depuradora.



Figura 62. Construcción y esquemas de funcionamiento del depósito de retención.

Aparcamiento permeable (Proyecto Aquaval en Benaguasil)

Aparcamiento permeable de 800 m² para la nueva piscina cubierta municipal, promovido por el Ayuntamiento gracias al éxito de las prácticas previas del proyecto Aquaval.

El agua de lluvia se filtra y se trata a través del pavimento, para infiltrarse al terreno posteriormente.

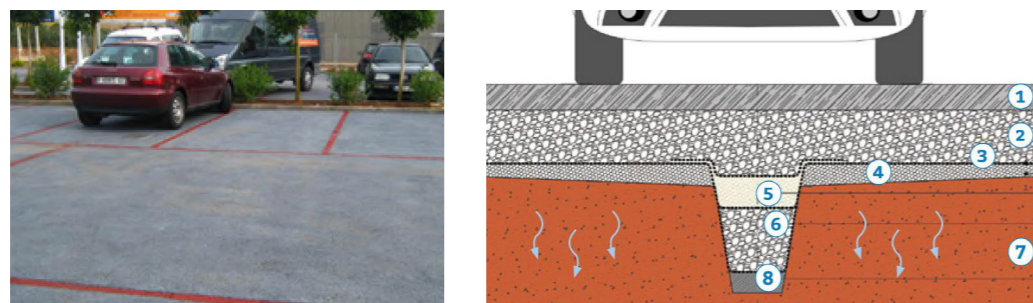


Figura 63. Imagen y esquema de aparcamiento con pavimento drenante de hormigón poroso.

Cubierta vegetada en Centro de Día (Proyecto E²STORMED en Benaguasil):

Transformación de 315 m² de la cubierta del Centro de Día del Ayuntamiento de Benaguasil, iniciativa enmarcada en el programa E²STORMED. La actuación se centra tanto en su construcción como en su monitorización térmica e hidráulica. Los primeros resultados muestran que en los días más calurosos del verano hay ahorros en el consumo eléctrico por la climatización del edificio del 15-20%.

Para asegurar la capacidad de drenaje del suelo, la nueva cubierta se compone de una mezcla de sustrato orgánico, grava volcánica y arena silíceo. Una barrera impermeable y una capa anti raíces protegen la estructura del forjado de la humedad y de las raíces de la vegetación, que es mezcla de especies vegetales resistentes a la sequía, rústicas, de vegetación perenne, con mínimos requisitos de mantenimiento e irrigación, y resistentes a un amplio rango de temperaturas.



Figura 64. Construcción de la cubierta y resultado final de la cubierta vegetada.

Balsa de detención en isleta de tráfico existente (Proyecto E²STORMED en Benaguasil)

Actuación comparativa de soluciones convencionales frente a soluciones basadas en SUDS para resolver las inundaciones que se producen en la calle Llíria.

La primera solución consiste en la construcción de un tanque de tormenta en la isleta de tráfico, mientras que la segunda aprovecha las oportunidades del entorno para construir una balsa de detención, infiltración y sedimentación en la isleta, conectado con un segundo depósito que se diseña en el anfiteatro del parque adyacente.

Los criterios de comparación son: el coste de la gestión del agua de lluvia, la energía consumida en esa gestión, las emisiones de carbono, los beneficios paisajísticos aportados por la solución y el potencial de éstas para promover la recarga del acuífero. La opción convencional obtiene una puntuación de 43 sobre 100, mientras que la solución basada en SUDS obtiene 81 puntos.

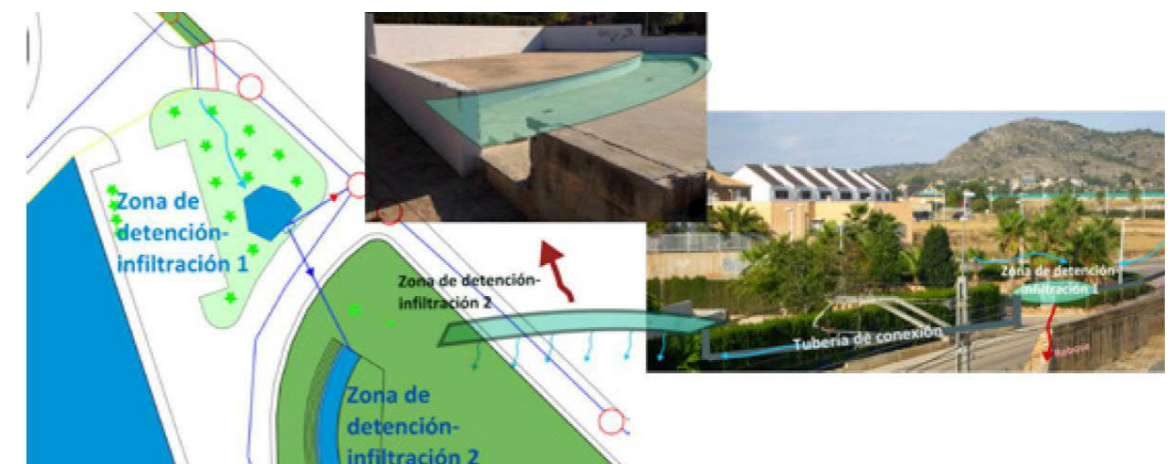


Figura 65. Construcción de balsa de detención en isleta de tráfico existente.

Ciudad del deporte, ronda norte y colegio público (Proyecto Aquaval en Xàtiva):

En la Ciudad del deporte se construye una cuneta vegetada que recoge el agua de escorrentía del sector nor-este de la Ciudad del Deporte y su calle adyacente, conduciéndola hacia una balsa de detención e infiltración que cuenta con una arqueta de rebose situada por debajo del nivel de la calle para episodios extremos de lluvia. Con esta intervención se aumenta la capacidad de drenaje del viario, se disminuye el caudal pico evacuado por la red de alcantarillado y se mejora la calidad del agua vertida al río Albaida.

En la Ronda Norte se construye una cuneta vegetada en el margen de la ronda norte de Xàtiva que recoge el agua de lluvia de los viarios adyacente. Se favorece la retención, filtrado y deposición de sedimentos del agua con estrategias como la sucesión de pequeños muros transversales, una suave pendiente y vegetación.

En el Colegio público Gonzalbes Vera se llevan a cabo tres actuaciones: se transforman 475 m² de cubierta convencional por una cubierta vegetada, se repavimenta una sección del patio con pavimento permeable y se dispone un aljibe para almacenar agua de lluvia para uso de riego y limpieza.

Las intervenciones tienen además una función didáctica, por lo que se habilita el acceso para escolares y visitantes, así como para labores de mantenimiento.



Figura 66. Cuneta vegetada en Ciudad del Deporte. Cuneta vegetada en Ronda Norte. Cubierta vegetada en colegio.

Resultados obtenidos

Todas las intervenciones se han equipado con la instrumentación adecuada para su supervisión y seguimiento, tanto de la cantidad como de la calidad de la escorrentía gestionada a lo largo del año hidrológico 2012-2013, que han permitido demostrar su efectividad.

La última etapa de Aquaval consistió en la redacción de un Plan de Gestión Sostenible de Pluviales para cada uno de los dos municipios, basados en la incorporación a nivel municipal de técnicas de drenaje sostenible y considerando los efectos del cambio climático.

Los logros alcanzados son:

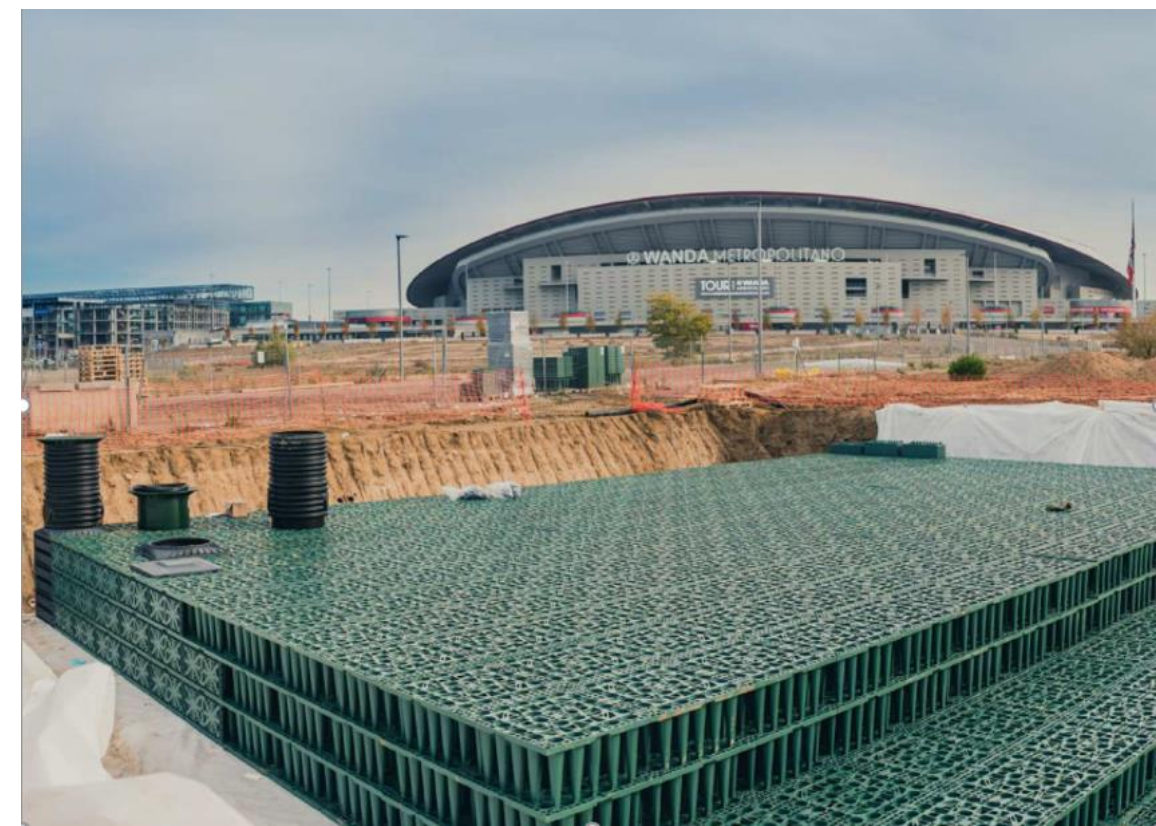
- Se evita, reduce o retrasa el vertido de la escorrentía a la red de saneamiento.
- Se evitan inundaciones y vertido de agua contaminada al medio receptor.
- Se fomenta la captación de agua pluvial para su reutilización.
- Se recargan los acuíferos, muy positivo en períodos de inundaciones y sequías.
- Se crean nuevos nichos de empleo a través de la contratación de empresas que ofrecen servicios de pavimentos permeables, cubiertas vegetadas y drenaje urbano sostenible.
- Se consigue la replicabilidad y transferibilidad de estrategias puestas en práctica en España y sur de Europa.

3.- PARQUE OLÍMPICO DE MADRID. ESTADIO WANDA METROPOLITANO

Se han construido cuatro depósitos de infiltración en el Parque Olímpico de Madrid. Estadio Wanda Metropolitano.

Se ha previsto convertir el terreno situado sobre el depósito en una zona ajardinada.

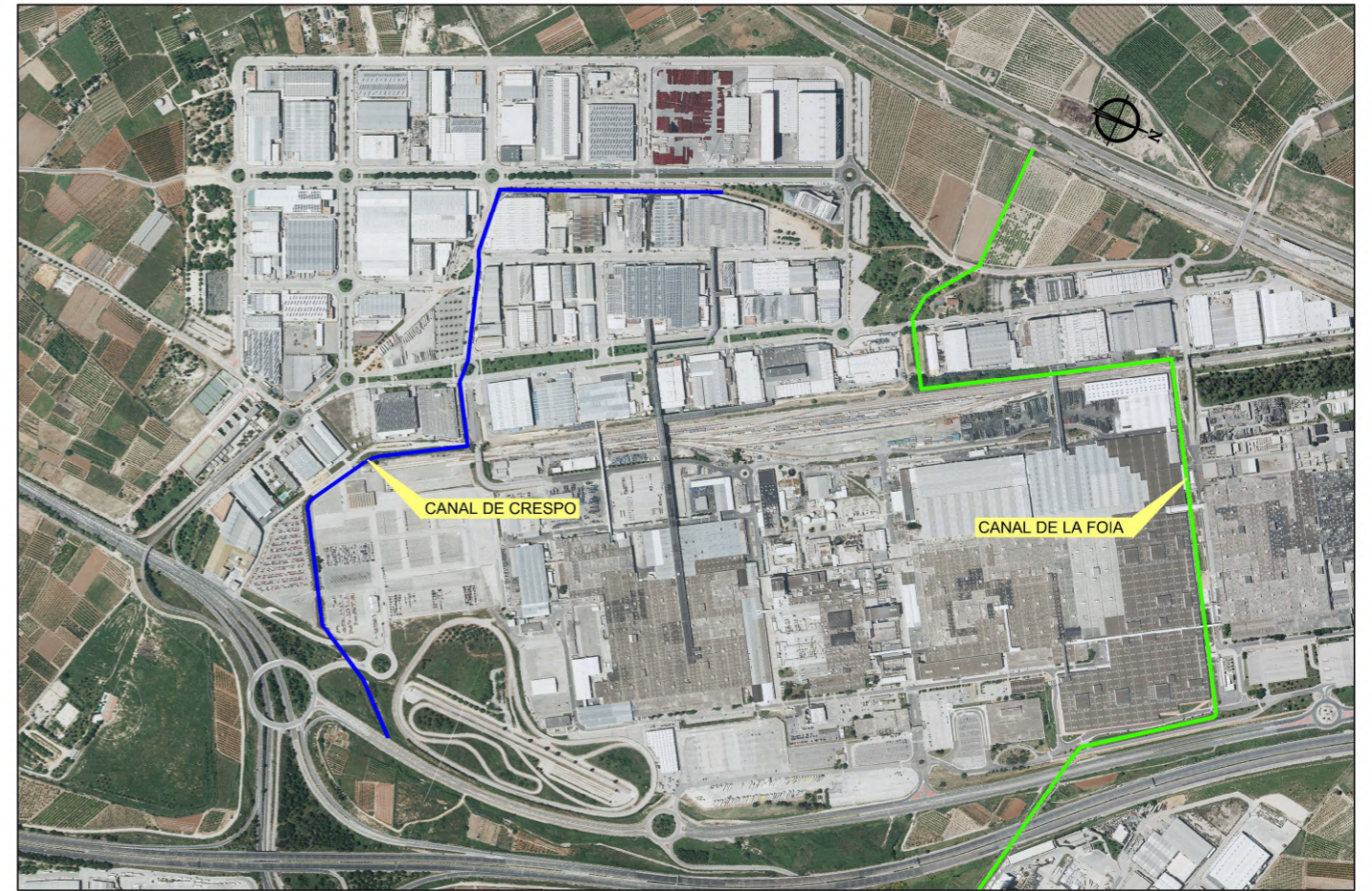
Proyecto	
Proyecto de Infiltración - Parque Olímpico de Madrid · Estadio Wanda Metropolitano	
Año	Noviembre 2018
Producto	Ecobloc Light, Ecobloc Maxx y Arquetas de entrada Vario 800 Flex
Aplicación	Infiltración
Capacidad de almacenamiento	500 m ³
Especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Depósitos infiltración Ecobloc Light de 200m³, 100m³ y otro de 55m³ respectivamente y 1 depósito Ecobloc Maxx de 145m³ • 1.857 Ecobloc Light y 624 Ecobloc Maxx • 7 Módulos de Arqueta Vario 800 Flex • Ratio de montaje: 35 m³/hora, 3 personas
Características de los depósitos.	



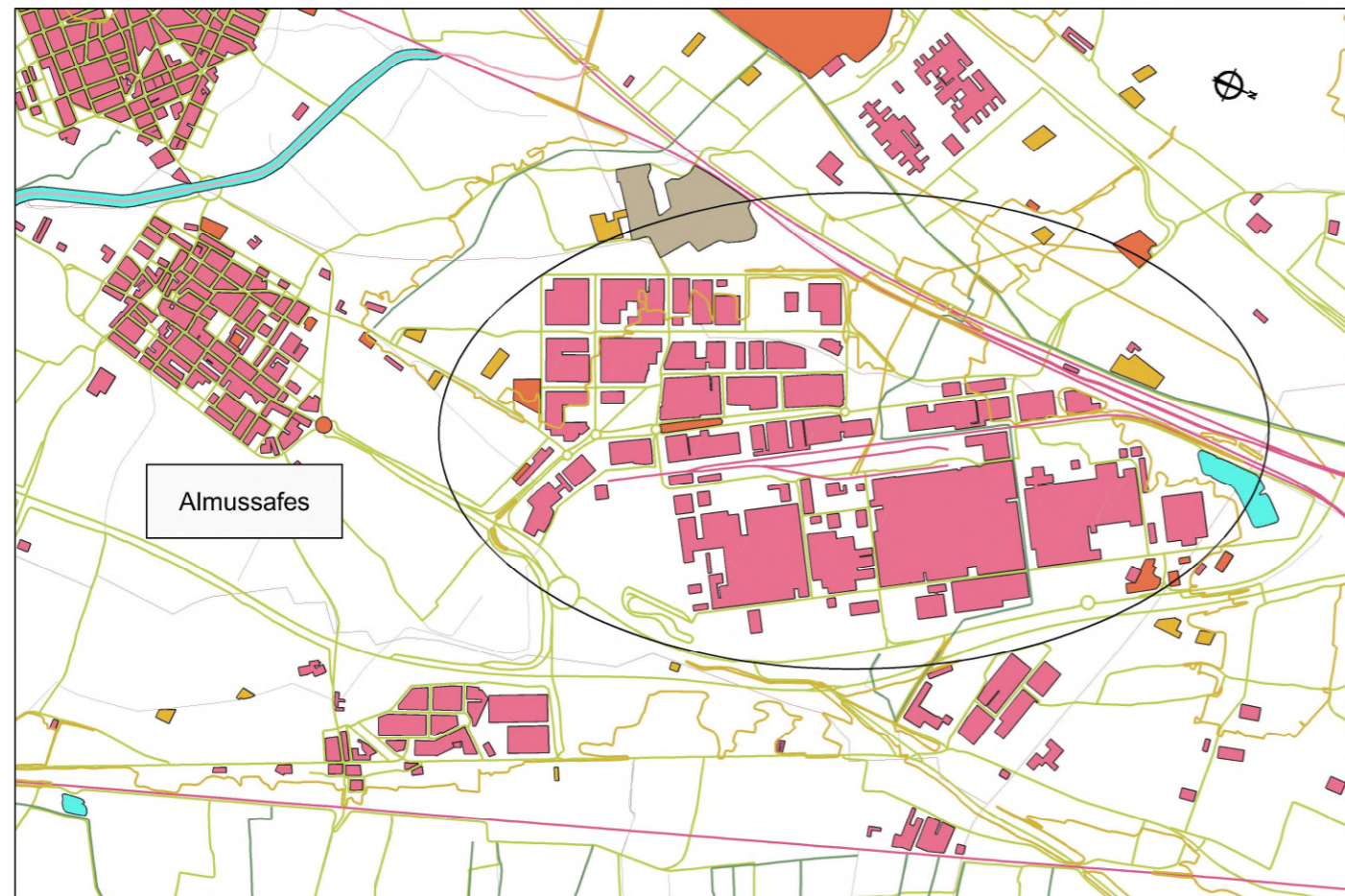
Durante la ejecución de las obras



Después de la construcción.

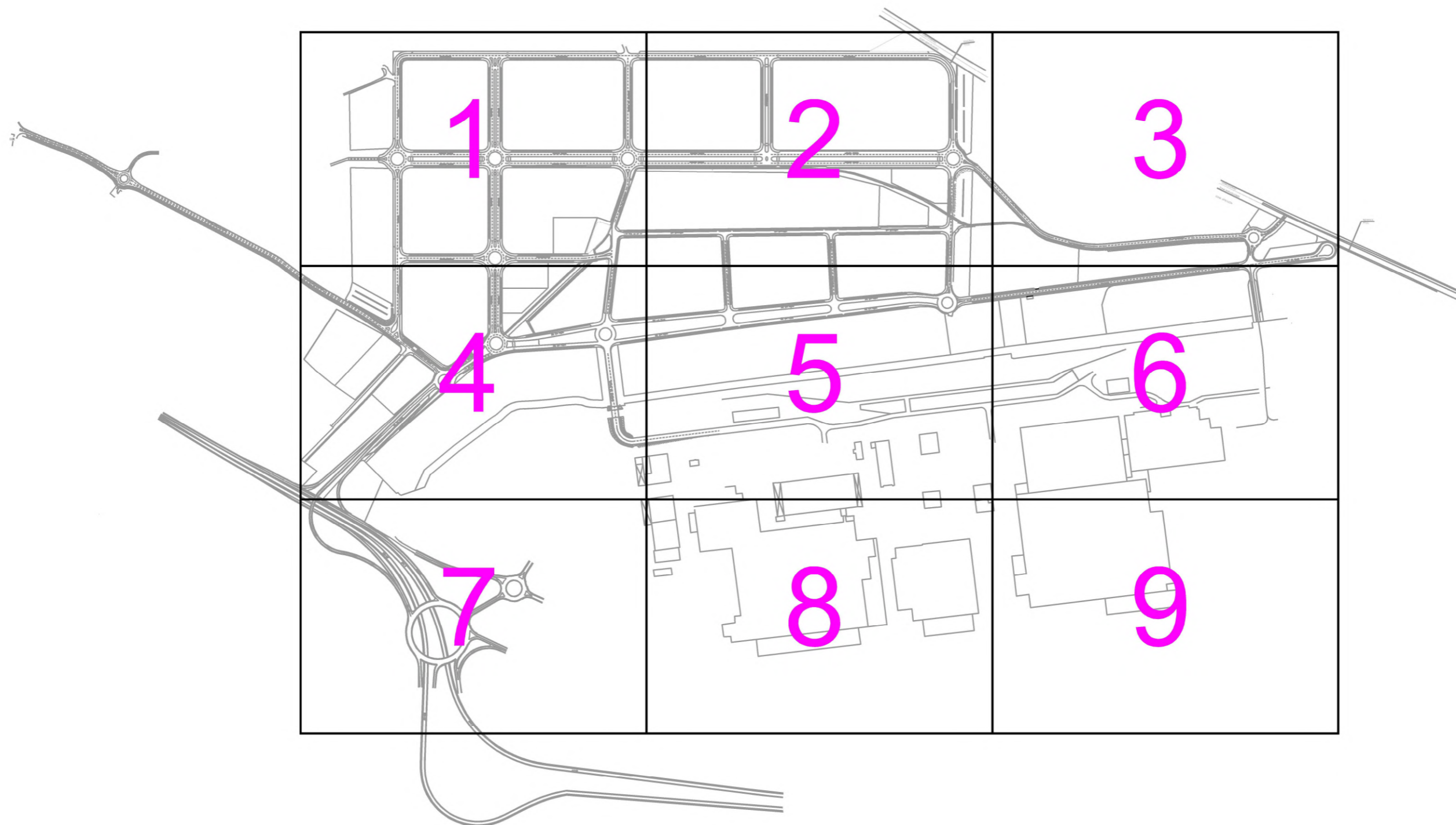


SITUACIÓN 1/30.000



LOCALIZACIÓN S/E





Promotor :



**Ajuntament
d'Almussafes**

Autores :



Jesús Parrilla Juste
+34 687 711 819
jparrilla@arinconsultores.es
<https://arinconsultores.es/contacto>

David Marco Ramos
+34 605 085 600
dmarco@arinconsultores.es
www.arinconsultores.es

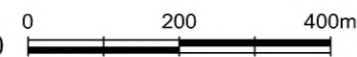
Título :

Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I
en el término municipal de Almussafes (Valencia)

ESCALA ORIGINAL: A3

ESCALA GRÁFICA:

1:10.000



PLANO:

Plano Director

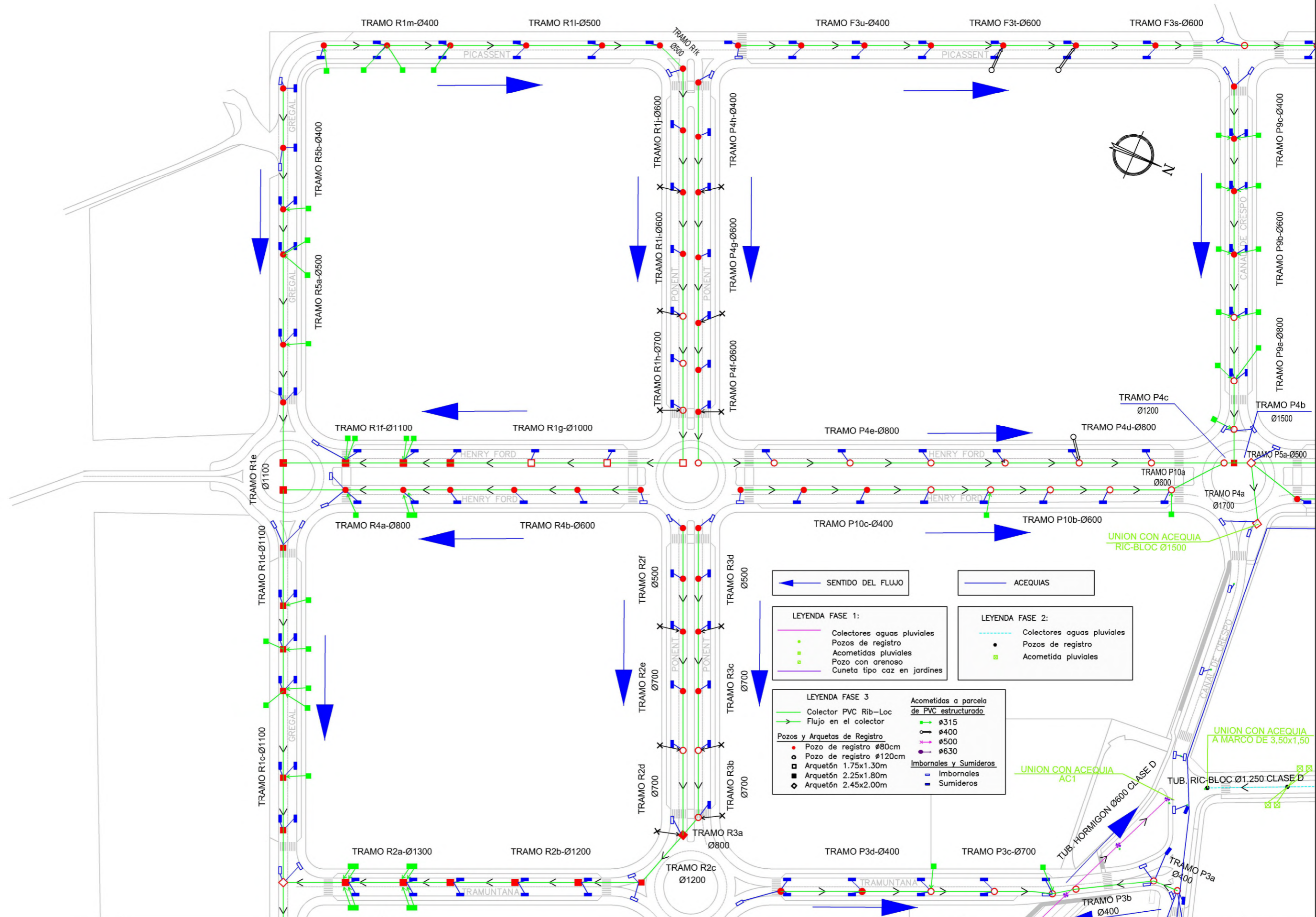
Nº PLANO:

1

HOJA 1 DE 1

FECHA:
MAYO 2021

REVISIÓN: 0



← SENTIDO DEL FLUJO
 — ACEQUIAS

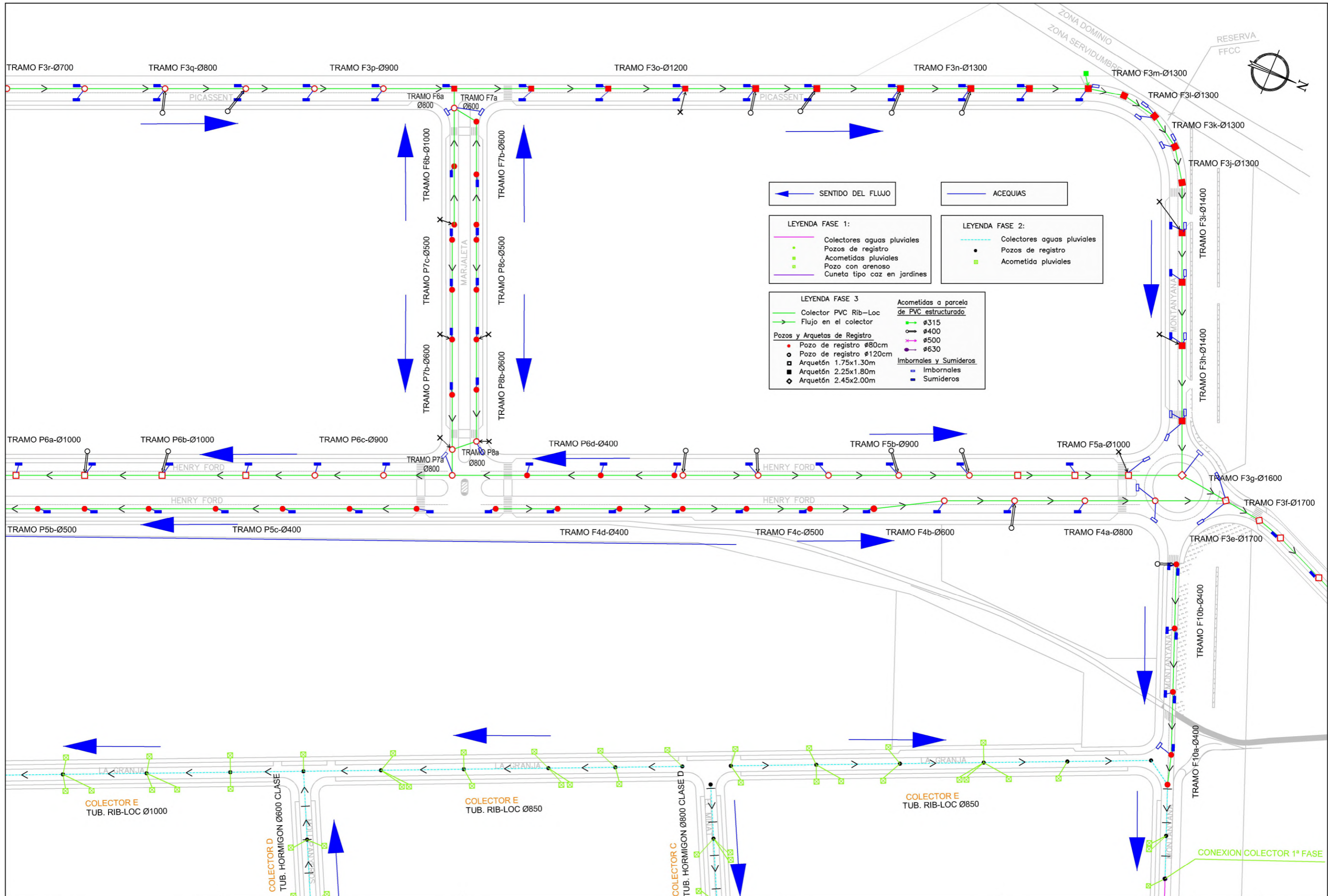
LEYENDA FASE 1:
 — Colectores aguas pluviales
 ● Pozos de registro
 ■ Acometidas pluviales
 □ Pozo con arenoso
 ◆ Cuneta tipo caz en jardines

LEYENDA FASE 2:
 — Colectores aguas pluviales
 ● Pozos de registro
 ■ Acometida pluviales

LEYENDA FASE 3:
 — Colector PVC Rib-Loc
 → Flujo en el colector
Pozos y Arquetas de Registro
 ● Pozo de registro Ø80cm
 ○ Pozo de registro Ø120cm
 □ Arquetón 1.75x1.30m
 ■ Arquetón 2.25x1.80m
 ◆ Arquetón 2.45x2.00m

Acometidas a parcela de PVC estructurado
 — Ø315
 — Ø400
 — Ø500
 — Ø630

Imbornales y Sumideros
 ■ Imbornales
 ■ Sumideros



← SENTIDO DEL FLUJO

— ACEQUIAS

LEYENDA FASE 1:

- Colectores aguas pluviales
- Pozos de registro
- Acometidas pluviales
- Pozo con arenoso
- Cuneta tipo caz en jardines

LEYENDA FASE 2:

- Colectores aguas pluviales
- Pozos de registro
- Acometida pluviales

LEYENDA FASE 3:

- Colector PVC Rib-Loc
- Flujo en el colector
- Pozos y Arquetas de Registro
- Pozo de registro Ø80cm
- Pozo de registro Ø120cm
- Arquetón 1.75x1.30m
- Arquetón 2.25x1.80m
- Arquetón 2.45x2.00m
- Acometidas a parcela de PVC estructurado
- Ø315
- Ø400
- Ø500
- Ø630
- Imbornales y Sumideros
- Imbornales
- Sumideros

Promotor:

Ajuntament d'Almussafes

Autores:

Jesús Parrilla Juste
+34 687 711 819
jparrilla@arinconsultores.es
<https://arinconsultores.es/contacto>

David Marco Ramos
+34 605 085 600
dmarco@arinconsultores.es
www.arinconsultores.es

Título:

Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I en el término municipal de Almussafes (Valencia)

ESCALA ORIGINAL: A3

ESCALA GRÁFICA:

1:2.000

PLANO:

Estado actual. Colectores de aguas pluviales.

Nº PLANO:

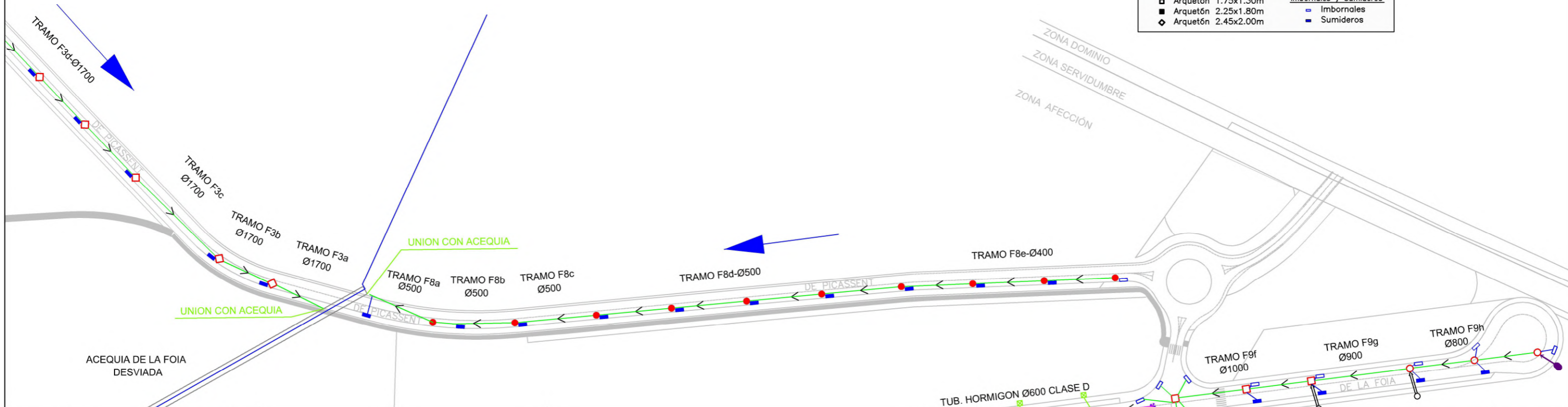
2

FECHA:

MAYO 2021

HOJA 2 DE 6

REVISIÓN: 0



← SENTIDO DEL FLUJO	— ACEQUIAS
LEYENDA FASE 1: Colectores aguas pluviales Pozos de registro Acometidas pluviales Pozo con arenoso Cuneta tipo caz en jardines	LEYENDA FASE 2: Colectores aguas pluviales Pozos de registro Acometida pluviales
LEYENDA FASE 3: Colector PVC Rib-Loc Flujo en el colector Pozos y Arquetas de Registro Pozo de registro Ø80cm Pozo de registro Ø120cm Arquetón 1.75x1.30m Arquetón 2.25x1.80m Arquetón 2.45x2.00m	Acometidas a parcela de PVC estructurado Ø315 Ø400 Ø500 Ø630 Imbornales y Sumideros Imbornales Sumideros

Promotor:

Ajuntament d'Almussafes

Autores:

Jesús Parrilla Juste +34 687 711 819 jparrilla@arinconsultores.es https://arinconsultores.es/contacto	David Marco Ramos +34 605 085 600 dmarco@arinconsultores.es www.arinconsultores.es
--	---

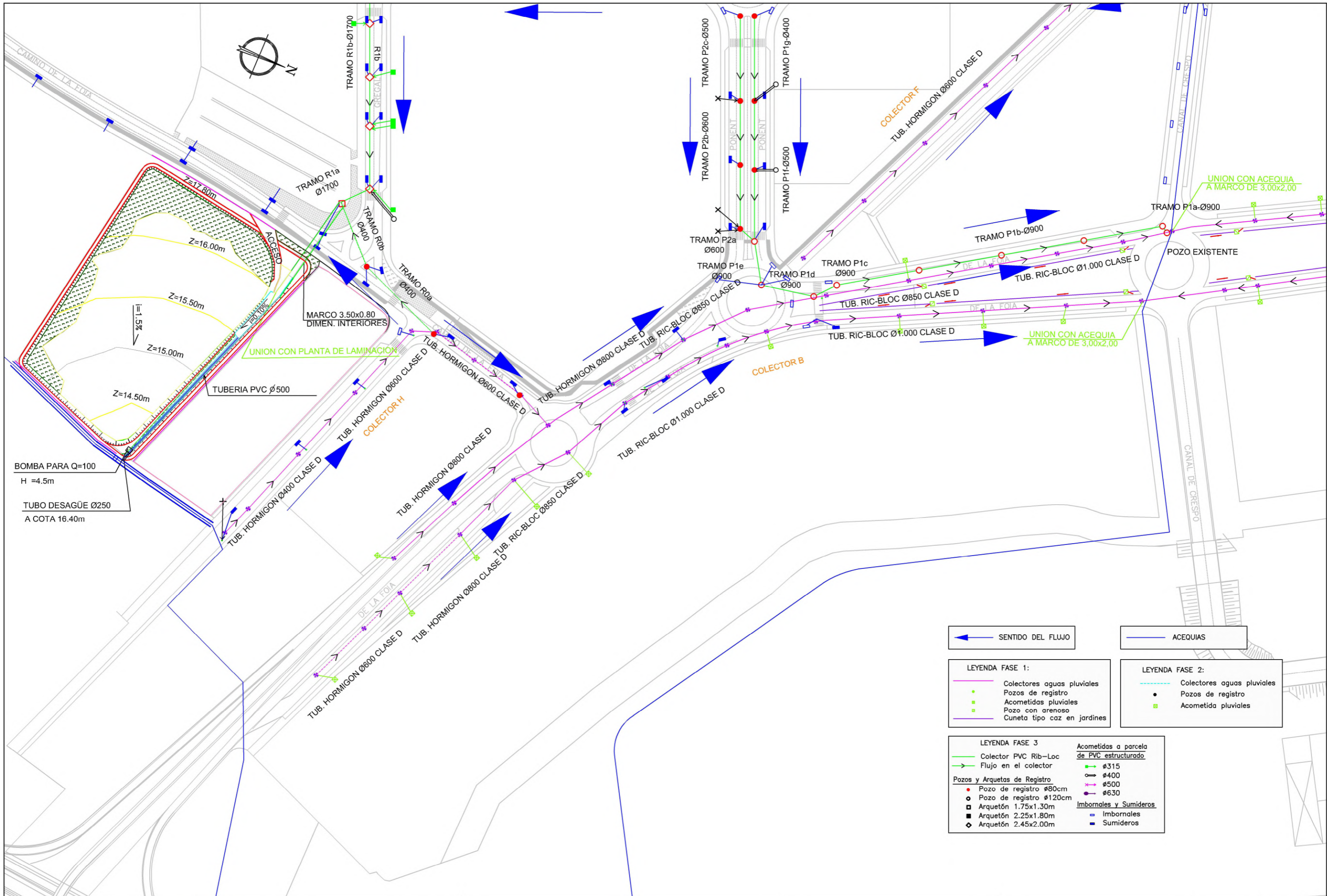
Título:

Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I en el término municipal de Almussafes (Valencia)

ESCALA ORIGINAL: A3
 ESCALA GRÁFICA:
 1:2.000

PLANO:
 Estado actual. Colectores de aguas pluviales.

Nº PLANO:	2	FECHA:	MAYO 2021
HOJA 3 DE 6		REVISIÓN:	0



BOMBA PARA Q=100
H =4.5m
TUBO DESAGÜE Ø250
A COTA 16.40m

← SENTIDO DEL FLUJO

— ACEQUIAS

LEYENDA FASE 1:

- Colectores aguas pluviales
- Pozos de registro
- Acometidas pluviales
- Pozo con arenoso
- Cuneta tipo caz en jardines

LEYENDA FASE 2:

- Colectores aguas pluviales
- Pozos de registro
- Acometida pluviales

LEYENDA FASE 3

Colector PVC Rib-Loc
Flujo en el colector

Pozos y Arquetas de Registro

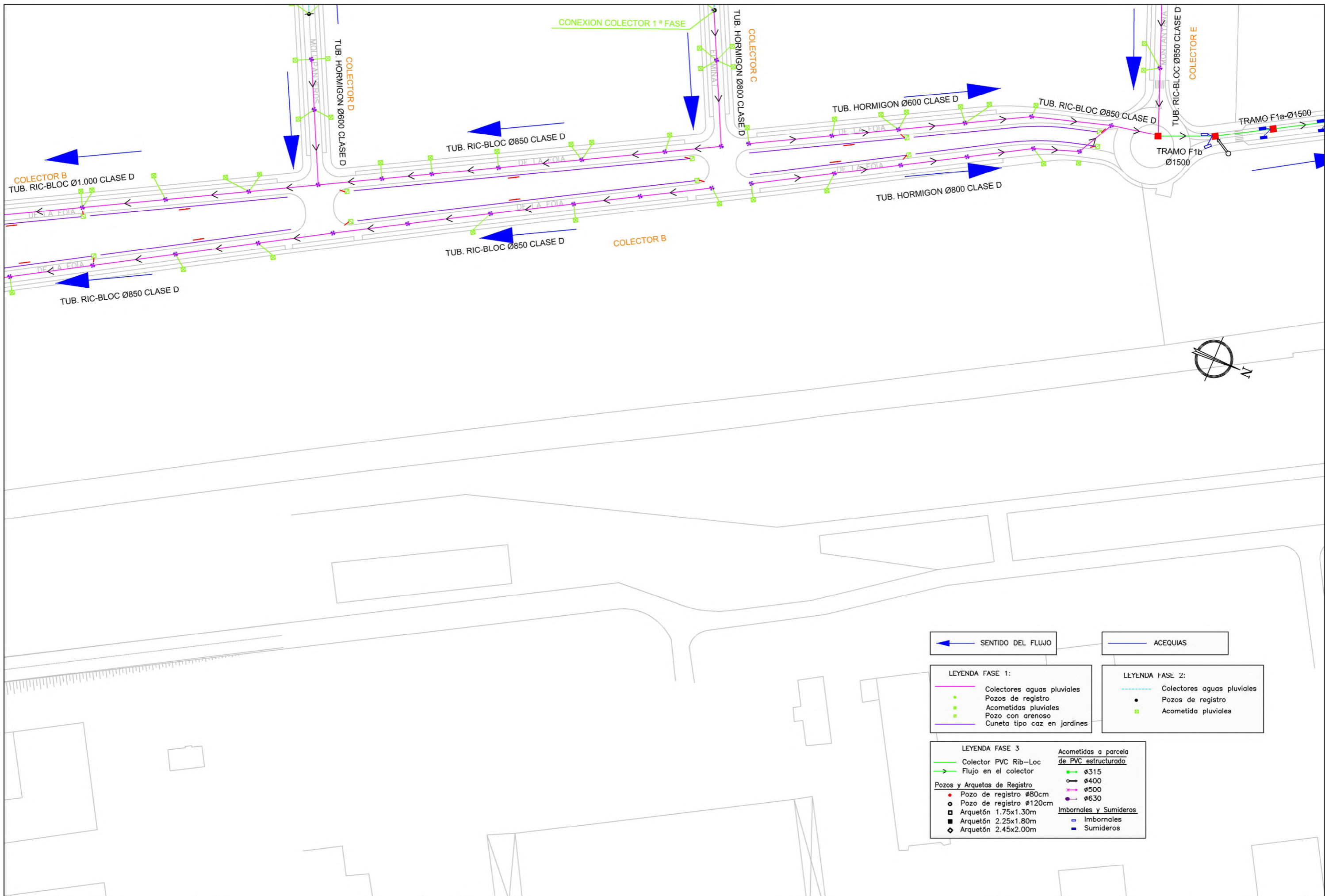
- Pozo de registro Ø80cm
- Pozo de registro Ø120cm
- Arquetón 1.75x1.30m
- Arquetón 2.25x1.80m
- Arquetón 2.45x2.00m

Acometidas a parcela de PVC estructurado

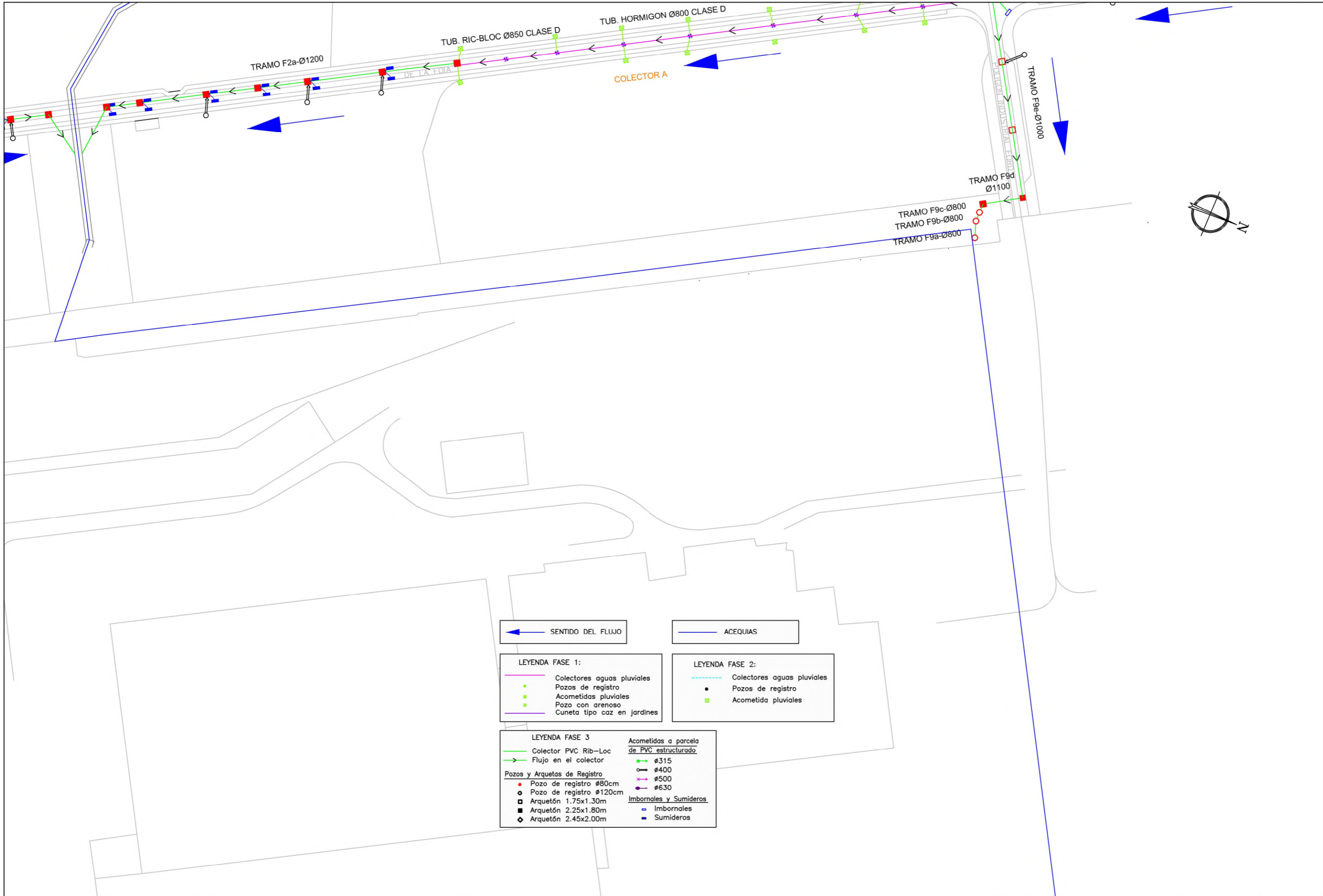
- Ø315
- Ø400
- Ø500
- Ø630

Imbornales y Sumideros

- Imbornales
- Sumideros



SENTIDO DEL FLUJO	ACEQUIAS
LEYENDA FASE 1: Colectores aguas pluviales Pozos de registro Acometidas pluviales Pozo con arenoso Cuneta tipo caz en jardines	LEYENDA FASE 2: Colectores aguas pluviales Pozos de registro Acometida pluviales
LEYENDA FASE 3: Colector PVC Rib-Loc Flujo en el colector Pozos y Arquetas de Registro Pozo de registro Ø80cm Pozo de registro Ø120cm Arquetón 1.75x1.30m Arquetón 2.25x1.80m Arquetón 2.45x2.00m	Acometidas a parcela de PVC estructurado Ø315 Ø400 Ø500 Ø630 Imbornales y Sumideros Imbornales Sumideros



← SENTIDO DEL FLUJO — ACEQUIAS

LEYENDA FASE 1:

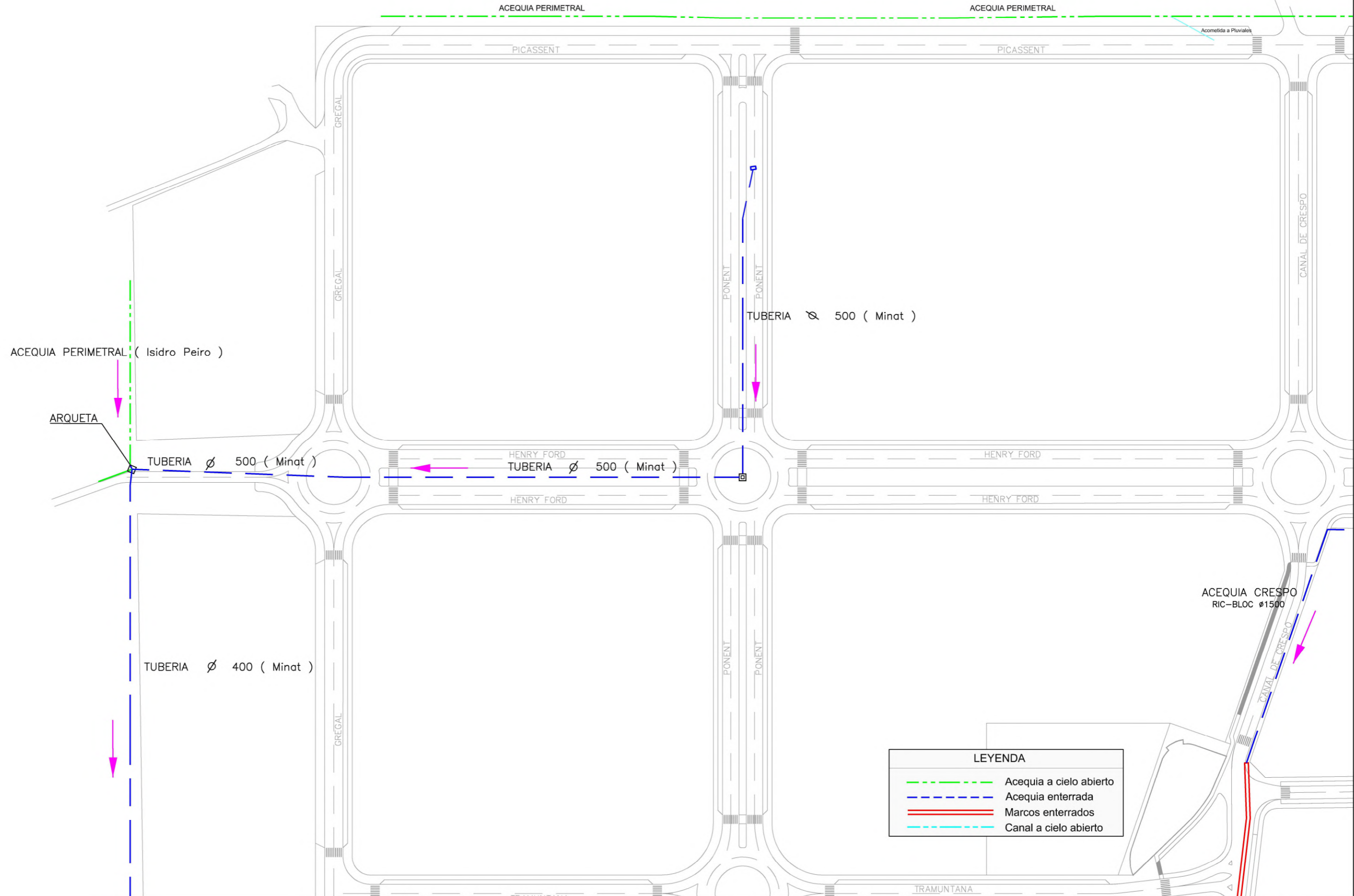
- Colectores aguas pluviales
- Pozos de registro
- Acometidas pluviales
- Pozo con arenoso
- Cuneta tipo caz en jardines

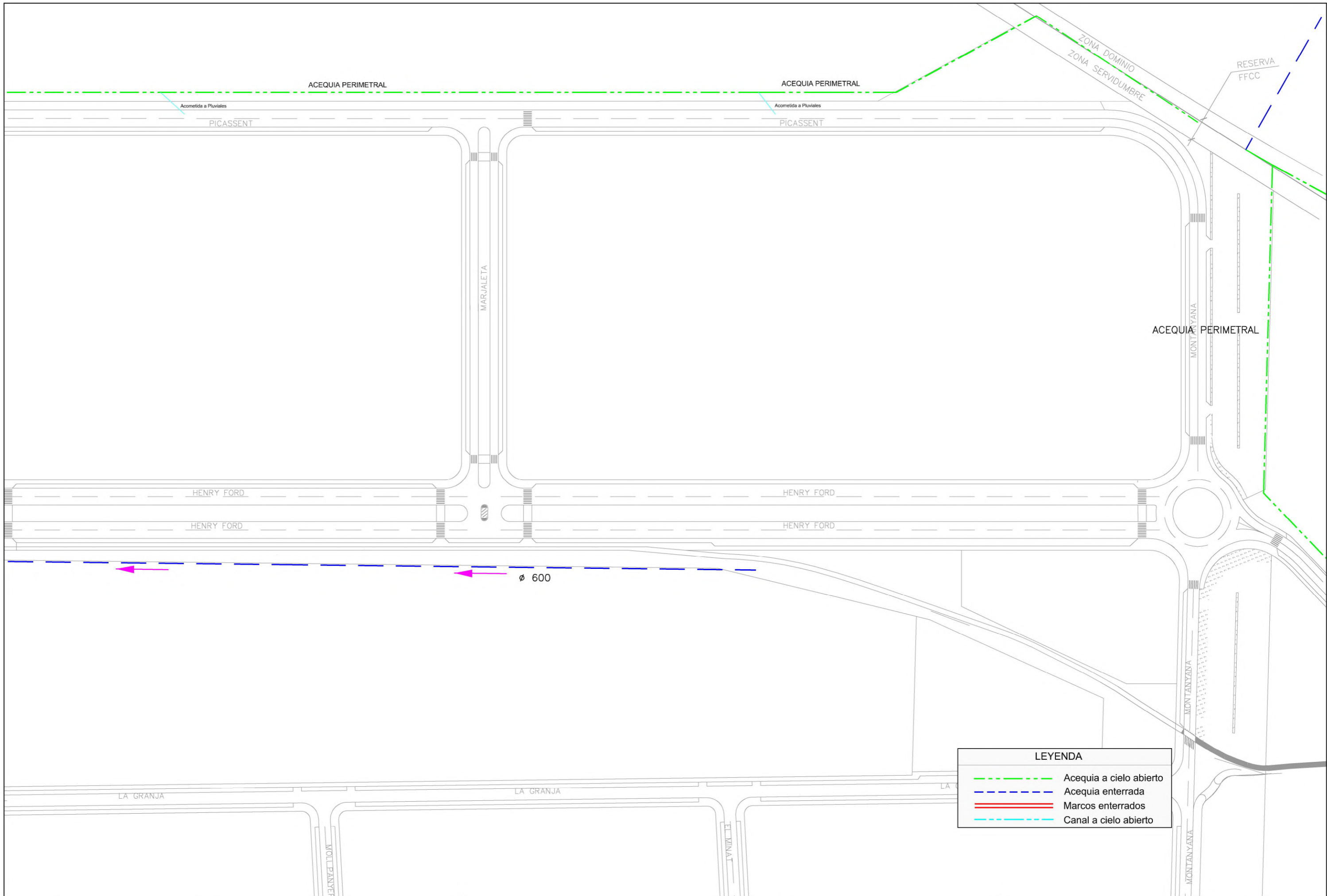
LEYENDA FASE 2:

- Colectores aguas pluviales
- Pozos de registro
- Acometida pluviales

LEYENDA FASE 3

— Colector PVC Rib-Loc	Acometidas a parcela de PVC estructurado
→ Flujo en el colector	— Ø315
	— Ø400
	— Ø500
	— Ø630
Pozos y Arquetas de Registro	Imbornales y Sumideros
● Pozo de registro Ø80cm	— Imbornales
○ Pozo de registro Ø120cm	■ Sumideros
■ Arquetón 1.75x1.30m	
■ Arquetón 2.25x1.80m	
◆ Arquetón 2.45x2.00m	





LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto

Promotor:

Ajuntament d'Almussafes

Autores:

	Jesús Parilla Juste +34 687 711 819 jparrilla@arinconsultores.es https://arinconsultores.es/contacto	David Marco Ramos +34 605 085 600 dmarco@arinconsultores.es www.arinconsultores.es
--	---	---

Título:

Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I en el término municipal de Almussafes (Valencia)

ESCALA ORIGINAL: A3 ESCALA GRÁFICA:

1:2.000

PLANO:

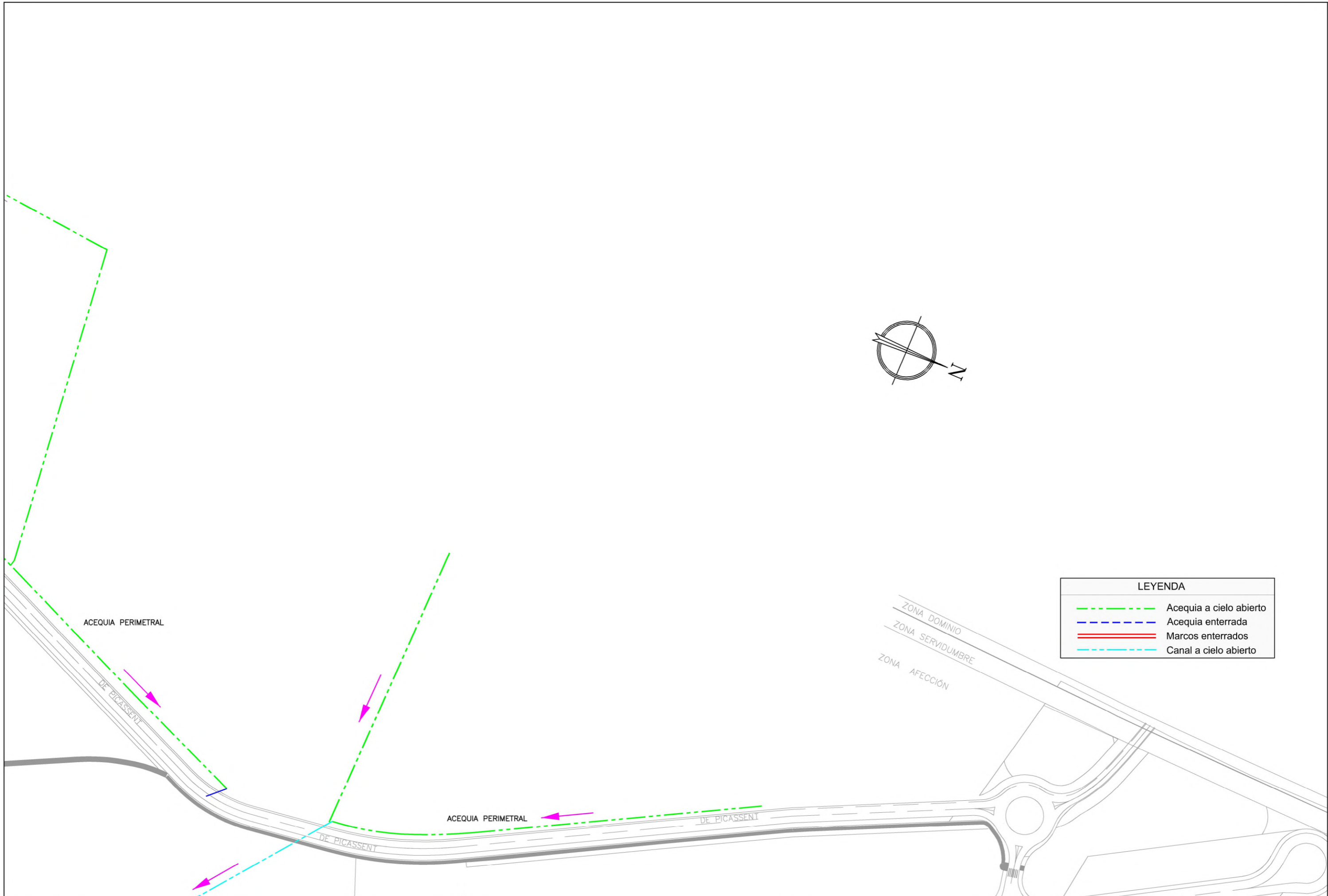
Estado actual. Acequias.

Nº PLANO: **3**

HOJA 2 DE 9

FECHA: MAYO 2021

REVISIÓN: 0



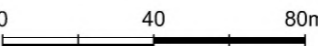
LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto

Promotor :  **Ajuntament d'Almussafes**

Autores :  Jesús Parilla Juste
 +34 687 711 819
 jparrilla@arinconsultores.es
<https://arinconsultores.es/contacto>

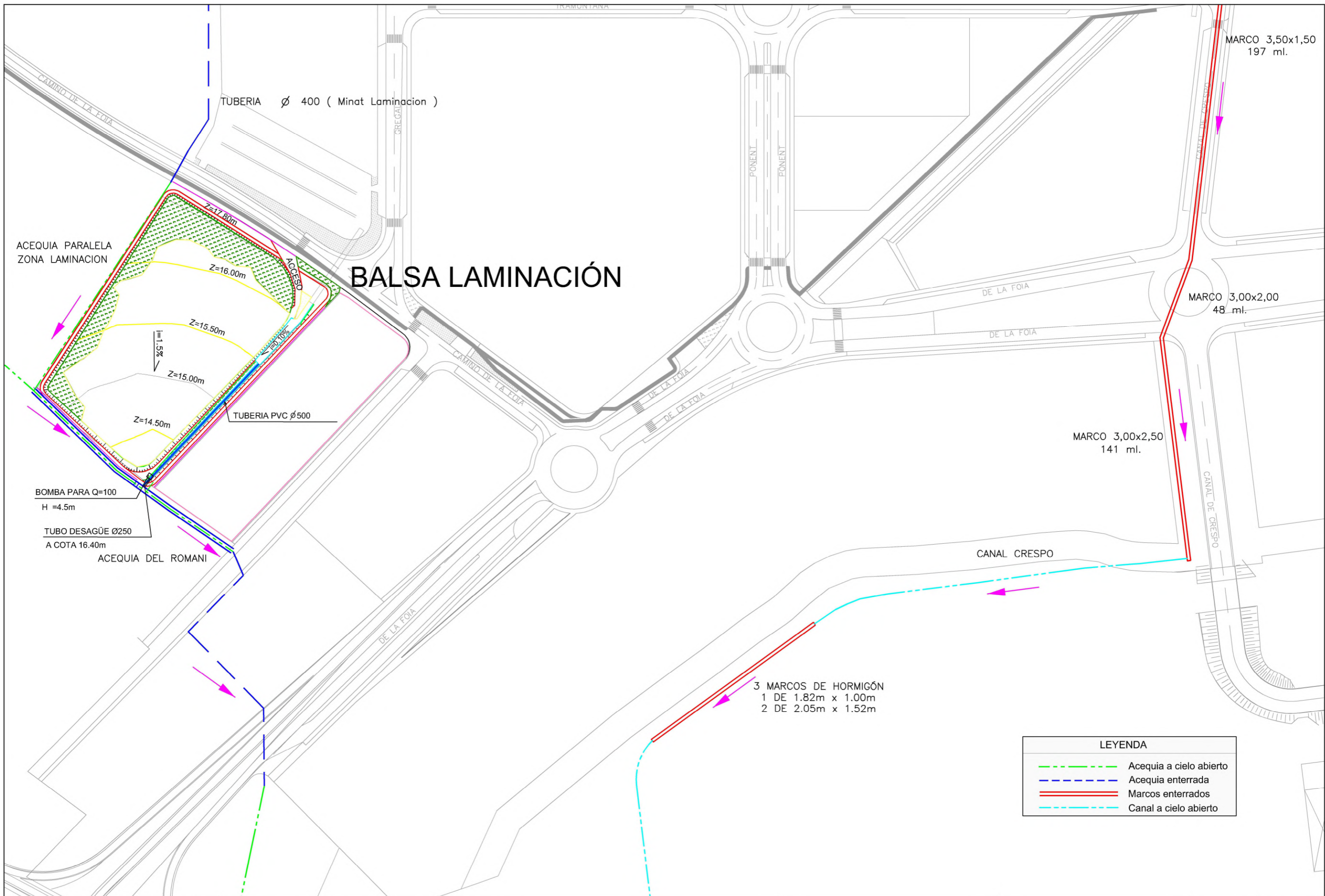
David Marco Ramos
 +34 605 085 600
 dmarco@arinconsultores.es
 www.arinconsultores.es

Título :
 Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I
 en el término municipal de Almussafes (Valencia)

ESCALA ORIGINAL: A3 ESCALA GRABADA:
 1:2.000 

PLANO:
 Estado actual. Acequias.

Nº PLANO: 3	FECHA: MAYO 2021
HOJA 3 DE 9	REVISIÓN: 0



BALSA LAMINACIÓN

ACEQUIA PARALELA
ZONA LAMINACION

TUBERIA Ø 400 (Minat Laminacion)

MARCO 3,50x1,50
197 ml.

MARCO 3,00x2,00
48 ml.

MARCO 3,00x2,50
141 ml.

CANAL CRESPO

3 MARCOS DE HORMIGÓN
1 DE 1.82m x 1.00m
2 DE 2.05m x 1.52m

LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto

BOMBA PARA Q=100
H =4.5m

TUBO DESAGÜE Ø250
A COTA 16.40m

ACEQUIA DEL ROMANI

TUBERIA PVC Ø500

Z=15.00m

Z=15.50m

Z=16.00m

Z=17.80m

Z=14.50m

i=10%

ACCESO

Promotor : **Ajuntament d'Almussafes**

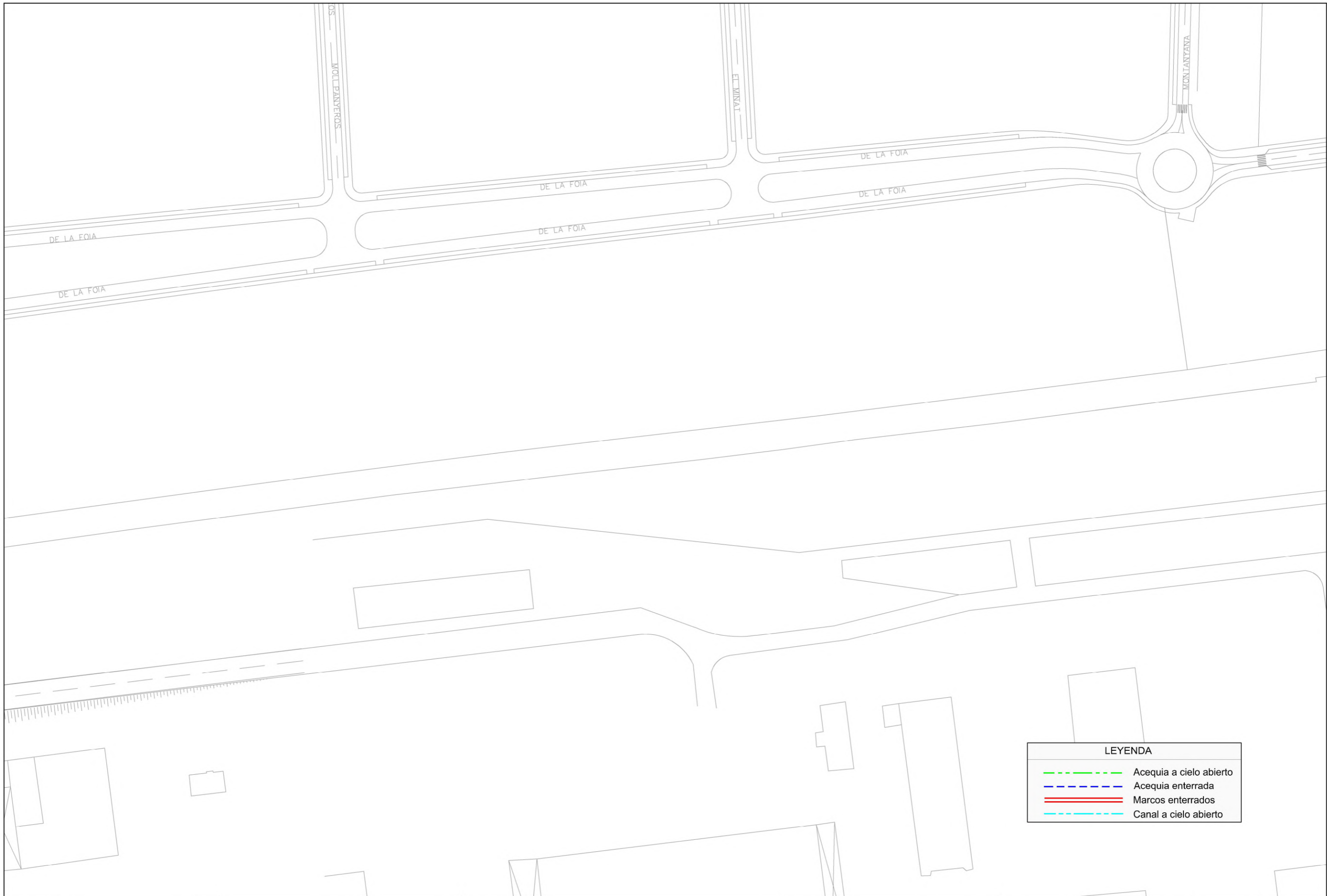
Autores : **ARIN**
 Jesús Parilla Juste +34 687 711 819 jparrilla@arinconsultores.es
 David Marco Ramos +34 605 085 600 dmarco@arinconsultores.es
<https://arinconsultores.es/contacto> www.arinconsultores.es


Título :
 Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I en el término municipal de Almussafes (Valencia)

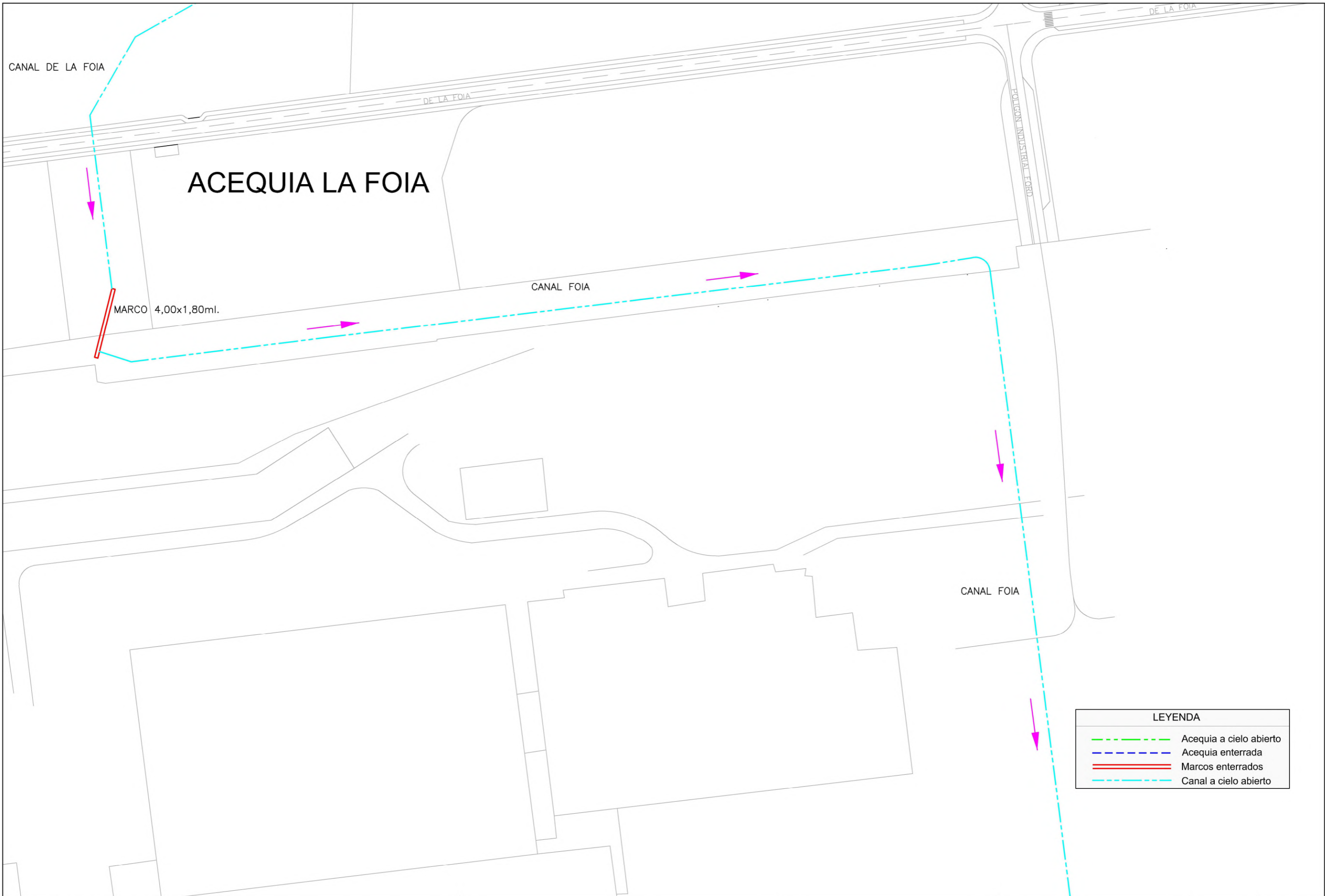
ESCALA ORIGINAL: A3 ESCALA GRÁFICA:
 1:2.000

PLANO:
 Estado actual. Acequias.

Nº PLANO: **3**
 HOJA 4 DE 9
 FECHA: MAYO 2021
 REVISIÓN: 0



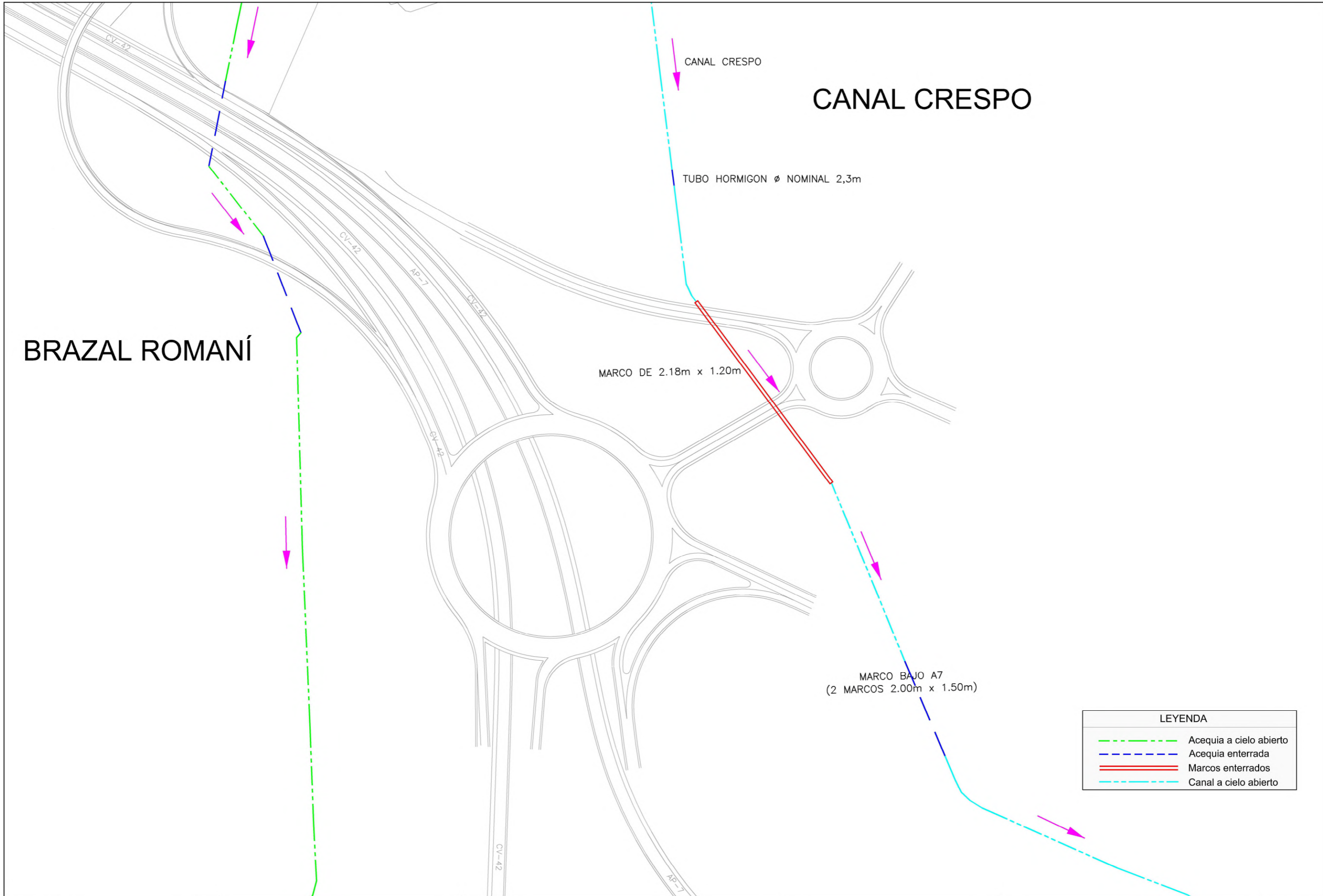
LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto



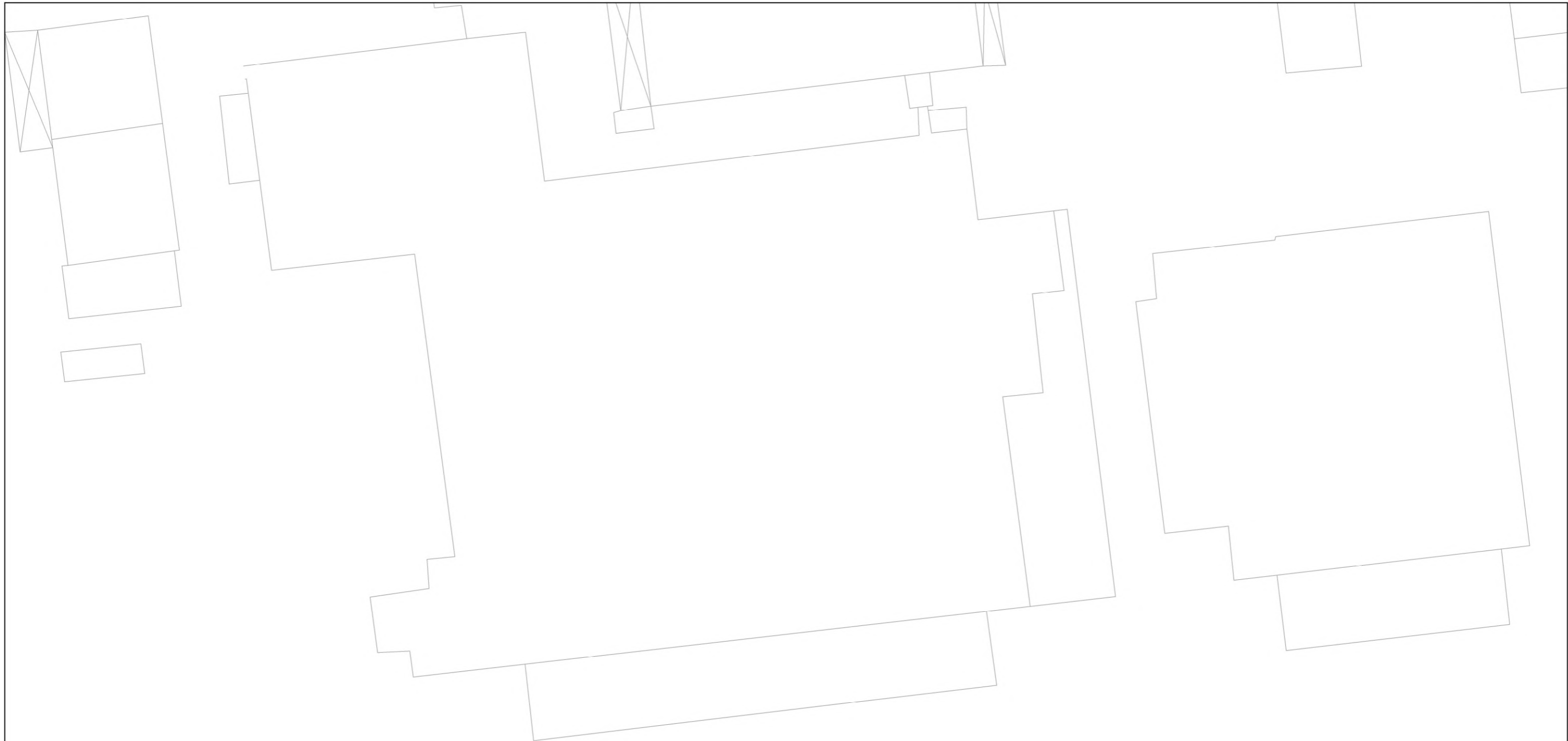
LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto


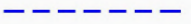


BRAZAL ROMANÍ

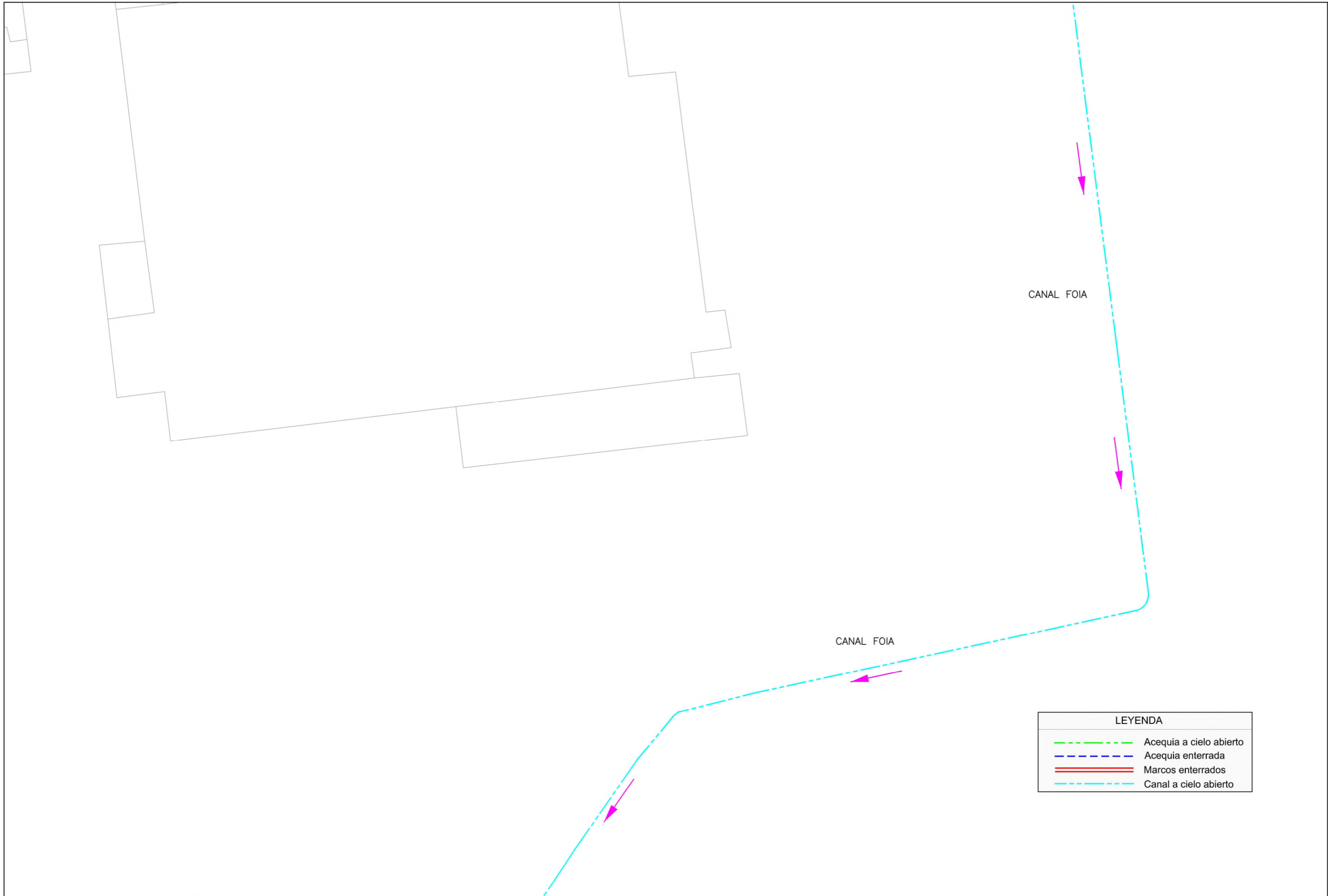
CANAL CRESPO



LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto



LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto



CANAL FOIA

CANAL FOIA

LEYENDA	
	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marcos enterrados
	Canal a cielo abierto

Promotor:

Ajuntament d'Almussafes

Autores:

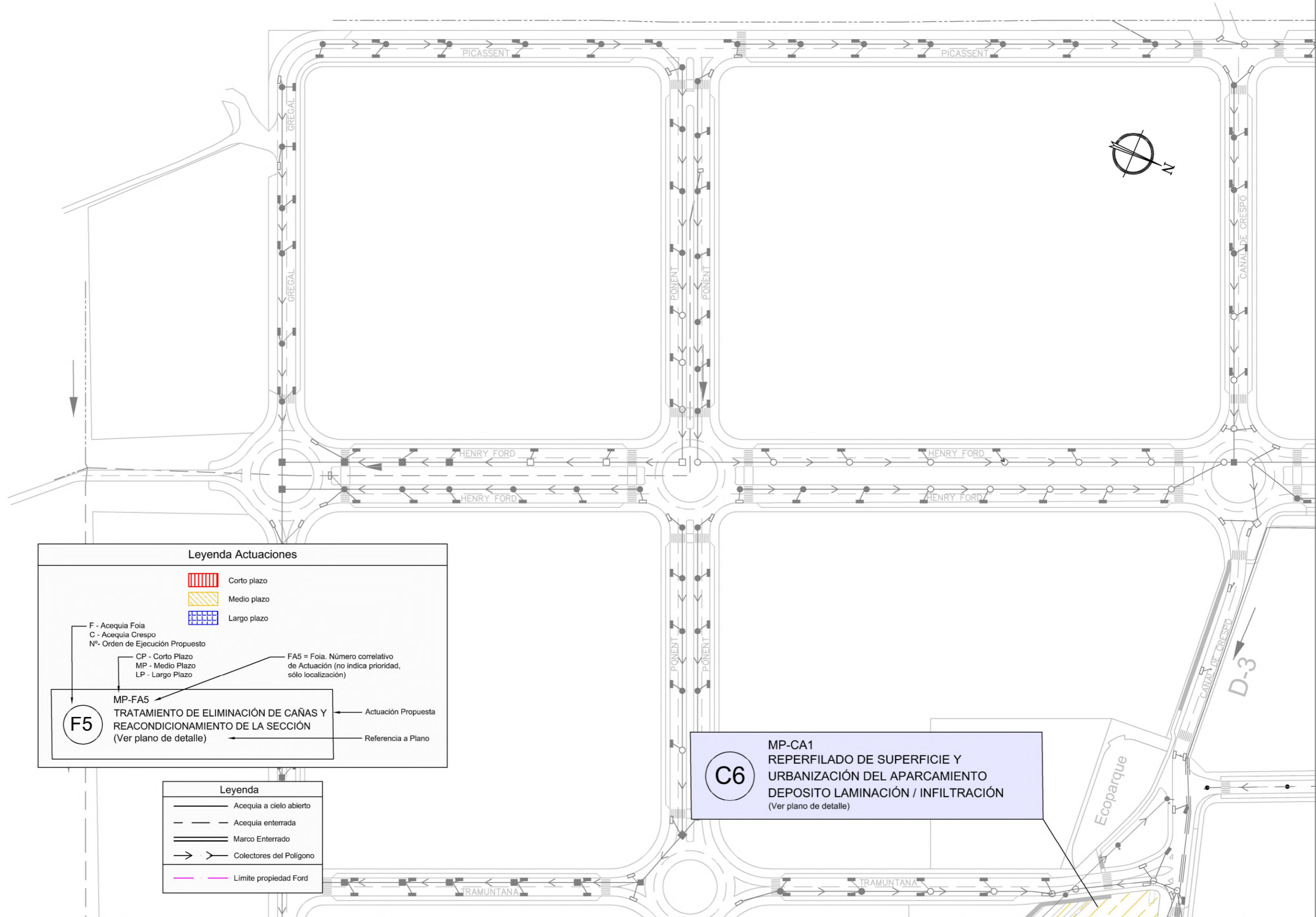
	Jesús Parilla Juste +34 687 711 819 jparrilla@arinconsultores.es https://arinconsultores.es/contacto	David Marco Ramos +34 605 085 600 dmarco@arinconsultores.es www.arinconsultores.es
--	---	---

Título:
Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I en el término municipal de Almussafes (Valencia)

ESCALA ORIGINAL: A3 ESCALA GRÁFICA:
1:2.000

PLANO:
Estado actual. Acequias.

Nº PLANO: 3	FECHA: MAYO 2021
HOJA 9 DE 9	REVISIÓN: 0



Leyenda Actuaciones

Corto plazo
 Medio plazo
 Largo plazo

F - Acequia Foia
 C - Acequia Crespo
 N°- Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
 MP - Medio Plazo
 LP - Largo Plazo

FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5

MP-FA5

TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
(Ver plano de detalle)

Actuación Propuesta

Referencia a Plano

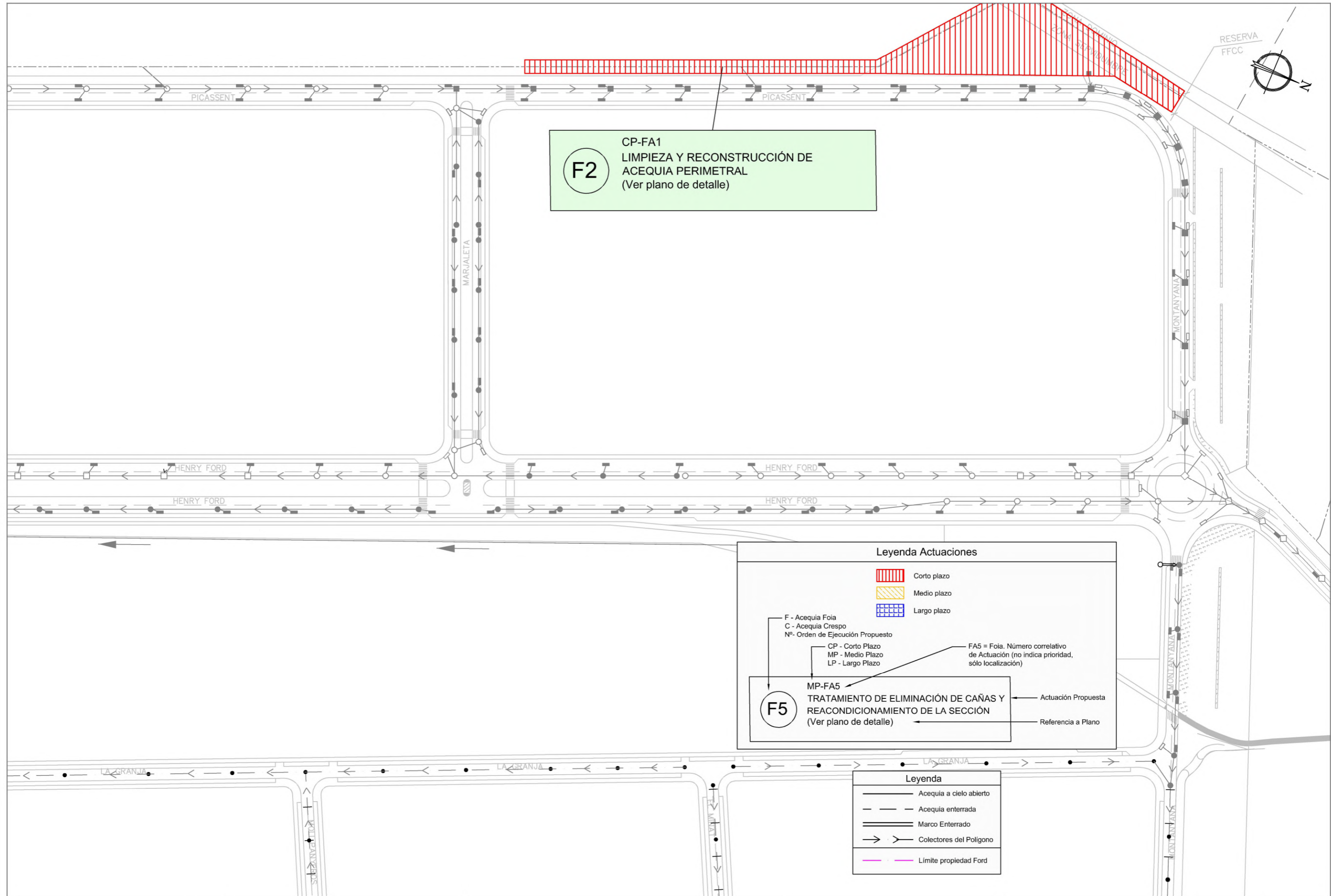
Leyenda

——— Acequia a cielo abierto
 - - - Acequia enterrada
 = = = Marco Enterrado
 → → Colectores del Polígono
 ——— Limite propiedad Ford

C6

MP-CA1

REPERFILADO DE SUPERFICIE Y URBANIZACIÓN DEL APARCAMIENTO DEPOSITO LAMINACIÓN / INFILTRACIÓN
(Ver plano de detalle)



F2 CP-FA1
 LIMPIEZA Y RECONSTRUCCIÓN DE
 ACEQUIA PERIMETRAL
 (Ver plano de detalle)

Leyenda Actuaciones

Corto plazo
 Medio plazo
 Largo plazo

F - Acequia Foia
 C - Acequia Crespo
 N° - Orden de Ejecución Propuesto
 CP - Corto Plazo
 MP - Medio Plazo
 LP - Largo Plazo

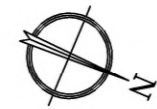
FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5 MP-FA5
 TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y
 REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
 (Ver plano de detalle)

← Actuación Propuesta
 ← Referencia a Plano

Leyenda

— Acequia a cielo abierto
 - - - Acequia enterrada
 = = = Marco Enterrado
 → Colectores del Poligono
 — Límite propiedad Ford



Leyenda Actuaciones

	Corto plazo
	Medio plazo
	Largo plazo

F - Acequia Foia
 C - Acequia Crespo
 N°. Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
 MP - Medio Plazo
 LP - Largo Plazo

FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5

MP-FA5

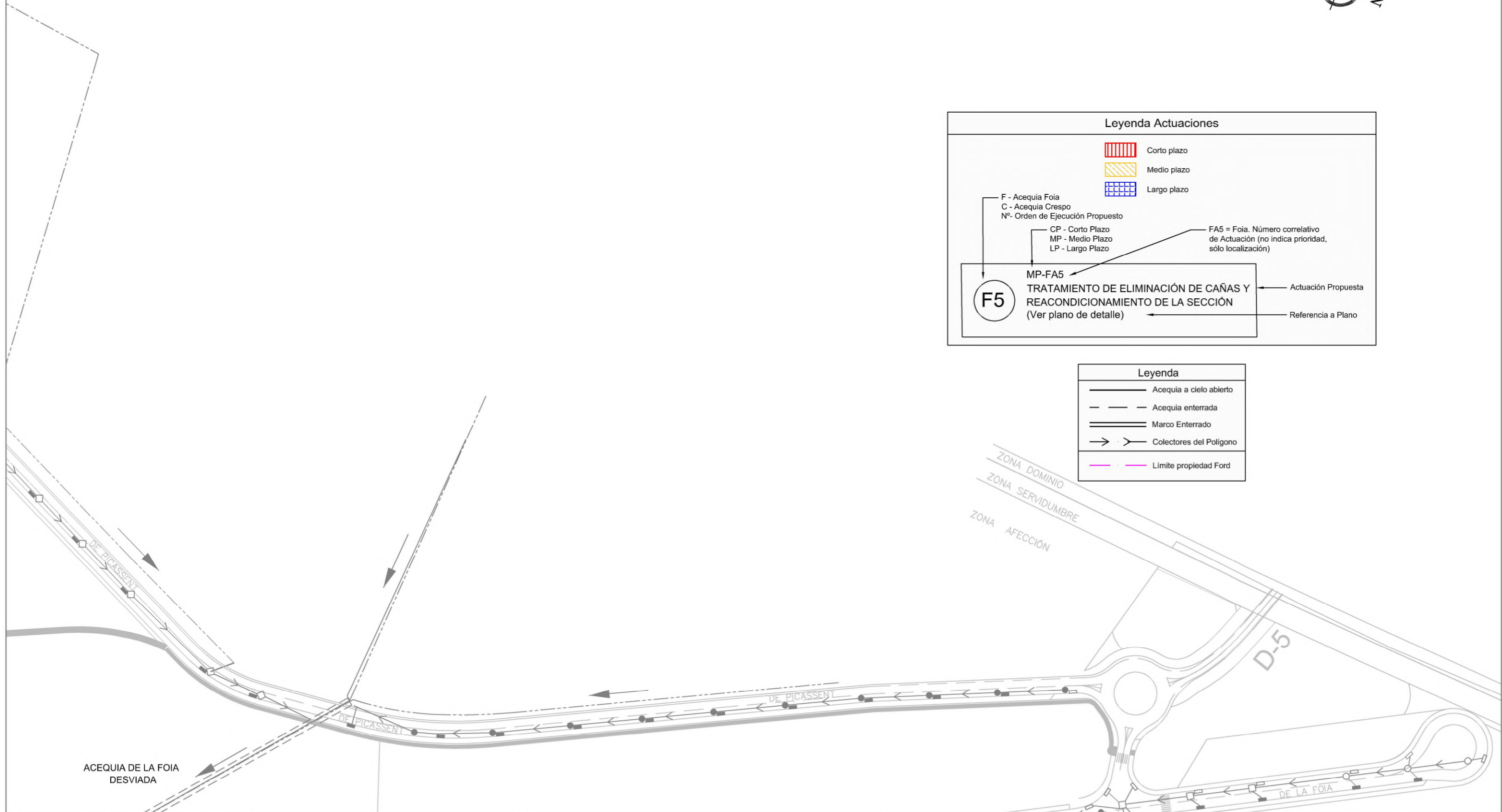
TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN

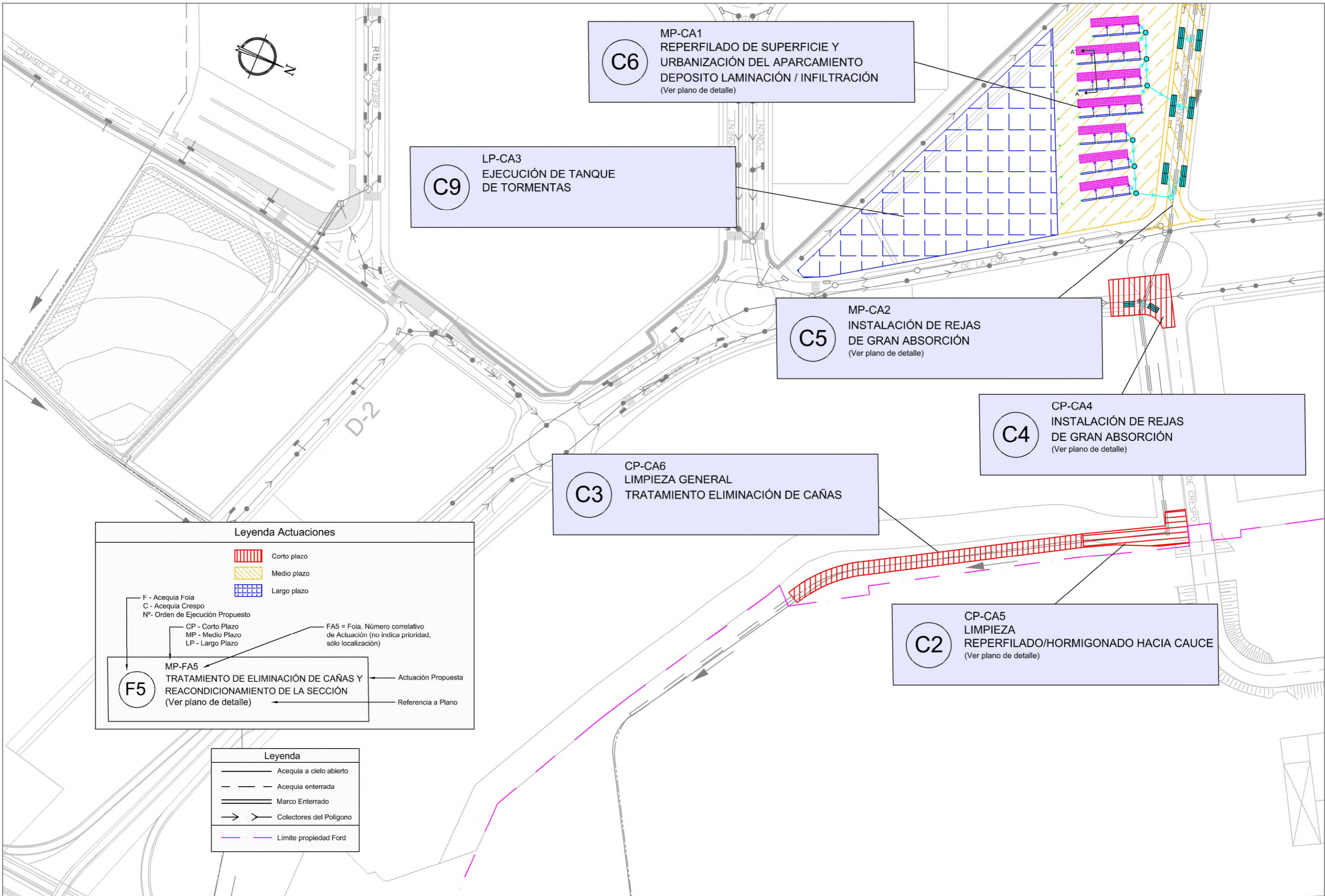
(Ver plano de detalle)

← Actuación Propuesta
 ← Referencia a Plano

Leyenda

	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marco Enterrado
	Coletores del Polígono
	Límite propiedad Ford





C6 MP-CA1
 REPERFILADO DE SUPERFICIE Y
 URBANIZACIÓN DEL APARCAMIENTO
 DEPOSITO LAMINACIÓN / INFILTRACIÓN
 (Ver plano de detalle)

C9 LP-CA3
 EJECUCIÓN DE TANQUE
 DE TORMENTAS

C5 MP-CA2
 INSTALACIÓN DE REJAS
 DE GRAN ABSORCIÓN
 (Ver plano de detalle)

C4 CP-CA4
 INSTALACIÓN DE REJAS
 DE GRAN ABSORCIÓN
 (Ver plano de detalle)

C3 CP-CA6
 LIMPIEZA GENERAL
 TRATAMIENTO ELIMINACIÓN DE CAÑAS

C2 CP-CA5
 LIMPIEZA
 REPERFILADO/HORMIGONADO HACIA CAUCE
 (Ver plano de detalle)

Leyenda Actuaciones

Corto plazo
 Medio plazo
 Largo plazo

F - Acequia Foia
 C - Acequia Crespo
 N° - Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
 MP - Medio Plazo
 LP - Largo Plazo

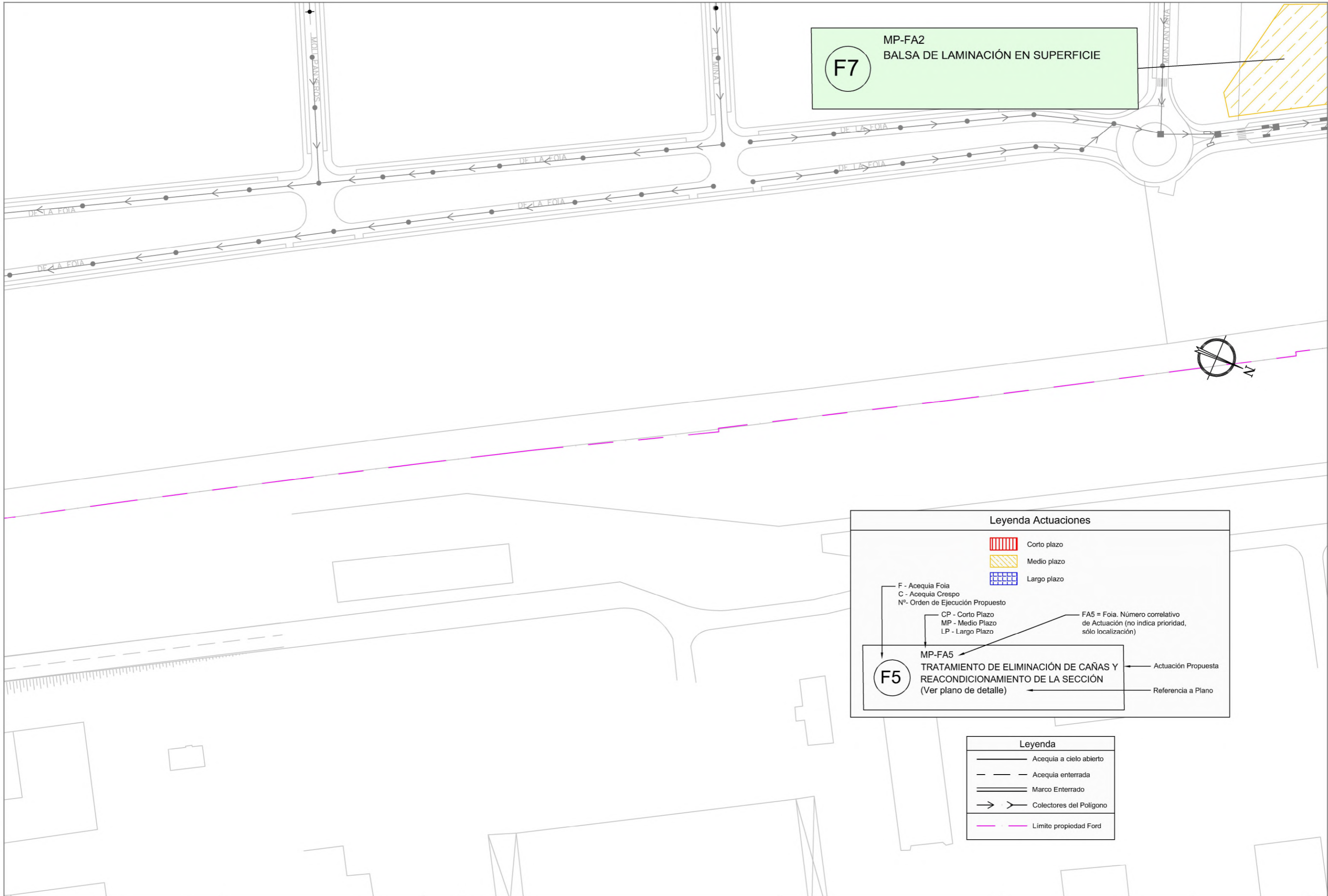
FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5 MP-FA5
 TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y
 REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
 (Ver plano de detalle)

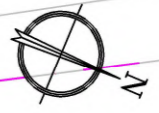
← Actuación Propuesta
 ← Referencia a Plano

Leyenda

— Acequia a cielo abierto
 - - - Acequia enterrada
 = = = Marco Enterrado
 → Colectores del Polígono
 - - - Limite propiedad Ford



F7
MP-FA2
Balsa de laminación en superficie



Leyenda Actuaciones

	Corto plazo
	Medio plazo
	Largo plazo

F - Acequia Foia
C - Acequia Crespo
Nº - Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
MP - Medio Plazo
LP - Largo Plazo

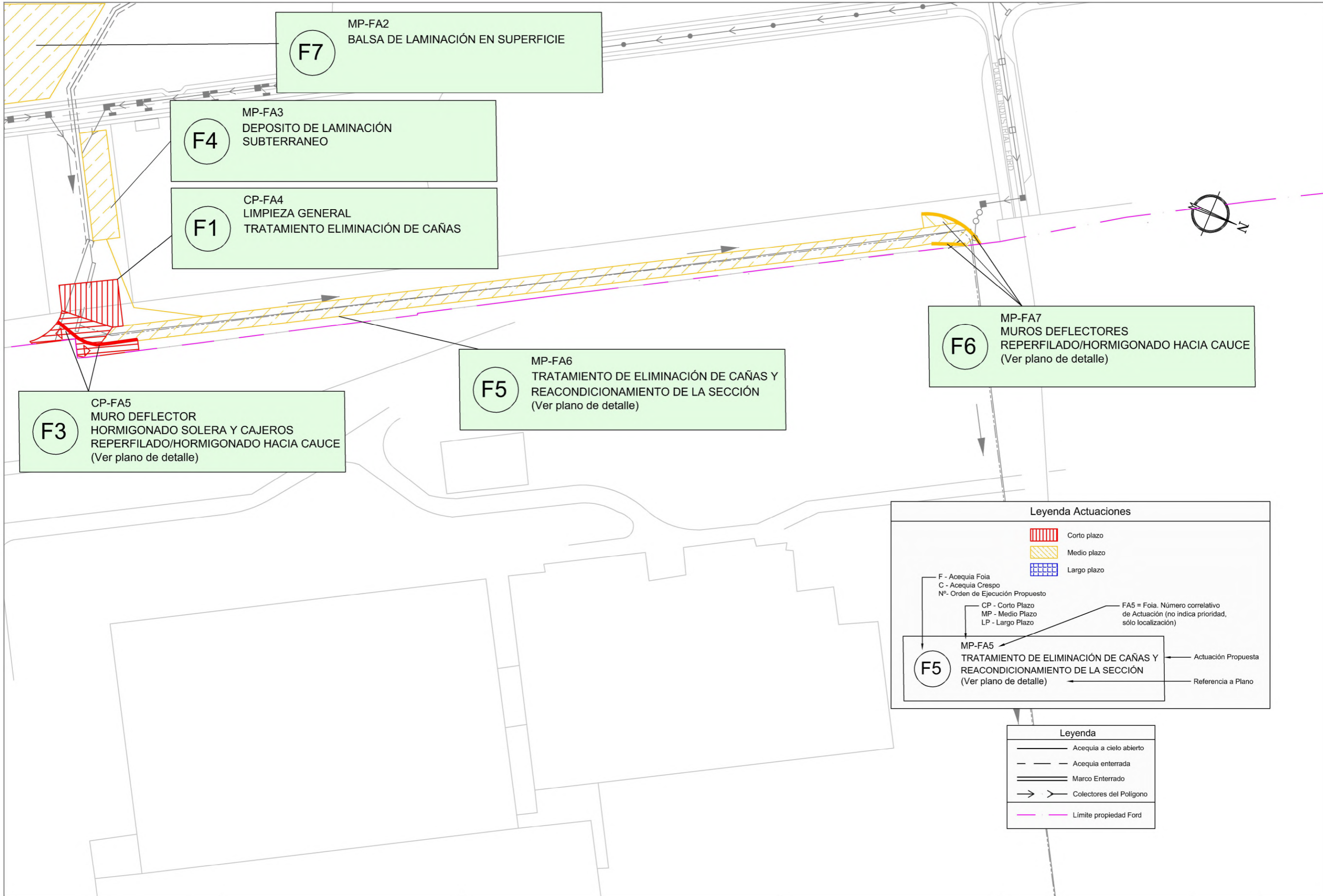
FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5
MP-FA5
TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
(Ver plano de detalle)

Actuación Propuesta
Referencia a Plano

Leyenda

	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marco Enterrado
	Colectores del Polígono
	Límite propiedad Ford



F7 MP-FA2
Balsa de laminación en superficie

F4 MP-FA3
Deposito de laminación subterráneo

F1 CP-FA4
Limpieza general
Tratamiento eliminación de cañas

F3 CP-FA5
Muro deflector
Hormigonado solera y cajeros
Reperfilado/hormigonado hacia cauce
(Ver plano de detalle)

F5 MP-FA6
Tratamiento de eliminación de cañas y
recondicionamiento de la sección
(Ver plano de detalle)

F6 MP-FA7
Muros deflectores
Reperfilado/hormigonado hacia cauce
(Ver plano de detalle)

Leyenda Actuaciones

	Corto plazo
	Medio plazo
	Largo plazo

F - Acequia Foia
C - Acequia Crespo
Nº - Orden de Ejecución Propuesta

CP - Corto Plazo
MP - Medio Plazo
LP - Largo Plazo

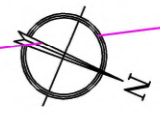
FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

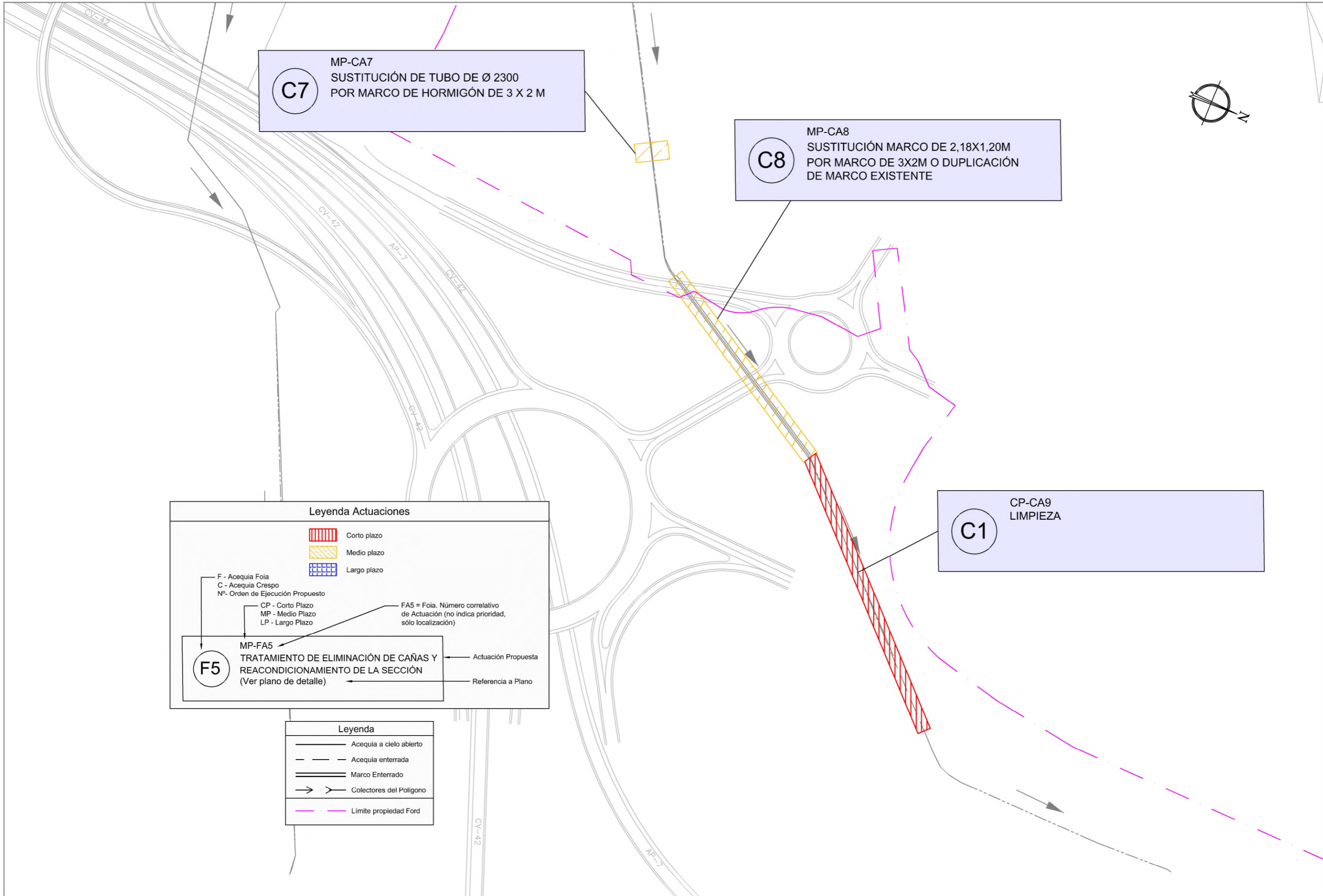
F5 MP-FA5
Tratamiento de eliminación de cañas y recondicionamiento de la sección
(Ver plano de detalle)

Actuación Propuesta
Referencia a Plano

Leyenda

	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marco Enterrado
	Colectores del Polígono
	Límite propiedad Ford





C7 MP-CA7
SUSTITUCIÓN DE TUBO DE Ø 2300
POR MARCO DE HORMIGÓN DE 3 X 2 M

C8 MP-CA8
SUSTITUCIÓN MARCO DE 2,18X1,20M
POR MARCO DE 3X2M O DUPLICACIÓN
DE MARCO EXISTENTE

C1 CP-CA9
LIMPIEZA

Leyenda Actuaciones

Corto plazo
 Medio plazo
 Largo plazo

F - Acequia Foia
 C - Acequia Crespo
 N° - Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
 MP - Medio Plazo
 LP - Largo Plazo

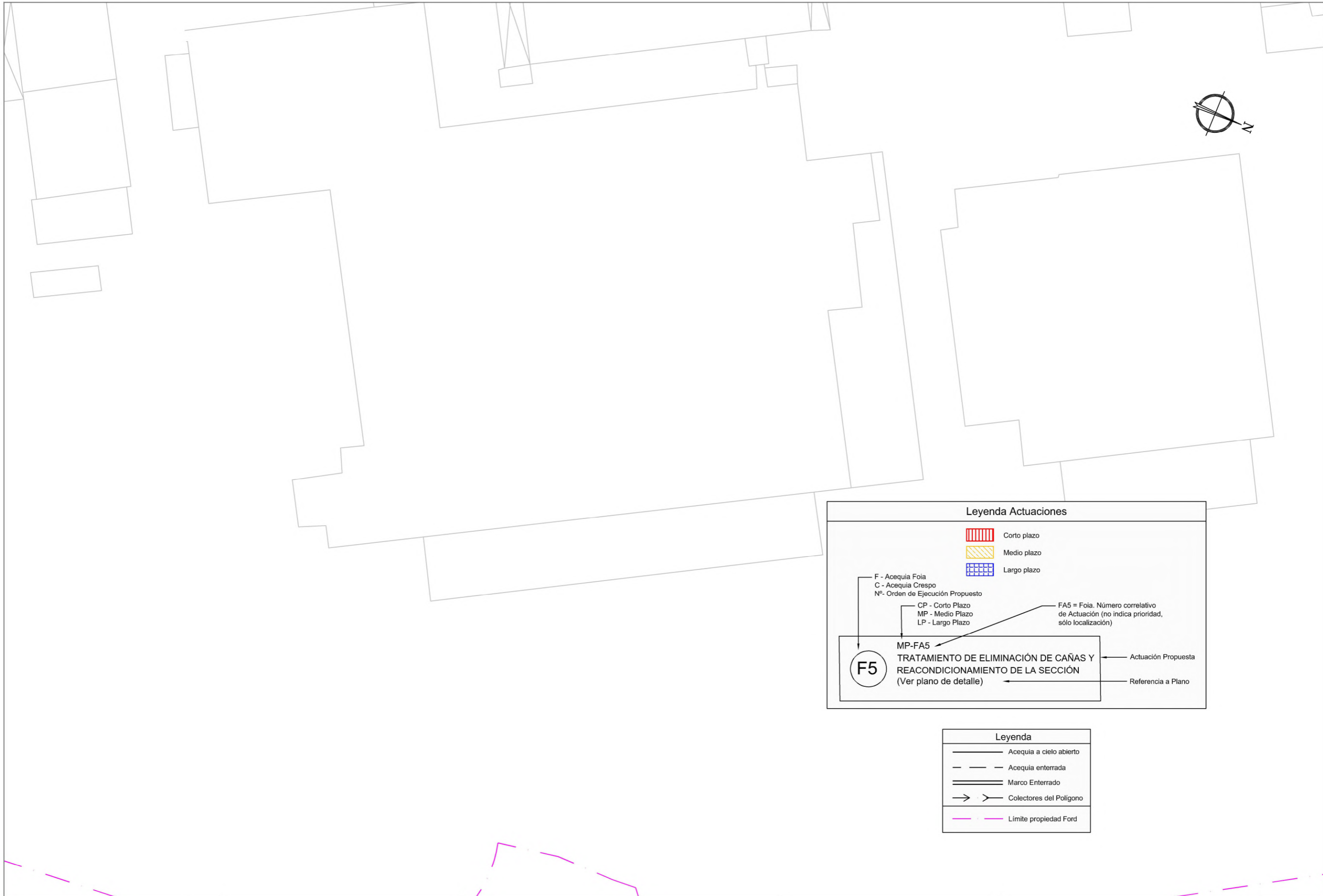
FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5 MP-FA5
 TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN (Ver plano de detalle)

Actuación Propuesta
 Referencia a Plano

Leyenda

Acequia a cielo abierto
 Acequia enterrada
 Marco Enterrado
 Colectores del Poligono
 Limite propiedad Ford



Leyenda Actuaciones

	Corto plazo
	Medio plazo
	Largo plazo

F - Acequia Foia
C - Acequia Crespo
Nº. Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
MP - Medio Plazo
LP - Largo Plazo

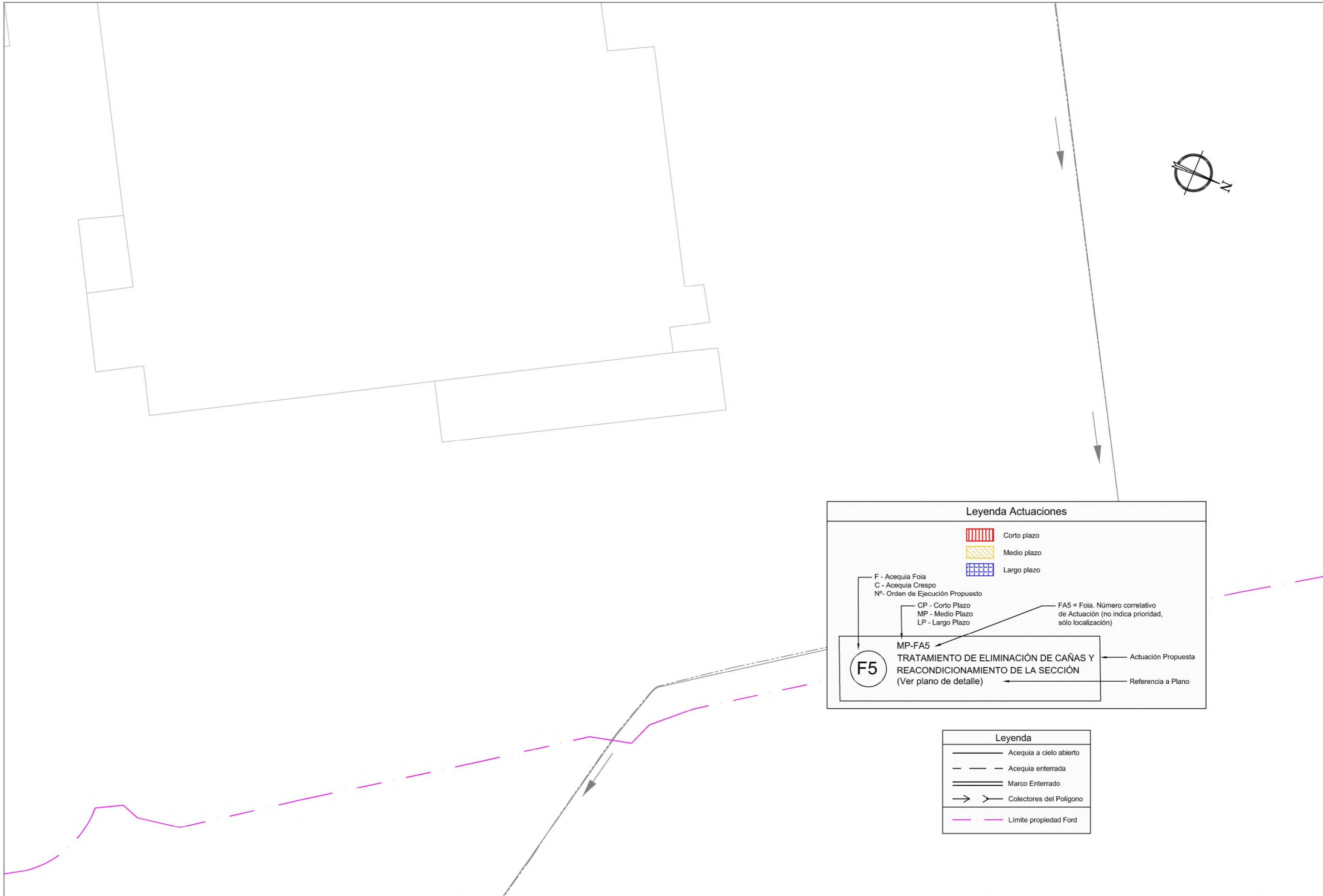
FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5 MP-FA5
TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
 (Ver plano de detalle)

Actuación Propuesta
Referencia a Plano

Leyenda

	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marco Enterrado
	Colectores del Polígono
	Límite propiedad Ford



Leyenda Actuaciones

	Corto plazo
	Medio plazo
	Largo plazo

F - Acequia Foia
C - Acequia Crespo
Nº. Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
MP - Medio Plazo
LP - Largo Plazo

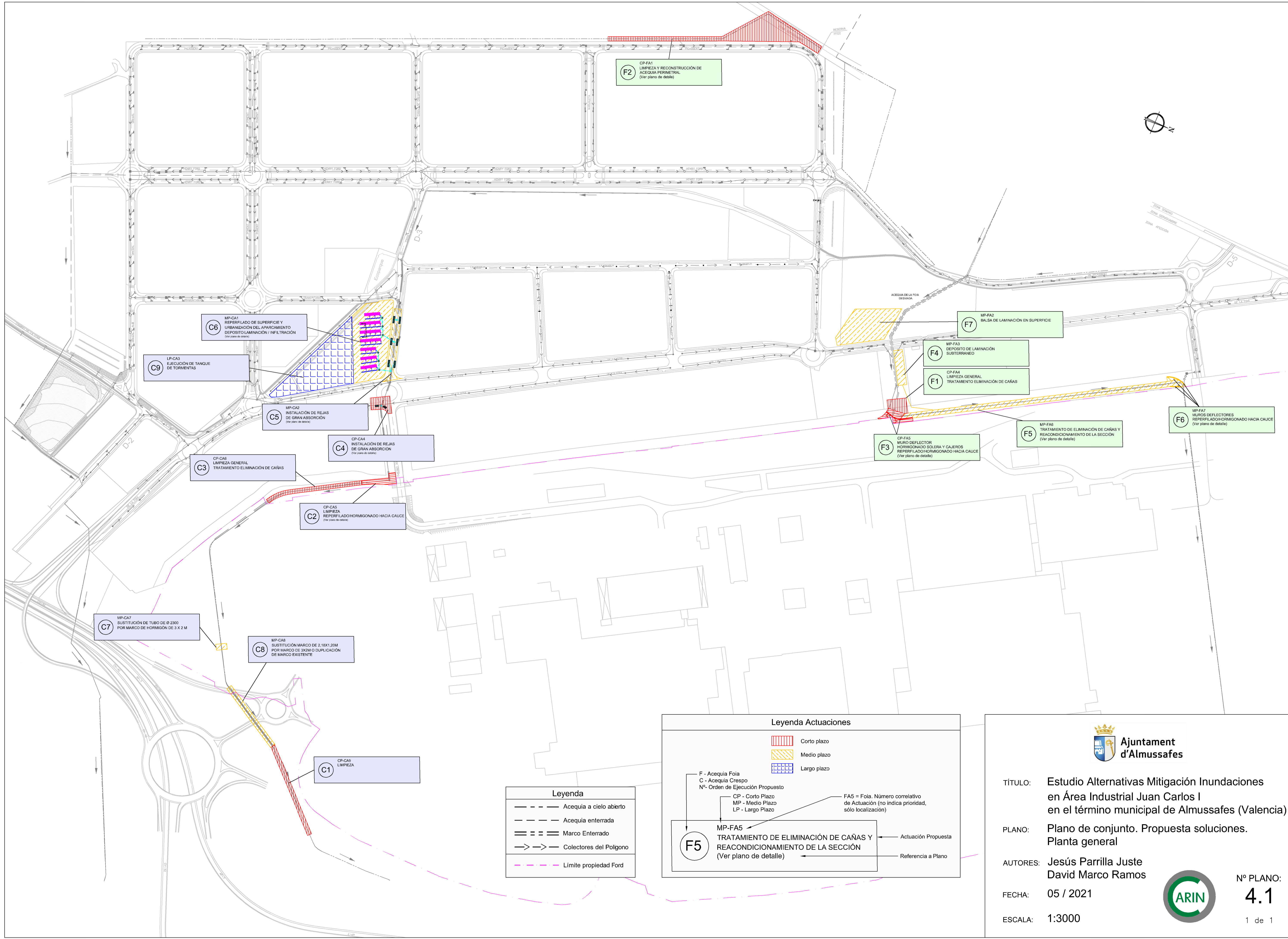
FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5 MP-FA5
TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
 (Ver plano de detalle)

Actuación Propuesta
Referencia a Plano

Leyenda

	Acequia a cielo abierto
	Acequia enterrada
	Marco Enterrado
	Colectores del Polígono
	Límite propiedad Ford



F2 CP-FA1
LIMPIEZA Y RECONSTRUCCIÓN DE
ACEQUIA PERIMETRAL
(Ver plano de detalle)

C6 MP-CA1
REFRERILADO DE SUPERFICIE Y
URBANIZACIÓN DEL APARCAMIENTO
DEPOSITO LAMINACIÓN / INFILTRACIÓN
(Ver plano de detalle)

C9 LP-CA3
EJECUCIÓN DE TANQUE
DE TORMENTAS

C5 MP-CA2
INSTALACIÓN DE REJAS
DE GRAN ABSORCIÓN
(Ver plano de detalle)

C4 CP-CA4
INSTALACIÓN DE REJAS
DE GRAN ABSORCIÓN
(Ver plano de detalle)

C3 CP-CA5
LIMPIEZA GENERAL
TRATAMIENTO ELIMINACIÓN DE CAÑAS

C2 CP-CA3
LIMPIEZA
REFRERILADO/HORMIGONADO HACIA CAUCE
(Ver plano de detalle)

C7 MP-CA7
SUSTITUCIÓN DE TUBO DE Ø 2300
POR MARCO DE HORMIGÓN DE 3 X 2 M

C8 MP-CA8
SUSTITUCIÓN MARCO DE 2,18X1,20M
POR MARCO DE 3X2M O DUPLICACIÓN
DE MARCO EXISTENTE

C1 CP-CA6
LIMPIEZA

F7 MP-FA2
BALSA DE LAMINACIÓN EN SUPERFICIE

F4 MP-FA3
DEPOSITO DE LAMINACIÓN
SUBTERRANEO

F1 CP-FA4
LIMPIEZA GENERAL
TRATAMIENTO ELIMINACIÓN DE CAÑAS

F3 CP-FA5
MURO DEFLECTOR
HORMIGONADO SOLERA Y CAJEROS
REFRERILADO/HORMIGONADO HACIA CAUCE
(Ver plano de detalle)

F5 MP-FA6
TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y
REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
(Ver plano de detalle)

F6 MP-FA7
MUROS DEFLECTORES
REFRERILADO/HORMIGONADO HACIA CAUCE
(Ver plano de detalle)

Leyenda

---	Acequia a cielo abierto
---	Acequia enterrada
==	Marco Enterrado
->->	Colectores del Poligono
- - - -	Límite propiedad Ford

Leyenda Actuaciones

	Corto plazo
	Medio plazo
	Largo plazo

F - Acequia Foia
C - Acequia Crespo
Nº - Orden de Ejecución Propuesto

CP - Corto Plazo
MP - Medio Plazo
LP - Largo Plazo

FA5 = Foia. Número correlativo de Actuación (no indica prioridad, sólo localización)

F5 MP-FA5
TRATAMIENTO DE ELIMINACIÓN DE CAÑAS Y
REACONDICIONAMIENTO DE LA SECCIÓN
(Ver plano de detalle)

Actuación Propuesta
Referencia a Plano

TÍTULO: Estudio Alternativas Mitigación Inundaciones en Área Industrial Juan Carlos I en el término municipal de Almussafes (Valencia)

PLANO: Plano de conjunto. Propuesta soluciones. Planta general

AUTORES: Jesús Parrilla Juste
David Marco Ramos

FECHA: 05 / 2021

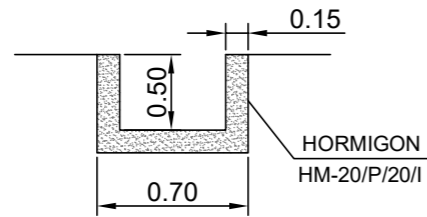
ESCALA: 1:3000

Nº PLANO: 4.1

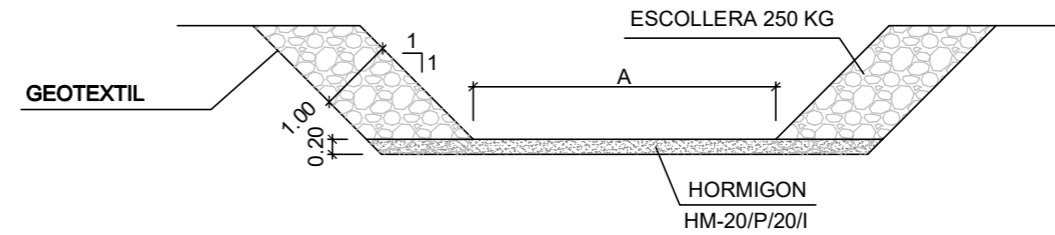
1 de 1

Detalles FOIA

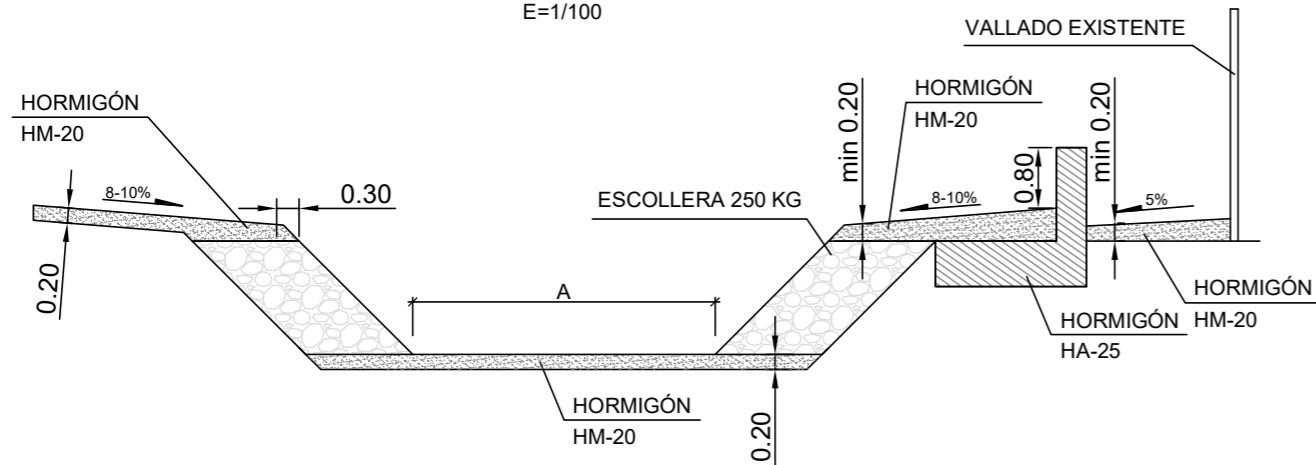
Detalle FA1
Sección tipo
Reconstrucción Acequia Perimetral
E=1/50



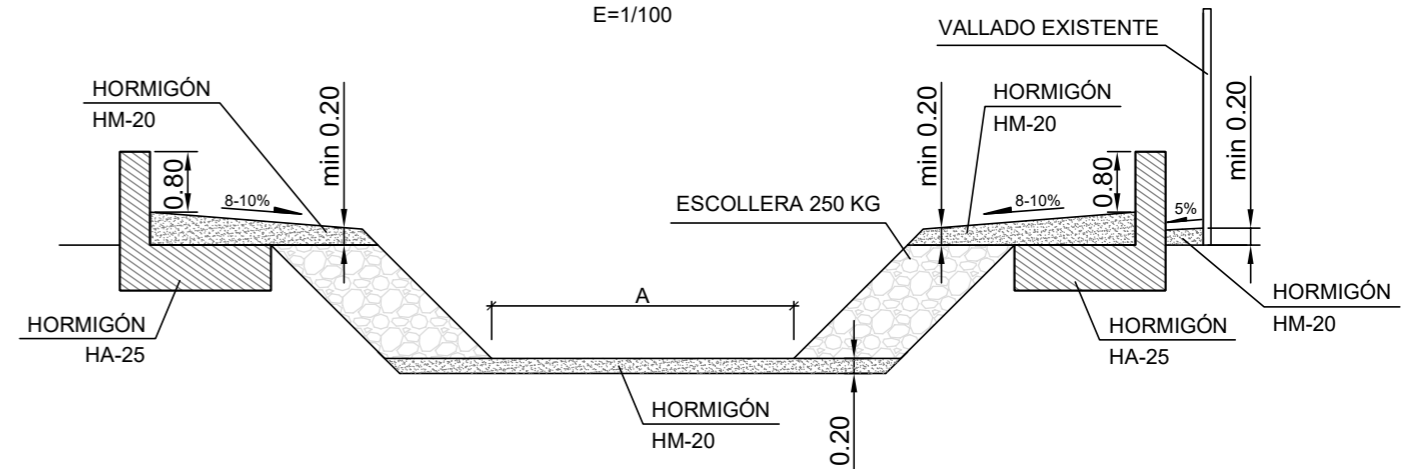
Detalle FA6
Sección Tipo Reacondicionamiento de Cauce
E=1/100



Detalle FA5
Sección Tipo Cauce con Muro Deflector
E=1/100

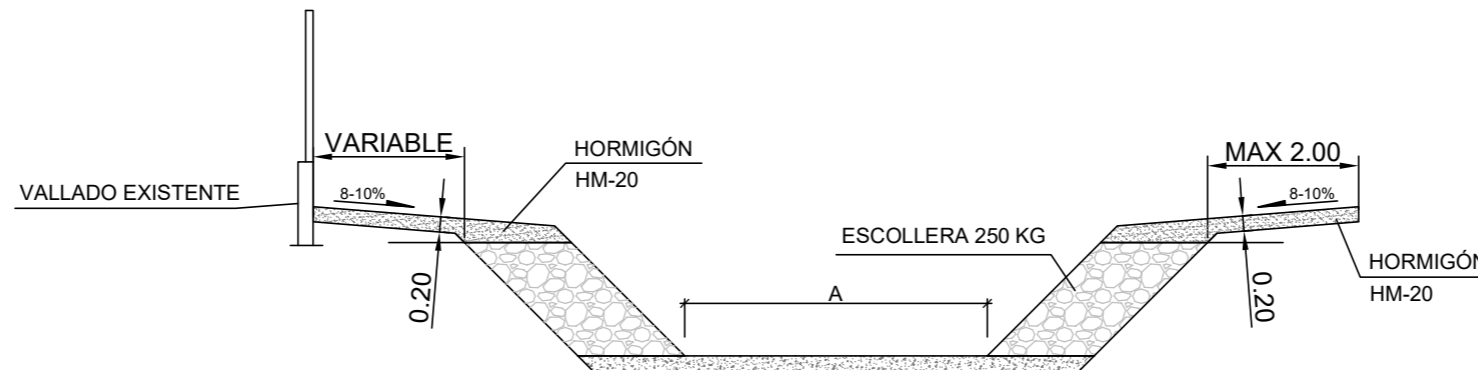


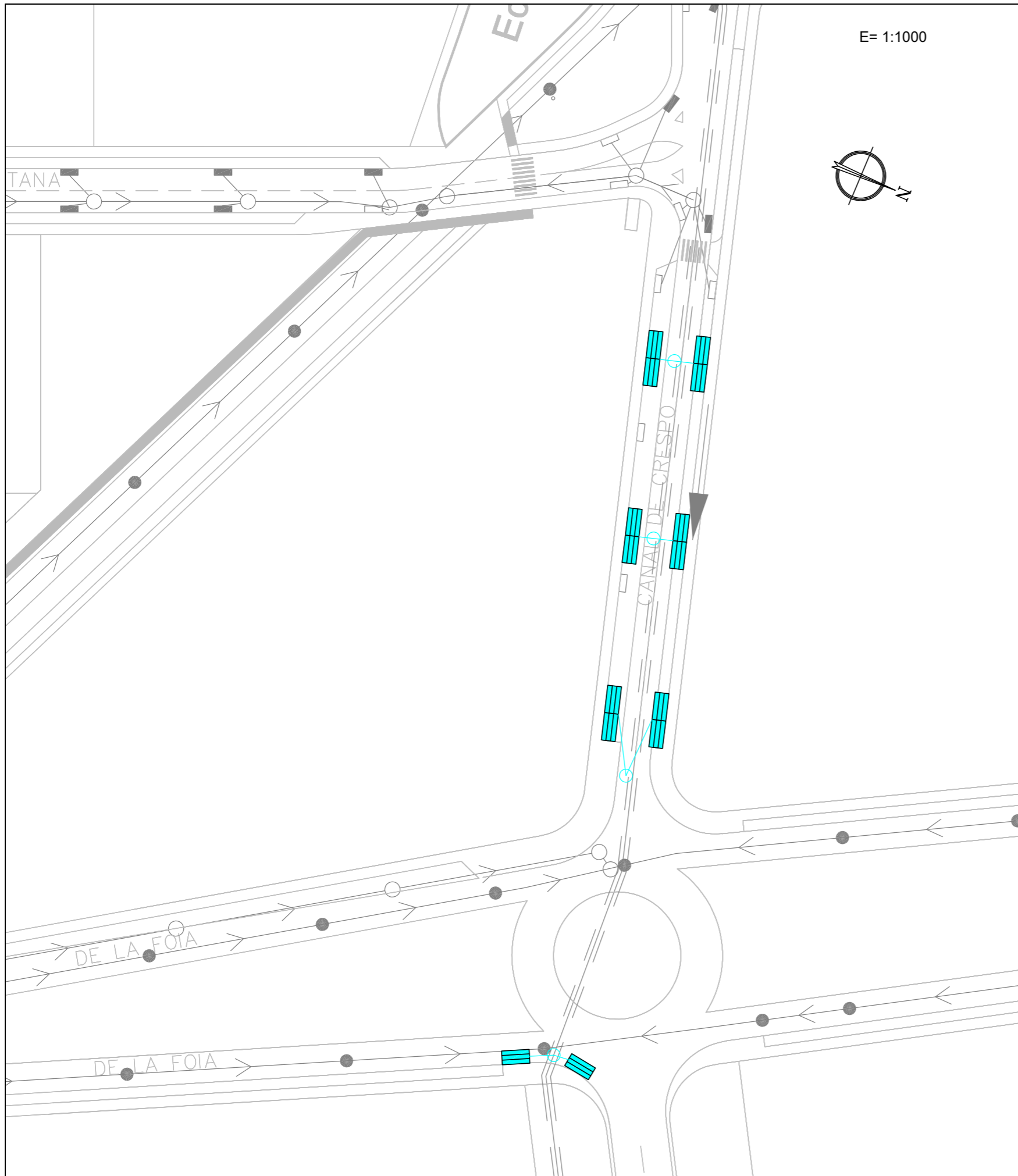
Detalle FA7
Sección Tipo Cauce con Muro Deflector
E=1/100



Detalle CRESPO

Detalle CA5
Sección Tipo Cauce con Reperfilado de Hormigón
E=1/100







E= 1:1000



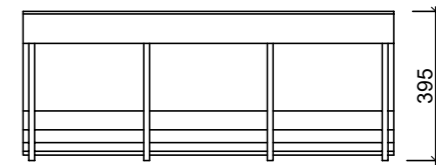
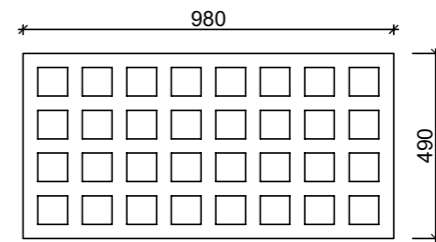
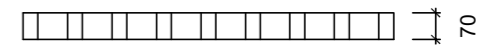
Detalle CA2 y CA4

LEYENDA

-  Sumidero de gran absorción
-  Pozo conexión a acequia

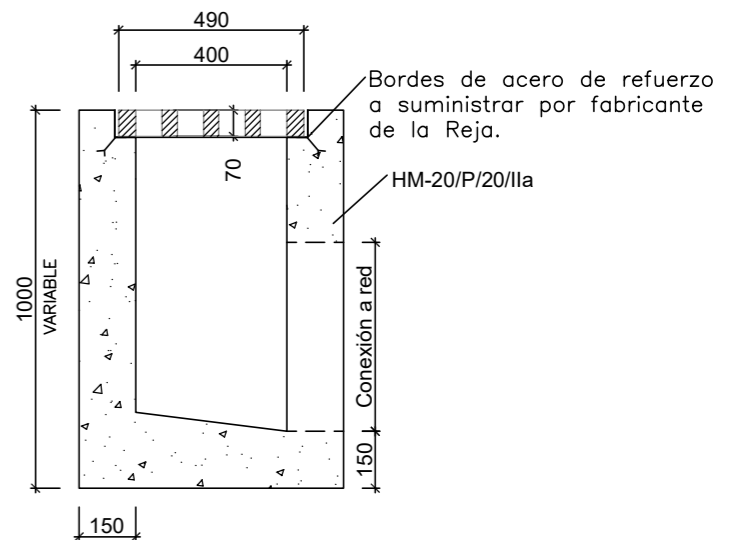
Detalle Reja de Sumidero de Gran Absorción

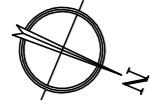
COTAS EN MILIMETROS
E= 1:20



Sección transversal

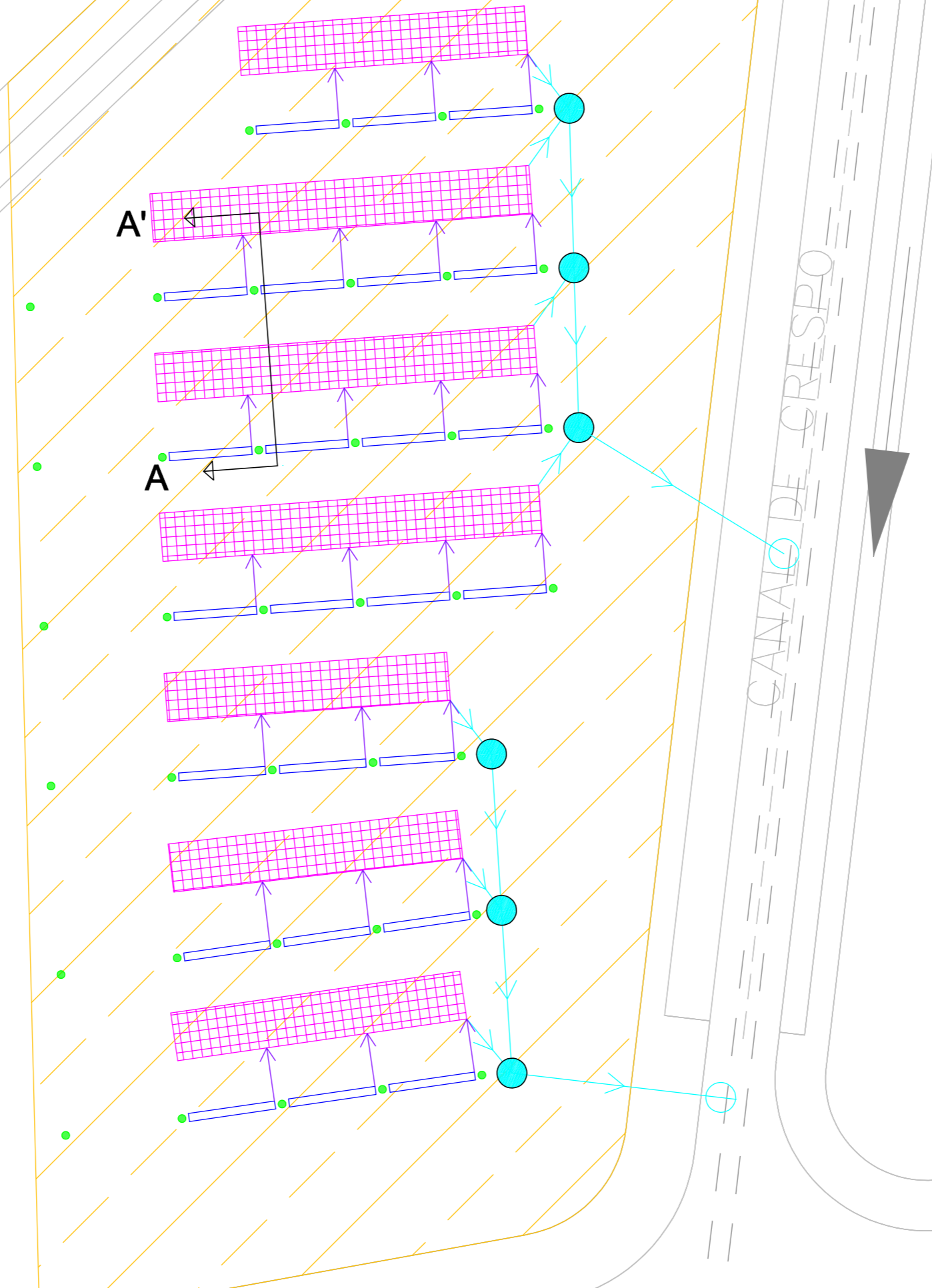
E= 1:20





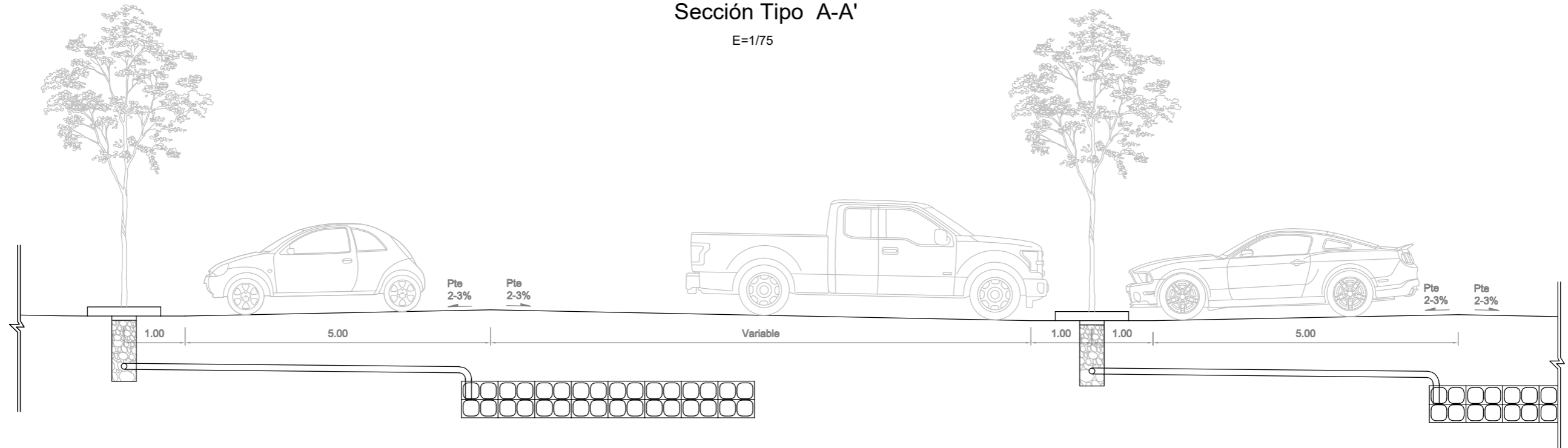
Detalle CA1
Reperfilado de superficie y urbanización
del aparcamiento.
Depósito de laminación / infiltración.

Leyenda	
	Pozo de registro
	Pozo conexión a marco Canal de Crespo
	Depósito subterráneo laminación / infiltración
	Dren filtrante
	Tubería entrada drenaje
	Colector desagüe
	Alcorques existentes



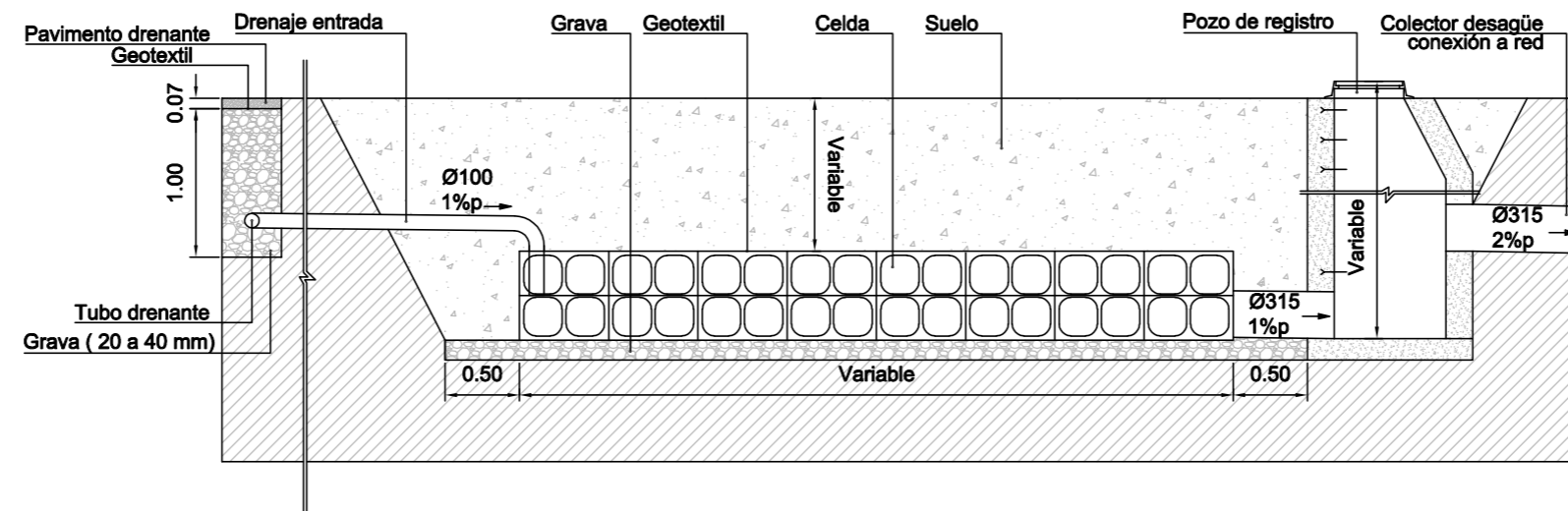
Detalle CA1
 Reperfilado de superficie y urbanización del aparcamiento.
 Depósito de laminación / infiltración.
 Sección Tipo A-A'

E=1/75



Detalle deposito de laminación / infiltración

E=1/50





HOJA DE CONTROL DE FIRMAS DEL ESTUDIO

Fecha proyecto:	Referencia:	Título del proyecto:
1	6	
2	7	
3	8	
4	9	
5	10	