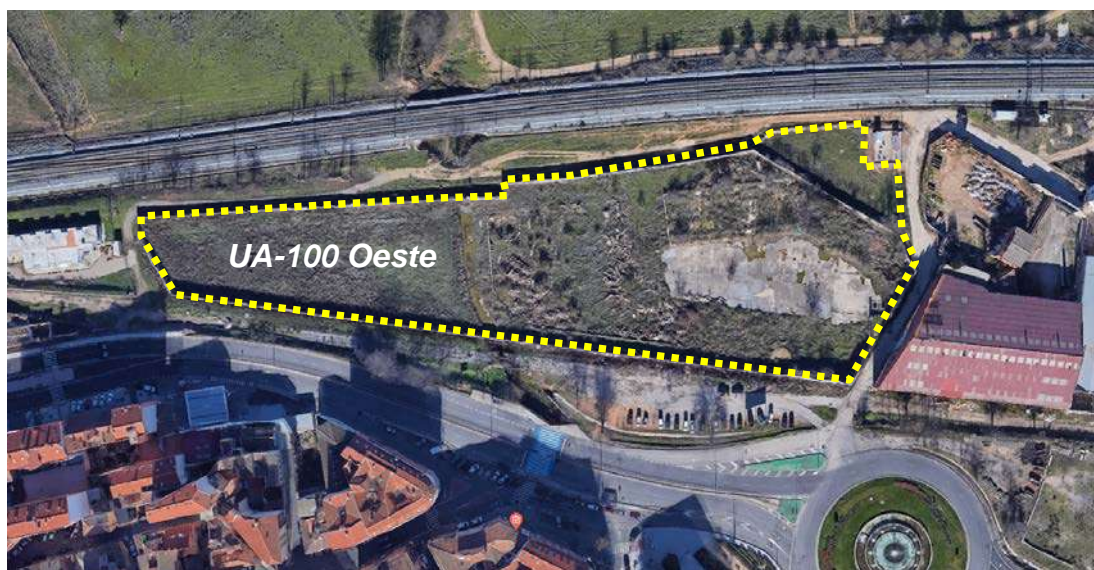


ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS
del Arroyo de la Rosa
a su paso por el PAU UA-100 Oeste del POM de Toledo
Diseño de las obras de reconstrucción y protección del cauce



Promotora:

HIERROS ABEL, S.L.

junio 2022



Avda. La Legua 3, planta 1, oficina 12. 45005-Toledo
+34 607280592 jminguela@ciccp.es www.prico.es

José M^a Minguela Arjona
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Col. nº 13223

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CÁLCULOS HIDRÁULICOS del Arroyo de la Rosa a su paso por la UA-100 Oeste del P.O.M. de Toledo

Documento nº 1: MEMORIA

1. ANTECEDENTES

Se redacta el presente Estudio hidrológico y cálculos hidráulicos por encargo de D. Abel Gómez Fernández de DNI nº 03760175-C, en representación la promotora *HIERROS ABEL S.L.*, de CIF nº B-45258894 domiciliada en Ctra. Madrid – Toledo, Autovía A-42, km 67, Toledo, y a los efectos de notificaciones en el Apartado de Correos 125, 45080-Toledo, en calidad de Agente Urbanizador de las obras de urbanización de la unidad de actuación urbanizadora *UA-100 Oeste* del Plan de Ordenación Municipal de Toledo, para iniciar el desarrollo del proyecto urbanístico aprobado por el Ayuntamiento de Toledo en el año 1986 para que el suelo adquiera la condición de solar y puedan edificarse las viviendas 115 previstas en esta unidad de actuación.

Para ello, el Agente Urbanizador encarga hacer las gestiones para la obtención de los permisos pertinentes para que pueda construir una vez conseguida la autorización de la Confederación Hidrográfica del Tajo, motivo por el que se redacta el presente documento.

El arroyo de la Rosa a su paso por la UA-100 Oeste parte su superficie en aproximadamente dos mitades.

El estado actual del tramo de arroyo en estudio es catastrófico. El cauce sufre una degradación extrema en la que la actual sección rectangular cerrada que transporta el agua está semiderruida, con tramos de la losa superior derrumbada en el interior de la sección.

En el presente documento se estudia el comportamiento hidrológico e hidráulico del arroyo y se propone una sección hidráulica que sustituya la sección rectangular cerrada existente en este tramo urbano del arroyo, altamente degradado por la acción urbanizadora de tipo industrial anterior.

La ordenación del suelo prevista por el arquitecto reserva una banda de suelo de 2330,34 m² destinada a Servicios Generales para alojar el dominio público hidráulico en una amplia canalización abierta, con márgenes ajardinados integrados en las zonas verdes de la futura urbanización.

En el presente documento se propone la ejecución de una sección trapecial simétrica de capacidad hidráulica suficiente para desaguar la avenida de periodo de retorno de hasta 500 años de periodo de retorno, construida con una solución técnica que consiste en una manta flexible de piezas prefabricadas de hormigón, con una solución lo más naturalizada y naturalizable posible.

En el presente Estudio se analizará la incidencia de los caudales de las máximas crecidas extraordinarias de hasta 500 años de periodo de retorno que se puedan producir en este tramo del arroyo, y se justificará que la sección hidráulica que se proyecta no afecta el régimen natural del arroyo, es decir, no afecta al Dominio Público Hidráulico ni se produce incremento del calado de la Máxima Crecida Ordinaria de cálculo, que en este caso corresponde a un periodo de retorno T de 5 años.

Las obras que pretenden construirse no se verán afectadas en ningún caso por estas avenidas.

El presente Estudio lo evaluará la Confederación Hidrográfica del Tajo.

2. SITUACIÓN

Las obras a realizar se localizan dentro de la Unidad de Ejecución UA100-Oeste del POM de Toledo, al este del núcleo urbano de Toledo, delimitada al sur por el Paseo de la Rosa, y al norte por terrenos urbanos industriales de infraestructura ferroviaria. La unidad de actuación tiene una superficie de 18.700 m².

El tramo del arroyo de la Rosa objeto del presente en estudio se dibuja en el plano a escala 1:25.000 con trazo discontinuo, indicando que es un cauce de poca entidad, cuyo curso de agua es intermitente.

En los planos de situación y localización se observa el tramo del arroyo de la Rosa en estudio y los terrenos colindantes de la UA-100 Oeste con relación a las vías de comunicación.

3. OBJETO

El objeto del presente documento es el estudio hidrológico e hidráulico del arroyo de la Rosa a su paso por dicha Unidad de Actuación urbanística para definir el Dominio Público Hidráulico, justificar las obras de protección de sus taludes que se consideran susceptibles de ser autorizadas, y solicitar la oportuna autorización para éstas y para las obras de urbanización en la Zona de Policía del arroyo.

Los objetivos son los siguientes:

a) Defender a la población de las avenidas e inundaciones

El principal objetivo perseguido es el de proporcionar una defensa adecuada frente a avenidas e inundaciones, garantizando un nivel de protección adecuado en esta zona urbana.

b) Recuperar ambiental y paisajísticamente el espacio fluvial

Paralelamente al anterior objetivo, se persigue compatibilizar las exigencias de seguridad y defensa de la población frente a avenidas con la recuperación del espacio fluvial. La canalización cubierta del arroyo por el anterior uso industrial del suelo ha provocado un estado actual muy degradado y alejado de una situación natural y ecológicamente aceptable.

Se pretende por tanto conseguir una “rehabilitación” del cauce del arroyo de la Rosa a su paso por el UA-100 Oeste del POM de Toledo.

c) Integración social y vertebración del núcleo urbano

El dominio público hidráulico y su zona de servidumbre, que comprende una banda de cinco metros desde los bordes del DPH a ambos márgenes, se encuentran fuertemente transformados por la ocupación industrial anterior. Se persigue actuar en el cauce que transcurre por suelo urbano mediante la “adecuación” o “acondicionamiento” con un enfoque encaminado a potenciar el uso social y preservar para el beneficio local.

Se estudiará el comportamiento hidráulico del arroyo de la Rosa en el tramo de paso por la UA100-Oeste del POM de Toledo, y se comprobará la capacidad de la sección hidráulica de desagüe de los caudales de máxima avenida con periodo de retorno correspondiente a la Máxima Crecida Ordinaria que define el DPH, de 10, 25, 100 y 500 años, y la comprobación de las posibles afecciones o riesgos derivados por el paso de dichas avenidas.

Se pretende que este Estudio sirva además para obtener la oportuna autorización de las obras de urbanización en las zonas de Servidumbre y de Policía del cauce del arroyo de la Rosa, de la Confederación Hidrográfica del Tajo, de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, mediante la tramitación del expediente de autorización.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA DISEÑADA

Los criterios estudiados y que se han tenido en cuenta para definir y justificar la solución proyectada han sido los siguientes:

✓ Se trata de unas obras de nuevo encauzamiento que servirá de protección del cauce, integrando el tramo urbano del arroyo en el desarrollo urbanístico previsto,

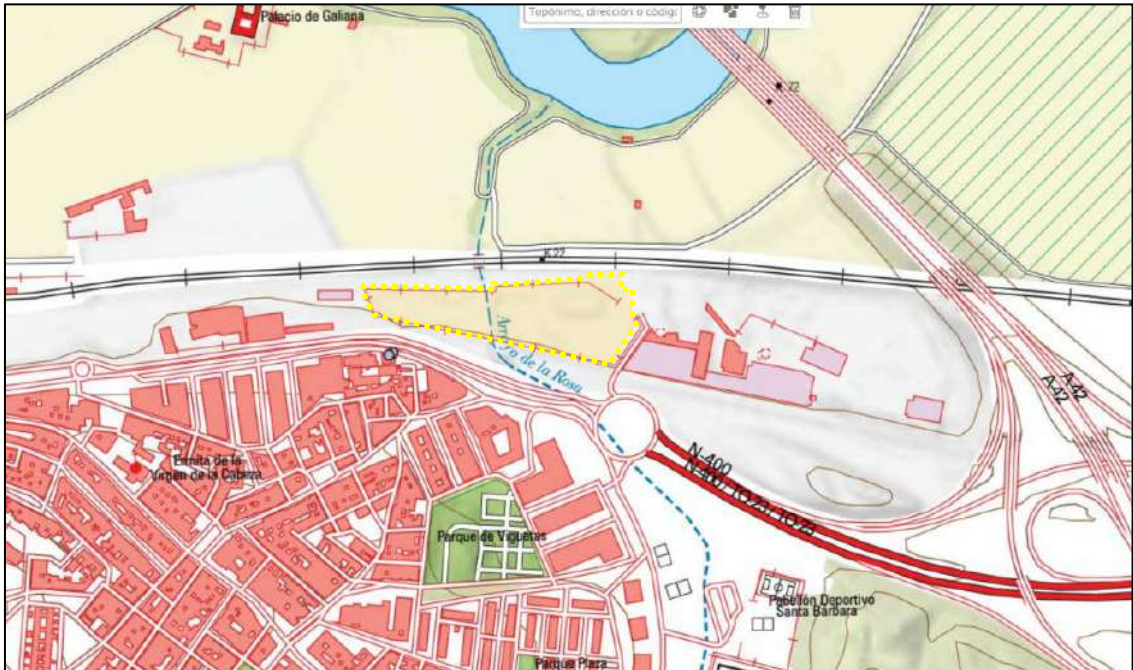
✓ El cauce es discontinuo y de pequeña entidad, reflejado con trazo azul discontinuo en la Hoja 629-IV, Benquerencia, del Mapa Topográfico Nacional de España del Instituto Geográfico Nacional, tanto en longitud, anchura y caudales desaguados en el tramo comprobado, de nacimiento del cauce del arroyo,

✓ Se diseñará una obra que cumpliendo perfectamente con su función de protección, sea lo más sencilla y económica posible, ejecutable con medios propios y sin complicaciones que exigieran control técnico externo,

✓ En la situación postoperacional, la solución proyectada redefinirá el DPH al paso de la máxima crecida ordinaria, Q_{MCO} , definiendo la nueva banda de DPH definida por la obra proyectada.

5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para la realización del presente Estudio se han utilizado la hoja cartográfica número 629-IV, a escala 1/25.000 del Mapa Topográfico Nacional de España del Instituto Geográfico Nacional.



*Detalle del Mapa Topográfico Nacional de España del IGN 629-IV a escala 1:25.000
(<http://www.ign.es/iberpix2/visor/>)*

En ésta, el cauce es denominado Arroyo de la Rosa y se refleja con trazo discontinuo, por su curso de carácter intermitente y de pequeña entidad.

Después de una previa inspección documental de la zona, se ha realizado un reconocimiento visual de la zona en estudio, con el fin de detectar las características esenciales visibles, que nos permitan conocer la zona del cauce estudiado y las posibles singularidades.

6. CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDA OBTENIDOS

El punto de cálculo de caudales seleccionado será, del lado de la seguridad, el del final aguas abajo del tramo en estudio, y se considerará ese caudal en la comprobación del tramo.

Dicha sección aguas abajo tiene una cuenca vertiente de 69,1 km² ha por lo que está incluido en el *Mapa de caudales máximos*, y además, con la resolución de las capas en la aplicación disponible de la aplicación CAUMAX, los resultados tienen suficiente precisión.

Es de la aplicación CAUMAX donde se han obtenido y se reflejan en el *Anejo nº 1: Hidrología*, los caudales máximos de avenida ordinaria y de hasta 500 años de periodo de retorno.

El método de estimación de los caudales asociados a distintos periodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca aportante. Este método hidrometeorológico contenido en dicha Instrucción, basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca a través de una estimación directa de la esorrentía, es apropiado para cuencas pequeñas. Ello equivale a admitir que la única componente de esa precipitación que interviene en la generación de caudales es la que escurre superficialmente.

El resultado se contrastará en lo posible con la información directa de que se disponga sobre niveles o caudales de avenida, y otras obras de drenaje existentes en el arroyo.

7. CÁLCULOS HIDRÁULICOS: PROCEDIMIENTO

Para comprobar las capacidades de desagüe de la sección en estudio en las que las pérdidas de energía son debidas al rozamiento con el cauce en régimen turbulento, en definitiva, para determinar la cota de la lámina de agua en la sección del cauce para los caudales máximos de avenida para periodo de retorno de MCO, 10, 100 y 500 años calculados, es de aplicación la fórmula de Manning-Strickler:

$$V = k \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

donde:

- $V_m =$ velocidad media del agua en la sección considerada (m/s)
- $k =$ coeficiente de rugosidad ($m^{1/3}/s$)
- $R_h =$ radio hidráulico para la sección (m)
- $i =$ pendiente de la línea de energía. Se considerará igual a la pendiente longitudinal del cauce en tanto por uno.

El modo de operar para la comprobación de la sección hidráulica del cauce ha sido el siguiente:

1. Se fija sobre la cartografía la línea de máxima pendiente del cauce, para definir el eje del tramo en estudio.
2. Se define la sección transversal del cauce en estudio, en situación preoperacional y en la postoperacional.
3. Se aplica la fórmula de Manning-Strickler a la sección transversal proyectada, calculando el radio hidráulico y la superficie del agua en función de la altura de lámina, adoptando como pendiente la correspondiente a ese punto según el perfil longitudinal.
4. Se obtendrá la cota de la lámina de desagüe de los caudales de cálculo de la Máxima Avenida Ordinaria MCO, de las avenidas de 10, 25, 100 y 500 años de periodo de retorno, comprobándose que el calado es menor que el de la sección.

8. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS POR LOS ORGANISMOS OFICIALES

Las parcelas y la situación de la obra de paso podrán ser inspeccionadas en cualquier momento por los Organismos Oficiales competentes, pudiendo éstos en cualquier momento requerir las oportunas explicaciones.

9. DESCRIPCION DE LA SECCION TIPO

Los resultados obtenidos del estudio hidráulico se detallan en el anejo nº 2. Hidrológico y en los planos correspondientes del Doc. nº 3 Planos.

La solución propuesta consiste en realizar un encauzamiento con una pendiente de fondo constante, adaptada a la pendiente existente.

El encauzamiento se ha diseñado para poder desaguar el caudal asociado al período de retorno de 500 años, por lo que se considerará que la zona inundable queda comprendida entre los cajeros del encauzamiento. De este modo, tanto la máxima crecida ordinaria (que es la que define el dominio público hidráulico), como el cauce de aguas bajas, quedarían igualmente dentro del encauzamiento, aunque con un calado bastante menor que el correspondiente a la inundación asociada al período de retorno de 500 años.

Ahora bien, a la hora de determinar las zonas de servidumbre, si nos atenemos a su definición, tendríamos:

Zona de servidumbre: *definida por el RDPH, en sus art. 6 y 7, como la faja lateral de los cauces públicos de 5 m de anchura, con el fin de proteger el ecosistema fluvial y el DPH, permitir el paso público peatonal y para el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento.*

Por lo tanto, para que la zona de servidumbre sea efectiva y permita realizar las actividades previstas en su definición, resulta obligado considerar los 5 m de servidumbre como la franja de terreno adyacente a la coronación de los taludes del encauzamiento.

Así pues, se contemplan dos afecciones principales en el presente estudio:

a) Afección por ejecución de obras: correspondería a la construcción de la canalización, que constituiría el dominio público hidráulico. Esta franja está definida en planos y presenta un ancho fijo de 7 m, y de 2 m de profundidad de la canalización,

b) Afección por zona de servidumbre: constituyendo dos franjas de 5 m de ancho a cada lado del encauzamiento que se utilizarán para las funciones propias de la zona de servidumbre.

Se plantea una sección tipo trapezoidal, de anchura y pendiente de fondo fija en tierras, con un revestimiento en los taludes con mantas prefabricadas de bloques de hormigón. Se trata de bloques unidos longitudinalmente por medio de cables de acero galvanizado o cuerdas de poliéster, tiene grandes ventajas que justifican su elección:

- ✓ **Técnicas:** 1) presenta un coeficiente de rugosidad que permite una sección hidráulicamente eficiente, 2) permite el drenaje libre del agua de la tierra evitando así la acumulación desestabilizadora de subpresión detrás del revestimiento, 3) es flexible, se acomoda a las variaciones en el perfil, como en las transiciones en sus extremos,
- ✓ **Ambientales:** Al instalar materiales artificiales se minimizan los impactos ambientales que suponen: 1) la posible necesidad de canteras cercanas a la implantación de las obras, 2) la extracción de los diferentes materiales naturales (escolleras, gravas, tierras) y por supuesto, 3) la afección ambiental y huella de carbono producida por la maquinaria pesada de transporte de dichos materiales desde el punto de extracción hasta Toledo, 4) la posibilidad de establecimiento de la vegetación autóctona fomentando una solución verdaderamente ecológica, cubriendo la manta con vegetación, y su aspecto estético agradable.
- ✓ **Ejecución:** Aspecto éste importante pues se facilita la ejecución en los taludes y, sobre todo, con calidad y garantía. Destacar la alta facilidad de construcción, en comparación con otros sistemas más tradicionales en nuestro país, tales como la escollera o revestimientos rígidos de hormigón armado.

- ✓ **Seguridad y calidad del encauzamiento:** redundando en lo anterior, la homogeneidad y control de calidad de fabricación de las mantas asegura la continuidad en el revestimiento de taludes, pues están totalmente entrelazadas transversalmente, por lo que las mantas adyacentes puede montarse a tope una contra otra, sin discontinuidad. Por otra parte, las mantas pueden estar vinculadas tanto en sentido longitudinal y transversal

- ✓ **Reducción del plazo de actuación:** El suministro de material del revestimiento del encauzamiento no depende de características naturales de la cantera, intrínsecamente variables, ni de condiciones meteorológicas. La instalación de los materiales propuesta es mucho más rápida, pues su transporte, acopio, ciclos de movimiento de los materiales e instalación sobre las superficies perfiladas en tierras lo es, haciendo mucho más eficientes los procesos, obteniéndose mejores rendimientos de la ejecución de los trabajos.

- ✓ **Económicas:** las mantas de piezas prefabricadas de hormigón y la facilidad de su instalación, reducen la incertidumbre del coste según origen y la consecuente mejora de rendimientos, logrando un ratio económico €/m² mucho menor que un encauzamiento con materiales tradicionales tipo escollera o muros de hormigón armado in situ. El suministro está garantizado, con disponibilidad total pues no depende de canteras u otros puntos de extracción de roca natural disminuyendo la incertidumbre de su coste. Téngase en cuenta además de todo lo anterior expuesto, y reiterando en ello, que la maquinaria pesada para transporte, extendido de materiales naturales, y finalmente de nivelación de materiales naturales no es necesaria, o se reduce al mínimo del perfilado de superficies excavadas de la solera y de los taludes.

Se dotará al nuevo encauzamiento del arroyo de la Rosa de la infraestructura necesaria para canalizar la previsible afluencia de peatones a la zona, de forma que se facilite el disfrute de este espacio por la sociedad minimizando los impactos que ésta pueda ocasionar.

Se prevé por tanto la construcción de una red viaria y una serie de accesos que delimiten la zona transitable y canalicen el flujo de gente. La capa de coronación de la red viaria, ha sido proyectada con 5 m de zahorra artificial,

ya que al no presentará tráfico rodado, es el material que mejor cubre los requisitos tanto técnicos como de comodidad para el peatón e integración medio ambiental y paisajística con el entorno del cauce.

Se prevé una mínima dotación de mobiliario urbano que potencie el disfrute del espacio por la población sin que ello suponga una merma en la calidad ambiental y paisajística del entorno.

Además se procederá a la plantación de árboles, favoreciendo la integración paisajística, en cualquier caso, siempre permitiendo el paso público peatonal y posibilitando el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento propios de las zonas de servidumbre.

10. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE ESTUDIO

El presente estudio consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

1. Antecedentes
2. Situación
3. Objeto
4. Justificación de la obra diseñada
5. Cartografía y topografía
6. Caudales máximos de avenida obtenidos
7. Cálculos hidráulicos: procedimiento
8. Inspección de las obras por los Organismos Oficiales
9. Descripción de la sección tipo
10. Documentos de que consta este Estudio
11. Conclusiones

ANEJOS DE LA MEMORIA

Anejo nº 1: Fotografías situación actual.

Anejo nº 2: Hidrología. Caudales máximos de avenidas

Anejo nº 3: Cálculos hidráulicos.

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

Plano nº 1: Situación

Plano nº 2: Localización y emplazamiento

Plano nº 3: Planta general.

Plano nº 4: Topografía estado actual

Plano nº 5: Planta general

Plano nº 6: Sección tipo

11. CONCLUSIONES

Lo que se pretende transmitir con este Estudio es que el estado actual del cauce es de grandísima degradación, estado al que se ha llegado por el abandono de la actividad industrial existente años atrás. En aquel momento se construyó una sección cerrada de $3 \times 3 \text{ m}^2$ en la que se encauzó el arroyo de la Rosa y en la actualidad esa sección se está derrumbando creando problemas sinérgicos de atascamientos de agua en la sección y desbordamientos por las secciones derruidas.

Se propone a la Confederación Hidrográfica del Tajo la autorización para recuperar la lámina de agua a cielo abierto del Arroyo de la Rosa, con una sección con forma de trapecio regular, taludes a 45° con capacidad de revegetarse naturalmente, y fondo en tierras, aproximándose lo más posible a la sección natural existente 600 m aguas arriba en el arroyo (véanse las fotografías en el Anejo nº 1).

La sección propuesta definirá el Dominio Público Hidráulico y las 2 bandas de 5 m paralelas a la arista superior de los taludes, que se diseñarán para que se cumplan los requisitos de las Zonas de Servidumbre.

Se considera que no se produce disminución de la capacidad hidráulica, si no ampliación del dominio público hidráulico, recuperando el cauce hacia un estado lo más natural posible de acuerdo al criterio general de esta Confederación, reflejados en el Artº 92 del T.R. Ley de Aguas de Objetivos de la protección de las aguas y del DPH, y, tras el análisis realizado en el presente Estudio se concluye que las actuaciones descritas en el *Proyecto Urbanización de la UA100-Oeste del POM de Toledo*:

- ✓ Recupera y preserva el dominio público hidráulico construyendo una nueva sección abierta en este tramo urbano del arroyo lo más parecida posible a una sección natural, favoreciendo el flujo del agua y mejorando su capacidad hidráulica,

- ✓ no afecta al medio físico o biológico afecto al agua, que constituya una degradación del mismo,
- ✓ no se altera el régimen hidráulico ni suponen un obstáculo a la circulación de sedimentos,
- ✓ Evita el efecto de las inundaciones pues tiene capacidad para desaguar la Q_{MCO} de la máxima crecida ordinaria, y las avenidas Q_{10} , Q_{25} , Q_{100} y Q_{500} mejorando significativamente en el régimen hidráulico del arroyo con respecto a la situación original,
- ✓ se respeta la continuidad longitudinal y lateral del cauce y el criterio de la C.H.Tajo de mantener el cauce en un estado lo más natural posible, afectando lo menos posible a sus características físicas de modo que no se produce una disminución de su capacidad hidráulica, ni una reducción del dominio público hidráulico.
- ✓ no producen ninguna afección al desagüe natural de las avenidas obtenidas del cálculo, no existiendo ningún tipo de riesgo ni aumento de la vulnerabilidad para instalaciones o vidas humanas.

Como resumen: ampliándose la franja del DPH a la obra proyectada, la sección resultante tiene capacidad suficiente para desaguar incluso el caudal Q_{500} de avenidas de 500 años de periodo de retorno, y no afecta negativamente ni a terceros ni al desagüe del propio cauce, por lo que se considera que el Proyecto de urbanización es susceptible de autorización por la Confederación Hidrográfica del Tajo.

Se pretende que este Estudio sirva para obtener la oportuna autorización de dichas obras en el Dominio Público Hidráulico, Zona de Servidumbre y en Zona de Policía de Cauces, necesaria para la tramitación.

Toledo, junio de 2022

José M^a Minguela Arjona
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Col. nº 13.223

ANEJO Nº 1:
FOTOGRAFIAS DEL ESTADO ACTUAL



Vista general de la UA-100 Oeste



*Vistas del cauce artificial existente en estado
derruido:*

Sección hidráulica cerrada de 3x3 m²



*Vista del cauce artificial y paso existente fuera del ámbito
aguas arriba de la UA-100 Oeste*



Vista del cauce natural existente a 600 m aguas arriba de la UA-100 Oeste



Vista del cauce natural e inicio del tramo entubado bajo las calzadas, a 500 m aguas arriba de la UA-100 Oeste



Inicio del tramo entubado bajo las calzadas con 3 tubos de diámetro 1 m, a 500 m aguas arriba de la UA-100 Oeste



Obra de paso bajo la vía del ferrocarril Madrid –Toledo, sobredimensionado con una batería de 5 cajones de $4 \times 2 \text{m}^2$, aguas abajo fuera del ámbito de la UA-100 Oeste

ANEJO N° 2:
HIDROLOGÍA. CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDAS

Anejo 2.- CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDAS

En el presente estudio se obtiene el caudal correspondiente al periodo de retorno de 5, 10, 25, 100 y 500 años.

El periodo de retorno de la máxima crecida ordinaria se determina con la siguiente expresión, en la que se relaciona el periodo de retorno correspondiente al caudal de la máxima crecida ordinaria (T_{MCO}) con el coeficiente de variación de los caudales máximos anuales propio de la región en que se encuentra el punto de cálculo:

$$T_{MCO} = 5 \cdot C_v$$



Regiones con homogeneidad estadística identificadas.

El valor regional del coeficiente de variación en la región homogénea estadística 33 es $C_v = 1,04$, según la *Memoria Técnica del Mapa de Caudales Máximos* publicado por el CEDEX, por lo que el periodo de retorno aproximado de la máxima crecida ordinaria resulta ser de 5 años.

La obtención de los caudales máximos, se ha realizado con la aplicación CAUMAX, para los periodos de retorno de 5 años de la Máxima Crecida Ordinaria y de hasta 500 años de la avenida extraordinaria, y en el siguiente

punto de coordenadas UTM del cauce del Arroyo de la Rosa:

$$(X, Y) = (414.485 \text{ m}, 4.413.020 \text{ m})$$

Correspondientes a la Hoja 629-IV, del Mapa Topográfico Nacional.

Los resultados obtenidos con CAUMAX en el cálculo de caudales máximos en el arroyo de la Rosa, en las coordenadas de la obra de paso en cuestión, han sido los siguientes:

$$Q_5 = 1,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10} = 2,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

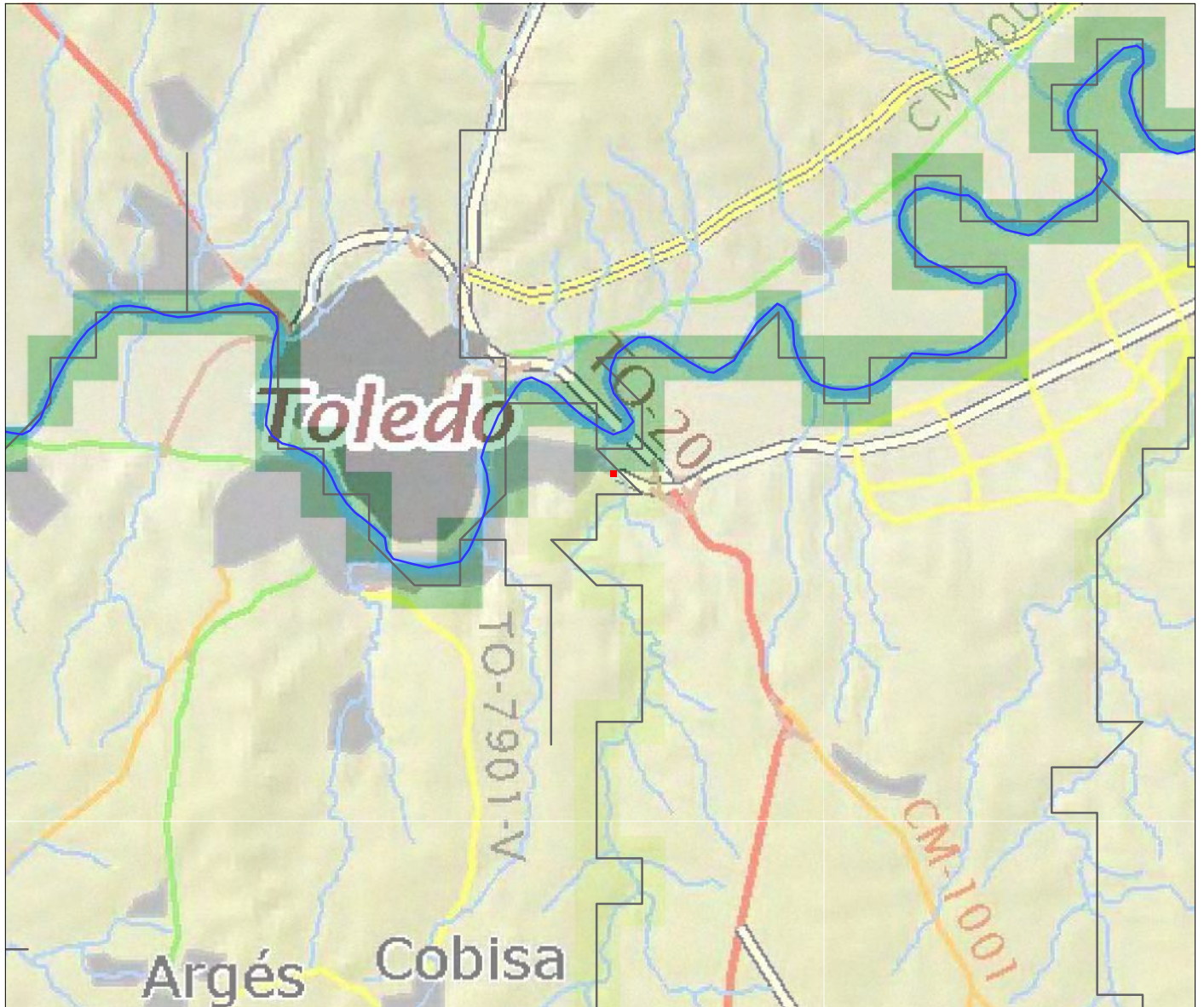
$$Q_{25} = 5,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{500} = 17 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estos serán los caudales empleados en la comprobación de la sección hidráulica en el escenario postoperacional, con la sección reconstruida y recuperado el dominio público hidráulico.

Demarcación hidrográfica del Tajo



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 414485.2 Y utm : 4413020.6

RESULTADO

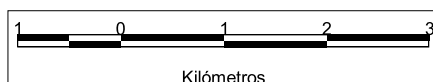
| | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Periodo de retorno (años) : 5 | Caudal (m ³ /s) : 1.6 |
|-------------------------------|----------------------------------|

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- ~ Ríos
- ~ Ríos 10 km

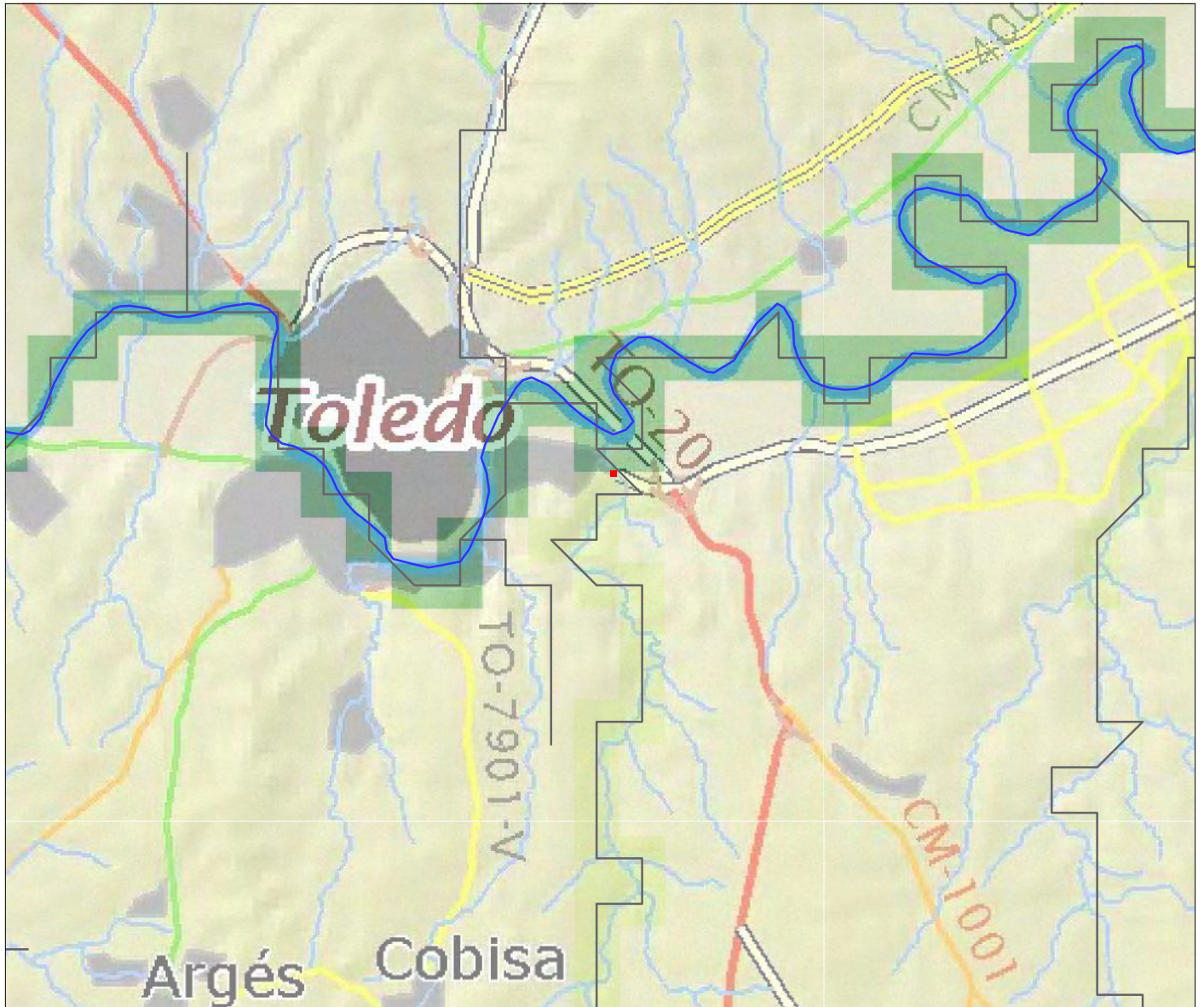
Caudales 2 años

cartografia.ecw



Fecha : 10.11.2021

Demarcación hidrográfica del Tajo



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 414485.2 Y utm : 4413020.6

RESULTADO

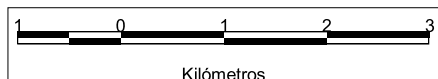
| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Periodo de retorno (años) : 10 | Caudal (m3/s) : 2.8 |
|--------------------------------|---------------------|

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- ~ Ríos
- ~ Ríos 10 km

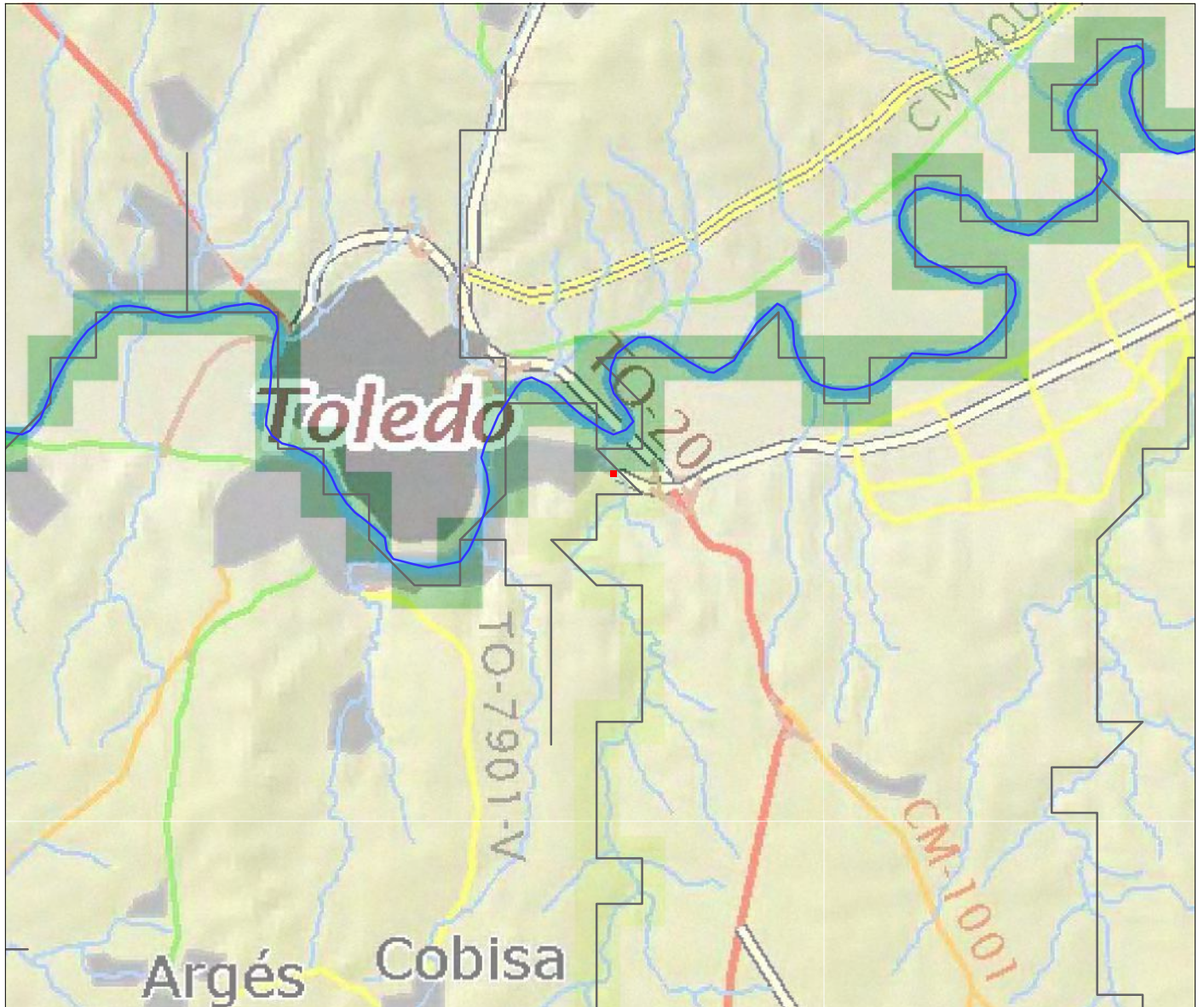
Caudales 2 años

cartografia.ecw



Fecha : 10.11.2021

Demarcación hidrográfica del Tajo



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 414485.2 Y utm : 4413020.6

RESULTADO

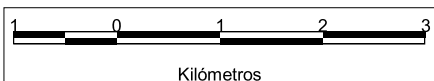
| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Periodo de retorno (años) : 25 | Caudal (m3/s) : 5.6 |
|--------------------------------|---------------------|

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- ~ Ríos
- ~ Ríos 10 km

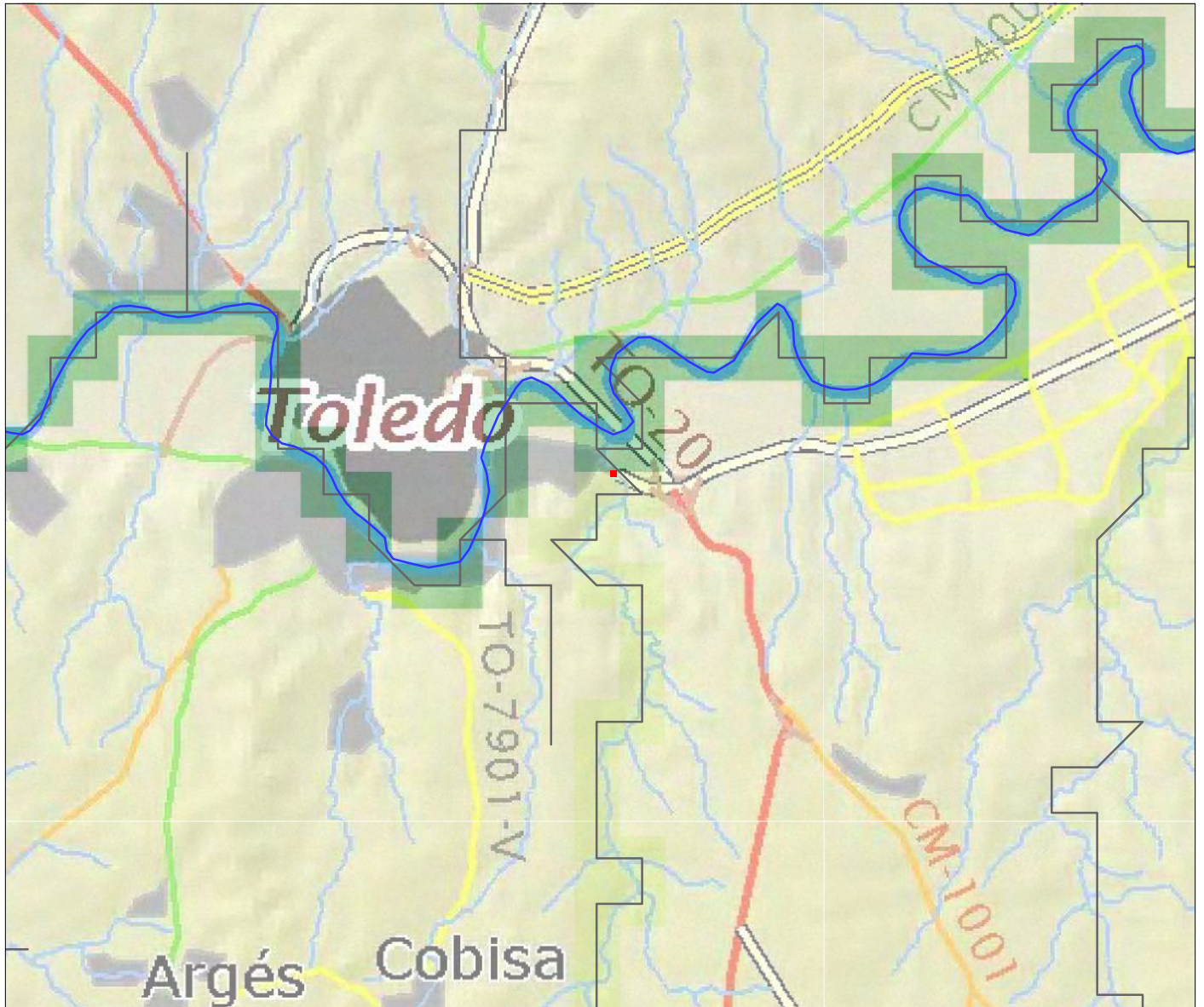
Caudales 2 años

cartografia.ecw



Fecha : 10.11.2021

Demarcación hidrográfica del Tajo



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 414485.2 Y utm : 4413020.6

RESULTADO

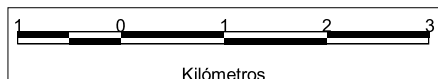
| | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Periodo de retorno (años) : 100 | Caudal (m ³ /s) : 10.0 |
|---------------------------------|-----------------------------------|

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- ~ Ríos
- ~ Ríos 10 km

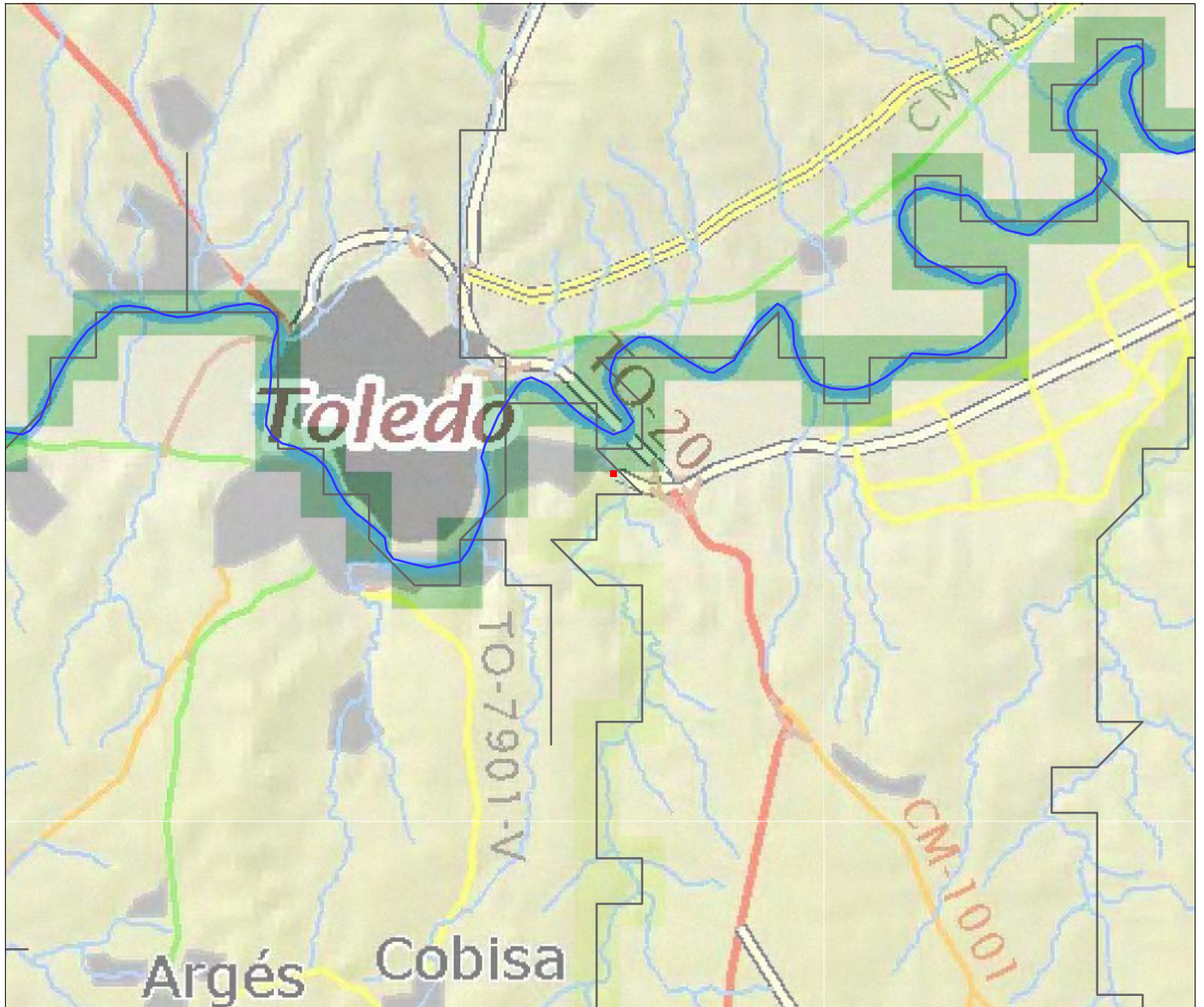
Caudales 2 años

cartografia.ecw



Fecha : 10.11.2021

Demarcación hidrográfica del Tajo



INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30

X utm : 414485.2 Y utm : 4413020.6

RESULTADO

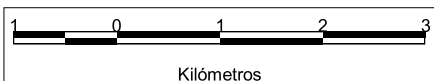
| | |
|---------------------------------|----------------------|
| Periodo de retorno (años) : 500 | Caudal (m3/s) : 17.0 |
|---------------------------------|----------------------|

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- ~ Ríos
- ~ Ríos 10 km

Caudales 2 años

cartografia.ecw



Fecha : 10.11.2021

ANEJO Nº 3:
CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ANEJO Nº 3: CALCULOS HIDRAULICOS

1.- DEFINICIÓN DE ZONAS

Según lo establecido en la vigente Ley de Aguas y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que la desarrolla parcialmente, en relación con los cauces se definen cuatro zonas diferenciadas:

Dominio Público Hidráulico.

- Zona de Servidumbre.
- Zona de Policía.
- Zona Inundable.

El Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares I, IV, V, VI y VII de la Ley de Aguas 29/1985, de 2 de Agosto, indica en su artículo 4º que es un cauce con la siguiente definición:

Art. 4º:

1. Álveo ó cauce natural de una corriente continua ó discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias.

2. Se considerará como caudal de la máxima crecida ordinaria (a los efectos de estimación del dominio público hidráulico) la media de los máximos de los caudales anuales, en su régimen natural, producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente.

Por otra parte en el artículo 6º se definen las zonas de servidumbre y policía, de la siguiente forma:

Art. 6º:

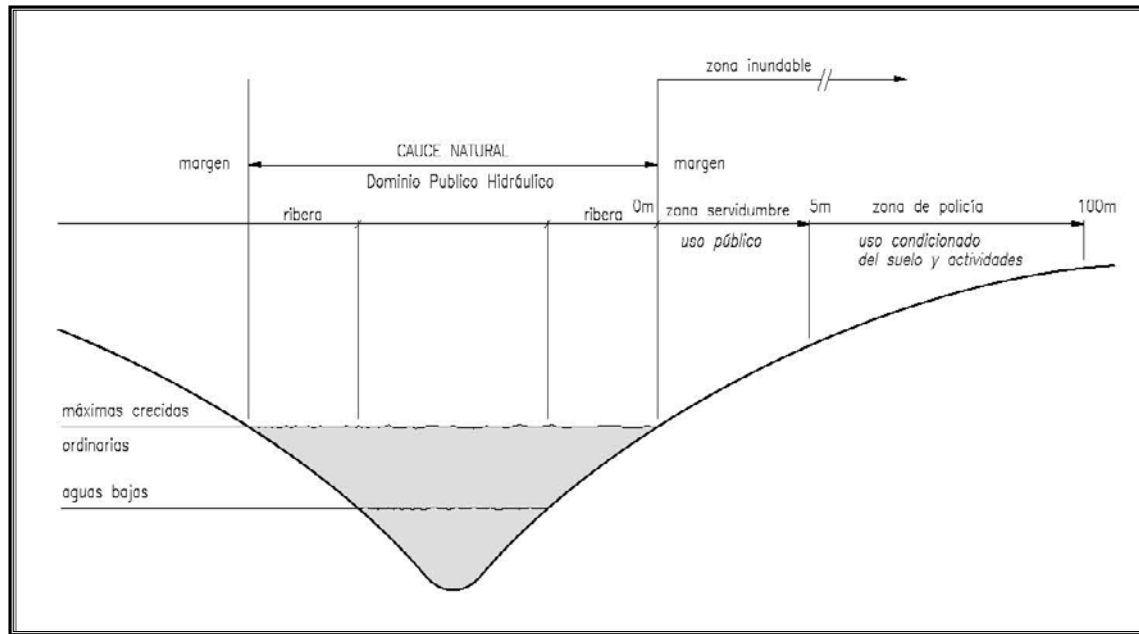
Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

Las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal:

a. A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público que se regula en este Reglamento.

b. A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso de suelo y las actividades que se desarrollen.

Como zona inundable se considera aquella que es afectada por las avenidas asociadas a un periodo de retorno de 500 años.



Reglamento del Dominio Público Hidráulico

La ordenación del suelo prevista por el arquitecto reserva una banda de suelo de 2.330,34 m², de 42 m de ancho medio, destinada a Servicios Generales para alojar el dominio público hidráulico en una amplia canalización abierta y sus zonas de servidumbre, con bordes ajardinados integrados en las zonas verdes de la futura urbanización, garantizando la efectividad de los objetivos de la servidumbre para uso público.

Las obras de urbanización de la Unidad de Actuación UA-100 Oeste del P.O.M. de Toledo queda en cualquier caso dentro de la Zona de Policía del Arroyo de la Rosa, para lo que se solicita autorización a esta Confederación Hidrográfica del Tajo para la actuación urbanística proyectada.

2.- CALCULO de COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN DE DESAGÜE

Para comprobar la sección hidráulica del arroyo se utilizarán los caudales máximos de avenida calculados en el Anejo anterior.

Es un elemento en donde la pérdida de energía es debida al rozamiento con cauces o con conductos de paredes rugosas en régimen turbulento, luego aplicaremos la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = V_m \cdot S = k \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot S$$

donde:

- V_m = velocidad media del agua en la sección considerada (m/s)
- k = coeficiente de rugosidad ($m^{1/3}/s$) = $1 / n_{\text{Manning}}$
- R_h = radio hidráulico para la sección (m)
- i = pendiente de la línea de energía. Se considerará en régimen uniforme igual a la pendiente longitudinal del cauce en tanto por uno
- S = sección hidráulica (m^2)
- ✓ $k = 33$, correspondiente a la sección transversal en situación postoperacional, correspondiente a una sección transversal en estudio conformada con fondo de tierra y lados encachados. Corresponde un $n_{\text{Manning}} = 0,030$.

Se modeliza la sección natural a una sección trapezoidal de base 3,00 m y con taludes a 45°, lo más próxima posible a la sección natural del Arroyo de la Rosa, 600 m aguas arriba de la actuación, antes de ser entubada en 3 tubos de 1 m de diámetro.

En la proyectada *situación postoperacional*, con la sección modelizada a un trapecio, con los taludes a 45° en ambas márgenes, y considerando el coeficiente de rozamiento de Manning correspondiente al de la sección transversal en estudio conformada con fondo de tierra de 3 m de ancho y lados encachados, se tendrá que la lámina de agua al paso de la máxima crecida ordinaria $Q_{\text{MCO}} = 1,600 \text{ m}^3/\text{s}$, de periodo de retorno $T = 5$ años, alcanza una altura $h_{\text{MCO}} = 0,304 \text{ m}$:

SECCION TRAPEZIAL + Q_{MCO}

talud de margen derecho con la horizontal, $\alpha = 45^\circ$

$$t_\alpha = \text{tag}\alpha = \text{talud } \alpha = 1,00 = 1V / 1,0 H$$

$$\alpha \text{ (rad)} = 0,7854 \text{ rad}$$

talud de margen izquierdo con la horizontal, $\beta = 45^\circ$

$$t_\beta = \text{tag}\beta = \text{talud } \beta = 1,00 = 1V / 1,0 H$$

$$\beta \text{ (rad)} = 0,7854 \text{ rad}$$

$$n \text{ (Manning)} = 0,033 \text{ s/m}^{1/3}$$

$$k = f(n_{\text{Manning}}) = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

Longitud del tramo de cauce en el eje = 60 m

cota punto aguas arriba = 457,40 msnm

cota punto aguas abajo = 456,40 msnm

pendiente longitudinal = 0,0167 m/m

ancho base del cauce = 3,000 m

altura de agua $h_{MCO} = 0,304 \text{ m}$

ancho de la lámina de agua = 3,608 m

$$S = 1,004 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{mojado}} = 3,859 \text{ m}$$

$$R_H = 0,260 \text{ m}$$

$$Q_{MCO} = 1,600 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con el mismo criterio, en la situación postoperacional se han obtenido:

- $h_{10} = 0,424 \text{ m}$,
- $h_{25} = 0,639 \text{ m}$,
- $h_{100} = 0,894 \text{ m}$,
- $h_{500} = 1,207 \text{ m}$,

SECCION TRAPECIAL + Q₁₀

| | |
|--|------------------------------|
| talud de margen derecho con la horizontal, α = | 45 ° |
| $t_\alpha = \text{tag}\alpha = \text{talud } \alpha =$ | 1,00 = 1V / 1,0 H |
| α (rad) = | 0,7854 rad |
| talud de margen izquierdo con la horizontal, β = | 45 ° |
| $t_\beta = \text{tag}\beta = \text{talud } \beta =$ | 1,00 = 1V / 1,0 H |
| β (rad) = | 0,7854 rad |
| n (Manning) = | 0,033 s/m ^{1/3} |
| $k = f(n_{\text{Manning}}) =$ | 30 m ^{1/3} /s |
| Longitud del tramo de cauce en el eje = | 60 m |
| cota punto aguas arriba = | 457,40 msnm |
| cota punto aguas abajo = | 456,40 msnm |
| pendiente longitudinal = | 0,0167 m/m |
| ancho base del cauce = | 3,000 m |
| altura de agua h₁₀ = | 0,424 m |
| ancho de la lámina de agua = | 3,848 m |
| S = | 1,453 m ² |
| P _{mojado} = | 4,200 m |
| R _H = | 0,346 m |
| Q₁₀ = | 2,800 m³/s |

SECCION TRAPECIAL + Q₂₅

| | |
|--|------------------------------|
| talud de margen derecho con la horizontal, α = | 45 ° |
| $t_\alpha = \text{tag}\alpha = \text{talud } \alpha =$ | 1,00 = 1V / 1,0 H |
| α (rad) = | 0,7854 rad |
| talud de margen izquierdo con la horizontal, β = | 45 ° |
| $t_\beta = \text{tag}\beta = \text{talud } \beta =$ | 1,00 = 1V / 1,0 H |
| β (rad) = | 0,7854 rad |
| n (Manning) = | 0,033 s/m ^{1/3} |
| $k = f(n_{\text{Manning}}) =$ | 30 m ^{1/3} /s |
| Longitud del tramo de cauce en el eje = | 60 m |
| cota punto aguas arriba = | 457,40 msnm |
| cota punto aguas abajo = | 456,40 msnm |
| pendiente longitudinal = | 0,0167 m/m |
| ancho base del cauce = | 3,000 m |
| altura de agua h₂₅ = | 0,639 m |
| ancho de la lámina de agua = | 4,277 m |
| S = | 2,324 m ² |
| P _{mojado} = | 4,806 m |
| R _H = | 0,483 m |
| Q₂₅ = | 5,600 m³/s |

SECCION TRAPECIAL + Q₁₀₀

| | |
|--|-------------------------------|
| talud de margen derecho con la horizontal, α = | 45 ° |
| $t_\alpha = \text{tag}\alpha = \text{talud } \alpha =$ | 1,00 = 1V/ 1,0 H |
| α (rad) = | 0,7854 rad |
| talud de margen izquierdo con la horizontal, β = | 45 ° |
| $t_\beta = \text{tag}\beta = \text{talud } \beta =$ | 1,00 = 1V/ 1,0 H |
| β (rad) = | 0,7854 rad |
| n (Manning) = | 0,033 s/m ^{1/3} |
| $k = f(n_{\text{Manning}}) =$ | 30 m ^{1/3} /s |
| Longitud del tramo de cauce en el eje = | 60 m |
| cota punto aguas arriba = | 457,40 msnm |
| cota punto aguas abajo = | 456,40 msnm |
| pendiente longitudinal = | 0,0167 m/m |
| ancho base del cauce = | 3,000 m |
| altura de agua h₁₀₀ = | 0,894 m |
| ancho de la lámina de agua = | 4,788 m |
| S = | 3,480 m ² |
| P _{mojado} = | 5,528 m |
| R _H = | 0,630 m |
| Q₁₀₀ = | 10,000 m³/s |

SECCION TRAPECIAL + Q₅₀₀

| | |
|--|-------------------------------|
| talud de margen derecho con la horizontal, α = | 45 ° |
| $t_\alpha = \text{tag}\alpha = \text{talud } \alpha =$ | 1,00 = 1V/ 1,0 H |
| α (rad) = | 0,7854 rad |
| talud de margen izquierdo con la horizontal, β = | 45 ° |
| $t_\beta = \text{tag}\beta = \text{talud } \beta =$ | 1,00 = 1V/ 1,0 H |
| β (rad) = | 0,7854 rad |
| n (Manning) = | 0,033 s/m ^{1/3} |
| $k = f(n_{\text{Manning}}) =$ | 30 m ^{1/3} /s |
| Longitud del tramo de cauce en el eje = | 60 m |
| cota punto aguas arriba = | 457,40 msnm |
| cota punto aguas abajo = | 456,40 msnm |
| pendiente longitudinal = | 0,0167 m/m |
| ancho base del cauce = | 3,000 m |
| altura de agua h₅₀₀ = | 1,207 m |
| ancho de la lámina de agua = | 5,414 m |
| S = | 5,078 m ² |
| P _{mojado} = | 6,414 m |
| R _H = | 0,792 m |
| Q₅₀₀ = | 17,000 m³/s |

La sección hidráulica proyectada del arroyo es capaz de desaguar el caudal de las avenidas de la máximas crecidas extraordinarias.

El caudal total capaz de desaguar a sección llena es $43 \text{ m}^3/\text{s}$, del orden de 2,5 veces mayor que el máximo de avenida Q_{500} de periodo de retorno de 500 años:

| SECCION TRAPECIAL + Q_{MAX} | |
|--|---------------------------------|
| talud de margen derecho con la horizontal, α = | 45 ° |
| $t_\alpha = \text{tag}\alpha = \text{talud } \alpha =$ | 1,00 = 1V/ 1,0 H |
| α (rad) = | 0,7854 rad |
| talud de margen izquierdo con la horizontal, β = | 45 ° |
| $t_\beta = \text{tag}\beta = \text{talud } \beta =$ | 1,00 = 1V/ 1,0 H |
| β (rad) = | 0,7854 rad |
| n (Manning) = | 0,033 s/m ^{1/3} |
| k = f(n _{Manning}) = | 30 m ^{1/3} /s |
| Longitud del tramo de cauce en el eje = | 60 m |
| cota punto aguas arriba = | 457,40 msnm |
| cota punto aguas abajo = | 456,40 msnm |
| pendiente longitudinal = | 0,0167 m/m |
| ancho base del cauce = | 3,000 m |
| altura de agua h = H = | 2,000 m |
| ancho de la lámina de agua = | 7,000 m |
| S = | 10,000 m ² |
| P _{mojado} = | 8,657 m |
| R _H = | 1,155 m |
| Q_{max} = | 43,070 m ³ /s |

DOCUMENTO N° 2: PLANOS

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

Plano nº 1: Situación

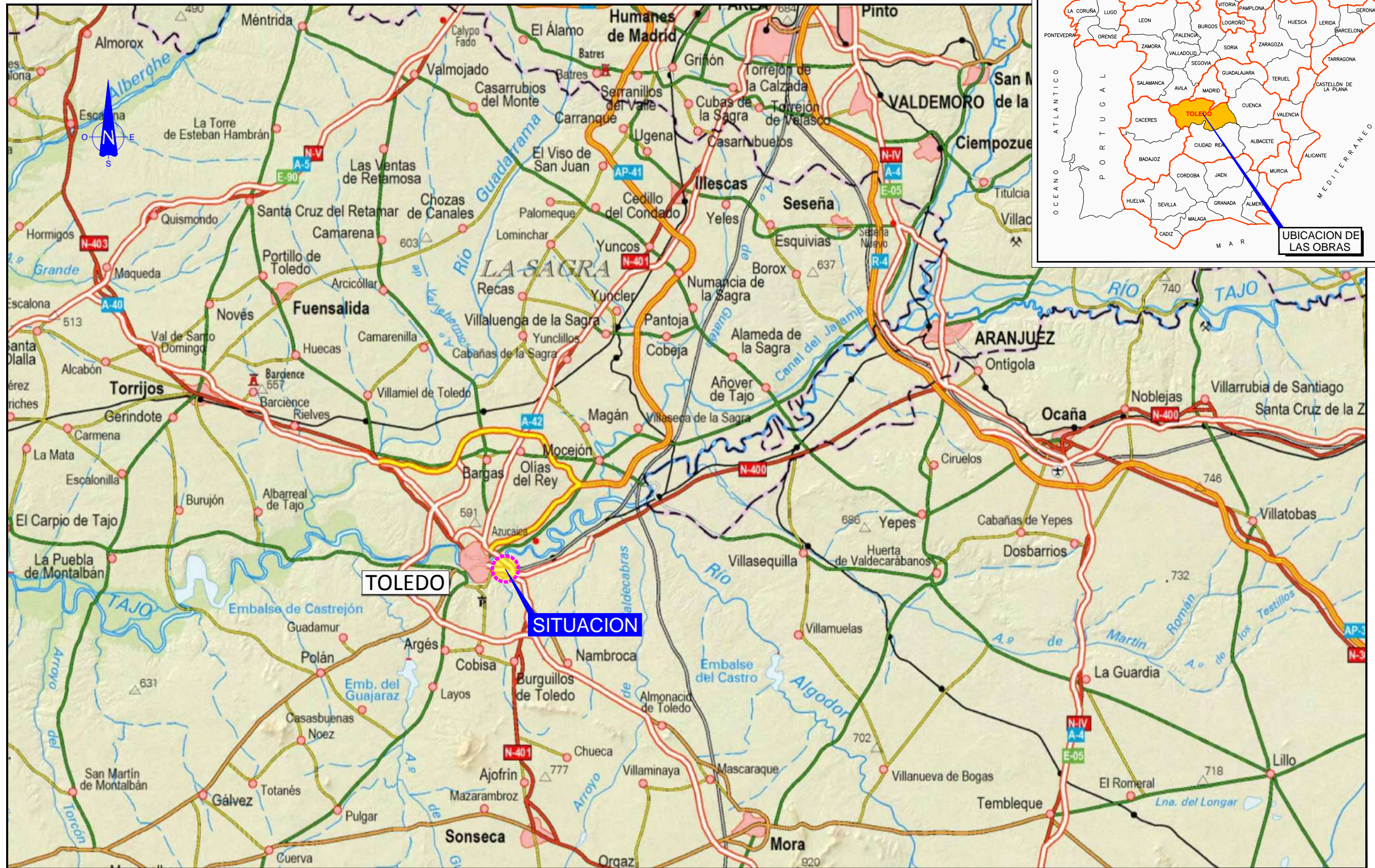
Plano nº 2: Localización y emplazamiento

Plano nº 3: Planta general.

Plano nº 4: Topografía estado actual

Plano nº 5: Planta general

Plano nº 6: Sección tipo



SITUACION
E= 1/300.000

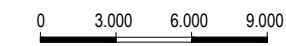
Archivo 01_SITUACION.dwg
 Fecha modificación 07/06/2022

TITULO:
ESTUDIO HIDROLOGICO Y CALCULOS HIDRAULICOS
DEL ARROYO de la ROSA A SU PASO por el PAU UA-100 Oeste del P.O.M. DE TOLEDO
 DISEÑO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION Y PROTECCION DEL CAUCE

EL INGENIERO DE CAMINOS, C. Y. P.

 JOSE M. MINGUELA ARJONA
 Colegiado nº: 13.223

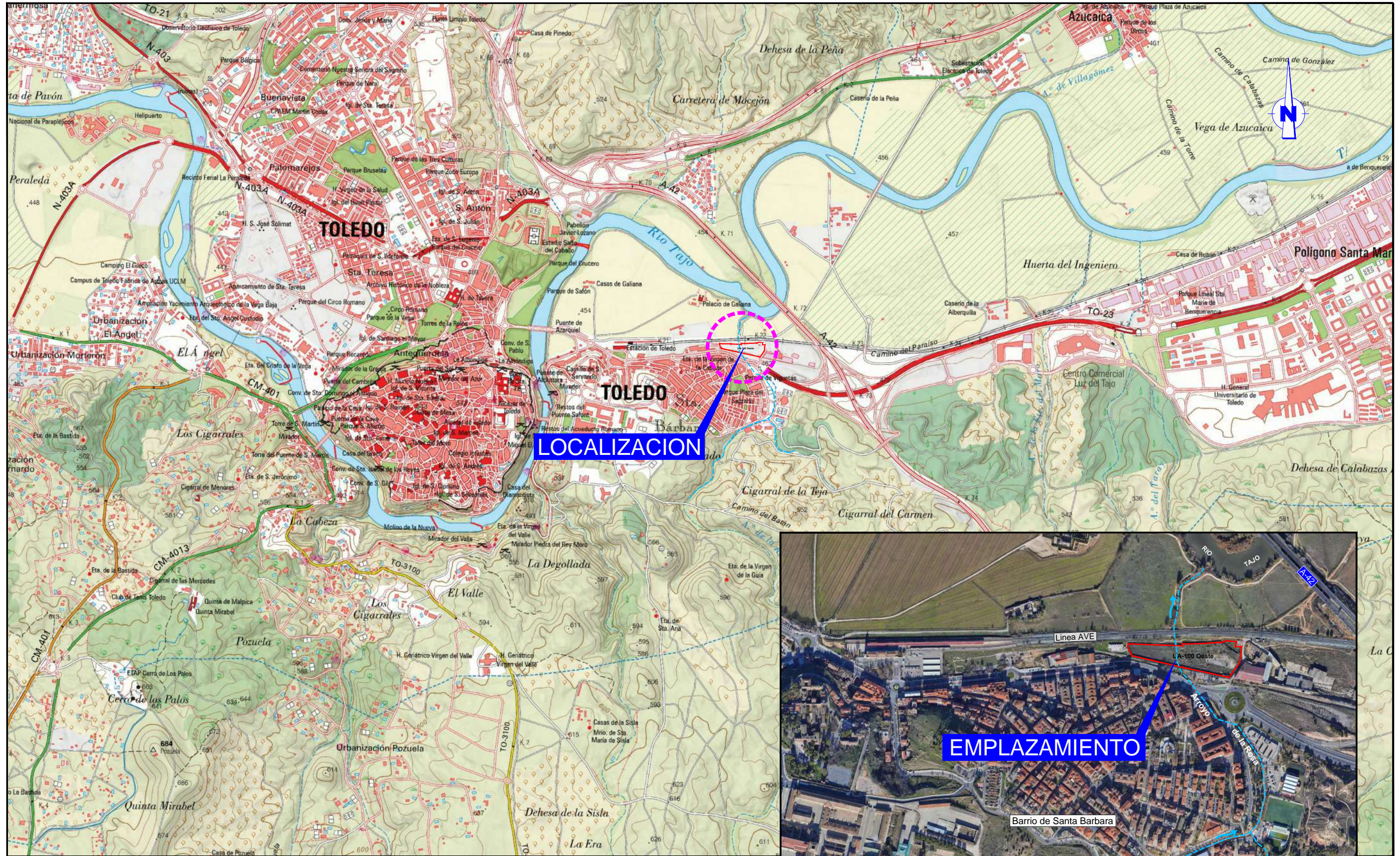
PROMOTORA:
 HIERROS ABEL, S.L.

ESCALAS:
 1/300.000
 Original DIN - A3


NÚMERO:
 1

DESIGNACIÓN:
 SITUACION

FECHA:
 JUNIO - 2022
 HOJA 1 DE 1



LOCALIZACION

E= 1/25.000



EMPLAZAMIENTO

E= 1/10.000

Archivo 02_LOCALIZACION Y EMPLAZAMIENTO.dwg
 Fecha modificación 08/06/2022

TITULO:
ESTUDIO HIDROLOGICO Y CALCULOS HIDRAULICOS
DEL ARROYO de la ROSA A SU PASO por el PAU UA-100 Oeste del P.O.M. DE TOLEDO
 DISEÑO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION Y PROTECCION DEL CAUCE

EL INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P.

 JOSE M. MINGUELLA ARJONA
 Colegiado nº: 13.223

Proyectos de Ingeniería & Control de Obras, S.L.

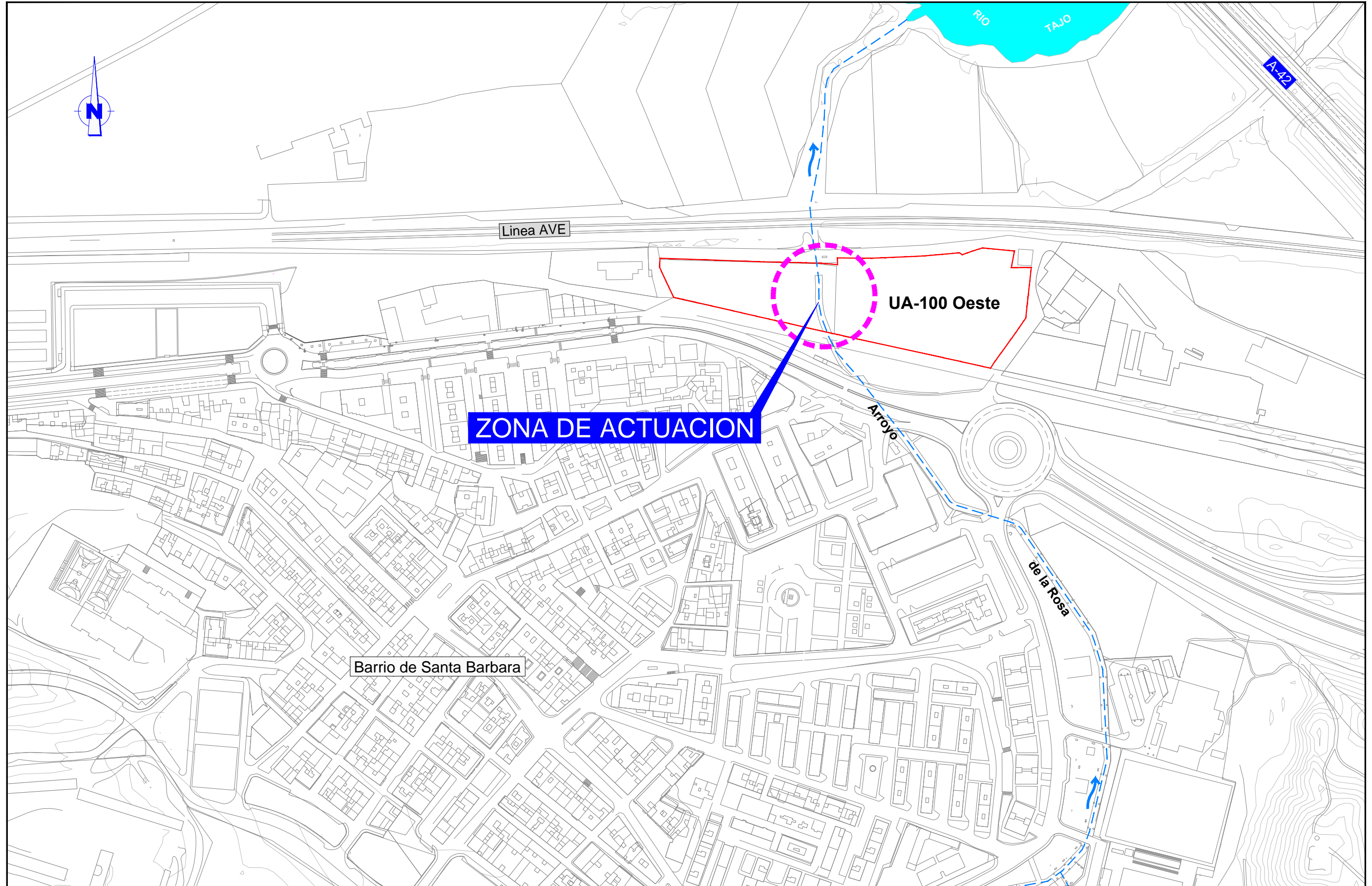

PROMOTORA:
 HIERROS ABEL, S.L.

ESCALAS:
 1/25.000
 1/10.000
 Original DIN - A3
 Graficas

NÚMERO:
 2

DESIGNACIÓN:
 LOCALIZACION Y EMPLAZAMIENTO

FECHA:
 JUNIO - 2022
 HOJA 1 DE 1

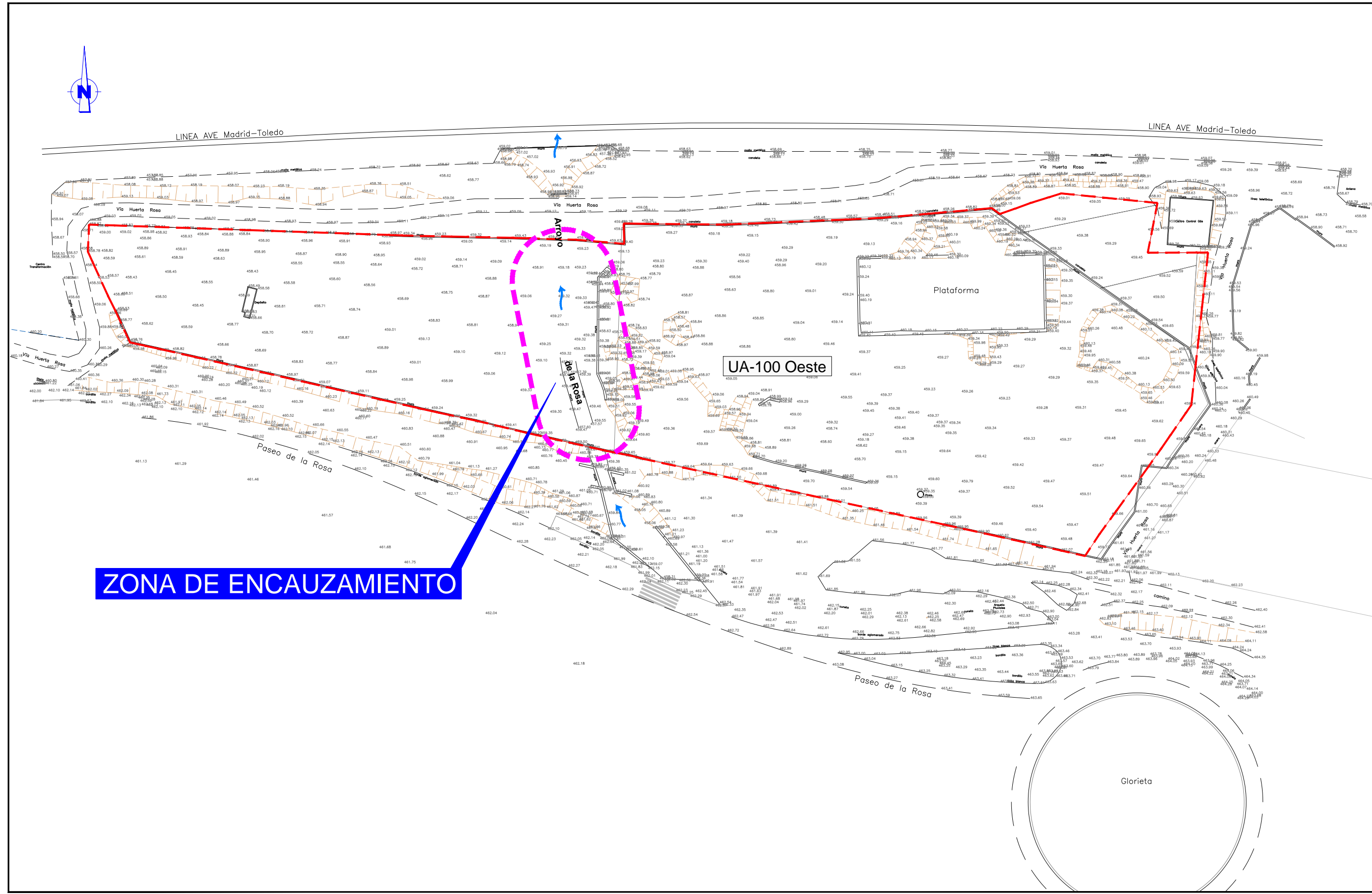


ZONA DE ACTUACION

PLANTA
E= 1/3.000

Archivo 03_PLANTA_GENERAL.dwg 07/06/2022 Fecha modificación

| | | | | | | |
|--|--|--|--|-----------------------------|--|---|
| <p>TITULO: ESTUDIO HIDROLOGICO Y CALCULOS HIDRAULICOS DEL ARROYO de la ROSA A SU PASO por el PAU UA-100 Oeste del P.O.M. DE TOLEDO DISEÑO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION Y PROTECCION DEL CAUCE</p> | <p>EL INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P. <i>Jose M. Minguela Arjona</i> JOSE M. MINGUELA ARJONA Colegiado nº: 13.223</p> <p>Proyectos de Ingeniería & Control de Obras, S.L. PRICO</p> | <p>PROMOTORA: HIERROS ABEL, S.L.</p> | <p>ESCALAS: 1/3.000 Original DIN - A3</p> <p>0 30 60 90 Graficas</p> | <p>NÚMERO: 3</p> | <p>DESIGNACIÓN: PLANTA GENERAL</p> | <p>FECHA: JUNIO - 2022</p> <p>HOJA 1 DE 1</p> |
|--|--|--|--|-----------------------------|--|---|



ZONA DE ENCAUZAMIENTO

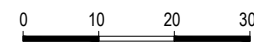
UA-100 Oeste

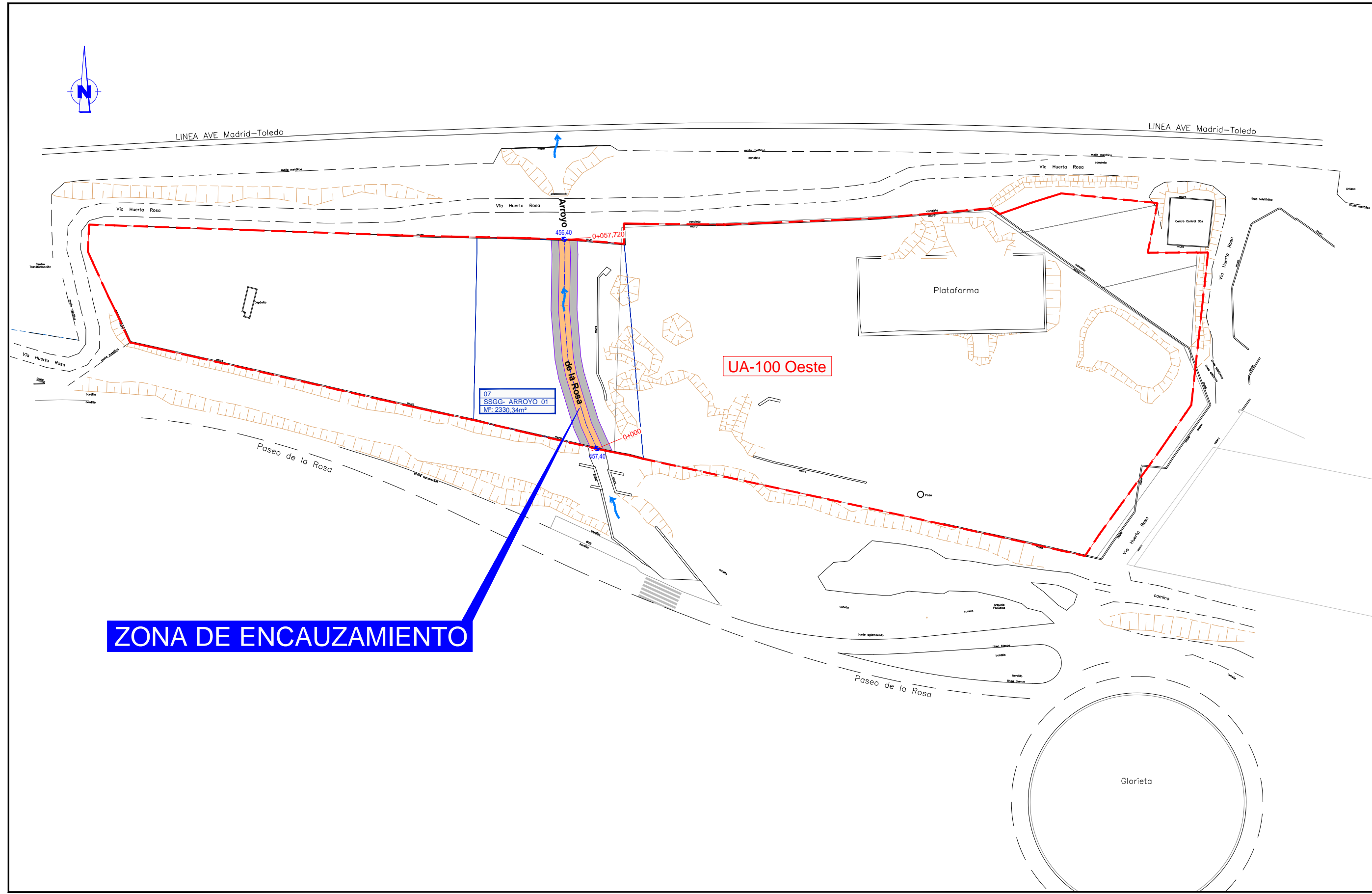
Glorieta

PLANTA
E= 1/1.000

Archivo 04_TOPOGRAFIA_ESTADO_ACTUAL.dwg Fecha modificación 08/06/2022

| | | | | | | |
|--|--|---|---|---------------------|--|--|
| TITULO: ESTUDIO HIDROLOGICO Y CALCULOS HIDRAULICOS DEL ARROYO de la ROSA A SU PASO por el PAU UA-100 Oeste del P.O.M. DE TOLEDO DISEÑO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION Y PROTECCION DEL CAUCE | EL INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P.  JOSE M. MINGUELA ARJONA Colegiado nº: 13.223 | PROMOTORA: HIERROS ABEL, S.L. | ESCALAS: 1/1.000 Original DIN - A3 | NÚMERO: 4 | DESIGNACIÓN: TOPOGRAFIA ESTADO ACTUAL | FECHA: JUNIO - 2022 HOJA: 1 DE 1 |
|--|--|---|---|---------------------|--|--|





ZONA DE ENCAUZAMIENTO

PLANTA
E= 1/1.000

Archivo 05 ENCAUZAMIENTO PL GENERAL.dwg Fecha modificación 10/06/2022

TITULO: **ESTUDIO HIDROLOGICO Y CALCULOS HIDRAULICOS DEL ARROYO de la ROSA A SU PASO por el PAU UA-100 Oeste del P.O.M. DE TOLEDO**
DISEÑO DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION Y PROTECCION DEL CAUCE

EL INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P.
Trini Iniesta
JOSE M^a MINQUELA ARJONA
Colegiado nº: 13.223
PRICO
Proyectos de Ingeniería & Control de Obras, S.L.

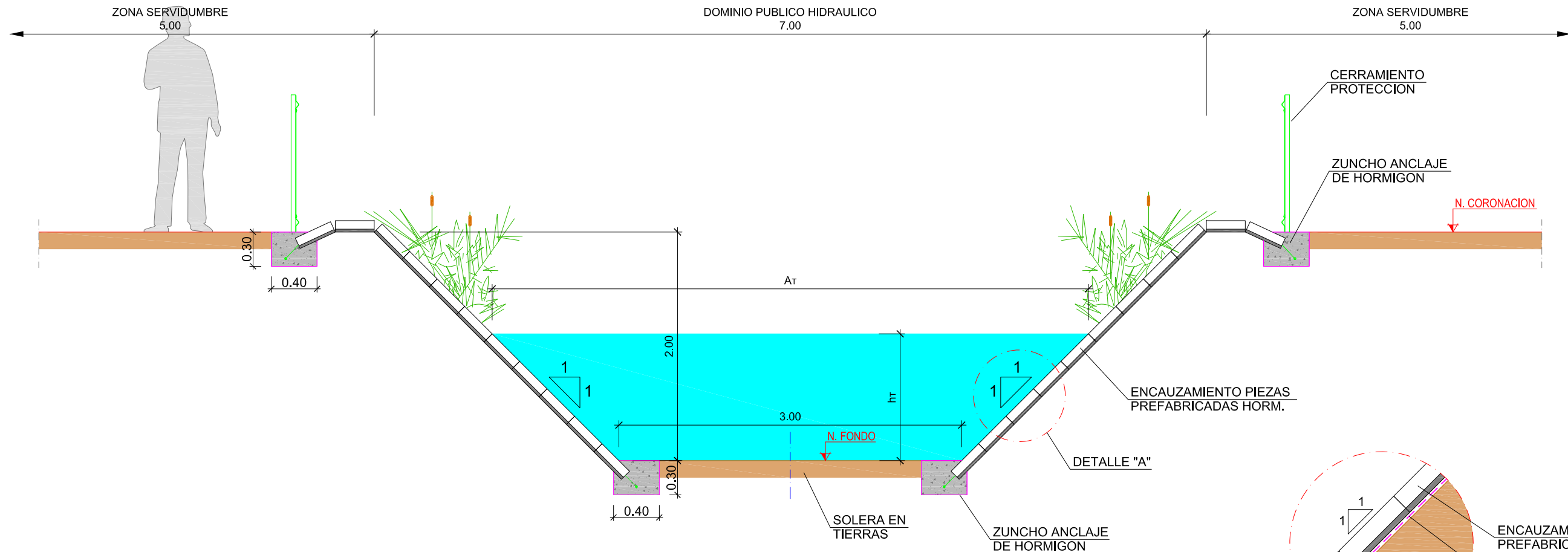
PROMOTORA:
HIERROS ABEL, S.L.

ESCALAS:
1/1.000
Original DIN - A3
0 10 20 30
Graficas

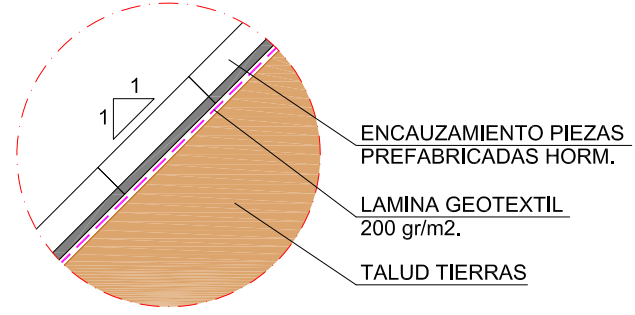
NÚMERO:
5

DESIGNACIÓN:
ENCAUZAMIENTO PLANTA GENERAL

FECHA:
JUNIO - 2022
HOJA 1 DE 1



ENCAUZAMIENTO SECCION TIPO
E= 1/40



DETALLE "A"
E= 1/20

| Periodo de Retorno T (años) | Caudal de avenida Q (m3/s) | Calado hT (m) | Ancho Lamina agua AT (m) |
|-----------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------|
| 5 (mco) | 1,6 | 0,304 | 3,608 |
| 10 | 2,8 | 0,424 | 3,848 |
| 25 | 5,6 | 0,639 | 4,277 |
| 100 | 10 | 0,894 | 4,788 |
| 500 | 17 | 1,207 | 5,414 |
| Tmax | 43 | H = 2,000 | 7,000 |

Archivo de ENCAUZAMIENTO SECCION TIPO.dwg | Fecha modificación 08/06/2022