

Problemática de los ríos urbanos. Análisis del caso particular del río Monelos- Mesoiro y del río de La Grela o río Pastoriza

Alcoba, M.^{a1}, Calvo, E.^{a2}

^{a1}Egis Eyser S.A., Delegación de Galicia, Carretera Cambre-O Temple nº 3, 2ºD, Cambre (A Coruña). E-mail: ^{a1}m.alcoba@egis-eyser.com,
^{a2}e.calvo@egis-eyser.com.

Línea temática | Agua y ciudad

RESUMEN

Se presenta la problemática de la canalización de ríos urbanos a través del caso concreto del río de La Grela o Pastoriza y del río Monelos- Mesoiro, en el municipio de A Coruña.

El proceso urbanizador experimentado en la segunda mitad del siglo XX en A Coruña ha provocado que las aguas del río de La Grela se dirijan actualmente a la EDAR de Bens, en lugar de al río Monelos- Mesoiro, como ocurría en origen.

El planteamiento de cara al futuro prevé la restitución de la conexión entre ambos ríos, actuación que supone una gran mejora, pero que no deja de ser algo puntual, ya que no devuelve a los ríos su espacio y riqueza.

En caso de existir una intención firme de restituir los cauces a su estado primitivo, ésta debería ser promovida desde los instrumentos de planificación del territorio, desde una perspectiva global y a largo plazo.

Palabras clave | río; ciudad; Coruña; Mesoiro; Monelos; Grela; Pastoriza; conexión; cuencas; urbanas; canalización; modelización; hidráulica

INTRODUCCIÓN

El proceso de ordenación y urbanización de las ciudades en el pasado no siempre ha considerado como condicionante la presencia de los ríos urbanos, sobre todo cuando se trata de cauces asociados a pequeñas cuencas.

En el caso de la ciudad de A Coruña, el importante proceso urbanizador llevado a cabo durante la segunda mitad del siglo XX, unido al escaso caudal de los cauces, a la desaparición de los usos tradicionales del agua en los mismos, y a la falta de regulación sectorial en materia de depuración de las aguas en el pasado, ha provocado que hoy en día, gran parte del trazado de estos ríos urbanos se encuentre canalizado y, en parte, mezclado con la red de aguas residuales de la ciudad. Este es el caso del río de La Grela o río de Pastoriza, que originalmente vertía sus aguas al río Mesoiro- Monelos, y que en la actualidad se ve mezclado con las aguas residuales de la ciudad, siendo su destino final la EDAR de Bens.

Hoy en día, desde la actual perspectiva de sensibilización en materia ambiental y de aguas, fomentada por las nuevas directivas europeas, no parece admisible que los ríos urbanos discurren canalizados bajo la ciudad, y menos aún que se mezclen con la red de saneamiento urbana. En concreto, en lo que respecta al río de La Grela o río de Pastoriza, la puesta en marcha de las nuevas instalaciones de la EDAR de Bens ha evidenciado la necesidad de desvincular este cauce de la red de saneamiento, por el coste que supone el tratamiento de su caudal en la depuradora.

Sin embargo, es preciso analizar en detalle hasta qué punto es posible revertir esta situación de ríos canalizados y mezclados con la red de saneamiento bajo las urbes, y en qué medida y condiciones se pueden recuperar estos cauces urbanos. En el presente artículo se presenta el caso concreto del río de La Grela o río de Pastoriza, y su conexión al río Mesoiro- Monelos.

PASADO Y PRESENTE DEL RÍO MESOIRO- MONELOS Y DEL RÍO DE LA GRELA

Principales cuencas urbanas en el término municipal de A Coruña

Las cuencas de los ríos Mesoiro-Monelos y río de La Grela o Pastoriza abarcan casi toda la superficie municipal de A Coruña, como se aprecia en la Figura 1.

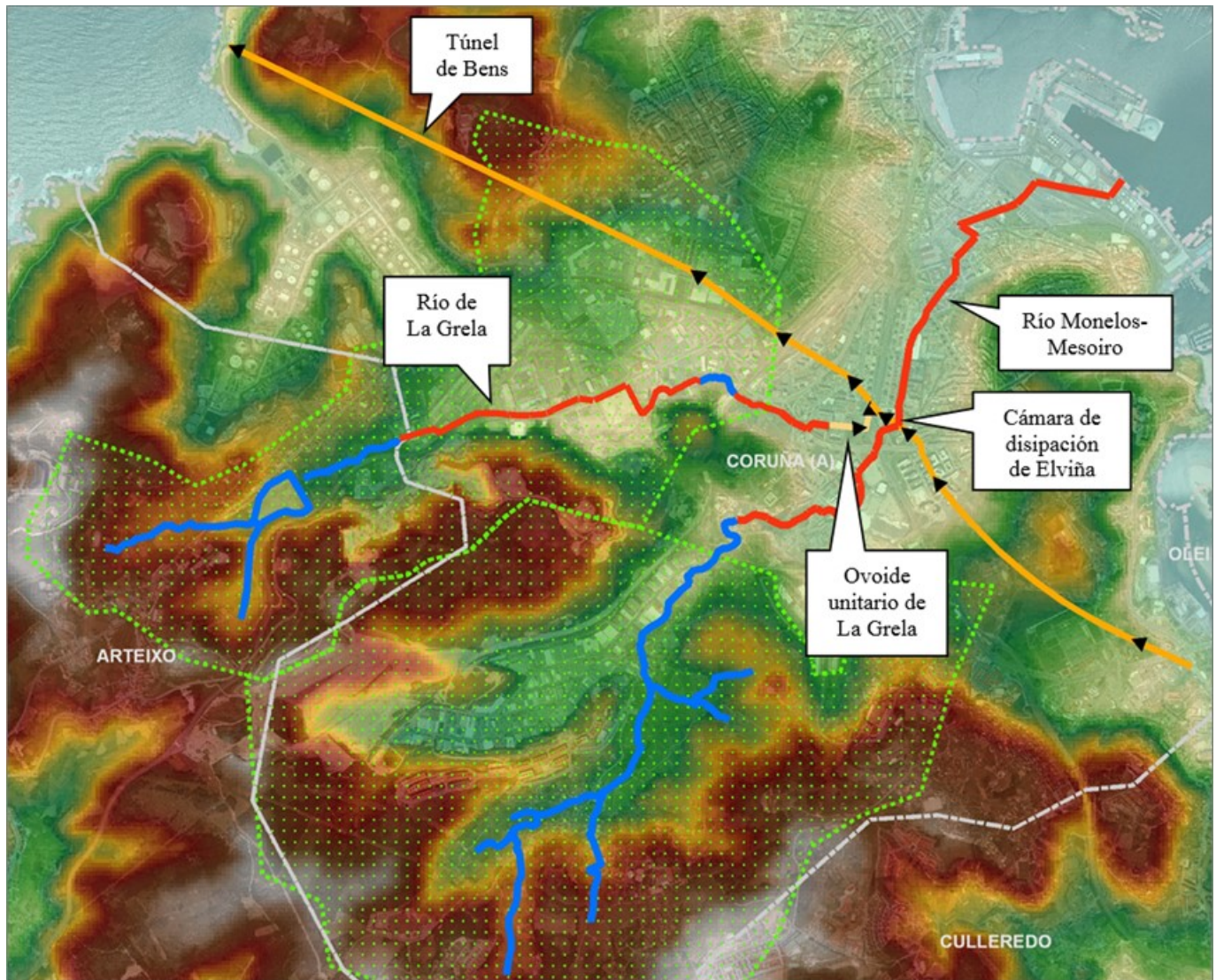


Figura 1 | Cuencas del río de La Grela y del río Monelos- Mesoiro. A Coruña

La cuenca del río Monelos- Mesoiro tiene una superficie de unos 15km^2 , con una longitud de cauce de unos 10km , de los que alrededor de un 40% se encuentra actualmente canalizado. Por su parte, el río de La Grela o río de Pastoriza tiene una cuenca de unos 7km^2 , con una longitud de unos 5km de cauce, encontrándose en la actualidad alrededor de un 60% de su longitud canalizada. En la cabecera de este río se localiza la Presa de Meicende.

El río Mesoiro-Monelos vierte al mar, pero interactúa en determinadas condiciones con el túnel de Bens en la cámara de disipación de Elviña. Por su parte, el río de La Grela vierte al túnel de Bens a través del ovoide unitario de la Grela.

A través del análisis de la consideración y transformación de estos ríos a lo largo del siglo XX, en particular de la segunda mitad del mismo, podemos comprender el estado que presentan en la actualidad, con gran parte de su trazado canalizado bajo la trama urbana, y en parte conectados a la red de saneamiento de la ciudad.

Evolución en el tiempo del cauce del río Mesoiro- Monelos

El río Monelos, en origen, era fruto de la confluencia del río Mesoiro con otros afluentes de menor entidad, entre ellos, el río de La Grela o río de Pastoriza. En la actualidad, el río Monelos- Mesoiro vierte al mar en el Puerto de A Coruña, pero interactúa con el túnel de Bens en la cámara de disipación de Elviña.

Una de las primeras alteraciones del cauce del río Monelos fue provocada por la construcción, hace más de 100 años, de la antigua estación Ferroviaria del Norte, en los terrenos en los que actualmente se localiza El Corte Inglés y el Colegio San Francisco Javier. Esta estación fue devastada en 1964 por un incendio, cuando ya el tráfico ferroviario operaba en la actual Estación de San Cristóbal.



Figura 2 | Primeras presiones sobre el río Monelos- Mesoiro

Pero las mayores alteraciones sobre el río se produjeron a partir de los años 50, a raíz de la construcción de la Avenida Lavedra, inaugurada en el año 1957, y los Polígonos de Elviña y Barrio de las Flores, en la década de los 60-70.

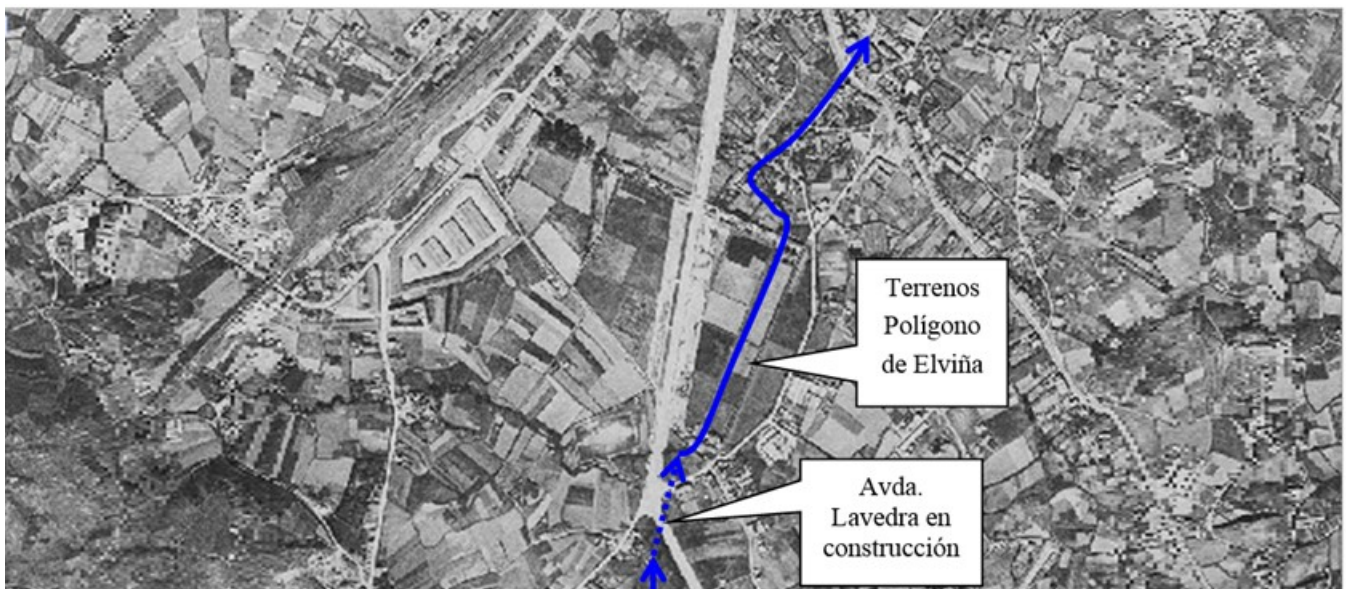


Figura 3 | Soterramiento del río Monelos- Mesoiro bajo la Avda. Lavedra

En la actualidad el río Monelos- Mesoiro se encuentra canalizado en una longitud superior a los 4.100m, desde la zona del Martinete (cerca de la entrada al Polígono Industrial de Pocomaco) hasta su desembocadura en el Puerto de A Coruña (Muelle de San Diego).



Figura 4 | Trazado canalizado del río Monelos- Mesoiro en la actualidad

Desde aguas abajo hacia aguas arriba, la canalización del Monelos- Mesoiro está formada por:

- Un primer tramo de canalización de unos 1.900m de longitud, en el que, en general, la sección está formada por dos bóvedas paralelas de 2,5m de ancho cada una y luz libre a la altura de la clave de 2,5m. Las bóvedas anteriores contienen una sección de aguas bajas de 0,5 a 0,7m de altura, según la zona. Este tramo discurre bajo el Muelle de San Diego, C/Río Monelos, C/Puente por detrás del Corte Inglés y C/Perez Ardá, tras pasar bajo el patio del Colegio San Francisco Javier.
- Un tramo de unos 580m de longitud que discurre por la C/Salvador de Madariaga, constituida por un ovoide de unos 3m de ancho por 2m de alto. El enlace entre esta sección y la anterior, formada por 2 arcos, se produce en una cámara existente en la C/Caballeros, en la que además, se produce un resalto en alzado.
- Un tubo de 2,5m de diámetro, de unos 130m de longitud, también en la C/Salvador de Madariaga, que enlaza el ovoide anterior (de 3x2m) con la cámara de disipación de Elviña, de algo menos de 1.000m³ de capacidad. En esta cámara,

construida en el año 2007, se produce un nuevo resalto en el alzado del cauce, y funciona como aliviadero del túnel de Bens hacia el río, o del río hacia el túnel, dependiendo de las cotas del agua en el interior de los conductos.

- Un tramo de unos 1.500m de longitud, re-canalizado mediante un cajón en los años 2003 a 2007, que parte de la cámara de disipación de Elviña y cruza bajo Alfonso Molina, El Birloque, A Cabana y Someso, hasta El Martinete, en las inmediaciones del Polígono de Pocomaco. Las dimensiones interiores del cajón son de 4m de ancho por 2m de alto, excepto en un tramo aguas abajo del Recinto Ferial, en el que el cajón se amplió a 4,5m de ancho por tener una pendiente longitudinal muy baja. Este tramo está ejecutado al completo en hormigón armado, excepto el paso sobre el oleoducto próximo a Alfonso Molina, que es de fibra. El caudal de diseño de esta canalización fue de unos 18m³/s.

Evolución en el tiempo del cauce del río de La Grela o río de Pastoriza

El río de La Grela desemboca actualmente en el túnel de Bens a través del ovoide unitario de la Grela, en lugar de hacerlo en el río Monelos, como hacía en el pasado.

Las presiones antropogénicas de importancia sobre el río de La Grela o río Pastoriza comenzaron con el paso bajo la vía del ferrocarril en San Cristobal das Viñas, hace más de 100 años, aunque las más importantes se remontan a los últimos 60 años, vinculadas a la construcción de la Avenida Lavedra (año 1957), a la construcción de la subestación eléctrica de La Grela y a la instalación de dos grandes factorías en A Coruña en la década de los 60, Aluminio de Galicia S.A. y Grafitos Eléctricos del Noroeste S.A. (Alcoa y SGL Carbón), para cuyo abastecimiento fue necesaria la construcción de una presa en el propio río de Pastoriza (la Presa de Meicende). Poco después, también en la década de los 60, se amplió la actividad industrial a todo el ámbito del Polígono de La Grela, incrementándose las presiones sobre el río, y se construyó la refinería de Repsol (1967), provocando el soterramiento del cauce en el cruce con el nuevo oleoducto, en las inmediaciones del cruce bajo la vía del FFCC.

Por último, la construcción de la 2ª fase del polígono de Elviña y la Avda. Salgado Torres provocó el soterramiento del río de La Grela bajo un ovoide de 2,4m de alto por 2m de ancho, que comunicaba con el túnel de Bens. Este ovoide unitario de La Grela tuvo un aliviadero hacia el río Monelos hasta el momento en que se ejecutó la segunda parte del túnel de Bens (tramo Pasaje- Elviña), cuyo trazado resultó incompatible en cota con el alivio del río de La Grela al río Monelos- Mesoiro.

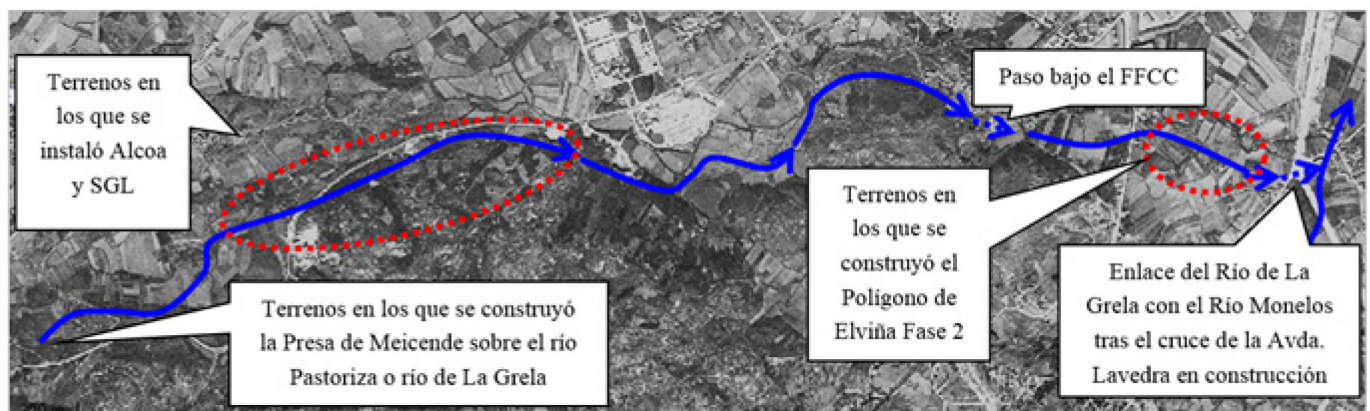


Figura 5 | Presiones históricas sobre la cuenca del río de La Grela

En la actualidad, el río de La Grela o río de Pastoriza se encuentra canalizado desde la rúa Touriñana, aguas abajo de la Presa de Meicende, hasta la Plaza de Manuel Guitián, localizada en la 2ª fase del Polígono de Elviña, en las proximidades de Alfonso Molina. En esta plaza el río se une al túnel de Bens a través del ovoide unitario de La Grela, que vierte al túnel de Bens.



Figura 6 | Trazado canalizado del río de La Grela en la actualidad

La canalización actual, ejecutada entre 2007 y 2011 en coincidencia con el desarrollo del área comercial de Marineda, recoge el agua procedente de la escorrentía de la cuenca del río Pastoriza y el caudal ecológico y de maniobra de la presa de Meicende, ubicada en este río. Esta presa es una concesión a las empresas Alcoa Inespal y SGL Carbón para su suministro de agua.

Manteniendo un grado de llenado del 70% en la presa (lámina de agua a cota 16,8 m) y activando el desagüe de fondo a una altura de operación de la válvula de 19m (para período de retorno 10 años) o 17m (períodos de retorno superiores), los caudales derivados hacia la red de pluviales serán, como máximo, de 2.5 m³/s. Éste fue el valor de diseño adoptado en la canalización ejecutada en los años 2007-2011.

De aguas arriba hacia aguas abajo, la canalización consta de los siguientes tramos:

- La canalización comienza con un tubo de 1,6m de diámetro y 1.000m de longitud, hasta la glorieta de Marineda. En este tramo recoge las aguas pluviales de Meicende y de Alcoa y parte de las del vial AC-552.
- A la altura de la rotonda de Marineda la canalización aumenta su sección hasta 1,8m de diámetro en una longitud aproximada de unos 300m, tras la incorporación del ovoide de pluviales de SGL y del bombeo de pluviales de la rotonda.
- Ya a la altura de Marineda, se incorporan las pluviales de este complejo y del Monte Patelo, aumentando la sección de la canalización a 2m de diámetro. Este diámetro se conserva durante unos 900m, hasta que el río sale de nuevo a cielo abierto, discurriendo en canal trapezoidal, tras la incorporación prevista para las pluviales de La Grela.
- Por último, tras el tramo que discurre a cielo abierto, el río vuelve a soterrarse en una sección formada por varias bóvedas, pasando bajo la vía del FFCC y el oleoducto, e interceptando a continuación las obras del enlace de Lonzas, en el ámbito de las cuales el río ha sido canalizado en un tubo de hormigón de 2m de diámetro, desde dicho enlace hasta la Plaza de Manuel Guitián.

En total, la longitud canalizada del río de La Grela ronda los 3km, discurriendo a cielo abierto menos de 300m. En la Plaza de Manuel Guitián el río de La Grela comunica mediante un resalto con el ovoide unitario de La Grela, que conduce sus aguas hacia el túnel de Bens.

PLANTEAMIENTO FUTURO. CONEXIÓN ENTRE RÍOS

Una vez analizado el pasado y el presente de los principales ríos urbanos de la ciudad de A Coruña, se ha considerado la posibilidad de volver a conectar el río de La Grela con el río Monelos.

Este restablecimiento de la conexión entre ambos ríos se hace imprescindible tras la puesta en marcha de la nueva EDAR de Bens, puesto que la idea de tratar las aguas del río de La Grela en la depuradora resulta inaceptable.



Figura 7 | Conexión prevista entre el río de La Grela y el río Monelos- Mesoiro

Para ello, desde el Ayuntamiento de A Coruña se contrató la ejecución de un estudio de alternativas para la conexión de ambos ríos y, posteriormente, la redacción del proyecto constructivo de la alternativa más ventajosa de conexión.

PROBLEMÁTICA DE LA CONEXIÓN. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El principal problema para la conexión de ambos ríos es de cota, puesto que la confluencia de ambos ríos coincide con el punto bajo de la Avenida Alfonso Molina en Ponte da Pedra, cerca del punto donde se cruzó el río Mesoiro en el año 2007. Es preciso, para realizar la conexión, cruzar de nuevo el río de La Grela bajo la avenida, con recubrimientos bastante escasos.

Otro condicionante básico es la presencia del túnel de Bens, que hace inviable la conexión aguas abajo de la cámara de disipación de Elviña, puesto que la cota del túnel es incompatible con la del río.

Por último, para la ejecución de la conexión resulta necesario el retranqueo de la tubería general de abastecimiento de agua a la ciudad en el tramo, que por otra parte ya requiere ser sustituida, puesto que se trata de una tubería muy antigua de hormigón con camisa de chapa de 900mm de diámetro, que está funcionando al límite de la presión para la que fue diseñada.

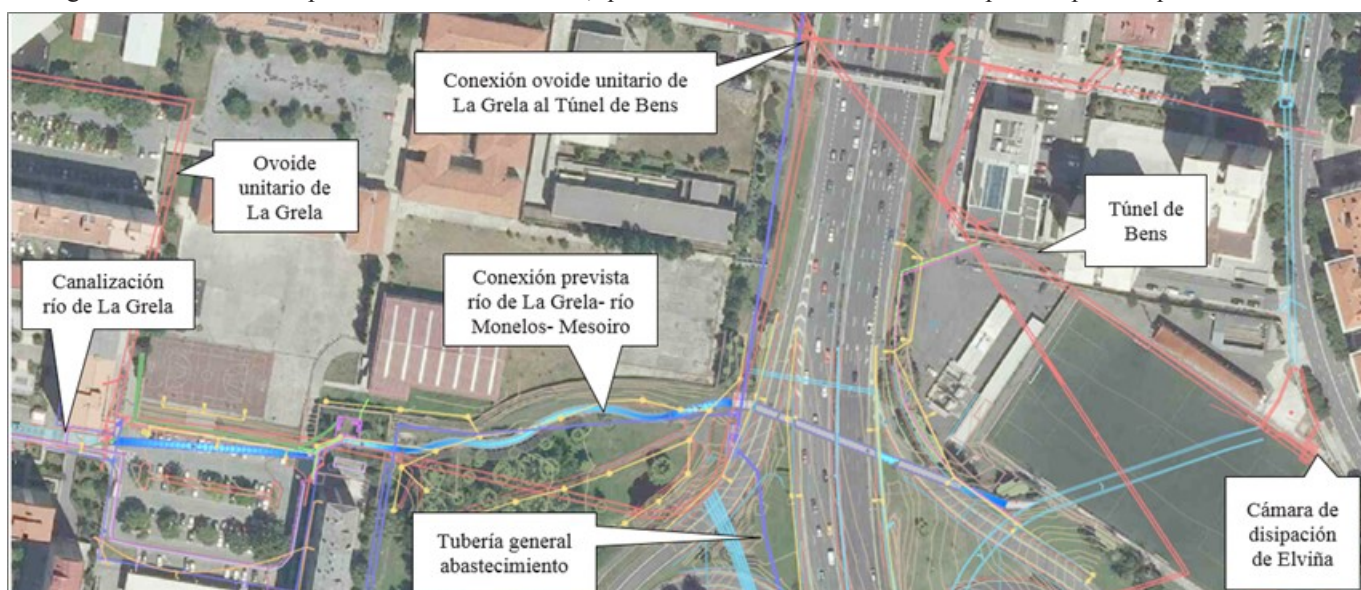


Figura 8 | Localización de los principales condicionantes a la conexión prevista entre el río de La Grela y el río Monelos- Mesoiro

DISEÑO FINAL ADOPTADO

Descripción general

La conexión tiene una longitud de unos 350m y una pendiente media del 0,4%. La capacidad hidráulica de la conexión es de unos 7,5 m³/s.

La sección es variable a lo largo del trazado, para adaptarse a la falta de recubrimiento en algunos casos y a la falta de espacio en planta en otros. De los 350m de longitud, se ha considerado viable ejecutar a cielo abierto 100m de río, a su paso por los jardines de la avenida. El resto se ejecuta mediante canalizaciones de diferente sección.

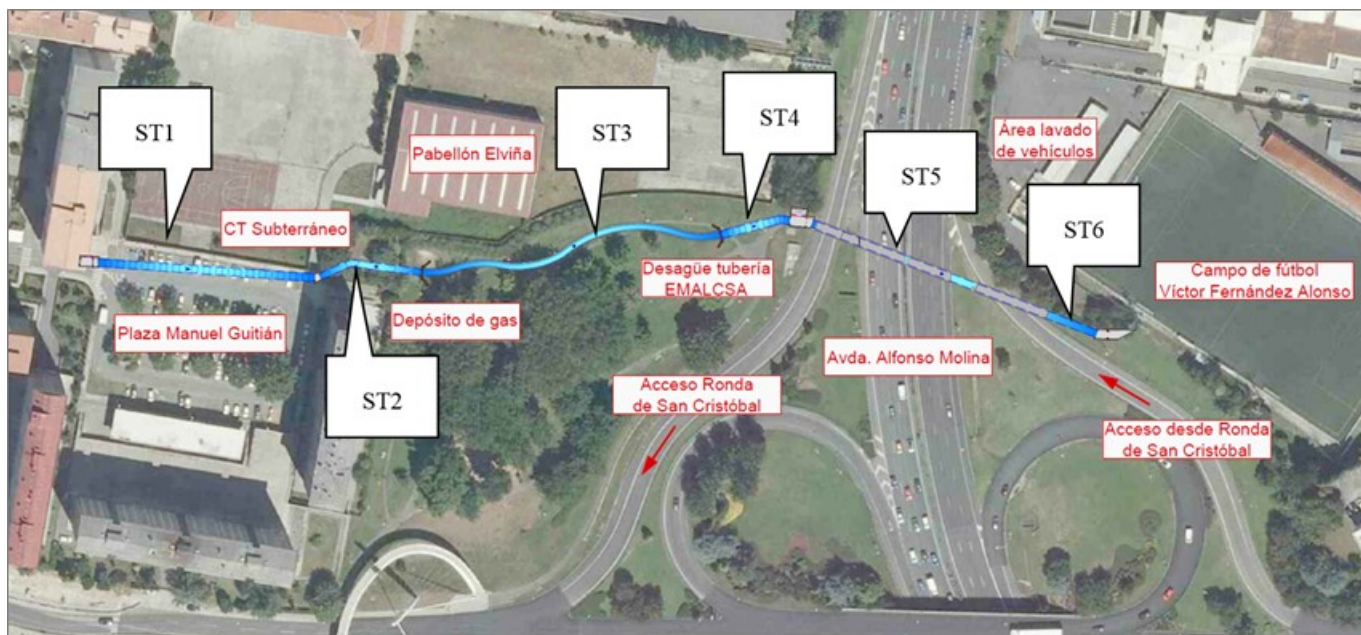


Figura 9 | Trazado y secciones tipo de la conexión

Se han planteado seis tramos con diferentes secciones tipo en la conexión, cuya localización se aprecia en la Figura 9:

- ST1: Canalización en cajón de hormigón prefabricado, de dimensiones interiores 2,25m de ancho por 1,5m de altura, a ejecutar bajo el aparcamiento de la Plaza de Manuel Guitián en una longitud de 76m. Esta sección discurre entre las cámaras C1, de conexión con la canalización actual del río de La Grela y C2, de registro y de enlace con la sección siguiente ST2. La altura del cajón ha estado condicionada en este tramo por la necesidad de reponer algunos servicios sobre el mismo.
- ST2: Canalización en tubo de PRFV de 2m de diámetro en acceso a jardines, en una longitud de 34m. Se ha escogido esta sección debido al escaso espesor del poliéster y a la facilidad para adaptar su geometría al espacio disponible, debido a que en este tramo es necesario instalar la conexión entre un centro de transformación enterrado y un muro de cierre de un edificio. El tramo discurre entre la cámara C2 y la embocadura E1, en la que el río se proyecta al aire libre.
- ST3: Sección a cielo abierto en jardines. Este tramo, de 100m de longitud, se plantea mediante una sección abierta, en la que se ha tratado de naturalizar el cauce en la medida de lo posible:
 - Se ha planteado una sección de aguas bajas, de 60cm de altura y 1,5m de ancho, que garantice la existencia de una lámina de agua durante todo el año. Para ayudar a conseguirlo se prevé instalar una pequeña represa que provoque una sobreelevación de unos 40cm respecto del fondo.
 - La sección de aguas altas se revegetará con una mezcla semillas para zonas húmedas naturalizadas, y se plantarán especies arbustivas en los taludes.

- ST4: Canalización en cajón de hormigón prefabricado, de dimensiones interiores 2,25m de ancho por 1,5m de altura, a ejecutar bajo los jardines de la avenida de Alfonso Molina, de 22m de longitud. Esta sección discurre entre la embocadura E2, de conexión con la sección ST3, y la cámara C3, de conexión con el tramo ST5 y de alivio de emergencia hacia el ovoide unitario de La Grela.
- ST5: Canalización en ovoide tumbado de PRFV en el cruce de la avenida de Alfonso Molina. Este tramo tiene una longitud de 78m, de los que, en 70m, el ovoide va instalado bajo un pórtico formado por una losa superior de hormigón armado y dos pantallas laterales de micropilotes de unos 13m de profundidad. En este tramo la sección ha estado condicionada por el escaso recubrimiento disponible, optando por la instalación de un ovoide tumbado de poliéster, de dimensiones interiores 2350mm de ancho por 1350mm de alto.
- ST6: Ovoides de poliéster bajo jardines, en un tramo de unos 30m de longitud, hasta la cámara C4, de conexión con la canalización del río Mesoiro, en el que el ovoide tumbado de poliéster se instalará en zanja.

Para la conexión con las canalizaciones existentes y la unión de los distintos tramos se han proyectado varias estructuras singulares:

- 4 cámaras de hormigón armado:
 - C1, de conexión con la canalización del río de La Grela (tubo HA 2m)
 - C2, de cambio de sección cajón a sección tubo de PRFV
 - C3, de cambio de sección cajón a ovoide tumbado y de alivio de emergencia hacia el ovoide unitario de La Grela
 - C4, de conexión con la canalización existente del río Mesoiro (cajón HA de 4x2m)
- 2 embocaduras (E1 y E2), en el cambio entre sección abierta y secciones cubiertas
- 1 registro de PRFV (R1), en el ovoide de PRFV bajo la avda. Alfonso Molina
- Losas de hormigón armado y pantallas de micropilotes

Todas las cámaras se plantean con un sistema de compuertas que permitan el desvío de caudales en caso de emergencias o para efectuar labores de mantenimiento.

Cruce bajo la Avenida Alfonso Molina

El escaso recubrimiento existente en el cruce bajo la Avenida Alfonso Molina desaconseja la ejecución de una perforación dirigida o una hincia, puesto que se podría arrastrar la capa de firme durante la ejecución. Por otra parte, la elevada intensidad media diaria de vehículos que soporta la avenida hace inviable el corte de la misma para la ejecución de la conexión mediante excavación en zanja. Todo esto, sumado a la presencia de cargas de tráfico importantes sobre la conexión y a la naturaleza de los terrenos subyacentes (rellenos antrópicos en los primeros 5-6m de profundidad que se disponen sobre un aluvial de espesor entre 5 y 8m, bajo el que se localiza un sustrato rocoso granodiorítico alterado tipo “jabre”), hacen necesaria la ejecución de una cimentación profunda que transmita las cargas de tráfico a los sustratos más competentes.

Por ello, para el cruce de la conexión bajo la avenida Alfonso Molina se ha previsto la ejecución de un pórtico formado por dos pantallas de micropilotes separadas 3m entre sí y unidas por una losa superior de hormigón armado, que transmitirá las cargas de tráfico a los niveles profundos. Bajo este pórtico se instalará la canalización de conexión entre ambos ríos, que consistirá en un ovoide tumbado de PRFV, debido a las limitaciones de altura disponible.

El procedimiento constructivo previsto para la ejecución del pórtico bajo la avenida de Alfonso Molina es el siguiente:

- Trabajos en horario nocturno, con cortes parciales de carriles:
 - Ejecución de las pantallas de micropilotes, de 13 m de profundidad, con perforación e inyección de micropilotes de 250mm de diámetro y con una separación entre ejes de 275mm, armados con tubo de acero N80 de 177.8mm de diámetro y e=9mm.
 - Excavación del hueco entre pantallas de micropilotes y descabezado de los mismos.
 - Ejecución de vigas de atado y losa superior (armado simultáneo del conjunto)

- Excavación en túnel del hueco bajo el pórtico, con la avenida abierta al tráfico, mediante medios mecánicos de pequeño porte, previa tramitación del correspondiente proyecto minero.
- Tendido de la canalización de PRFV en el hueco y fijación de la misma.



Figura 10 | Planta y alzado del cruce previsto bajo la Avenida Alfonso Molina. Disposición de pantallas de micropilotes y losas.

Tramo a cielo abierto

Se ha planteado un tramo de la conexión a cielo abierto en la única zona susceptible de ello, con las limitaciones derivadas de los condicionantes siguientes, que limitan las posibilidades de naturalización de la sección:

- No se ha considerado viable la formación de un lecho de materiales sueltos en el cauce, debido a que estos materiales podrían ser arrastrados hacia la canalización bajo la avenida de Alfonso Molina. Por ello, se plantea un revestimiento del cauce de aguas bajas mediante mampostería hormigonada sobre un semi-cajón de hormigón armado in situ, que permitiría la cubrición futura del tramo abierto en caso de que surgiesen problemas en el futuro derivados del mantenimiento de esta sección a cielo abierto.
- Se ha estimado necesario impermeabilizar la sección, para evitar filtraciones de agua hacia zonas limítrofes que se encuentran a una cota inferior, como el Pabellón de Elviña II. Esto limita las posibilidades de plantación en los taludes, derivados del enraizamiento de las especies.
- Se han proyectado sendas rejas de limitación de accesos a las canalizaciones desde el tramo abierto, para evitar accidentes. Sin embargo, estas rejas dispondrán de una cerradura con llave para permitir realizar labores de limpieza en el interior de las canalizaciones.

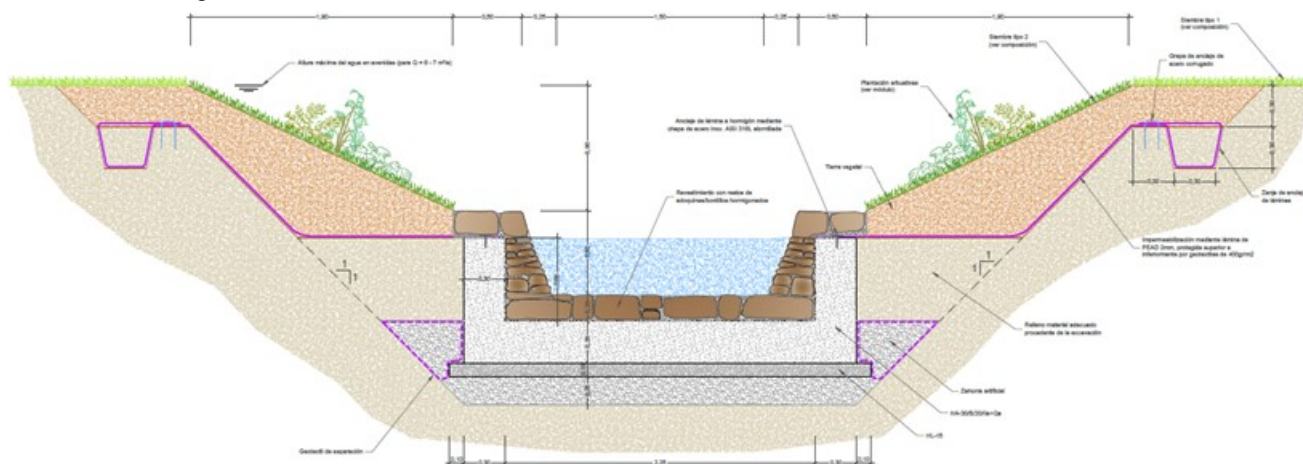


Figura 11 | Sección a cielo abierto de la conexión proyectada en los jardines de Alfonso Molina

MODELIZACIÓN HIDRÁULICA DE LA CONEXIÓN

Debido a las limitaciones de la conexión en lo que respecta a la cota y debido también a la variabilidad de secciones tipo adoptadas, se efectuó una comprobación hidráulica de la solución prevista para la conexión del río de La Grela con el río Monelos- Mesoiro, mediante el software Infoworks CS, de Wallingford Software, para diferentes caudales de entrada en el río de La Grela y el río Mesoiro.

Geometría

Para la entrada al modelo hidráulico se consideraron, como puntos de cierre de las cuencas, los siguientes:

- En el río Monelos- Mesoiro, el punto donde comienza la canalización en El Martinete, en cajón de hormigón armado de 4x2m de dimensiones interiores.
- En el río de La Grela, el punto donde comienza la canalización en el enlace de Lonzas, en tubo de hormigón armado de 2m de diámetro.



Figura 12 | Detalle de la geometría considerada en el tramo de la conexión entre el río de La Grela y el río Monelos- Mesoiro

Condiciones de contorno

Como condiciones de contorno se introdujeron los niveles de marea en el punto de salida al mar en el muelle de San Diego. En las simulaciones con el modelo numérico se introdujo un ciclo de marea que incluía los valores de la pleamar.

Aguas arriba, en el punto de inicio de los cursos modelizados se consideraron diferentes caudales de entrada para los ríos Mesoiro-Monelos y La Grela.

Se simuló el aliviadero de la Cámara de Elviña como una compuerta abierta de 1,5mx1,5m a cota +9,15m.

Simulaciones

Las simulaciones realizadas con el modelo numérico elaborado fueron las siguientes:

En primer lugar, se analizó la influencia de la marea en el comportamiento de la canalización actual del río Mesoiro-Monelos sin la conexión del río de La Grela.

A continuación, se analizó el comportamiento hidráulico de la canalización del río Mesoiro-Monelos sin la conexión del río de La Grela.

Por último, se analizó el comportamiento del conjunto del río Mesoiro-Monelos y río de La Grela, introduciendo en el modelo el perfil y las características de la solución adoptada en el proyecto de conexión de este último al río Mesoiro-Monelos.

Resultados

Como resultado de las modelizaciones efectuadas se concluyó que:

- El nuevo tramo de conexión del río de La Grela puede transportar hasta unos $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sin que existan alivios desde la cámara previa al cruce con Alfonso Molina (cámara C3) hacia el ovoide de saneamiento que entronca en el túnel de Bens. No obstante, la canalización actual aguas arriba del tramo proyectado, de 2m de diámetro, no puede desaguar más de $6 \text{ m}^3/\text{s}$.
- La conexión no añade caudales al sistema, sino que únicamente los redistribuye y relocaliza, de forma que, para los caudales circulantes por los ríos hasta un período de retorno de 2 – 3 años, se estarán reduciendo los caudales en la red de saneamiento (dado que estos caudales que actualmente van a la red de saneamiento saldrán al mar), y para caudales superiores a estos períodos de retorno las condiciones serán similares a las actuales (vertido de excesos hacia el túnel de Bens).
- En un año medio se estarían dejando de tratar en la EDAR de Bens unos $12.800.000 \text{ m}^3/\text{año}$, correspondientes al caudal medio del río de la Grela, dejando de incurrir, por tanto, en unos costes de tratamiento estimados de más de 3,5 millones de euros anuales.

CONCLUSIONES

La actuación de conexión supone un gran beneficio ambiental y económico, de forma que se deja de tratar en la EDAR de Bens unos $12.800.000 \text{ m}^3/\text{año}$ en un año medio, correspondiente al caudal medio del río de La Grela, con un ahorro estimado de más de 3,5 millones de euros anuales.

Aun considerando que únicamente llegase a la planta de tratamiento el caudal base del río, descontando el agua regulada en el embalse de Meicende y las áreas impermeables de la cuenca, el ahorro en la EDAR de Bens sería de más de 2,7 millones de euros al año, y la inversión se recuperaría en el año 4.

Las actuaciones puntuales, como la que se plantea en estos ríos, resuelven problemas concretos, que no dejan de ser importantes, pero tampoco devuelven a los ríos su espacio y su riqueza. El descubrimiento de un pequeño tramo de río puede servir para la toma de conciencia del problema, y consideración para futuras actuaciones en relación con la ordenación del territorio.

La restitución al estado original de los ríos es muy compleja en tramos que están fuertemente urbanizados. Las interferencias con servicios y la ocupación del territorio por otros usos hace que este tipo de actuaciones sean muy costosas y, muchas veces, inasumibles económicamente.

En el caso de existir una intención firme de llevar a cabo una restitución de los cauces a su estado primitivo, ésta debería ser promovida desde los instrumentos de planificación del territorio, desde una perspectiva global y a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido posible gracias a la inestimable colaboración, entre otras, de las siguientes personas:

- Fernando Martínez López. Ingeniero de Caminos Municipal. Jefe de Sección de Redes y Servicios. Ayuntamiento de A Coruña
- David Hernáez Oubiña. Jefe del Departamento de Obras de Augas de Galicia. Profesor asociado Universidade da Coruña
- Roberto Catoira Rey. Jefe de Departamento de Red de Distribución EMALCSA