

## E02 Propuesta urbanística y paisajística 02: Un Ecosistema Natural en la ciudad de Zaragoza

La propuesta segunda organiza todas las medidas que garantizan la recuperación natural del río Huerva y sus zonas verdes dentro del término municipal de Zaragoza.

La historia entre la ciudad y el río, ha generado un vínculo de amor y odio. Esta realidad histórica supone un factor fundamental para entender las medidas adoptadas en este apartado, por tratarse muchas de ellas de exigencias sobre el urbanismo de la ciudad.

La recuperación natural del río exige tomar una serie de medidas que permitan reducir el impacto urbano actual sobre su espacio vital, exigiendo la recuperación de espacios actualmente ocupados por equipamientos urbanos, la limpieza de escombros y basura, o la canalización de vertidos incontrolados. Muchas medidas son irrealizables, e irrecuperables, por tratarse de invasiones muy poco respetuosos con muros verticales de hormigón de equipamientos, zonas residenciales y calles de gran importancia en la ciudad. Por ello se trata de plantear medidas realizables a corto y largo plazo que aceptan la realidad actual y proponen una recuperación viable y razonable.

Otro efecto muy importante es la degradación fluvial del caudal natural del río. Su sobreexplotación hídrica antes de llegar al término municipal de Zaragoza ha producido la casi desaparición de su caudal. Solo gracias al aporte de caudal en su cruce con el Canal Imperial en Casablanca, este caudal se ve garantizado. Aguas arriba el río es un pobre arroyo contaminado de agua maloliente que sobrevive al acoso industrial de Cuarte sin mas remedio que esperar su llegada al Canal. Por ello la recuperación del río Huerva exige una coordinación con otros municipios, y con la Comunidad de Regantes, tan protegidos, para garantizar un caudal mínimo ecológico en todo su trazado.

Se han hecho ya muchos esfuerzos para su recuperación, pero todavía no son suficientes. Por tanto su recuperación implica la exigencia de cumplimiento de medidas de difícil cumplimiento, pero fundamentales para la recuperación del río y sus zonas verdes como un espacio realmente natural.

El esfuerzo tiene la ventaja de obtener unos resultados magníficos, que permitan devolver la dignidad y belleza a un río, que pese a su historia, mantiene su grandeza y sentido dentro de la esencia e identidad del territorio que define la ciudad de Zaragoza.



## Un Ecosistema Natural de norte a sur de la ciudad

El río Huerva y sus espacios verdes adjuntos tienen el potencial de convertirse en un gran Ecosistema Natural dentro de la ciudad. La riqueza actual de su vegetación y su fauna emergente, y la sección típica de su valle, muchas veces con grandes desniveles, permite garantizar una recuperación de sus espacios de forma natural, sin apenas urbanización, que permita introducir en el urbanismo y el paisaje urbano de la ciudad la fuerza y contundencia de los espacios naturales. Este contraste compensa la artificialidad de la ciudad actual, y permite aportar a la ciudadanía un espacio de descanso y contemplación que de normal tiene que salir fuera para buscarlo. El río Huerva esconde rincones de gran belleza, espacios retirados de la ciudad y de su ruido, junto a sus aguas, que te recuerdan la belleza propia de la naturaleza, de sus ciclos y la importancia que tiene para el hombre. Hoy están ahí, más cerca de lo que parece, quizás un poco degradados con basura, e inaccesibles salvo para los aventureros, y que con un pequeño esfuerzo de recuperación natural podrán pasar a formar parte de los espacios verdes de la ciudad. Si se consigue dar accesos puntuales de baja al río, con zonas de gradas verdes junto a sus aguas, dispondremos en esta ciudad de espacios de lectura y descanso de gran belleza y atractivo, y seguro, de gran uso por los ciudadanos. Os invito, por ejemplo, a bajar al borde de cauce dejado del puente de Miguel Servet, junto a la plaza de San Miguel, por la calle Coimbra, y observar la belleza de este lugar. No os fijéis en la basura, en los escombros, observar el lugar y guardar silencio. Un espacio natural acogedor y fantástico. Hacer que este espacio sea accesible desde la ciudad no es tan difícil, creando desde las zonas verdes del Centro de Mayores Lain Entralgo un espacio de gradas verdes como las de la Expo2008. Un lugar ideal para conversar pausadamente o leer los días de descanso.

Esta propuesta tiene el peligro de que estos espacios dentro de la ciudad tengan tendencia a ser peligrosos, como ya lo son muchos tramos del río. Por ello hay que saber integrar correctamente los Ecosistemas Naturales, con zonas verdes urbanas, principalmente junto a los puentes y pasos transversales, de forma que no se convierta en lugares inaccesibles y separados del espacio urbano superior. Por ello se proponen una serie de medidas que garantizan convertir el río Huerva en un espacio urbano accesible y seguro (punto E02.4)

Este ecosistema natural del río Huerva no supone la totalidad de las zonas verdes del ámbito del Plan Director, existiendo otro tipo de zonas verdes de carácter más urbano y humanizado. Por ello se definen dos tipos de zonas verdes en el río Huerva bien diferenciadas. Las zonas verdes adjuntas al cauce del río, con un ancho variable según el contexto urbano de cada tramo, como ecosistema natural, que pretende ser un espacio natural protegido de biodiversidad dentro de la ciudad, y las zonas verdes de carácter más urbano, entre el ecosistema natural y el límite del ámbito del Plan Director, que deben ser diseñadas como espacios verde urbanos.

Se definen a continuación las medidas necesarias para garantizar la recuperación e integración del río Huerva y sus espacios verdes y naturales dentro de la ciudad de Zaragoza:

**E02.1 El río Huerva como ecosistema natural en la ciudad.**

**E02.2 Transición de los espacios verdes del río Huerva, de lo periurbano a lo urbano.**

**E02.3 Recuperación de espacios verdes pertenecientes al río.**

**E02.4 Regeneración natural del cauce del río Huerva.**

**E02.4 Un río accesible y seguro**

**E02.5 Un proyecto sostenible y CeroCO2**

## E02.1

### El río Huerva como Ecosistema Natural de la ciudad.

Se propone, como primera medida fundamental, la creación de ecosistema natural protegido por el PGOU que sea continua en todo el término municipal de Zaragoza sobre las zonas verdes junto al cauce del río Huerva. Esta zona variará su ancho en función de los terrenos disponibles para ello, condicionado principalmente por el límite urbano construido de la ciudad.

Se propone la recuperación del ecosistema natural propio del río, creando un espacio natural protegido de la acción del hombre, de vida libre para árboles, plantas y animales, junto al río Huerva, y junto a la ciudad, sobre zonas actualmente deforestadas y degradadas, por el uso agrícola, o la acción intensiva del hombre. Un ecosistema natural donde el ciudadano solo entre para su contemplación, aprendizaje y descanso y nunca para su tala, caza, o explotación (maderera).

Disponer de un espacio así dentro de la ciudad es fundamental para la educación medioambiental de las nuevas generaciones de ciudadanos, que a través de las vivencias, sensibilización y el respeto reconozcan en la naturaleza el papel fundamental que tienen en el equilibrio de la vida. Esto es hoy cada vez más importante donde nuestra forma de vivir, nuestra cultura y costumbres se alejan cada vez más de la naturaleza. A modo de anécdota, una maestra de escuela infantil cuenta que una vez pidió en clase pintar a los niños un pollo, y algunos de ellos pintaron una pechuga. Si no conocemos el origen natural de nuestros alimentos, o la fragilidad de la misma y su importancia, no seremos capaces de respetarla.

Hoy en el paisaje del medio rural y urbano han desaparecido la fuerte presencia de la naturaleza, los grandes árboles, y su fauna, árboles que con su presencia nos enmudecían ante el respeto de seres que nos superaban en años de vida y sabiduría. La oportunidad de crear un ecosistema natural de gran entidad dentro de la ciudad, protegido de la acción del hombre, permitirá acercar la naturaleza a la ciudad y sus ciudadanos. Por la morfología de nuestro territorio, estas grandes áreas de bosque solo se pueden dar en las zonas fluviales, dado el entorno es principalmente desértico. Las zonas verdes del río Huerva son una oportunidad para crear un gran espacio natural, donde se dispone de terreno libre, (dado que las zonas agrícolas tienen una actividad hoy muy baja, y no son de huerta, y el PGOU ya contempla su protección y son propicias para ello).

El ámbito que se define como ecosistema natural del río Huerva es el indicado en la documentación gráfica adjunta, diferenciándose de las zonas verdes urbanas adjuntas a estas, que tendrán otro grado de protección, tratamiento y mantenimiento.

Se definen a continuación una serie de medidas de obligado cumplimiento para el ámbito del Plan Director que permitan recuperar y garantizar la creación de un ecosistema natural en las zonas verdes del río Huerva:



## **01 CRITERIOS DE PROTECCIÓN JURIDICA DE LOS TERRENOS QUE CONFIGURAN EL ECOSISTEMA NATURAL**

**Zonas No Urbanizables:** El Plan General de Ordenación Urbana, PGOU, contempla en la actualidad una calificación de protección sobre las zonas verdes del río Huerva. En función del contexto urbano se contemplan varias proyecciones. En las zonas fuera de la ciudad construida, desde la Fuente de la Junquera hasta el límite del término municipal, el PGOU ya contempla sobre muchos de estos terrenos la calificación de SNU EN SR Suelo No Urbanizable Protección del Ecosistema Natural Soto, Galachos, y Riberas Fluviales, y SNU EN CC Suelo No Urbanizable Protección de Ecosistema Natural Protección de Cauces y Canales de Crecida. La protección sobre estos terrenos se considera suficiente, dado que se prohíbe la construcción de nuevas urbanizaciones residenciales o nuevos equipamientos. Se considera fundamental que no se modifique esta calificación frente a presiones urbanas futuras de crecimiento.

**Zonas verdes urbanas:** Desde la Fuente de la Junquera hasta la desembocadura, el PGOU contempla la calificación de los terrenos del río Huerva, como SGU ZV, Sistema General Urbanizable Zona Verde. Se considera suficiente esta protección, si bien toda intervención deberá cumplir la siguiente normativa:

- Se reforestarán las zonas verdes con especies autóctonas de ribera, a través de árboles y arbustos.
- En una franja de 5 metros de ancha a cada lado del río, medida desde el límite del cauce, solo se podrán utilizar materiales naturales, madera y piedra, para las urbanizaciones que se realicen, como el borde de cauce, el paseo del agua, muros de contención, etc.
- En una franja de 10 metros de ancha a cada lado del río, medida desde el límite del cauce, no se podrán implantar edificaciones.
- Se tenderá a demoler los muros verticales que están sobre el borde del cauce, creando un borde de cauce natural, recorrible y accesible.

No se permiten excepciones puntuales en zonas urbanas, que por falta de espacio y necesidad de implantación ocupen estas zonas vitales para el río y el ecosistema natural.

Se hace mención especial al Plan Director del Deporte, 2010-2020, que prevé la implantación de nuevos equipamientos en el río, en la zona de Salduba, y el centro de mayores Lain Entralgo, antiguo club de tenis. Los espacios verdes del río deben ser zonas verdes para el río y la ciudad, y no deben ser ocupados por edificaciones que suponen un tapón y privatización del espacio público, aunque los equipamientos sean públicos.

Esta normativa debe aplicar sobre las nuevas intervenciones y sobre las remodelaciones de las edificaciones existentes, salvo en los casos siguientes, como muros verticales de hormigón existentes de contención de calles o equipamientos.

## **02 CRITERIOS DE TRATAMIENTO, REFOERSTACIÓN Y RECUPERACIÓN**

Se realizará la reforestación con especies autóctonas de ribera, apoyadas con riego los primeros años, de forma que en varios años se consiga una recuperación de un Ecosistema natural autosuficiente. Introducción de especies arbóreas y arbustivas específicas, que permitan atraer fauna autóctona propia de estos lugares. Se deberá tender a tramas de plantación densas, de 7 x 7, evitando crear zonas sin arbolado. Las tramas variarán de forma que no parezcan reforestaciones ortogonales y rígidas, potenciando la ubicación de forma natural y paisajística.

Se realizará la sustitución paulatina de especies no autóctonas, principalmente de especies invasoras.

Se debe potenciar la transformación de estas parcelas agrícolas con proyectos de reforestación con especies autóctonas de árboles y arbustos de ribera a través de estrategias de compensación de emisiones de CO2 de empresas contaminantes o empresas públicas, por ejemplo el cumplimiento de la plantación de 1 millón de árboles para compensar las emisiones de CO2 de la Expo2008, convenio firmado con IberCaja, y hasta ahora no realizado.

## **03 CRITERIOS DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento será el mínimo necesario, respetando la aparición y evolución natural de la vegetación espontánea que surja. El propio espacio se debe regular por sí solo.

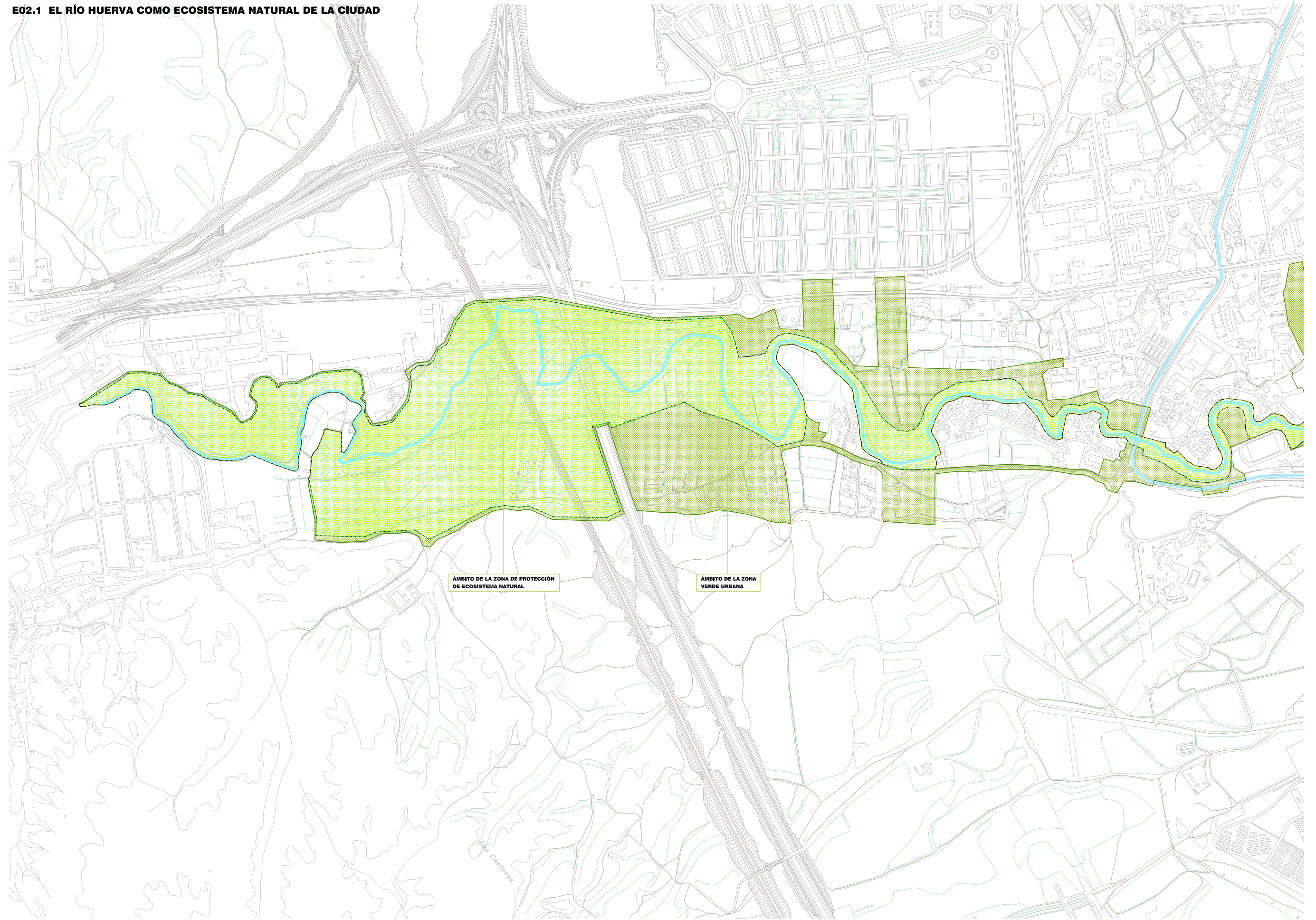
No se segará y cortará el suelo, permitiendo que crezcan las gramíneas de forma natural. Solo se podrán realizar podas cuando sea necesario, por supone un peligro para los ciudadanos, caída natural de ramas y árboles. No se realizarán podas invernales para mejorar su crecimiento, solo se realizarán las estrictamente necesarias por suponer un peligro o problema para el funcionamiento general. Se trata de crear un ecosistema natural que se mantenga con el mínimo gasto y esfuerzo del hombre.

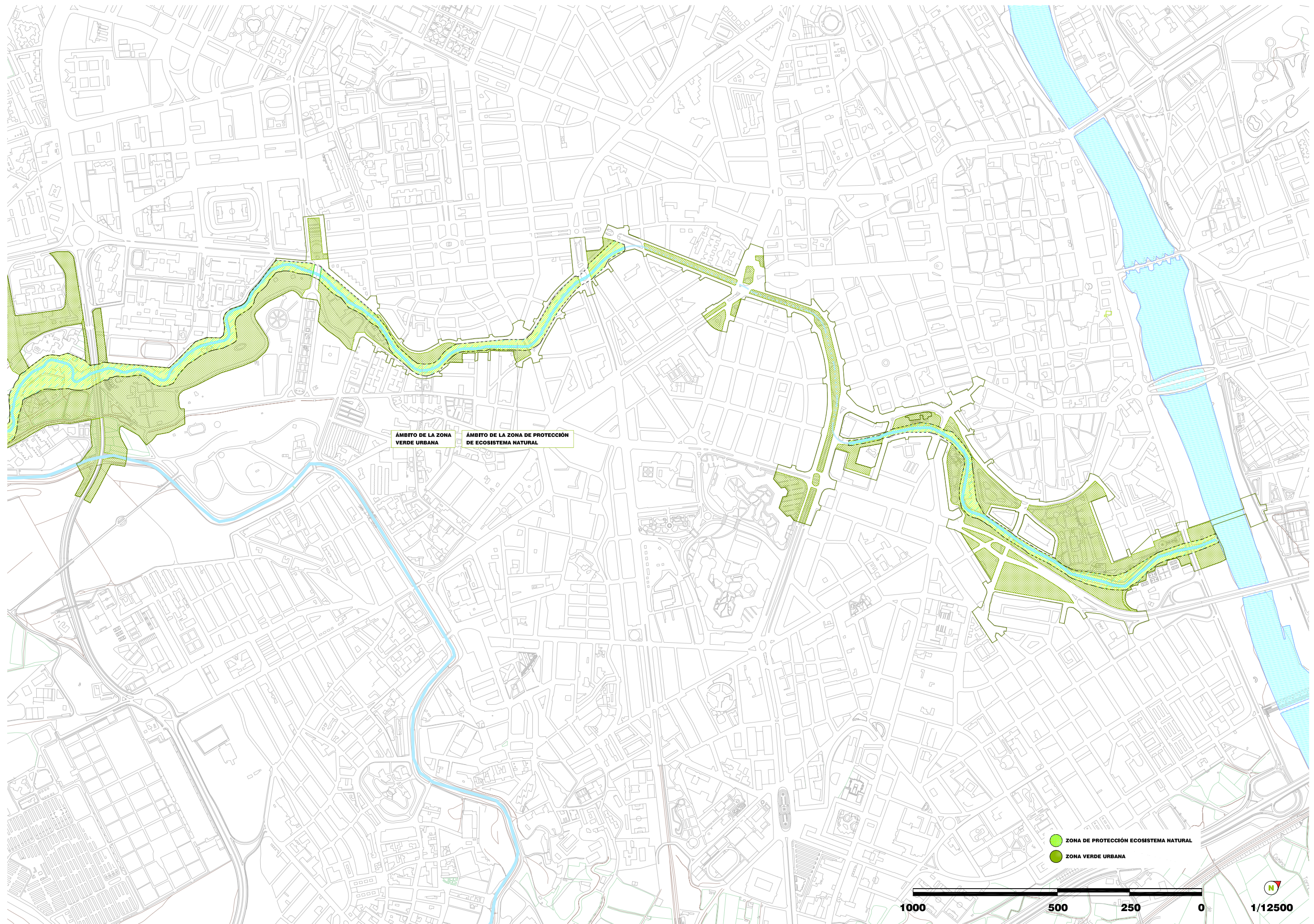
## **04 CRITERIOS DE USO POR LOS CIUDADANOS**

Los ciudadanos deberán hacer buen uso de este espacio, desde el respeto, la escucha y el aprendizaje. Tiene derecho a poder recorrer linealmente el cauce del río y los espacios naturales que configuran el Ecosistema Natural del río Huerva, y su visita y uso debe respetar la vida natural que en ellos se desarrolla, por ello:

- No estará permitido tirar ningún tipo de basura al cauce del río, ni a las zonas naturales del Ecosistema Natural.
- No se permitirá hacer ningún fuego, que suponga un peligro para la naturaleza, así como tirar colillas de cigarrillos, botellas de vidrio, que puedan suponer un origen de incendio (el vidrio con el sol puede producir el fuego)
- No se permitirá cortar los árboles, ni matar ningún animal.

**E02.1 EL RÍO HUERVA COMO ECOSISTEMA NATURAL DE LA CIUDAD**





## E02.2

### Transición de las zonas verdes, de lo periurbano a lo urbano

El río Huerva y sus zonas verdes, atraviesan diferentes contextos urbanos, desde el límite urbano en la periferia sur de la ciudad, hasta el centro consolidado. Esta diversidad de contextos implica un carácter y tratamiento diferente a cada una de estas zonas verdes. A fin de poder determinar unos criterios generales de tratamiento de estas zonas verdes en función de su contexto urbano, se definen a continuación cuatro tipos de zonas verdes:

#### 01 ZONAS VERDES DE LA PERIFERIA

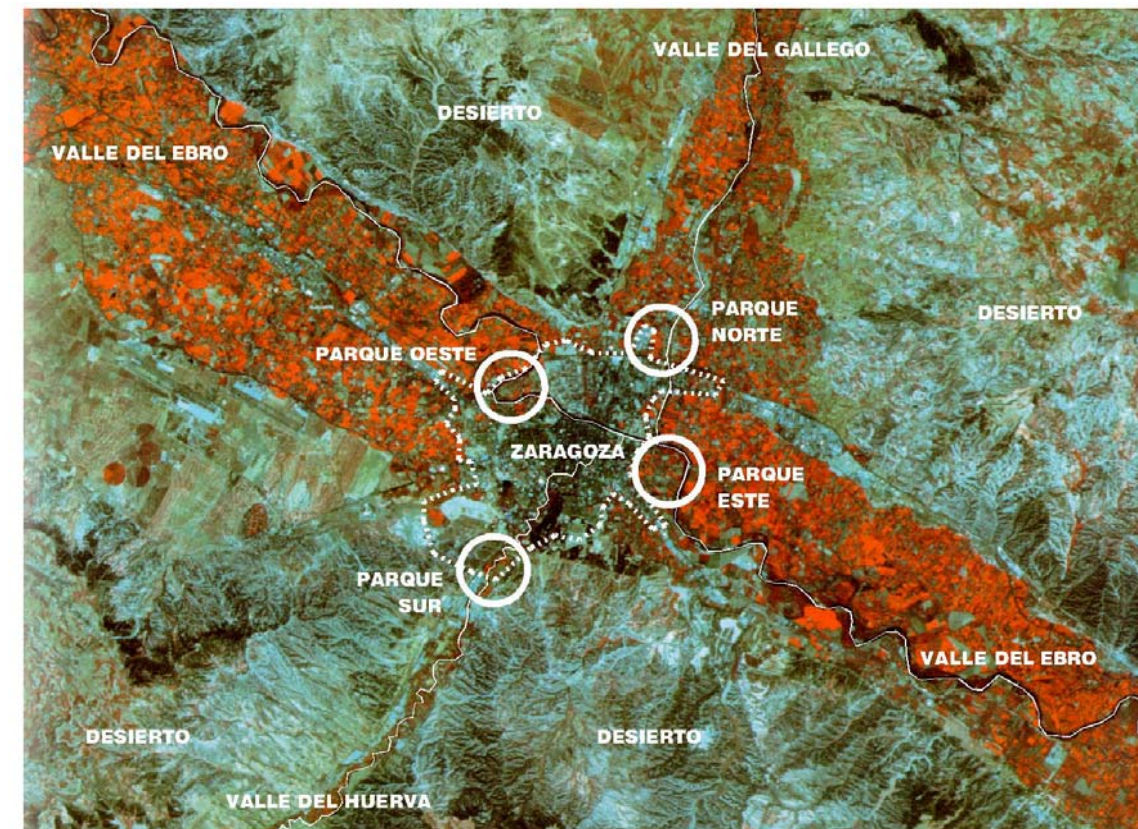
Se definen estos espacios por un contexto que no pertenece al contexto de la ciudad entendida en su límite municipal, pero que por su relación y vínculo social, económico y cultural, guarda fuertes relaciones con dicho municipio.

**Ámbito:** Lo definen las zonas verdes del final del término municipal de Zaragoza, que en la zona del río Huerva penetra linealmente en el municipio de Cuarte de Huerva, y su fuerte contexto industrial.

**Tipo de terreno:** estas zonas verdes se ubican sobre terrenos fluviales de sedimentación, con una tradición de uso agrícola. La topografía es principalmente plana. El cauce se encuentra a poca distancia de estas terrazas, a una distancia en torno a 1 o 2 metros de profundidad. Gran facilidad de comunicación entre los niveles, y accesibilidad al borde del cauce.

**Tratamiento:** Su tratamiento será parecido al de las zonas verdes de transición, pero con vínculos con el municipio al que realmente pertenece, resolviendo las necesidades urbanísticas de esta zona y municipio. En el Caso de Cuarte de Huerva debe en el futuro estructurar sus equipamientos, zonas verdes y movilidad en torno al río Huerva y sus zonas verdes, que hoy atraviesan el municipio de forma muy degradada y nada aprovechada. Su condición lineal y central respecto a la distribución de este municipio evidencia la estrategia futura. Por ellos se debe concebir estas zonas en función de su relación con el municipio de Cuarte de Huerva, con zonas verdes de estancia que potencien el acercamiento y disfrute de los ciudadanos de este municipio entorno al río y se potencie el vínculo con Zaragoza, con programas compartidos que los unan. Hoy que indicar que Cuarte de Huerva acaba de crear un gran parque junto al río Huerva, que desde la justificación urbanística se acerca la ciudadanía al río. Si se pasea esta gran zona verde se puede observar que se ha hecho un gran esfuerzo por crear una zona verde de calidad, pero el río Huerva continua siendo un elemento no presente en esta zona verde, al haber creado un borde con el mismo con vallas, vegetación que lo tapa visualmente, desniveles importantes, inaccesibilidad y un borde de escollera poco humanizado. Se debe hacer el esfuerzo de integrar de forma real el espacio fluvial del río en el municipio, creando amplias zonas verdes junto al agua, con árboles de ribera que permitan tumbarse bajo sus sombras, y crear un borde de cauce que permita bajar y disfrutar del frescor y belleza del río, jugar, pescar o contemplarlo.

**Vegetación:** Se usara principalmente vegetación de Soto de ribera.



## **02 ZONAS VERDES PERIURBANA**

Se definen estos espacios por un contexto natural no urbanizado, sin presencia de edificaciones residenciales y equipamientos. Son los espacios urbanos fuera del límite edificado de la ciudad y los mas naturales de todos.

**Ámbito:** Lo definen las zonas verdes ubicadas entre las zonas industriales de Cuarte de Huerva y el limite edificado de la ciudad, Fuente de la Junquera y Valdespartera. Se caracteriza por estar limitado por las zonas esteparias naturales típicas del entorno de la ciudad de Zaragoza.

**Tipo de terreno:** Se trata de zonas verdes sobre terrenos de sedimentación fluvial, con una tradición de uso agrícola. La topografía es principalmente plana, con una tendencia paulatina de formación de terrazas debido a una bajada cada vez mayor de la cota del cauce respecto al valle. Se producen desniveles entre terrazas de 1 o dos metros en varias ocasiones hasta llegar al cauce.

**Tratamiento:** El tratamiento de estas zonas verdes debe ser la mas natural posible, al tratarse de los espacios urbanos menos urbanizados y con presencia de edificaciones. Como tal es la zona donde el Ecosistema Natural amplia su ancho al máximo ocupando prácticamente la totalidad de ámbito fluvial del Plan Director. Por ello se deberá hacer reforestaciones con árboles y arbustos autóctonos, tratando de recuperar los espacios naturales previos a la presencia del hombre, con un grado de intervención de urbanización mínimo, y uso de materiales naturales. Se debe crear un espacio donde la naturaleza se pueda desarrollar con plenitud, y libertad, que permita el desarrollo durante décadas de vida natural, de fauna y flora, garantizando la creación en el futuro de un gran bosque natural de ribera. Su mantenimiento será el menor, y su uso por el hombre será desde el respeto y la contemplación. Un lugar muy importante para su evolución y aprendizaje. Estas zonas verdes sirven se transición entre el Ecosistema Natural y las zonas mas urbanizadas, a modo de colchón de protección con la ciudad construida, las carreteras, etc. Puede albergar algún equipamiento de carácter educativo medioambiental, que permita atraer a la ciudadanía hasta este punto.

**Vegetación:** será la definida para el Ecosistema Natural, de Soto de Ribera. Se diferenciará de este por el grado de densidad y distribución de la misma, liberando más espacio sin arbolado para la introducción de usos humanos, como campas verdes de juego, espacios de merenderos, o programas específicos. Suponen estos espacios la antesala del Ecosistema Natural.

Esta zona verde tiene la función de ser la "puerta sur de la ciudad". La ciudad puede crear cuatro puertas, orientadas en las cuatro direcciones, creando un espacio verde natural en los puntos de entrada de los rios a la ciudad. Al norte, un espacio natural del río Huerva, y puerta norte de la ciudad, al oeste, el parque del Agua, puerta oeste de la ciudad, al este, el espacio natural del soto de cantalobos en Las Fuentes, puerta de entrada este de la ciudad, y al sur, el ecosistema natural del río Huerva, puerta sur de la ciudad.

Se trata de una propuesta histórica en la que la ciudad pasa de sus puertas medievales de la ciudad construida que se protegen del entorno natural, de las nuevas puertas de la ciudad, que integra su medio natural como la esencia principal de su identidad.

## **03 ZONAS VERDES DE TRANSICIÓN**

Se definen como las zonas verdes del río Huerva ubicadas de las zonas residenciales ubicadas en el límite edificado de la ciudad, como son el barrio de Valdespartera y las futuras áreas de ordenación 59/1 y 59/3.

Son las zonas verdes de transición entre las zonas verdes periurbanas y las zonas verdes urbanas.

**Ámbito:** lo constituyen las zonas verdes del río Huerva comprendidas entre La Fuente de la Junquera y el Canal Imperial. Un espacio que mantiene el carácter agrícola pero con la presencia de un contexto edificado residencial. La Z-40 será durante largas décadas el límite edificado de la ciudad, al disponer la ciudad de mucho terreno edificable en otros puntos de la ciudad.

**Tipo de terreno:** al igual que en las zonas anteriores, se trata de terrenos de sedimentación fluvial, con una tradición de uso agrícola. La topografía se caracteriza por contener grandes terrazas con un desnivel importante entre el extremo del ámbito hasta la cota del cauce. Se producen desniveles entre terrazas de uno o dos metros entre terrazas, y un desnivel general de 14 metros de desnivel (cota junto a la N-330, + 254.85, y la del río 239.28). Esta orografía influirá en la forma de diseñar y organizar los usos de este espacio.

**Tratamiento:** Se trata de una zona verde de transición entre lo natural y lo urbano, entre el entorno rural de fuera de la ciudad y el entorno urbano del interior. El tratamiento debe combinar zonas verdes naturales con zonas verdes urbanas, introduciendo usos y equipamientos urbanos que de normal están en la ciudad y que pueden ubicarse en un espacio verde. Un ejemplo parecido es el reciente Parque del Agua, junto al recinto Expo2008, en el meandro de Ranillas. La forma de concebir este espacio verde semi urbano y natural es creando zonas naturales de soto de ribera en el perímetro junto al río Ebro, y zonas verdes urbanas equipadas, con edificios de usos y equipamientos de carácter urbano pero ubicados dentro de una zona verde, como es el centro de celebraciones de bodas civiles, un balneario, un centro deportivo, una hípica, el Canal de Aguas Bravas, etc. Esta zona verde del río Huerva debe diseñarse desde la misma estrategia urbanística, como zona verde equipada con usos urbanos dentro de las zonas verdes. Como se ha indicado anteriormente, se debe potenciar esta zona verde en base a las energías verdes y sostenibles. Un espacio publico de formación y concienciación de modelos de vida sostenibles y respetuosos con el medio ambiente y el uso eficiente de las energías a nivel domestico y profesional, con usos vinculados con la educación medioambiental, como una granja escuela donde aprender a ser autosuficiente y producir tus propias necesidades, escuelas taller de formación de trabajos responsables y sostenibles, etc, y elementos escultóricos y de mobiliario productores de energía limpia (fotovoltaica), depuradoras de agua naturales, etc. Estas zonas verdes deben tener un mantenimiento medio de sus zonas, potenciando la reducción del consumo de mantenimiento municipal, e introduciendo especies autóctonas que consuman poco agua, como el césped de bajo mantenimiento.

La actual estructura de terrazas agrícolas tiene una red de acequias en funcionamiento. Seria interesante respetarla y mantenerla para el riego de estas zonas, con sistemas de goteo a partir de esta red, y estructurando las vías peatonales y de movilidad junto a las redes existentes de agua (agua-andador).

**Vegetación:** se debe combinar una vegetación estricta de ribera con especies de arbolado de otras clases, que den una diversidad de espacios. Se deben utilizar siempre especies autóctonas, y evitar la introducción de especies exóticas. Debemos investigar en la creación de paisajes propios de nuestro clima y entorno,(como lo hacen en Canarias, con el uso de especies propias), evitando reproducciones de modelos anglosajones de praderas verdes y árboles propios de zonas húmedas. Nuestro territorio y paisaje tiene una identidad propia y debemos buscar las formas de representarlo y reproducirlo a través de estos espacios verdes.



#### 04 ZONAS VERDES URBANAS

La definen el resto de las zonas verdes del río Huerva hasta la desembocadura. Se caracterizan por encontrarse dentro de la ciudad construida. El crecimiento histórico de la ciudad ha reducido estas zonas verdes a espacios verdes lineales y estrechos, en algunos puntos con grandes taludes artificiales, e incluso la presión a sido tal que se ha soterrado el tramo de Gran Vía y Constitución.

Este tramo se divide a su vez en varios subtramos, con contextos muy variables en función de su contexto urbano y verde:

##### ZONA VERDE URBANA PINARES DE VENECIA:

**Ámbito:** Se trata de las zonas verdes del río Huerva comprendidas entre el Canal Imperial de Aragón y su llegada al Parque Grande actual. Se caracteriza por tener un entorno residencial de baja densidad y tener muy cerca los Pinares de Venecia, una zona verde de Zaragoza, de grandes dimensiones repoblada de pino.

**Tipo de terreno:** de sedimentación de fluvial del río. Antiguas zonas agrícolas. Hoy son zonas sin uso, abandonadas e intransitables por la ocupación excesiva de equipamientos y zonas residenciales. Hay dos niveles muy diferenciados, el espacio superior, plano, y el espacio inferior del cauce del río. A partir de este punto el río se encajona en paredes verticales naturales. A día de hoy estas paredes continúan desplomándose, tratándose de una zona muy activa que exige su separación.

**Tratamiento:** al tratarse de una zona de cauce activa con fuertes meandros y paredes verticales de tierra natural se aconseja contener el cauce con un sistema que evite su erosión. Aunque esto supone una limitación de su evolución fluvial natural, la proximidad de equipamientos y zonas residenciales exige su control. Este cauce debe construirse en base a lo definido en el presente Plan Director.

Los espacios inferiores se destinaran a las zonas de Ecosistema natural, pudiendo ser recorridos a través del paseo del Agua, por el cauce recorrible y accesible. Los meandros y giros del río han generado espacios de gran belleza, a modo de cañones, con espacios de agua que invitan al baño, y el descanso, muy parecido a las foz del pirineo o zonas de pozas, salvando las distancias.

El tratamiento de las zonas verde debe ser de carácter urbano, con usos urbanos asociados a las zonas verdes descritas en el apartado de usos.

Como se ha expuesto anteriormente se debe extender los límites del actual Parque Grande sobre esta zona verde, ampliando su ámbito, e incorporando estos espacios actualmente baldíos e intransitables. Esto esta dentro de la visión mas general de ampliar el ámbito del Parque Grande, incorporando los Pinares de Venecia y estas zonas del río Huerva, creando un parque mas rico y complejo, estructurado y unitario.

**Vegetación:** deberá ser de ribera, investigando también en una tipología de parque urbano de bajo mantenimiento y de paisaje propio de este territorio, que busque la comprensión y disfrute de un paisaje hoy anulado por el césped y el pino.

##### ZONA VERDE URBANA PARQUE GRANDE

**Ámbito:** comprenden las zonas verdes del río Huerva del entorno del Parque Grande. Estos espacios ya están urbanizados e integrados dentro del Parque Grande. La necesidad de intervención es minima, pues cuentan ya con una vegetación de gran porte, y en muy buen estado.

**Tratamiento:** se debe dotar a estos espacios de los usos expuestos con anterioridad. Son zonas ya urbanizadas y en muy buen estado, bien exigen una actualización. El rio Huerva exige un incorporación como espacio fluvial atractivo, con un borde de cauce accesible, que permita a los visitantes del parque sentarse en sus orillas y disfrutar de sus calmadas aguas para la lectura, el descanso y la contemplación, así como dar un uso a las campas urbanizadas actuales que carecer de una función dentro del Parque. Es interesante pensar en transformar estas áreas pavimentadas, en campas verdes para usos flexibles, tan escasas en el Parque Grande, potenciando el carácter de espacio natural del río en el Parque. La presencia de equipamientos en la margen izquierda a ocupado todo su espacio vital hasta el mismo cauce. Se debe dar un tratamiento vegetal a estos muros de forma que se reduzca su presencia artificial, a través de su vegetalización.

**Vegetación:** no es necesaria la plantación de nuevos árboles, al existir ya en el lugar. Si bien pueden ser necesario plantar nuevos árboles de ribera en el nuevo cauce accesible del río, creando zonas de sombra junto al agua. Los espacios sin árboles deberán ser campas verdes de césped de bajo mantenimiento, para el esparcimiento y el juego.

##### ZONAS VERDES URBANAS PARQUE LINEAL

**Ámbito:** Se trata de las zonas verdes urbanas del río Huerva ubicada entre el puente Trece de Septiembre y el soterramiento de Gran Vía. La fuerte presión urbanística a mantenido un espacio lineal de fuertes taludes artificiales muchos de ellos. Actualmente se trata de zonas verdes sin apenas acceso, salvo en el último tramo, desde el puente Emperador Augusto (puente de los Gitanos) hasta Gran Vía. Su estado en salvaje, y en muchos casos lamentable por la fuerte presencia de escombros en sus taludes, basura y vertidos de saneamientos directos.

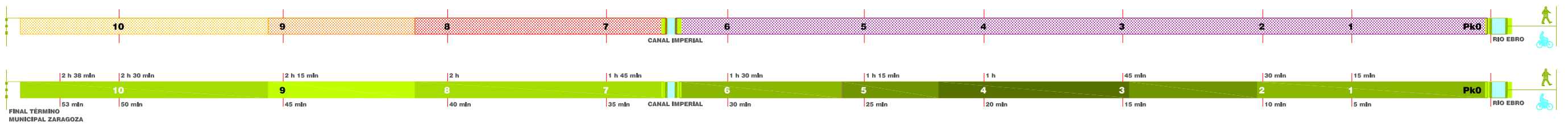
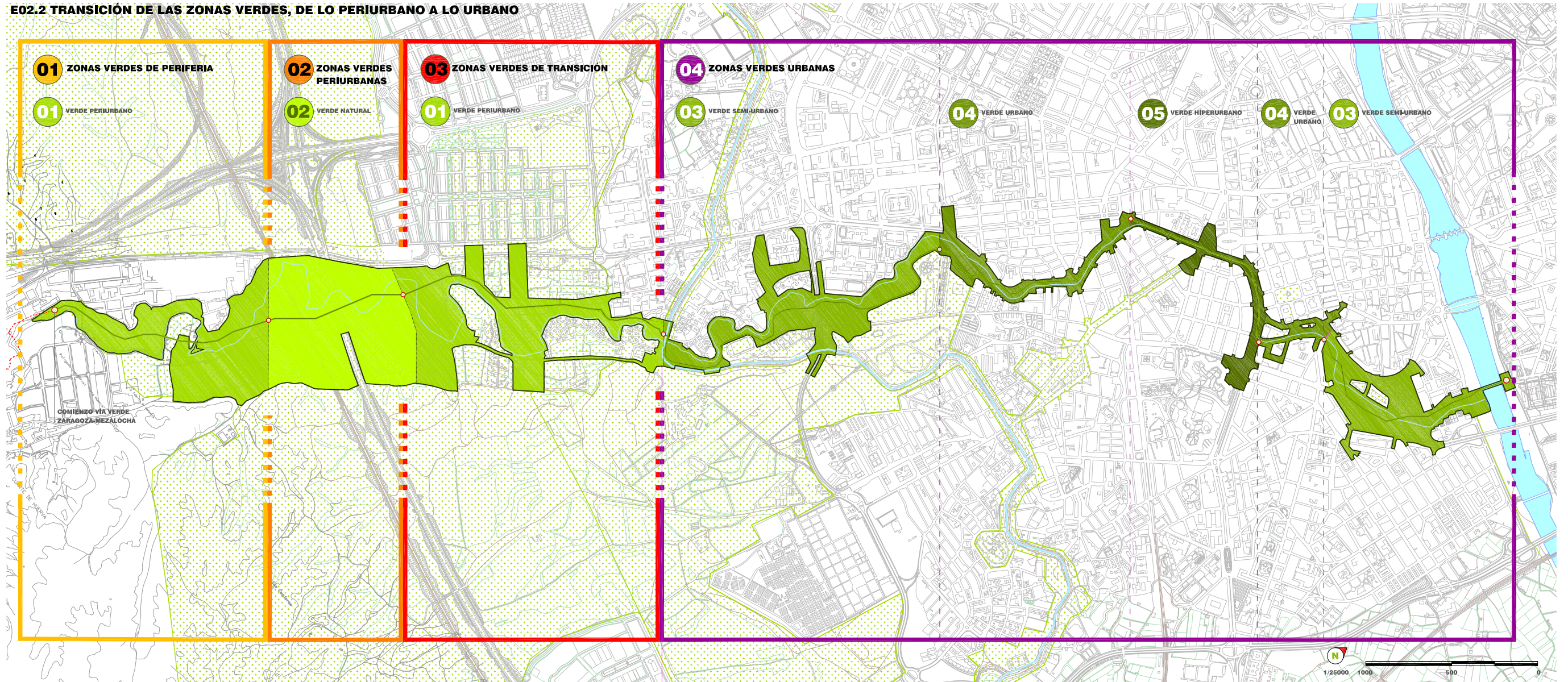
**Tratamiento:** El tratamiento debe ser como un espacio verde urbano, y debe dar respuesta a las necesidades urbanas del entorno, donde hay una demanda de espacios verde de juegos infantiles, zonas de descanso naturales, etc. La presencia de los muros verticales separa los niveles superiores e inferiores convirtiendo las zonas inferiores en peligrosas y degradadas. Se deben usar recursos de ampliación del espacio vital del río sobre la ciudad, ampliando las zonas verdes al máximo, reduciendo la urbanización actual, y demoliendo las barreras entre los dos niveles, creando siempre que sea posible laderas verdes suaves de bajada y comunicación.

**Vegetación:** Existe una presencia importante de vegetación invasora no propia de ribera, principalmente de *Aislantus*, árboles del cielo, que se han adaptado a la "calidad" de sus taludes. Por ello se deben limpiar los taludes de materiales de escombros y repoblar las laderas con árboles autóctonos de ribera. La relación histórica con la ciudad, de maltrato y deterioro en algunas décadas hizo que se plantaran árboles en Manuel Lasala para tapar desde la ciudad la cloaca en la que se había convertido este río. Hoy estos árboles, chopos de gran altura continúan haciendo su labor de barrera. Se debería reducir la densidad de los mismos permitiendo las vistas desde la ciudad hacia las zonas inferiores del cauce.

##### ZONA VERDE URBANA SOTERRAMIENTO

Se trata del tramo urbano, donde las zonas verdes son las ubicadas en la parte superior del soterramiento, junto a los bulevares centrales de Gran Vía y Constitución. El río fue soterrado en los años 30 con muros

**E02.2 TRANSICIÓN DE LAS ZONAS VERDES, DE LO PERIURBANO A LO URBANO**



verticales de hormigón de 4 y 5 metros de espesor, y su cauce fue canalizado y hormigonado. La operación fue la permitió la expansión de la ciudad hacia el sur.

**Ámbito:** Lo configura las zonas verdes de los paseos de Gran Vía y Constitución.

**Tratamiento:** actualmente cuentan ambos paseos con una vegetación existente de gran porte, si bien hay una gran diferencia entre Gran Vía y Constitución. En Gran Vía existe una vegetación más pobre, con una hilera de plátanos en estado de salud medio, sobre una franja de zona verde de no más de un metro y medio, con vegetación arbustiva. Actualmente se está reurbanizando por las obras del tranvía, línea 1, lo que mejorará su vegetación. Es interesante plantear una ampliación de la zona verde y reducción del paseo central, y la sustitución paulatina de los árboles actuales por otro tipo de especie de gran porte que aguante la contaminación urbana y las plagas. El paseo Constitución tiene un carácter más de espacio de estar, que como paseo de movilidad, esto hace que tenga una vegetación ornamental de gran calidad, que le convierte en uno de los paseos más atractivos de la ciudad. (Como se expone con anterioridad se deberá garantizar la continuidad peatonal del mismo). Ambos paseos, Gran Vía y Constitución se deben convertir en espacios urbanos de frescos, humedad y naturaleza, que permitan bajar los grados de calor de los días de verano, con zonas de agua. Se debe hacer presente al río en la parte superior, a través de elementos de agua, un canal central, láminas puntuales, pulverizadores, fuentes de juego y colores, etc, según se crea conveniente tras un estudio detallado. Se debe mantener su carácter ornamental de la vegetación como gran "salón urbano" de la ciudad.

**Vegetación:** se deberá mantener la existente, y modificar la que está en peor estado. En Gran Vía se debe intensificar el número de arbolado y la superficie de zona verde, dándole un carácter más natural y menos urbanizado, potenciando el uso como espacio de estar, a parte de eje de movilidad.

#### ZONA VERDE URBANA DESEMBOCADURA

**Ámbito:** la definen las zonas verdes urbanas del río Huerva desde la salida del soterramiento hasta la desembocadura.

**Tratamiento:** estas zonas verdes se caracterizan por estar disgregadas e incomunicadas, existiendo importantes zonas verdes poco aprovechadas por la ciudad. Por ello se debe crear una única zona verde continua que unifique todos estos pequeños parques. Como tal se debe tratar como el espacio fluvial previo a la desembocadura, como un delta fluvial.

**Vegetación:** todos estos pequeños parques cuentan ya con mucha vegetación de gran calidad. Quizás solo las zonas del Ecosistema Natural desde el puente de Jorge Coci, hasta la desembocadura están más abandonadas y deterioradas. Sustituir la vegetación invasora por especies de soto de ribera.

En todas estas zonas el sistema de riego deberá ser lo más responsable posible, utilizando agua del propio río o de las acequias cercanas, y resolviendo el problema del mejillón cebra.

#### UN ÚNICO PARQUE URBANO

La visión final de la ciudad, es la de configurar una gran zona verde continua en toda la ciudad. Una única zona verde continua desde en la ciudad desde la que acceder y desplazarse a todos los puntos de la ciudad, sin necesidad de usar las calles rodadas para los desplazamientos.

Pensado al revés es como si la ciudad fuera un gran jardín verde sobre la que la urbanización y las edificaciones se organizan en recintos o áreas dentro de este gran parque urbano cuyo límite es la Z-40.

La red concéntrica de Anillos Verdes de la ciudad, y los ejes radiales, del río Huerva y Gallego, o calles junto a acequias actualmente enterradas bajo la ciudad, deben configurar la estructura principal de movilidad peatonal y ciclista de este gran jardín.

Para configurar esta gran espacio verde hay que vertebrar y comunicar todas las zonas verdes de la ciudad. La idea no es muy descabellada, pues el propio PGOU ya contempla esta idea y las estructuras fluviales de la ciudad y sus zonas verdes adjuntas atraviesan de norte a sur y de este a oeste toda la ciudad, permitiendo unirlos con gran facilidad. Es más importante garantizar que las manchas verdes del PGOU sean realmente espacios libres públicos, y no se conviertan en zonas verdes valladas, por ejemplo como el campo de golf de las zonas verdes de Arcosur, que imposibiliten su paso de movilidad.

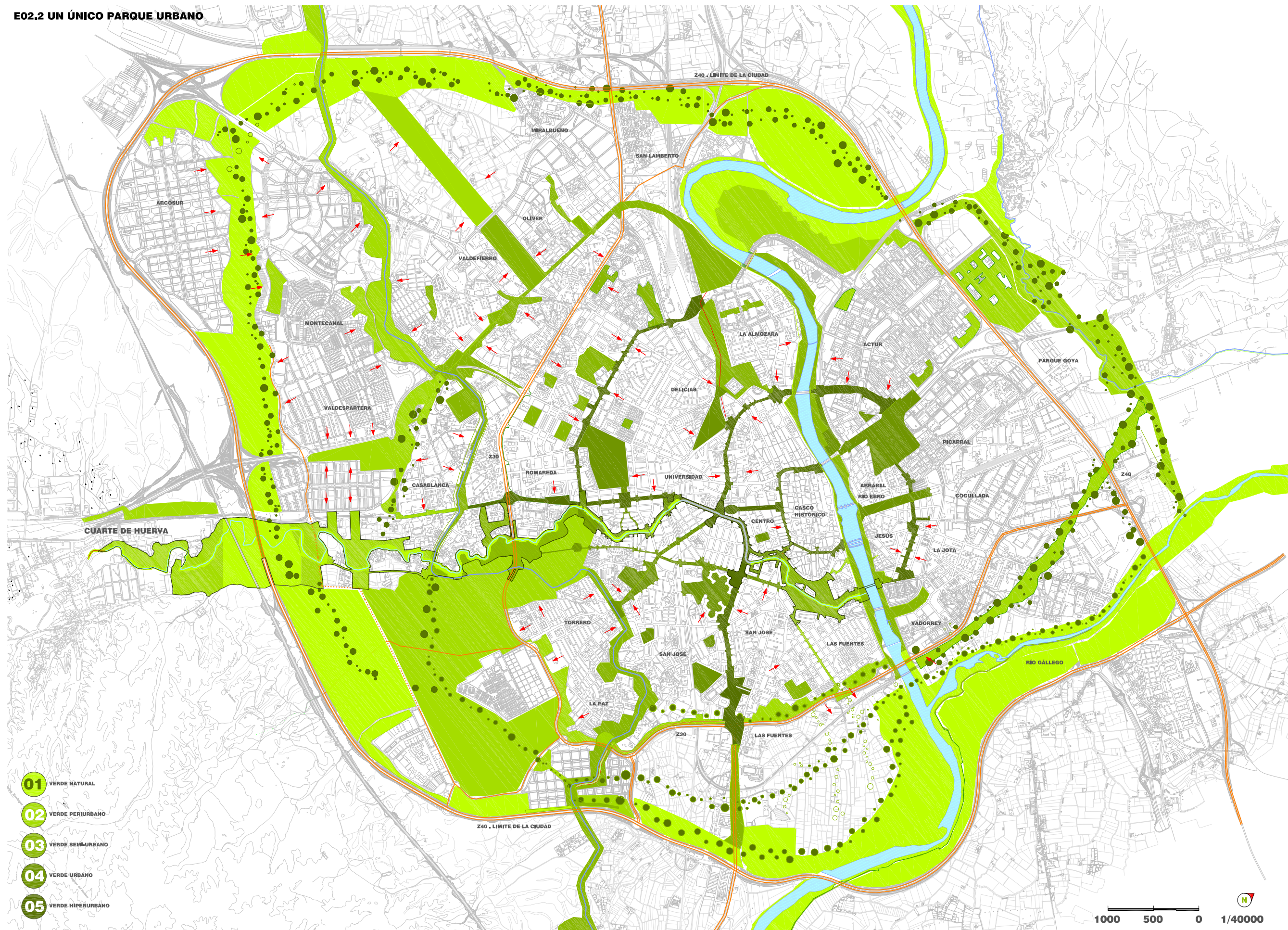
La clave fundamental para una movilidad alternativa a la red actual es la continuidad de los andadores. Sin ella, la red carece de funcionalidad y por tanto el ciudadano prefiere tomar las redes actuales, que aunque de menor calidad ambiental le lleve de forma rápida y segura a sus puntos de destino.

Esta red no se plantea como una red de movilidad secundaria para los fines de semana, sino como una red urbana de movilidad funcional y útil para los desplazamientos diarios de los ciudadanos.

Las zonas verdes de Zaragoza tienen la potencialidad de servir no solo como espacios de estancia y contacto con la naturaleza, sino como ámbito natural para la red de movilidad peatonal y ciclista de la ciudad, independiente de la trama urbana. Hay que indicar que no todas las ciudades tienen este potencial, y capacidad de vertebración y unión de todas sus zonas verdes en un único espacio verde continuo. Esta oportunidad supone por tanto una oportunidad de identidad urbana propia como ciudad de futuro, contemporánea, responsable y sostenible.



# E02.2 UN ÚNICO PARQUE URBANO



## E02.3

### Recuperación de los espacios verdes pertenecientes al río.

Para la recuperación e integración del río Huerva y sus zonas verdes en la ciudad es necesario liberar zonas verdes del río Huerva actualmente apropiadas por el urbanismo y la edificación de la ciudad.

La tendencia de las últimas décadas del urbanismo de la ciudad ha sido la de edificar o instalar equipamientos en las zonas verdes del río, al tratarse de zonas urbanas de gran centralidad y existir una necesidad de superficie para implantar de nuevos equipamientos urbanos. Esta situación sumada a la despreocupación por crear un espacio verde lineal y continuo en estas zonas, ha producido el resultado actual. Hoy se sigue planteando la implantación de nuevos equipamientos junto al cauce del río sin una distancia mínima o la ampliación de las instalaciones existentes, reduciendo aun más la superficie de espacio verde del río, sin tener en cuenta las necesidades fluviales, urbanísticas y paisajísticas de la ciudad. Principalmente esta dinámica se está realizando con los equipamientos deportivos municipales de la ciudad. Como se ha reiterado en varias situaciones, los equipamientos son importantes para dinamizar las zonas verdes urbanas, pero nunca deben suponer un tapón y una barrera, debiendo encontrar la forma de integrarse en las mismas, y permitiendo el acercamiento y la continuidad peatonal como espacios públicos libres de acceso y uso ciudadano.

El PGOU supone la herramienta principal para garantizar la recuperación de zonas verdes del río Huerva.

Por un lado, se exige el cumplimiento del PGOU sobre el ámbito de actuación, donde se define una calificación del suelo como zona verde. Hoy algunas de estas zonas verdes no cumplen el PGOU, están ocupadas por equipamientos públicos y privados, que hacen que estas zonas verdes estén valladas y no formen parte del espacio libre de la ciudad.

Por otro lado, el Plan Director propone una serie de modificaciones del actual PGOU, modificando la calificación actual en puntos concretos, por considerarlas fundamentales para la continuidad de las zonas verdes, la movilidad y los espacios vitales del río.

Se define a continuación todas las acciones que se considera principales para la recuperación de espacios verdes del río Huerva:

## 01 CUMPLIMIENTO DEL PGOU

Se define a continuación los puntos del Plan Director donde no se cumple la calificación que contempla en el PGOU:

**SNU EN entre Cuarte y la Fuente de la Junquera:** en el ámbito final del término municipal de Zaragoza, entre Cuarte de Huerva y la Fuente de la Junquera existe una gran extensión de 67 Ha de suelo agrícola calificado en el PGOU como SNU EN SR Suelo No Urbanizable Protección del Ecosistema Natural Soto, Galachos, y Riberas Fluviales, y SNU EN CC Suelo No Urbanizable Protección de Ecosistema Natural Protección de Cauces y Canales de Crecida. Hoy estos campos son agrícolas, y muchos de ellos tienen una actividad casi nula. Se aconseja iniciar paulatinamente la expropiación de estas zonas agrícolas e iniciar una transformación en Ecosistemas Naturales, a través de su reforestación con árboles y arbustos autóctonos. La forma de financiación puede ser a través de la compensación de emisiones de CO2 de empresas privadas o públicas, que por exigencia o por su política medioambiental compensen su contaminación. Como se ha indicado anteriormente permitirá crear una gran pulmón verde del sur de la ciudad, de carácter natural, y cerca de la ciudad. Desde la visión integral de Zaragoza ciudad Sostenible, este gran espacio se puede plantear para cumplir sus emisiones urbanas como ciudad, siendo una de las primeras ciudades en asumir el reto de lucha contra el cambio climático de forma directa y efectiva.

Se considera fundamental expropiar los terrenos afectados para la ejecución del eje central de la "Calle Verde", andador de 7 metros de ancho, de andador peatonal y carril bici. Los caminos existentes se mantendrán dentro de la estructura de los ejes secundarios de la "Calle Verde" del Ecosistema Natural.

- **Retranqueo del límite de parcelas de la urbanización Las Abdulas:** esta urbanización privada ocupa toda la margen derecha del río Huerva desde la Urbanización de la Fuente de la Junquera hasta el Canal. Casi todas las parcelas ocupan un espacio mayor al marcado por el PGOU. El excesivo acercamiento de esta urbanización imposibilita un recorrido longitudinal de la margen derecha. El cumplimiento de esta medida permitirá acondicionar un andador peatonal y ciclista en la margen derecha, estrecho, pero continuo, que permita la movilidad peatonal y potencie la comunicación entre márgenes. Esto permitirá también, si a la urbanización le parece interesante, poder habilitar algún acceso puntual desde la calle central, a través de un espacio libre de paso entre parcelas, que permita tener acceso y comunicación peatonal con la "Calle Verde" y sus futuros ejes de movilidad norte sur de la ciudad.

- **Devolver como zona verde pública el espacio verde de la urbanización Pinar de Casablanca:** el PGOU califica la zona verde actualmente privada de esta urbanización como ZV (PU) 59.13. Convertir este espacio verde en zona pública permitirá dar continuidad y conexión a la ampliación del Camino de la Fuente de la Junquera, y ampliar el espacio de encuentro entre el Canal y la "Calle Verde", donde se propone la ubicación del Centro del Anillo Verde de Zaragoza. Además es un espacio donde se necesita un aparcamiento para las rutas por los pinares de Venecia. Esta área forma lo que posteriormente explicaremos como la Plaza de Intercambio de Movilidad Huerva-Canal.

- **Entorno del Ojo del Canal:** La zona de la Almenara de Nuestra Señora del Pilar, las zonas agrícolas de la cota superior y todo el espacio inferior, son definidas en el PGOU como zona verde. En la actualidad el espacio está delimitado por una valla, los huertos están activos y la accesibilidad a la parte inferior es casi imposible. Se ha de resaltar que el Gobierno de Aragón tiene previsto ubicar en esta zona el Centro de La

Margaretifera, con una propuesta que ocupa este entorno con una edificación y varias piscinas que significaran la perdida de recuperar este espacio, como zona verde para la ciudad. Este equipamiento supondrá un tapón y distanciará todavía más la accesibilidad al río Huerva. Como se ha propuesto este espacio tiene el potencial de recuperarse como un merendero y zona de baño publico, recuperando el espacio del Ojo del Canal y las zonas de ampliación del cauce, junto al vertido de agua del Canal, un espacio de gran atractivo estético, cultural y social. Por ello, no solo hay que recuperar esta zona como espacio verde publico, sino evitar cualquier equipamiento que suponga una perdida de un espacio publico de la calidad y belleza como es este enclave.

**- Campo de futbol de tierra del equipamiento educativo de Nuestra Señora del Pilar, Marianistas:**

Este equipamiento educativo ubicado junto al río Huerva tiene un campo de tierra ubicado sobre un pequeño meandro del río Huerva. El PGOU lo define como zona verde. Devolver esta área es fundamental para garantizar la continuidad de las zonas verdes del río Huerva y garantizar la continuidad peatonal del andador central. Como se ha propuesto en los usos, este espacio es ideal para acondicionarlo como espacio publico de uso compartido por los equipamientos educativos de la zona, creando un gran anfiteatro-salón de actos al aire libre y en la naturaleza.

**- Zona de los Viveros Municipales:** los actuales Viveros Municipales, están ubicados sobre zona verde pública. Este equipamiento público tiene vallado todo su recinto y ocupa una importante zona fundamental del río Huerva. Recuperar este espacio como zona verde permitirá dar continuidad al Parque Grande hasta el Canal, y permitirá potenciar la accesibilidad y movilidad del eje norte-sur. Hoy este equipamiento tiene un edificio pabellón dentro de sus instalaciones, un estanque y varios invernaderos. Se propone utilizar estas instalaciones integradas dentro del espacio público como aula de la naturaleza asociada a los equipamientos educativos de la zona, y de la ciudadanía en general. La ordenación de la Orla Este, a través de la escusa de la Expo 2014, tiene pensado organizar los diferentes viveros públicos y privados en sus mediaciones, creando un espacio de cría y venta centralizado. Este equipamiento debe ir ahí.

**- Zona Verde del Centro de Estudios Teológicos:** este equipamiento educativo junto a la ronda Hispanidad (Z-30) en la margen izquierda del río Huerva definido en el PGOU como EE-EA-Ere (PV) 59/5 ocupa un área definida por el PGOU como SGUZ Zona Verde. Devolver para permitir habilitar un acceso desde la ronda a la margen izquierda.

**- Viveros Sopesens:** este establecimiento privado esta ubicado sobre zona verde según el PGOU. Su ubicación correcta en la ciudad, como se ha expuesto, será en la Orla Este, en el entorno de la ExpoPaisajes 2014. Liberar este espacio como zona verde publica es fundamental para permitir disfrutar de una de los pocos espacios amplios junto al río en esta zona de la ciudad, permitiendo introducir usos de juegos y zonas verdes urbanas y permitir la continuidad peatonal y ciclista de los andadores, hasta el Puente de los Gitanos, Avd Goya y Gran Vía.

**- Aparcamientos de ERZ Endesa:** las actuales oficinas de ERZ Endesa ubicadas en la calle Aznar Molina, entre las zonas verdes del entorno del río Huerva, han ocupado con su aparcamiento privado un espacio junto al cauce del río Huerva, definida por el PGOU como zona verde. Esta ocupación impide la recuperación natural del cauce del río, pues ocupa hasta el mismo limite del cauce. Como están en zona inundable, han construido un muro de contención de avenidas. Se trata de una ocupación impropia de un espacio público y natural.

## **02 MODIFICACIONES DEL PGOU**

A parte de las exigencias contempladas ya en el PGOU, se consideran las siguientes modificaciones del mismo, y su posterior aplicación urbanística. Se tratan de medidas no contempladas en PGOU, pero fundamentales para la integración del río Huerva en la ciudad.

**- Modificación a SNU EN:** en los terrenos agrícolas de la margen derecha ubicados junto a la zona residencial de Cuarte de Huerva, calificados en el PGOU como SNU EP (S), Suelo No Urbanizable Ecosistema Productivo Agrario de Secano tradicional, se propone su modificación a SNU EN (CC) con la finalidad de ser reforestado con especies autóctonas. Esta parcela actualmente es usada con finalidad industrial y carece de interés agrícola.

**- Modificación a SNU EN:** en los terrenos agrícolas ubicados entre el viaducto del AVE y la Z-40 en la margen derecha del río Huerva, calificados por el PGOU como SNU EP (HH), Suelo No Urbanizable Ecosistema Producción Agrícola de la Huerta Honda, se propone su modificación a SNU EN (HH), Suelo No Urbanizable Ecosistema Natural Huerta Honda, con la finalidad de guardar la misma protección que los terrenos que lindan al sur de estas parcelas y de forma que puedan ser reforestados con especies autóctonas.

**- Creación de un Vial Rodado Cuarte-Fuente de la Junquera:** Se propone la modificación y expropiación de los terrenos afectados por el ámbito del vial rodado a SGUZ viario, Sistema General Urbanizable Viario, sobre los terrenos definidos en el PGOU como SNU EP (S), SNU EC y SNU EN (RF). Este vial tiene la función de hacer de limite del futuro Ecosistema Natural del Sur, dando acceso a las nuevas zonas residenciales de Cuarte con la continuación de la Avenida de Casablanca de Valdespartera hasta la Fuente de la Junquera.

**- Parque Equipado:** en los terrenos de la margen derecha, entre la Z-40 y la prolongación de la Avenida de Casablanca hasta la Fuente de la Junquera, son huertas actuales calificadas en el PGOU como SNU PE (HH), Suelo No Urbanizable Producción Agrícola de la Huerta Honda, con una superficie de 16 Ha. Se propone su modificación como SGUZ Zona Verde, Sistema General Urbanizable Zona Verde. Esta zona, aunque contienen edificaciones residenciales individuales asociada a las huertas, se propone como zona verde equipada. La finalidad es que se pueda implantar un equipamiento de escala municipal que atraiga la ciudadanía hasta este punto, forzando el acercamiento al nuevo Ecosistema Natural del Sur de 67 Ha. Su uso debe estar vinculado con el río Huerva y su espacio natural reforestado, y vinculado con la formación y la educación ciudadana en materia de medio ambiente. Esta zona verde equipada integrara el Ecosistema Natural adjunto como espacio para la formación y la educación ciudadana. La ubicación de un equipamiento de gran atracción en estas parcelas se justifica por el entorno equipado que le rodea. El espacio definido por el PGOU como SNU EN (RF) entre estas parcelas y Puerto Venecia (equipamiento también de escala municipal), actualmente explotadas como canteras de extracción, será a futuro un gran espacio equipado del Sur. Todos estos espacios equipados, desde Puerto Venecia hasta el río Huerva y Valdespartera en la margen izquierda, definen el límite construido de la ciudad por el sur, dentro del límite urbano de la Z-40, configurándose un frente equipado y urbanizado en el Sur.

**- Transformación del Camino de la Fuente de la Junquera como calle urbana:** creación de una calle urbana bidireccional con aceras a ambos lados de 3,5 metros y carril bici de 2,5 en el actual camino de la Fuente de la Junquera, desde la continuación de la Avenida de Casablanca hasta el Paseo de los Infantes de

España. Modificación de las parcelas afectadas a SGUZ Viario.

- **Modificación de una parcela edificable de área PP 59/2 en SGUZ Zona Verde:** actualmente existe una parcela perteneciente a la urbanización La Fontana, en el Camino de la Fuente de la Junquera, ubicada de forma alargada en el único punto no urbanizado y de conexión de ambos márgenes entre la urbanización de la Fuente de La Junquera y esta. Se propone su modificación y expropiación como SGUZ zona verde. Esta modificación permite ampliar la zona verde de conexión entre ambos márgenes, única en este tramo, de forma que se potencie la comunicación peatonal y ciclista entre ellas, y la continuidad de las zonas verdes de Valdespartera, el área 59/1, el área 59/3 y los Pinares de Venecia.

- **Convertir en SGUZ Zona Verde un área del Stadium Casablanca:** el límite actual del Stadium Casablanca con las zonas verdes del río Huerva impide el paso y continuidad de la "Calle Verde". Se propone la expropiación de un área específica de 1044 m<sup>2</sup>, modificando la calificación actual del PGOU como ED (PV) 59.2 a SGUZ Zona Verde.

- **Convertir en SGUZ Zona Verde un área del equipamiento educativo Escuela Internacional de Negocios CESTE:** Este equipamiento consta de dos edificios. El límite de su parcela vinculado al río Huerva, impide la continuidad de las zonas verdes y del eje de movilidad peatonal y ciclista de la "Calle Verde" en la margen derecha. Por ello se solicita la expropiación de un área no edificada de 320 m<sup>2</sup>, que permita garantizar esta continuidad.

- **Convertir en SGUZ Zona Verde el espacio ocupado actualmente por el equipamiento educativo del Colegio Sagrada Familia.** Consideramos que este equipamiento está ubicado en un espacio fundamental de la continuidad peatonal y de las zonas verdes del río Huerva y la "Calle Verde" en el Canal Imperial. Tras el paso del Ojo del Canal, las edificaciones han colmatado todos los espacios verdes del río Huerva. Hoy es imposible crear un paso peatonal y ciclista entre ellas. Solo es posible tomando el Camino de la Fuente de la Junquera, que no nos permite volver a conectar con el río Huerva y sus zonas verdes hasta el final de la urbanización de Las Abdulas. Por ello es necesario habilitar un paso, que libere los espacios edificados del Canal Imperial y permita crear una permeabilidad con las zonas verdes junto al Stadium Casablanca y el área 59/1, actualmente inaccesibles desde el Canal Imperial.

- **Convertir en SGUZ Zona Verde un área del equipamiento educativo de Nuestra Señora del Pilar, Marianistas:** este equipamiento está ubicado junto al río Huerva. Las instalaciones deportivas existentes, dotadas de un campo de fútbol 11 de césped y una pista de atletismo perimetral ocupan las zonas del río Huerva hasta el mismo comienzo del borde de talud. Este acercamiento impide el paso del eje central de la "Calle Verde" de 7 metros de ancho. Se propone el desplazamiento de esta instalación unos metros hacia el sur, de forma que libere el espacio necesario para el paso peatonal y ciclista público. En la zona sur, estas instalaciones tienen espacio suficiente para desplazarse. Por ello se propone la modificación de dos pequeñas áreas concretas del espacio definido por el PGOU como EE (PV) 59/11 en su límite con el río Huerva en SGUZ Zona Verde.

- **Creación de una calle junto al Hospital Militar:** Se propone la creación de un vial rodado, peatonal y ciclista que comunique la calle de Maestre Racional con la Ronda Hispanidad a través del Hospital Militar. Modificar la calificación de suelo Urbano Consolidado A3/2 por SGUZ viario.

- **Zonas verdes del Hospital Militar:** este equipamiento sanitario recientemente ha notificado su traslado

a otro emplazamiento. Se propone recuperar para la ciudad las zonas verdes de este gran equipamiento, que permitirá conectar el río Huerva con Vía Ibérica, creando una conexión transversal (muy importantes, pues la existencia de equipamientos continuos impide conexiones entre el río y la ciudad). Convertir la calificación actual de sus zonas verdes de ES (PU) 59/4 a SGUZ Zona Verde.

- **Retranqueo del equipamiento educativo de Jesuitas:** el equipamiento educativo Jesus Maria el Salvador, Jesuitas, ubicado en la margen izquierda, y ocupando con sus instalaciones deportivas hasta el mismo borde de cauce, se propone el retranqueo de su límite permitiendo recuperar un espacio de zona verde en la margen izquierda, de forma que se pueda habilitar un andador peatonal y un acceso desde la ronda Hispanidad. Modificar hasta el límite marcado en el PGOU como Límite del Plan Especial del Canal.

- **Modificación del área del CDM Salduba:** el equipamiento deportivo CDN Salduba se ubica actualmente en la margen derecha en el Parque Grande junto al cauce del río Huerva. Este equipamiento impide la accesibilidad del río desde el Parque Grande. Se propone devolver a la ciudad como espacio verde público el espacio verde junto al cauce, reduciendo su ámbito. Esta exigencia sumada a la necesidad de ampliar sus instalaciones exige repensar el equipamiento actual, planteando una remodelación que permita integrar las instalaciones deportivas en las zonas verdes del Parque Grande y el río Huerva. Una posible solución sería soterrar las nuevas instalaciones deportivas bajo una cubierta verde pública que permita combinar un uso público superior y uno privado inferior, y crear un edificio junto al puente Blasco de Cacho de acceso y instalaciones de menor escala. De esta forma se liberaría el espacio junto al río para uso público y a la vez el nuevo equipamiento se integraría en el Parque Grande y el río, pasando de ser un tapón y una barrera a un edificio integrado en su paisaje.

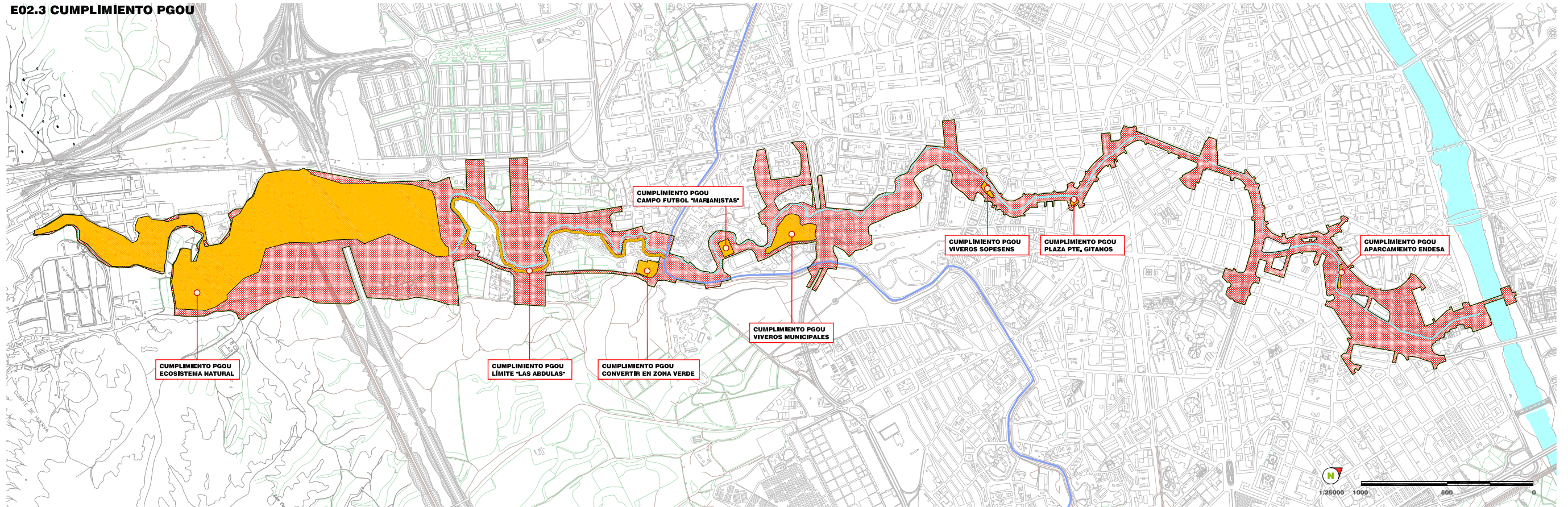
- **4 viviendas en la calle río Huerva:** al final de la calle Río Huerva existe una agrupación de 4 viviendas de planta baja que impiden la continuación de las zonas verdes y andadores peatonales y ciclistas de la "Calle Verde". Se propone su modificación de Suelo Urbano Consolidado A1/2 a SGUZ Zona Verde.

- **Último tramo de Alférez Provisional:** el último tramo de la calle Alférez Provisional entre Avd Goya y Gran Vía se propone modificar su calificación actual del PGOU como SGU viario a SGU Zona Verde, de forma que los vehículos no entren en este espacio y se permita crear una plaza verde de cierta entidad junto a la futura estación de Cercanías de Avd Goya, las paradas del tranvía en Gran Vía. Actualmente la presión urbana ha creado muros verticales con grandes desniveles entre la ciudad y el río, convirtiendo este espacio céntrico en una zona verde degradada y peligrosa. Al ampliar la zona verde permitirá hacer un tratamiento amplio que permita demoler los muros y crear laderas verdes suaves de bajada al espacio inferior del río.

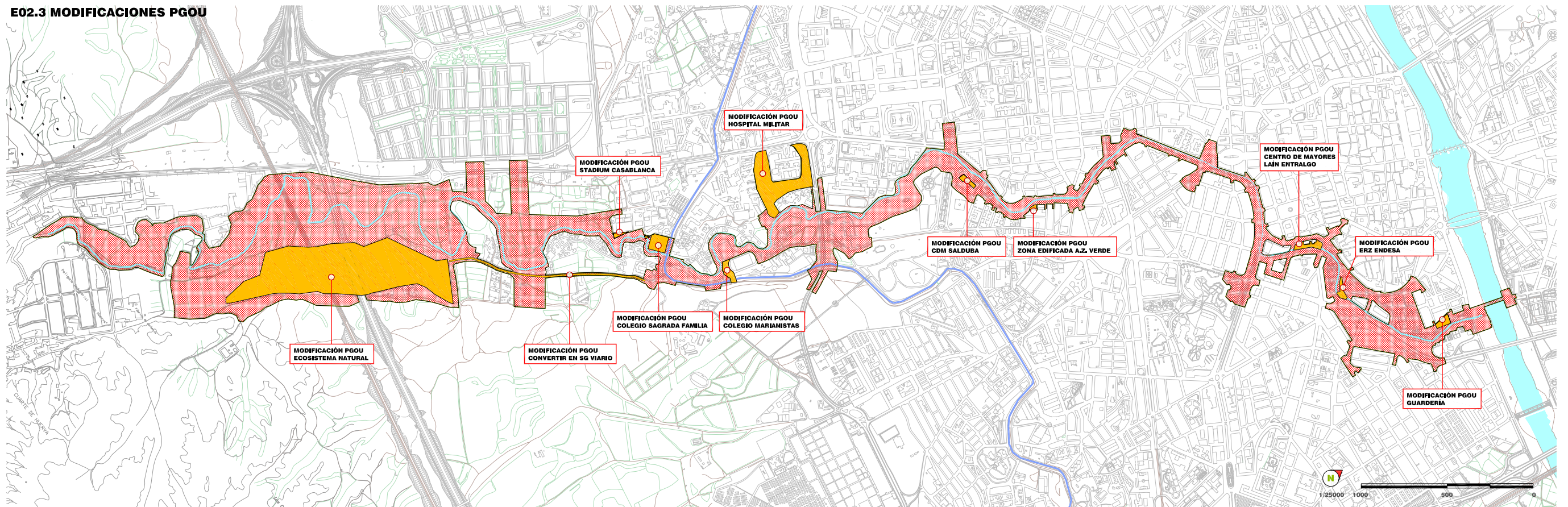
- **Talleres de la Gasolinera Renault:** junto al paseo La Mina, los talleres de la gasolinera actualmente se han trasladado a PLAZA. Este edificio ocupa un espacio del río Huerva hasta el mismo cauce colmatando el espacio vital del río. Se propone mantener la gasolinera, como futura Electrolinería, y recuperar el espacio de los talleres calificados en el PGOU como SI (PV) 13/02 modificándolo a SGU Zona Verde.

- **Centro de Mayores Lain Entralgo:** este equipamiento social ubicado entre el Paseo La Mina y el río Huerva en la margen izquierda ocupa un espacio verde fundamental para la ciudad y el río. Actualmente sus zonas verdes están valladas con un acceso restringido y una relación con el río nula, con un muro y valla en el cauce. Se propone la modificación de las zonas verdes del Centro de Mayores calificado en el PGOU como ED (PU) 13/03, Equipamiento Deportivo (antes fue el Club deportivo Tenis) a SGU Zona Verde, de forma que

### E02.3 CUMPLIMIENTO PGOU



### E02.3 MODIFICACIONES PGOU





haya un uso compartido del Centro de Mayores y la ciudadanía, permitiendo recuperar para la ciudad un espacio de gran belleza natural. Al convertirlo en espacio público permitirá modificar el borde de cauce actual, creando espacios de bajada y estar junto a sus aguas con gradas verdes de césped, de forma que la ciudad pueda acceder y disfrutar del río e incorporar al mismo en el paisaje y las zonas de estar y descanso de la ciudad. La reciente presentación del Plan Director del Deporte 2010-2020 hace peligrar esta oportunidad, al plantear la implantación de un equipamiento deportivo en este espacio, lo que exigirá ubicar pistas deportivas sobre las zonas verdes y vallar el recinto, impidiendo que estos espacios verdes pasen a formar parte de la ciudad, limitando el acceso y el disfrute público. Por tanto el plan Director se opone enérgicamente a la implantación de nuevos equipamientos junto a las zonas verdes del río Huerva, que impliquen una privatización de las zonas verdes públicas del río Huerva.

- **ERZ Endesa:** este equipamiento industrial ubicado en la calle Aznar Molina, junto al Parque de Villafeliche, o Parque del Canódromo, ocupa el espacio vital del río en la margen izquierda. La presencia en la margen derecha de edificación residencial de gran altura produce un estrangulamiento importante de la continuidad de las zonas verdes y contribuye a la segregación de las zonas verdes del entorno, motivo de la degradación ciudadana actual. Por ello se considera que todo este equipamiento debe reubicarse en otro emplazamiento urbano acorde a este tipo de equipamientos, por ejemplo las oficinas de Zaragoza Empresarial en el antiguo recinto Expo, dado que son unas oficinas que necesitan espacio de aparcamiento para su flota de vehículos, y espacio de aparcamiento para acceso de usuarios ciudadanos que acuden a consultas y relaciones. Este equipamiento actualmente ocupa con su aparcamiento el cauce del río, y su edificación ocupa un espacio estratégico del río. Su trasladarlo y demolición permite recuperar este espacio como zona verde pública, permitiendo vertebrar todas las zonas verdes adjuntas y garantizar la continuidad de las zonas verdes y los ejes de movilidad peatonal y ciclista de la "Calle Verde". Por ello se propone la modificación de la calificación actual del PGOU como SI (PV) 7/11 como SGU Zona Verde. Se propone también la supresión del tramo de la calle Aznar Molina desde la calle Asalto hasta el edificio residencial Siglo XXI, teniendo acceso solo desde la calle del Aaiun. Por tanto se propone la modificación de la calificación del PGOU como SGU Viario a SGU Zona Verde. Esto permite comunicar las zonas verdes disgregadas en un único parque.

- **Modificación de la parcela de la Guardería frente al CDM Alberto Maestro:** Casi en la desembocadura, en la margen izquierda se ubica una parcela para equipamiento educativo y aparcamiento. Actualmente en ejecución. La geometría rectangular de la parcela estrangula la continuidad de las zonas verdes y los ejes de movilidad del río Huerva y la "Calle Verde" en la margen izquierda impidiendo la conexión de las zonas verdes del Parque Bruil con los Parques de Riberas del Ebro. Se propone la modificación de su límite actual transformando 2270 m2 de calificación según PGOU como EE (PU) 7/12 en SGU Zona Verde. Como actualmente se está ejecutando el aparcamiento subterráneo se solicita que el equipamiento educativo en superficie retranquee su límite vallado permitiendo el uso como zona verde pública, solo como césped sobre la cubierta del aparcamiento de forma que permita el paso peatonal y ciclista del andador principal de la "Calle Verde".

Estas son las modificaciones que se han detectado desde un estudio general para garantizar la recuperación e integración del río Huerva en la ciudad. El desarrollo detallado por tramos puede detectar nuevas necesidades que deberán proponerse y llevarse a cabo.

Se debe estudiar también la peatonalización de algunas calles adjuntas al ámbito del Plan Director que permitan comunicar las zonas verdes del río Huerva con puntos estratégicos de la ciudad. Por ejemplo, peatonalizar las calles Agustín de Quinto y Cosme Blasco que comunican la Plaza San Francisco con Manuel Lasala, las zonas verdes del río Huerva y los ejes de movilidad norte sur de la "Calle Verde".

### 03 ZONAS VERDES PÚBLICAS DESAPROVECHADAS DEL RIO HUERVA

El río Huerva contiene ya muchas zonas verdes públicas. La mayoría tienen un alto grado de deterioro que hace que la ciudad no disfrute de ellas, y no formen parte de los espacios verdes de la ciudad.

Por ello, a parte de hacer el esfuerzo anterior de recuperar zonas actualmente ocupadas por los equipamientos y la urbanización, también es muy importante recuperar, aprovechar y vertebrar las zonas verdes públicas existentes.

La existencia de importantes zonas verdes públicas degradadas e inaccesibles justifica su previa recuperación antes de acometer debates urbanos sobre la necesidad de modificar los tramos soterrados actuales de Gran Vía y Constitución. La carencia en la actualidad de espacios urbanos junto al río abre un debate que más que reivindicar el soterramiento o no, exige la incorporación y recuperación del río en la ciudad.

Las zonas verdes públicas desaprovechadas del río Huerva son principalmente las zonas verdes del río Huerva desde el Canal Imperial hasta la desembocadura:

- **Zonas verdes del entorno del Ojo del Canal:** un espacio de increíble belleza, ubicado bajo el Canal y junto al vertido de agua del canal. Hoy este espacio es inaccesible y está desaprovechado. Su intervención permitiría rescatar un espacio junto al río Huerva muy atractivo.

- **Zonas verdes del Parque Grande:** Junto al río Huerva en el Parque Grande, frente al hospital Miguel Servet existen en la actualidad varios espacios amplios sin uso definido. Su recuperación como grandes campos, y un borde de río accesible, con gradas verdes para sentarse bajo la sombra de árboles, permitiría crear un espacio de gran belleza, que permita al ciudadano acercarse a las aguas del río.

- **Zonas verdes desde el Puente Blasco de Cacho hasta Gran Vía:** se trata actualmente de zonas verdes degradadas pero con gran potencial y demanda urbana. La supresión de muros con laderas de bajada y creación de plazas verdes junto al río, permite crear nuevos espacios verdes dentro de la ciudad consolidada, carentes de espacios verdes amplios de calidad.

- **Zonas verdes del centro de Mayores Lain Entralgo:** Este espacio como se ha comentado anteriormente tiene unas zonas verdes de gran calidad privatizada y vallada. Si se complementa este uso con el de espacio público y se modifica el frente con el cauce, creando espacios de bajada con gradas verdes, la ciudad dispondrá de un espacio de gran calidad para el disfrute y contemplación del río Huerva.

- **Zonas verdes disgregadas de la desembocadura:** Actualmente existe una superficie importante de zonas verdes valladas e incomunicadas, separadas por viales, y equipamientos. Todas estas zonas se deben convertir en un único parque continuo teniendo el río Huerva como elemento vertebrador y los ejes peatonales y ciclistas de la "Calle Verde" como estructura principal de accesibilidad y comunicación.

La recuperación del río Huerva debe comenzarse ejecutando intervenciones de pequeña escala que dinamizaren las acciones de mayor escala, financiadas por presupuestos anuales, inferiores a 3 millones, que permitan empezar a crear espacios verdes públicos junto al río Huerva. El comienzo por los espacios de fácil ejecución, en terrenos públicos, permitirá dinamizar las intervenciones de mayor escala. Por ejemplo, crear un convenio con el Centro de Mayores Lain Entralgo para compartir sus zonas verdes como zona verde pública y ejecutarse únicamente los accesos, demolición de vallas, y el borde de cauce accesible con gradas. Con esta operación de bajo coste se consigue crear un nuevo espacio urbano de gran centralidad y uso ciudadano.

### 04 MODIFICACION DEL URBANISMO DE LA CIUDAD

A la vez, en algunos tramos de río Huerva, el urbanismo ha ocupado desde una perspectiva exclusivamente urbana las zonas verdes del río Huerva. Estas zonas, aparte de las indicadas anteriormente con el cumplimiento y modificación del Plan General de Ordenación Urbana, son calles y paseos urbanos que con sus usos actuales tienen un ancho de zona pavimentada mayor al necesario.

Por ello otra estrategia fundamental para la recuperación de zonas verdes pertenecientes al río es la reducción de los usos urbanos de las vías adjuntas a las zonas verdes del río Huerva, cambiando su uso a calles peatonales, de tráfico pacificado, o reduciendo el número de carriles de vehículos rodados a los mínimos exigibles desde la visión general de la configuración de la "Calle Verde", supresión de aparcamientos en superficie, (organizando los aparcamientos en puntos estratégicos, Plazas de Intercambio de Movilidad), ampliación de las aceras, introducción de carriles bici, implantación de arbolado, y la vinculación de las aceras a los andadores peatonales de las zonas verdes permitiendo crear secciones propositivas y creativas, diferentes a la sección tipo de calle urbana (acera, calzada, calzada, acera). Por ello las vías urbanas adjuntas al río Huerva deben modificarse como vías urbanas "verdes" integradas en la "Calle Verde" y el río Huerva.

Esta modificación se debe realizar en las calles:

- **Carretera de Valencia, N-330:** este vial, entre Valdespartera y el área 59/1 debe modificar su carácter de carretera para pasar a ser un vial urbano. La edificación de futura del área 59/1 debe transformarlo, con edificación de carácter residencial y urbano. Esto permitirá implantar pasarelas peatonales que conecten peatonalmente Valdespartera con el río Huerva y su eje de movilidad norte sur de la "Calle Verde". Reducir el número de carriles, implantar carril bici en cada lado y habilitar pasos de cebra que comuniquen ambos márgenes de la carretera.

- **Camino de la Fuente de la Junquera:** este vial, actualmente de doble calzada no tiene aceras anchas, arbolado y carril bici, lo que impide la movilidad peatonal y ciclista. Este eje paralelo al río, en la margen derecha, tiene su trazado junto al límite de la urbanización privada de Las Abdulas, y es el único eje actual que permite acceder a la Fuente de la Junquera. Esto exige la propuesta planteada de convertir en zona verde el espacio ocupado del Colegio Sagrada Familia, y habilitar un paso a las zonas verdes desde el Canal. Modificar su carácter urbano, dando más espacio al peatón, el arbolado y la bici. Límite de velocidad 30.

- **Manuel Lasala-Alfárez Provisional:** estas dos calles continuas desde Fernando el Católico hasta Gran Vía, tienen su trazado paralelo al río Huerva en la margen izquierda. Modificar el urbanismo actual de las mismas reduciendo al máximo su ocupación en planta de forma que permita ampliar las zonas verdes del río Huerva al máximo. Estudiarlo bien en las zonas de cruce con las vías urbanas transversales, en los puentes de Emperador Augusto (Gitanos) y Avenida Goya, de forma que permita suprimir los muros actuales y crear laderas verdes de bajada que transformen estos espacios degradados y peligrosos de hoy en día en zonas verdes integradas en la ciudad. Reducción a un único carril rodado, supresión de los aparcamientos en superficie, introducción de carril bici y configuración de la red de andadores peatonales y ciclistas de la "Calle Verde". Convertir esta calle urbana en una vía "verde" de velocidad máxima 30.

- **Calle Río Huerva, Madre Genoveva Torres Morales:** paralela a las dos vías anteriores, pero en la

margen derecha, estas dos calles tienen un carácter menos urbano que las anteriores. Si las anteriores comunican Plaza Emperador Carlos V con Gran Vía, estas no tienen continuidad y por tanto son menos funcionales. Modificar estas calles en base a los criterios descritos anteriormente. Reducción de calzadas de coche a los mínimos, ampliación de aceras, introducción de carril bici y continuidad peatonal y ciclista hasta Avenida Goya. A diferencia de las anteriores estas calles van a una cota inferior, llegando a estar por debajo de la cota de avenida de 500 años. Plantear la continuidad de estos ejes de movilidad por debajo del puente Emperador Augusto, (Gitanos) modificando la plaza dura actual. Velocidad máxima 30.

- **Paseo Constitución AVZ 03:** ampliar las aceras límite del Casco Histórico, reducir los carriles rodados a dos para cada sentido, introducir carril bici, y mejorar la continuidad longitudinal del bulevar central, y sus conexiones transversales con las calles.

- **Avenida Cesáreo Alierta:** Esta gran avenida del último tramo soterrado del río Huerva tiene una sección sobredimensionada para el uso urbano que tiene. Además tiene una carencia de espacio de acera importante, principalmente de las zonas de entrada del equipamiento educativo de Corazonistas, con una acera insuficiente que producen diariamente la colmatación por la entrada y salida en sus horas punta de alumnos, la espera y despedida de padres y el paso de peatones y ciclistas. Se debe estudiar la sección completa de esta avenida hasta la Z-30, dando continuidad al bulevar central de Constitución, eje central de la "Calle Verde" hasta la plaza de final de soterramiento y estudiar si hasta la calle San Jose donde vuelve a tener bulevar central, suprimir el paso inferior, etc.

- **Paseo La Mina y calle Asalto, AVZ 03:** estas dos vías urbanas de la margen izquierda del río, paralelas al trazado del río y de las antiguas murallas de la ciudad, configuran junto con el Paseo Constitución, Paseo Pamplona, y Paseo María Agustín, el Anillo Verde 03 urbano. Se propone la modificación de su sección de calle, ampliando las aceras junto a las murallas, a 7 metros de ancho con doble arbolado, introducción de carril bici y reducción de las carriles actuales a uno carril para cada sentido. La acera que da a las zonas verdes del río, se separa íntegra en estas zonas verdes, pudiéndose separar de la calzada y formar parte de los ejes peatonales del parque unificado de la desembocadura.

- **Calle de Coimbra:** esta calle junto al río en la margen derecha, debe cambiar su carácter, eliminando el carril rodado de coches y los aparcamientos en superficie, convirtiéndose en una calle peatonal y ciclista de acceso rodado restringido a residentes de la calle. La reducción de sus usos tiene que permitir retranquear la línea límite de urbanización respecto al río, permitiendo modificar los taludes artificiales actuales con pendientes más suaves y revegetadas con vegetación autóctona. Esto permite también concretar un borde de cauce accesible y recorrible.

- **Calle Salvador Madariaga:** esta calle, continuación de la calle Coimbra, debe ser una calle de fondo de saco con acceso exclusivo desde el Camino de las Torres, liberando el espacio junto a la calle Miguel Servet para las zonas verdes y peatonales del río. Esta calle actualmente da acceso a las traseras del bloque lineal de viviendas de Miguel Servet, y a equipamientos comerciales como La Casa de la Maderas y algún otro. Se debe modificar esta calle, con un único pavimento, a misma cota, para peatones y vehículos, de máximo 30 y supresión de los aparcamientos en superficie del lado del parque. Hoy tiene un carácter de calle almacén. El parque de Villafeliche o Parque del Canódromo es hoy un espacio con tendencia a la degradación, con presencia de indigentes y alcohólicos, sobre todo en el quiosco bar. Esto es debido a la falta de comunicación

con el espacio urbano de la ciudad. La modificación de las calles contribuirá a su mejora.

- **Calle Aznar Molina, Doctor Mariano Alvirá Lasierra y Aaiun:** limitar el espacio de calle urbana al espacio perimetral de los dos manzanas residenciales existentes, con acceso exclusivo desde Jorge Coci. Deben funcionar como un gran rotor en un único sentido y con un único carril rodado. Suprimir el aparcamiento en superficie, introducir carril bici que comunique los accesos a las viviendas con el eje central de movilidad norte sur de la "Calle Verde" y reducir el espacio urbano ocupado al máximo posible ampliando la zona verde. Esta calle puede tener la vía rodada y las aceras a misma cota, con un velocidad de uso max 30. que permita usos compartidos. Esto mejorara tremendamente la calidad urbana de esta zona y permitira modificar la pendiente de los taludes en puntos concretos, mejorando la relación entre la ciudad y las zonas verdes. Los aparcamientos en superficie se ubicaran en un aparcamiento subteraneo ubicado bajo la Calle Jorge Coci, a modo de Plaza de Intercambio de Movilidad y puerta de entrada al casco urbano. Estos aparcamientos repartidos perimetralmente en las puertas de la entrada a la ciudad antigua, ámbito definido en el PGOU como Casco Histórico, permitirán también peatonalizar sus calles interiores y limitar el acceso a solo residentes.

- **Camino de las Torres:** se debe estudiar la posibilidad de soterrar Camino las Torres en su ultimo tramo desde su cruce con Miguel Servet hasta el puente de la Unión. Esta modificación de esta importante via ancha permitirá unificar todas las zonas verdes de su entorno, y ampliar sustancialmente la superficie de zona verde, vertebrada y organizada en base al eje central de movilidad de la "Calle Verde" y el río Huerva. Se debe resolver la conexión con Jorge Coci, entrada actual al barrio de Las Fuentes, (Compromiso de Caspe) desde ambos sentidos, con una vía en superficie de un carril, o desde las calles pegadas a la edificación que dan fachada a este gran espacio. Esta operación debe ser estudiada en detalle, pero supondrá unificar todas las zonas verdes que hoy son áreas pequeñas de escasa entidad.



Vista de Camino las Torres cruce con Jorge Coci. El río Huerva surca por la zona de la izquierda de la imagen.



## E02.4

### Regeneración natural del cauce

La regeneración del río Huerva y sus zonas verdes como un Ecosistema Natural de calidad medioambiental exige el cumplimiento de una serie de medidas fundamentales que actúen sobre la situación actual del cauce del río Huerva.

Las medidas y criterios de actuación principales son:

#### 01 RECOGIDA, CANALIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE VERTIDOS INCONTROLADOS AL RÍO.

La intervención integral que se juzga fundamental para garantizar la regeneración natural del río Huerva es recuperar la calidad de sus aguas. Como se ha venido diciendo en este documento se trata de un cauce utilizado históricamente por la ciudad como un desagüe, un colector a cielo abierto en el que acababan muchos vertidos de las industrias, las viviendas y los sumideros de las aceras. Aunque a día de hoy la contaminación de sus aguas ha disminuido considerablemente gracias al colector y la depuradora de Cuarte, queda bastante trabajo por hacer, pues son numerosos todavía los vertidos industriales que acaban en el río en los polígonos de Cuarte y Cadrete, y aún más los vertidos no controlados que quedan en la ciudad de Zaragoza.

Redundando sobre lo que ya se ha comentado en el capítulo correspondiente, debe decirse aquí de nuevo que la actuación sobre los vertidos ha de iniciarse irrenunciablemente con un trabajo específico y especializado de reconocimiento, detección y caracterización de éstos a lo largo de los 13 km de recorrido del Huerva en el ámbito de actuación. Dicho trabajo, que deberá ser previo al encargo de los Anteproyectos y Proyectos de los diferentes tramos en que se divida la actuación global, habrá de ser realizado por personal especializado, con el equipamiento adecuado, y mediante un recorrido por el interior del cauce del río, pues ya se ha puesto de manifiesto lo complejo de un reconocimiento *de visu* sobre las laderas y los taludes, debido a la vegetación, infranqueable en muchos casos si no es con el instrumental adecuado, y a la configuración vertical e impracticable de varios tramos de las márgenes del río.

La supresión o canalización y tratamiento de los vertidos existentes, con objeto de reducir al mínimo su impacto sobre el río en caso de aguas pluviales, y de su desaparición total en caso de fecales, se deberá enmarcar en una estrategia que tenga como elementos vertebradores las siguientes propuestas:

- Desde el presente Plan Director se apuesta por la construcción de dos colectores paralelos, que discurran junto al río, y que vayan recogiendo los numerosos vertidos detectados a lo largo del recorrido por el ámbito de actuación.

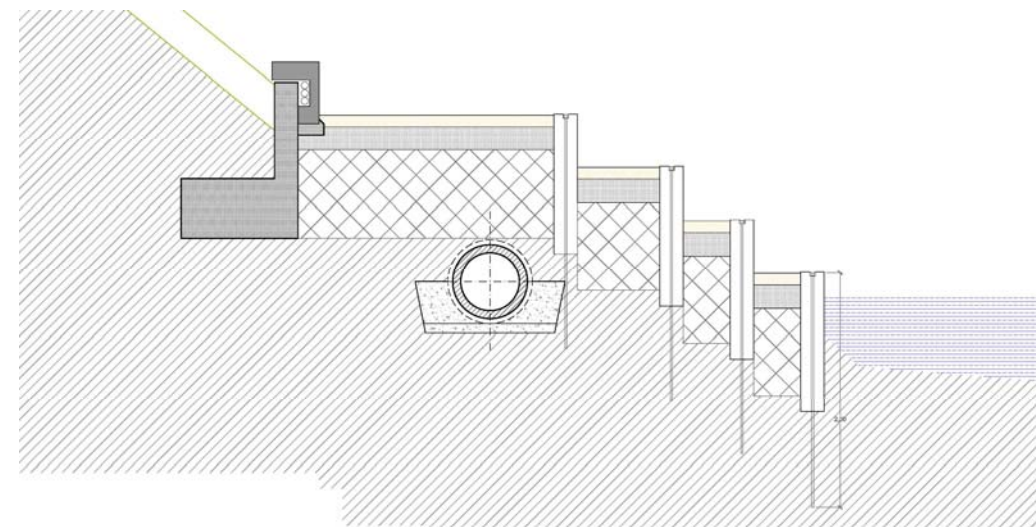
Dichos colectores no podrán mantener, en ocasiones, su continuidad, por presencia de edificaciones,

muros, laderas naturales verticales, etc. No obstante, debe garantizarse la presencia de colector en una de las dos márgenes en todo momento.

En aquellos puntos en los que el paso del colector sea imposible en una de las dos márgenes, se buscará o bien una conexión con la red de saneamiento más próxima, recurriendo a pequeños bombeos si fuera necesario, o bien se cruzará bajo el río (con sifón o pequeño bombeo) para conectar con el colector de la margen por la que sí hay paso. Otra posibilidad a valorar, si el tramo ha recogido pocos vertidos hasta llegar al punto de discontinuidad, es finalizarlo en una pequeña depuradora enterrada, como se verá más adelante.

En aquellos tramos en los que haya una longitud destacable sin vertidos en una de las dos márgenes se prescindirá del colector, habiendo desaguado o conectado el tramo previo con la red de saneamiento existente según lo descrito en el párrafo anterior.

El colector se diseñará como parte integrante del tratamiento de borde previsto para el recorrido del río por el T.M. de Zaragoza, según se indica en la figura. Aprovechando la remodelación y reconfiguración de las orillas del río, y la formación del graderío y el paseo junto al agua, se colocará o bien bajo éste o bien bajo la primera de las gradas el mencionado colector de recogida, casi a nivel del río, para poder recibir todos los vertidos, incluso los que actualmente salen más cerca de la cota de la lámina de agua.



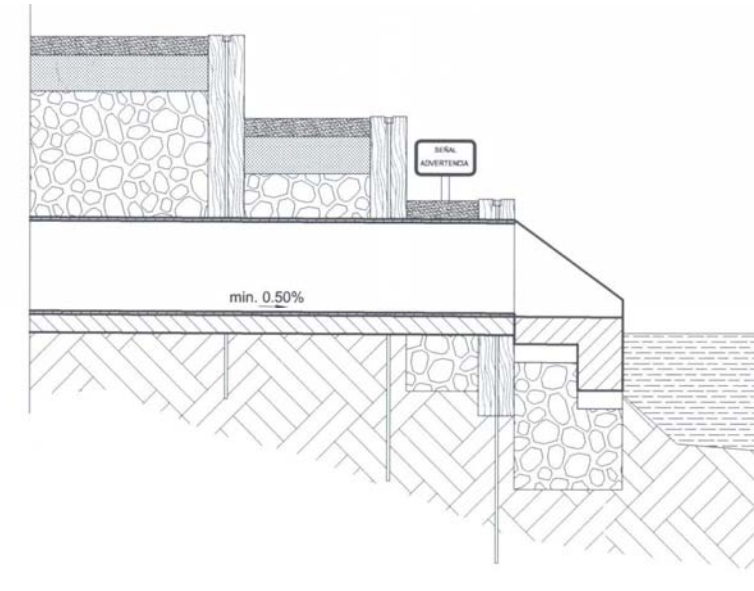
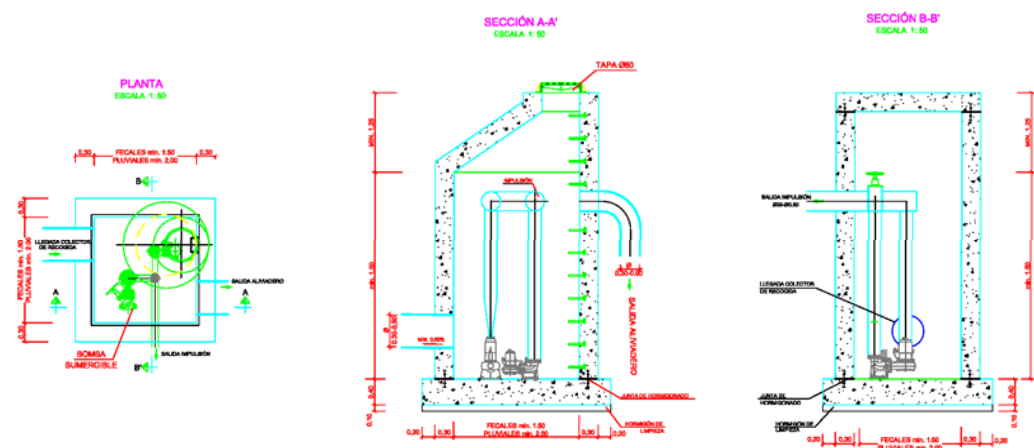
- Otra opción que debe plantearse y valorarse, siempre en caso de imposibilidad de ejecución de un colector continuo, y cuando también presente dificultades insalvables la conexión a una red de saneamiento operativa, es la ejecución de pequeñas depuradoras enterradas que recojan mediante bombeos o colectores de gravedad los vertidos cercanos, y devuelvan al río las aguas limpias. Se deberán

situar fuera del ámbito de la ribera estricta, para no "entorpecer" el diseño de la actuación paisajística, y en lugares en los que se cuente con un buen acceso de maquinaria, pues su tamaño debe ser pequeño, con lo que exigirán un mantenimiento y un vaciado frecuentes.

- En aquellas situaciones en las que no sea posible la continuidad o el paso del colector, o sea técnicamente inviable la conexión al mismo, los vertidos puntuales de saneamiento de fincas e industrias deberán ser conectados a la red municipal con cargo a los particulares propietarios. El organismo de cuenca (CHE) y el Ayuntamiento de Zaragoza deberán gestionar la comunicación y el trámite administrativo.
- En el escenario descrito en el epígrafe precedente, se utilizarán bombeos con aliviado en caso de que no sea posible la conexión por gravedad, y se ampliarán si es necesario los colectores de la red a la que se vierta. Se agruparán vertidos próximos en bombas mediante colectores de gravedad, para reducir al mínimo los bombeos necesarios.
- Resulta de vital importancia la canalización y tratamiento de los vertidos de los polígonos industriales de las poblaciones anteriores a Zaragoza, especialmente Cuarte y Cadrete, que si bien no entran dentro del ámbito de actuación, es evidente que su afección sobre la calidad de las aguas es muy alta. Por ello, se propone la construcción de un nuevo colector que recoja los vertidos que todavía salen al río y los conduzca a la depuradora de Cuarte, mediante acuerdo firmado por el Gobierno de Aragón con los Ayuntamientos afectados, o la instalación de pequeñas depuradoras enterradas en varios puntos del recorrido del Huerva por los mismos, mediante acuerdos entre municipios.
- Se aprovecharán las operaciones urbanísticas asociadas a la actuación en el Huerva (retranqueo de edificaciones, apertura de nuevas calles o viales) para instalar nuevas redes de saneamiento que recojan vertidos incontrolados en las proximidades del río y los conduzcan a la red municipal o el saneamiento longitudinal que se diseñe junto al cauce. Quedará prohibido, en las nuevas urbanizaciones y modificaciones urbanísticas que contempla el PGOU a orillas del Huerva utilizar éste como destino directo de los vertidos nuevos que se generen, tanto residuales como pluviales.
- Este aspecto es especialmente importante en la actuación del entorno de la urbanización Fuentes Claras, Colegio Marianistas, Viveros Municipales y Hospital Militar; en la que se plantea la apertura de una nueva calle que debe servir para la instalación de nuevos colectores de saneamiento bajo la misma, en una zona indicada por el Ayuntamiento como especialmente difícil para la recogida de vertidos, en su configuración actual.



- Los Anteproyectos que se deriven del presente Plan Director deberán establecer gráficamente y valorar y justificar numéricamente una propuesta de recogida y canalización de los vertidos de saneamiento de cada tramo. Los Proyectos de Construcción deberán desarrollar y detallar hasta niveles constructivos las operaciones de saneamiento diseñadas en los Anteproyectos.
- Las aguas pluviales (sumideros, escurrideros, etc.) que viertan al río se recogerán mediante bombeos que actuarán como tanques de tormentas, de forma que se impulsarán las primeras aguas sucias a la red de saneamiento municipal, y se dejará salir como aliviado el resto del caudal de la tormenta. Los pozos se diseñarán para ser capaces de bombear la lluvia de los primeros 20 minutos, a 15 litros por segundo y hectárea.

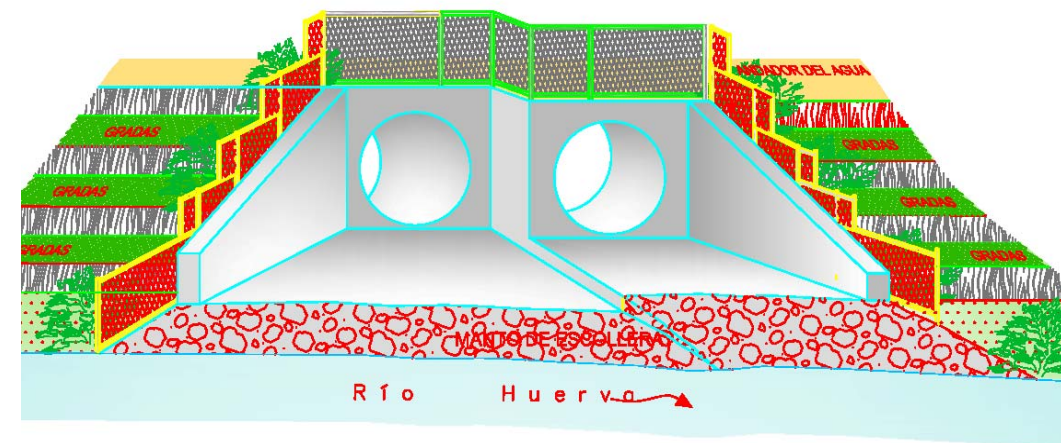


- Los sumideros directos que viertan sus aguas bajo los puentes al río Huerva, bien mediante cortos tubos o simplemente con huecos en el tablero, deberán ser recogidos mediante bajantes integradas en la actuación o intervención artística que se proponga en cada uno de estos puentes, y conducirlas sobre el estribo o el talud hasta su desagüe bajo las gradas del tratamiento de borde. El objetivo de esta medida es impedir que los ciudadanos puedan verse afectados por la caída de agua en su paseo por las riberas, al caminar bajo los puentes. La salida de la bajante bajo la última grada se acondicionará según lo especificado en el siguiente punto.

- Los aliviaderos de pluviales existentes y aquellos que no quede más remedio que ejecutar en las orillas del Huerva, deberán acondicionarse para ser integrados en la nueva configuración de borde con gradas que se propone:

a) Los aliviaderos de pequeño diámetro saldrán bajo la última de las gradas, lo más cercanos al río que se considere posible, con una pequeña obra de acompañamiento (solera y aletas), y clapetas antirretorno, apoyándose en el último gavión e interrumpiendo la grada en ese punto, debidamente señalizado. Se incluirían en este tipo los tubos de aliviado de los pozos de bombeo de pluviales que se diseñen, según lo explicado en epígrafes anteriores.

- b) En el caso de aliviaderos de gran tamaño (tubos a partir de 1 m de diámetro), el tratamiento de borde se interrumpirá en su entorno, cortándose los gaviones que conforman las gradas, y se dejará libre la salida del agua, inaccesible a los ciudadanos. Para ello, se vallarán en todo su perímetro y se realizarán plantaciones de *Salix sp.*, *Tamrix sp.* circundándolos, de tal forma que queden integrados en el entorno y ocultos a la vista de los usuarios del paseo. En solera se acompañará la obra con manto de escollera hasta el río para favorecer el desagüe de las pluviales en el cauce, pues muchos de los aliviaderos existentes se encuentran algo alejados de éste en aguas bajas.



- Finalmente, debe advertirse al respecto de la solución a los vertidos de las urbanizaciones que destaca Confederación en sus informes, principalmente Fuente y Manantiales de La Junquera, calle Geranio, Pilar de Casablanca, El Realengo y Las Abdulas, que corresponde al Ayuntamiento una investigación exhaustiva de los vertidos actuales de las mismas, en el marco del solicitado trabajo específico de

reconocimiento y caracterización de los vertidos al Huerva, y en cooperación con la Confederación, para poner al fin en claro cuáles son las fincas que no están conectadas a la red de saneamiento municipal.

Una vez hecho este trabajo, corresponde de nuevo al Ayuntamiento hacer cumplir la obligatoriedad de conexión a redes de saneamiento de los vertidos no controlados, para lo que puede actuar en el marco de la remodelación del Huerva impulsando como prioridad el diseño de esa red de saneamiento paralela al cauce que se acaba de proponer como apuesta fundamental de este capítulo.

Dicha red deberá, supervisada por el Ayuntamiento, considerar los planes futuros y perspectivas sobre la urbanización del entorno del Huerva, pues debe ser objetivo fundamental de todos los actores implicados que a partir de la fecha de aprobación del presente Plan Director quede terminantemente prohibido el vertido de aguas residuales y pluviales sin tratar al cauce del río.

En algunos casos, como el de la calle Geranio, se puede estudiar la conexión de los sistemas de saneamiento que se construyan en redes existentes, no necesariamente en la nueva red del Huerva, pues por ejemplo, en el caso citado, el colector comarcal del Hueva discurre por la calle que pasa por la "puerta" del grupo de viviendas.

La recogida y canalización de los vertidos en el término municipal de Zaragoza no es una medida suficiente para resolver la contaminación actual de sus aguas del río Huerva. Aguas arriba, en el término municipal de Cuarte de Huerva y anteriores se produce vertidos contaminantes de empresas industriales. Se exige la canalización de cualquier vertido que suponga una contaminación de las aguas del río. Carece ningún sentido hacer un esfuerzo importante en la canalización de los vertidos en la ciudad de Zaragoza, si aguas arriba se producen vertidos contaminantes.

## **02 LIMPIEZA DE MARGENES, RETIRADA DE ESCOMBROS Y CONSOLIDACIÓN DE LADERAS**

Actualmente los taludes y cauces del río Huerva contienen una cantidad importante de material de obra, escombros, tuberías, bloques de hormigón, etc. Este material se acumula desde décadas por un proceso de utilización del cauce del río Huerva como lugar de vertido de las edificaciones anteriores previa construcción de las actuales. Esto ha generado una capa variable que ronda a un metro, metro y medio, de material de obra que configura los taludes actuales de los tramos urbanos del río Huerva, principalmente el tramo desde el Parque Grande hasta Gran Vía. Esto configura taludes y un cauce muy poco estables y con un alto grado de materiales nada naturales y algunos contaminantes. Dado que este hecho es histórico, se puede apreciar dos tipos de vegetación. La vegetación previa a los vertidos, que tiene sus comienzos de los troncos doblados por el efecto de la carga de los escombros, de mayor tamaño y ubicada principalmente en el borde de cauce, y nueva vegetación salvaje que ha apropiado de estos taludes, principalmente de *Aislantus*.

Esta contaminación de materiales de construcción se ve aumentada por la presencia de vertidos de mobiliario urbano, vallas, señales, y materiales de desecho, que ha día de hoy, la ciudadanía continua vertiendo al río.

Por ello, previa a la redacción de cualquier tramo se deberá realizar estudios geotécnicos al respecto y analizar la toxicidad de los mismos, tanto de los taludes como del lecho del río. En caso de que suponga un peligro para la recuperación del ecosistema natural del río, se deberán retirar y sustituir.

Resulta evidente, tras la descripción llevada a cabo en el epígrafe correspondiente a la geología y geomorfología del ámbito, que se hace necesario, especialmente en el tramo urbano consolidado del río, un fuerte trabajo de intervención en las laderas para la remoción de escombros y rellenos no controlados cuya estabilización sea inviable, y una intervención tendente a la estabilización de los mismos en aquellos espacios que la geotecnia lo aconseje.

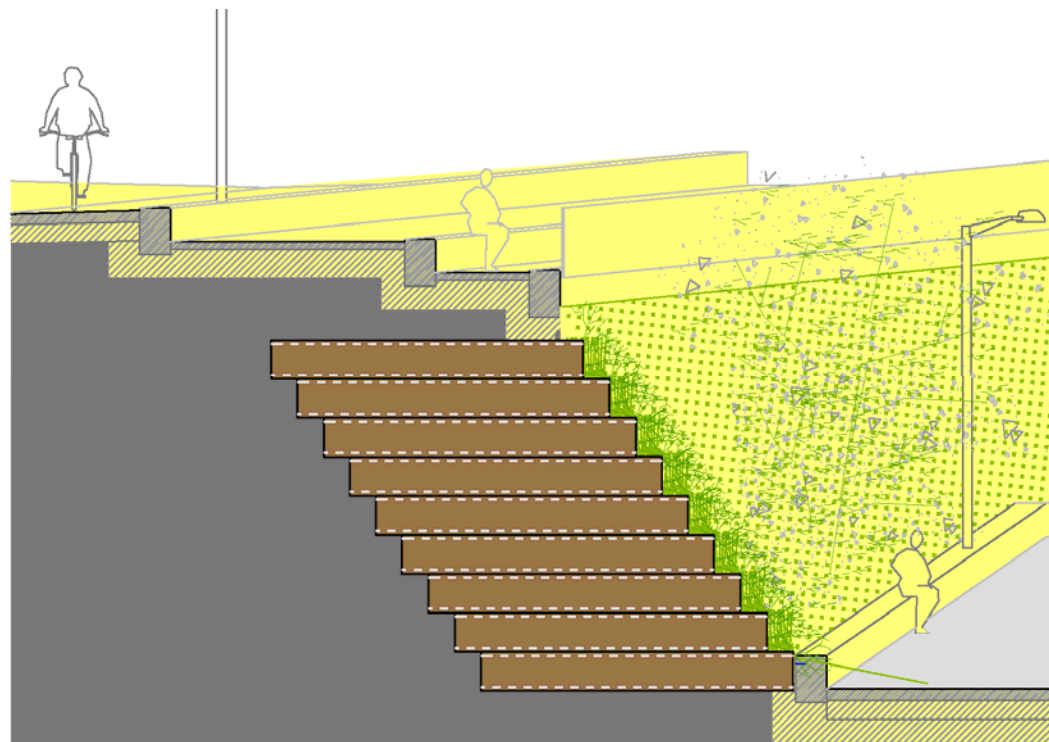
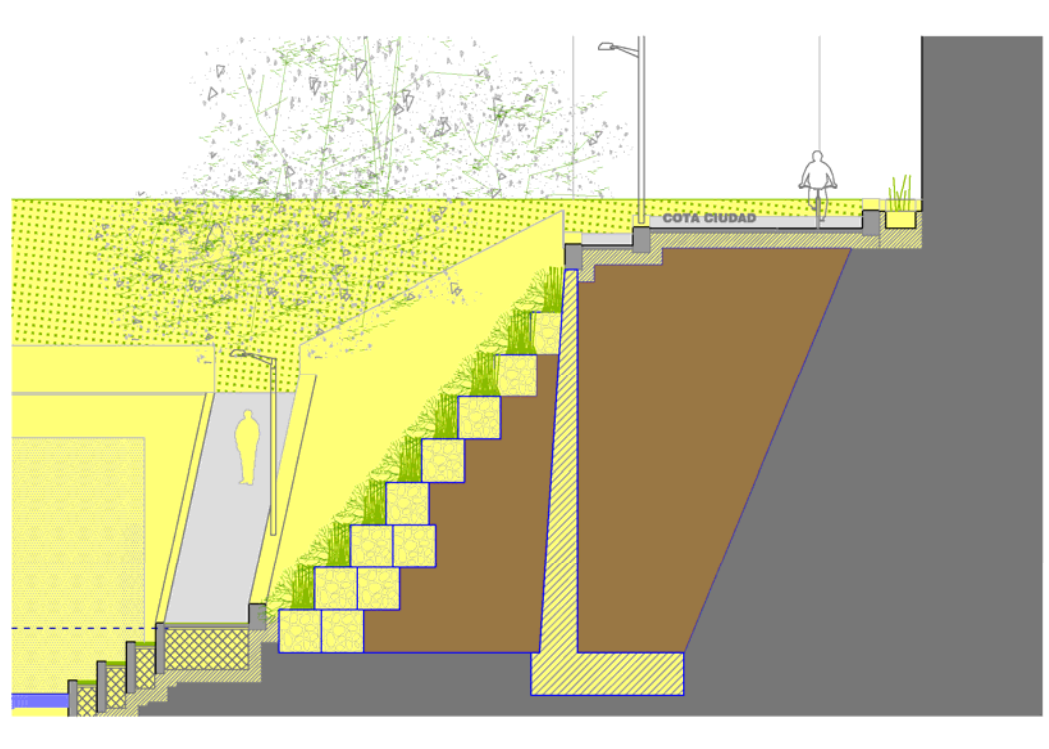
Muchos de estos materiales están ahora asentados por la vegetación que ha crecido sobre ellos, y en varias zonas su configuración data de hace más de un siglo. El trabajo de regeneración morfológica exige un detallado estudio de estas zonas en los proyectos específicos que se desarrollen para cada tramo.

El trabajo de retirada de escombros será una operación de impacto, que deberá ser correcta y convenientemente explicada a la ciudadanía; no obstante, debe quedar claro que la justificación esencial es estructural, aunque también estética y funcional. Dicha intervención permitirá obtener una remodelación duradera de las riberas y un proyecto aceptado y apreciado por la ciudadanía.

Así, el objetivo prioritario debe ser la contención de las calles y estructuras o edificaciones que llegan o se apoyan en las márgenes o en el propio cauce del río, en el caso de que no puedan ser demolidas o trasladadas a otras ubicaciones.



Para lograr combinar una función de contención de la ciudad, que presiona en ambos márgenes, con una consolidación de las laderas y una configuración que permita hacer accesible, visual y físicamente, el río desde la cota de calle, se proponen soluciones de los tipos mostrados a continuación:



En la primera figura se ofrece una solución mediante muro de contención en hormigón, para la "sujeción" de la calle, y relleno y conformación del talud inclinado delante del muro mediante gaviones o elementos estructurales similares, fácilmente vegetalizables posteriormente.

En la segunda, para menores alturas de talud o menores diferencias de cota entre el nivel del río y de la ciudad, se apuesta por la colocación de módulos o bloques de tierras "cosidos" de forma escalonada, de manera que puedan contener los rellenos en su trasdós y se puedan vegetalizar en el extremo que se sitúa frente al río, formando así taludes verdes de pendiente más o menos suave.

Desde este Plan director, por tanto, se insta a la elaboración de una estrategia de recuperación de la morfología del cauce que se debería concretar en los siguientes pasos:

- Estudio geológico y geotécnico de las márgenes del río, en fases de Anteproyecto y Proyecto Constructivo.
- Diagnóstico del estado de las laderas y del material de rellenos presente en las mismas.
- Determinación del material a extraer y del procedimiento técnico más adecuado para tal fin.
- Estudio de reutilización del material extraído: configuración de topografía en parques fluviales, instalaciones LAND-ART, etc.
- Compensación del material a extraer y consolidación de laderas, según el caso, con estructuras o rellenos de calidad que mantengan la función estructural de la ladera.
- Ejecución de los trabajos por tramos, de acuerdo con una programación global en términos de Plan Director.

Los tramos que se juzgan como críticos a día de hoy, y que por lo tanto se consideran prioritarios a la hora de intervenir en la consolidación de las laderas, son:

- Camino Fuente de la Junquera (margen derecha).
- Tramo de Marianistas (margen derecha).
- Tramo entre el puente Trece de Septiembre y puente Emperador Augusto; especialmente laderas de la c/ Manuel Lasala, CDM Salduba y c/ La Luz, Río Huerva y Viva España.
- Tramo entre puente Emperador Augusto y cubrimiento de Gran Vía, especialmente taludes de la c/ Genoveva Torres.
- Tramo entre salida del cubrimiento y plaza San Miguel, especialmente margen derecha en calles J.L. Pomarón y Coimbra.

### 03 CRITERIOS PARA LA RESTAURACIÓN VEGETAL DE LAS RIBERAS

Los ríos son ecosistemas muy valiosos desde un punto de vista ecológico y ambiental. A pesar de que los ríos ocupan una pequeña superficie con respecto a los ecosistemas terrestres, son únicos no solo por la riqueza de especies que presentan, sino también por el papel que estas juegan, y por los procesos implicados en su funcionamiento.

En la actualidad, los ecosistemas acuáticos se encuentran sometidos a un preocupante proceso de degradación.

La restauración de las riberas fluviales es uno de los principales objetivos de la gestión de ríos en países desarrollados, debido a la creciente preocupación por la degradación de los ríos y riberas, así como por el conocimiento de los bienes y servicios que pueden ofrecer (mejora de la calidad y cantidad de agua, protección más adecuada frente a las avenidas y la erosión, conservación de la biodiversidad, espacios naturales de expansión y recreo, etc.).

Esta mayor sensibilidad ambiental se ha visto reflejada en la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE). La DMA exige a los estados comunitarios la propuesta de medidas para alcanzar el buen estado ecológico de sus masas de agua. Para los ecosistemas fluviales, el objetivo es lograr la mejora y restauración del funcionamiento ecológico de los ríos y sus riberas mediante una gestión más sostenible del uso y aprovechamiento de los recursos que ofrecen. Se deben conservar los valores ecológicos siendo necesaria la restauración de los cauces y sus riberas.

Siguiendo los principios de la Directiva Marco del Agua, Marta González del Tánago (2004) define la restauración fluvial como el conjunto de actuaciones encaminadas a devolver al río su estructura y funcionamiento como ecosistema, de acuerdo a unos procesos y una dinámica similar a la que le correspondería en condiciones naturales, o que se establece como "referencia del buen estado ecológico". La restauración ecológica implica devolver el sistema impactado a su estado previo a la perturbación, creando ecosistemas capaces de automantenerse, lo más parecido a los de áreas próximas no perturbadas (sitios de referencia).

La restauración requiere el control o eliminación de las presiones ejercidas por los diferentes usos a las que está sometido el sistema fluvial o causas últimas de su degradación.

Los objetivos se deben establecer en el contexto de limitaciones y oportunidades, de acuerdo a las posibilidades que tengamos en cada caso para llevar a cabo las actuaciones encaminadas a la restauración (Kondolf, 2006).

Las tareas de restauración se abordan, generalmente, por tramos aislados, aunque hay que tener siempre en cuenta la conexión del río con su cuenca vertiente. Los problemas o síntomas que se manifiestan en ese tramo proceden con mucha frecuencia de intervenciones realizadas en otros tramos aguas arriba, aguas abajo o en la cuenca vertiente cuyo efecto se ha ido transmitiendo con el tiempo a la red fluvial (Thorne et al., 1996). Se pretende mejorar el estado ecológico de los ríos, recuperando condiciones más naturales, aumentando la heterogeneidad de hábitats, la conectividad entre ellos y su biodiversidad.



Fuente: Manual para la restauración de riberas en la cuenca del Segura  
Ministerio de Medio Ambiente.

#### *Restauración*

El objetivo es devolver el sistema impactado a su estado previo a la perturbación, creando ecosistemas capaces de automantenerse y lo más parecido a los de áreas próximas no perturbadas (sitios de referencia). Se actúa en los efectos y en las causas del proceso de degradación.

#### *Rehabilitación*

Se entiende como una actuación inicial de restauración, aplicada con frecuencia a los ríos con una situación de partida muy deteriorada, con la que sólo se pretenden recuperar los procesos del río parcialmente. Se centra, generalmente, en la recuperación o reincorporación de algunos elementos de su estructura (por ejemplo especies). El objetivo es alcanzar un estado menos degradado que el actual en equilibrio con las actividades humanas presentes.

#### *Remediación*

Cuando el sistema fluvial está muy deteriorado y su potencial ecológico está muy limitado. Implica la sustitución de la estructura del sistema fluvial (en parte o en su totalidad) por otra que consideramos más "estética" o más favorable para uso humano (recreativo, educativo, etc.), pero sin tratar de alcanzar el estado previo a la perturbación.

La primera meta para alcanzar en la restauración de ríos y riberas es recuperar el régimen de caudales y el espacio fluvial:

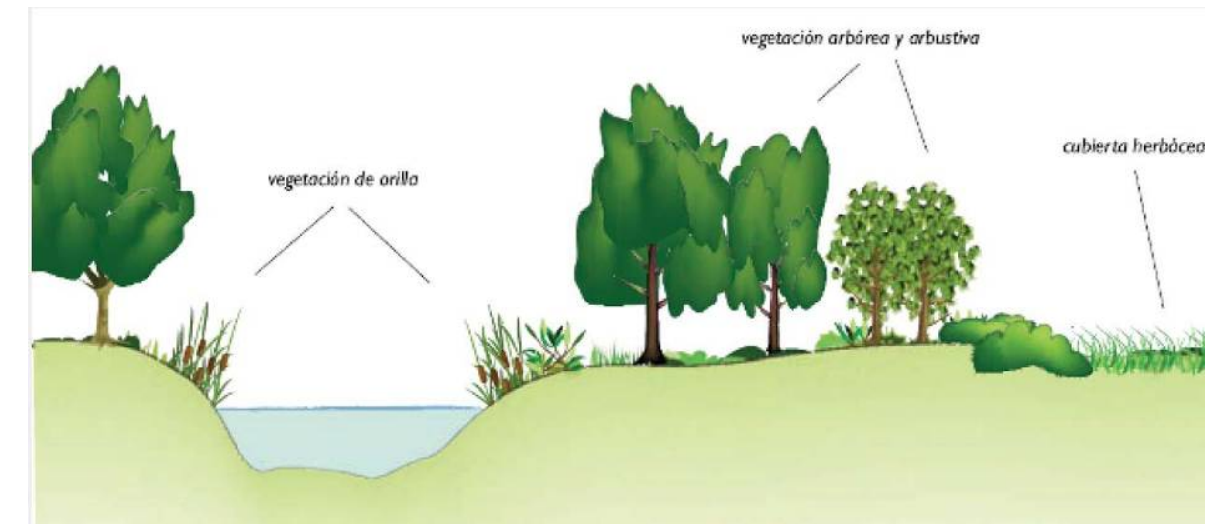
- Recuperación del espacio fluvial
- Mantenimiento de un régimen ecológico de caudales
- Recuperación de los procesos fluviales
- Creación de hábitats
- Establecimiento de comunidades biológicas

Para que la revegetación de las riberas tenga éxito se debe llevar a cabo siempre después de la restauración de la morfología del cauce, y teniendo la seguridad de que el espacio ripario donde se va a realizar la plantación o siembra está conectado hidrológicamente con el cauce. El diseño de la revegetación se debe inspirar siempre en la composición y estructura de la vegetación de ribera de las localidades de referencia dónde se encuentra en buen estado ecológico. La preservación de los tramos fluviales con riberas en buen estado de conservación es prioritaria, ya que dichas áreas pueden servir de modelos para la restauración y como fuente de colonizadores potenciales.

Para la realización de propuestas se ha tenido en cuenta la publicación realizada por el Ministerio de Medio Ambiente: Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos.

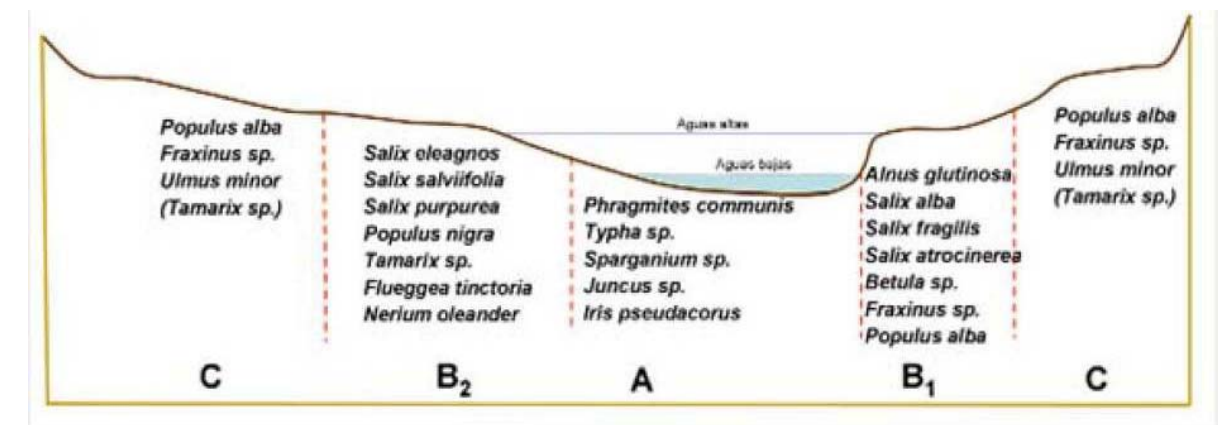
- Se debe mejorar la calidad y el funcionamiento del río para cumplir con la Directiva Marco del Agua, fomentando la regeneración de los ecosistemas fluviales incluyéndolos en las políticas medioambientales.
- Fomentar la participación ciudadana y de colectivos sociales en los proyectos de restauración del río.
- Es importante tener como referencia otros proyectos y experiencias de actuaciones realizadas similares para no cometer errores.
- Restauración y rehabilitación de los tramos degradados.
- Conservar los tramos de río que se encuentren en buen estado.
- Recuperar la dinámica y los procesos fluviales, los ríos están en constante proceso de ajuste a las variaciones del caudal de agua y de sedimentos. Los procesos de erosión y sedimentación permiten alcanzar en los ríos un estado de equilibrio dinámico.
- Los sistemas riparios necesitan los desbordamientos para la regeneración natural del hábitat y de la vegetación.
- Creación de bandas protectoras de vegetación.

#### Control de la contaminación por los cultivos agrícolas



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

#### Plantaciones de ribera



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

El bosque natural en el ámbito de estudio se ha ido reduciendo progresivamente por la actividad humana. En la actualidad la llanura aluvial está ocupada por los cultivos de regadío, reduciéndose la vegetación ripícola a la franja situada entre el cauce y los campos de cultivo, variando notablemente la anchura de unas zonas a otras.

Esta intervención se plantea desde el tratamiento de mejora e integración de las riberas del río Huerva, con la ordenación de los espacios colindantes en consonancia con el medio fluvial y su carácter natural de corredor verde.

Sus objetivos se articulan en torno al río Huerva como el elemento natural estructurador del territorio y de su potencial de uso y disfrute ciudadano.

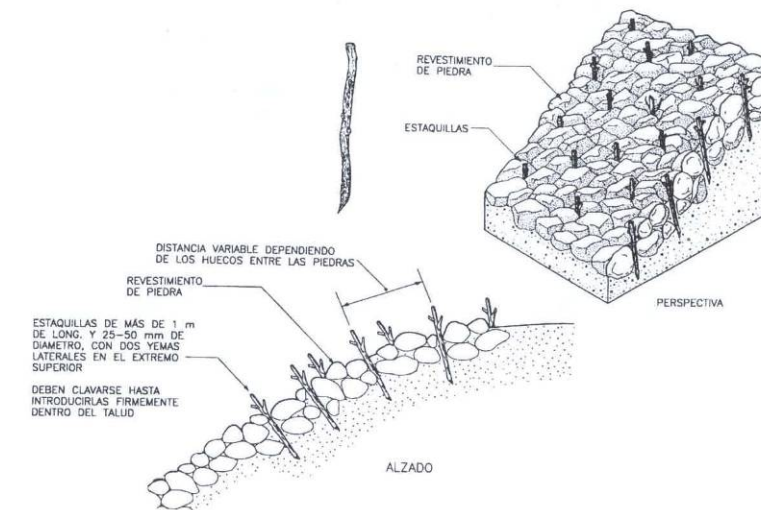
El principal objetivo de las intervenciones es la reordenación de sus espacios libres, todos ellos tendrán una continuidad.

Los principales aspectos a tratar son los siguientes:

- Restauración de la vegetación de los taludes del río en los puntos más deteriorados (zonas de vertido, escombros, basuras, etc.)
- Recuperación de las márgenes como espacios de ocio (deportivo-lúdico-cultural) y a nivel ecológico y paisajístico. Tratamiento de los espacios adyacentes al cauce, recuperando la continuidad de los recorridos públicos a lo largo de las riberas y enlazando a través de éstos los distintos espacios.
- Dotar a las zonas residenciales del entorno de la nueva urbanización residencial de un espacio público de paseo, estancia y actividades lúdicas.

Los criterios de actuación referentes a la restauración y revegetación del río Huerva deben tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Priorizar la protección de los tramos fluviales con buena calidad de riberas y que contengan el mayor número de hábitats de ribera de interés comunitario, y prevenir su deterioro.
- Comenzar la restauración por aquellos tramos que estén próximos a zonas con vegetación de ribera en buen estado de conservación o que incluyan rodales de ribera en buen estado.
- Seleccionar los tramos que estén menos perturbados y donde resulte más fácil la restauración por estar sometidos a presiones de intensidad media a baja que puedan eliminarse o controlar.
- En tramos altamente modificados, pero de alto valor cultural o social, como son los tramos urbanos, son prioritarias actuaciones de mejora que redunden en un mayor uso y disfrute del río y las riberas por la población.
- La conservación de rodales de vegetación de ribera autóctona es básica para la restauración por servir como modelos, así como reservorios genéticos de material vegetal.
- En las zonas de depósitos naturales o playas no se actuará, únicamente se realizarán labores de limpieza y conservación.
- Empleo de técnicas de revegetación o de bioingeniería para el control de la erosión, en lugar de técnicas de ingeniería duras.
- Para la protección de taludes se realizarán estaquillados vegetales.
- En los casos en los que sea necesario realizar una escollera ésta se naturalizará a través de estaquillados.



- Sustitución de especies forestales exóticas por rodales de vegetación autóctona y/o creación de viveros de plantas autóctonas.
- Los sotos que se encuentren degradados se recuperarán con nuevas plantaciones, las especies a utilizar son las siguientes:
  - Las sargas (*Salix eleagnos*, *Salix triandra*, *Salix purpurea*, etc.) se situarán en las zonas que la vegetación se sitúa más próxima al agua, ya que soportan las avenidas y el encharcamiento. Se puede complementar con la plantación de *Tamarix sp.*, ya que toleran la inundación y forman líneas paralelas a la orilla.
  - En zonas de soto abiertas y pastoreadas se realizarán siembras de *Trifolium fragiferum* y *Cynodon dactylon*, sólo en puntos donde la capa freática se mantiene a un nivel constante muy alto.
  - Los sotos propiamente dichos estarán formados por cuatro árboles: el sauce blanco (*Salix alba*), el chopo (*Populus nigra*), el álamo (*Populus alba*) y el fresno (*Fraxinus angustifolia*), aunque también se pueden añadir los olmos (*Ulmus minor*), que constituyen otra asociación cuando forman bosquetes homogéneos.
  - En las zonas más alejadas del río, por lo tanto las áreas más deforestadas, se situarán las olmedas.
  - Importante tener en cuenta a la hora de hacer nuevas plantaciones el continuar con la especie/s dominantes existentes en cada una de las formaciones en las que se va a intervenir, para darle continuidad a los sotos.
- Las densidades óptimas de plantación para árboles y arbustos, debido a su evolución en el tiempo, no se corresponderán con la densidad final entre individuos y entre especies. La densidad de plantación proyectada debe ser menor que la deseada, para evitar así que la competencia entre especies haga desaparecer a las heliófilas o a aquellas de desarrollo más lento. También para evitar esa competencia interespecífica se propone plantar manchas monoespecíficas paralelas al cauce, para facilitar la estructuración en bandas típica del bosque de galería.

Los marcos de plantación propuestos son:

| ESPECIE                      | TIPO    | ÉPOCA DE FLORACIÓN   | MARCO DE PLANTACIÓN |
|------------------------------|---------|----------------------|---------------------|
| <i>Fraxinus angustifolia</i> | árbol   | de marzo a mayo      | 5 x 5               |
| <i>Populus alba</i>          | árbol   | de mayo a septiembre | 4 x 4               |
| <i>Populus nigra</i>         | árbol   | de marzo a abril     | 4 x 4               |
| <i>Ulmus minor</i>           | árbol   | de febrero a mayo    | 5 x 5               |
| <i>Salix alba</i>            | árbol   | de marzo a mayo      | 5 x 5               |
| <i>Salix atrocinerea</i>     | árbol   | de enero a mayo      | 5 x 5               |
| <i>Salix eleagnos</i>        | arbusto | de febrero a mayo    | 2 x 2               |
| <i>Salix fragilis</i>        | arbusto | de marzo a mayo      | 5 x 5               |
| <i>Salix purpurea</i>        | arbusto | de marzo a mayo      | 2 x 2               |
| <i>Salix triandra</i>        | arbusto | de marzo a mayo      | 2 x 2               |
| <i>Tamarix sp.</i>           | arbusto | de febrero a junio   | 4 x 4               |

- Otra característica a tener en cuenta es emplear distintos formatos de una misma especie, para contribuir a la heterogeneidad natural del bosque de ribera que facilita su regeneración. Se recomiendan calibres 14-16 para el arbolado y altura de 1m o más para los arbustos.
- Eliminación controlada de cañas y carrizos.
- Control de especies agresivas o invasoras: la competencia de las especies plantadas con otras invasoras y agresivas de rápido crecimiento, como pueden ser *Arundo* o *Phragmites* (cañas y carrizos) o el *Ailanthus altissima* (ailanto), limita en gran medida el éxito de las plantaciones.

Las medidas de control propuestas para el ailanto son además del desbroce y su eliminación, evitar su cultivo ornamental en las proximidades de las zonas riparias, y la vigilancia en márgenes desprovistos de vegetación dado que muchas veces el comportamiento invasor de alguna de estas especies comienza con la presencia de un elevado número de diásporas (semillas, frutos y partes vegetativas) en una zona concreta.



*Ailanthus altissima*

Para combatir las cañas y carrizos la mejor medida es la sombra, es conveniente realizar las plantaciones de especies arbóreas y arbustivas con un buen tamaño. Hasta que los ejemplares plantados impidan su desarrollo, es clave cortarlas o segarlas de forma selectiva, sino eliminarán las especies autóctonas plantadas. Con el desbroce periódico se favorece la colonización por especies autóctonas cespedantes, además esta medida se podría complementar con la siembra de especies autóctonas de gramíneas tapizantes, como *Brachypodium phoenicoides* o las gramas (*Cynodon dactylon*, *Paspalum vaginatum*, etc.)



*Arundo donax*



*Phragmites australis*



Mezcla de *Arundo donax*, *Phragmites australis*



*Brachypodium phoenicoides*



*Cynodon dactylon*



*Brachypodium paspaloides*



Se pueden conjugar zonas con una vegetación de ribera en las zonas próximas al río y conforme nos alejamos utilizar la técnica de la xerojardinería para la adecuación del resto de espacios verdes.

- En los parques y jardines que se proponen de nueva creación a lo largo del recorrido del Huerva deberán seguir un mismo patrón a la hora de seleccionar las especies vegetales, hay que dotarle al recorrido propuesto un carácter de unidad .

En todas las zonas próximas al río en las que se vayan a realizar plantaciones se seguirá el modelo explicado anteriormente, en el que las especies seguirán bandas continuas y paralelas al río, con el fin que el río recupere su propia dinámica, hábitats y ecosistemas.

La especie que no se utilizará en todo el plan es el ailanto, tal y como se ha explicado anteriormente es una especie invasora y perjudica seriamente a la vegetación de ribera y su regeneración.

Al seleccionar el resto de especies se debe tener en cuenta el paisaje circundante, una vez que nos alejamos ligeramente del río donde no hay tierras de cultivo se encuentran terrenos secos, de mala calidad, degradados y con escasa vegetación, toda ella de porte arbustivo y poca altura, sobretodo formadas por especies aromáticas y de estepas yesosas (corresponden con el hábitat 1520 según la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE)). Las únicas formaciones arbóreas son los pinares de pino carrasco, tal y como lo muestra la siguiente fotografía.

## Xerojardinería

La xerojardinería es una técnica que combina una forma de diseñar con unas pautas de comportamiento. Los espacios ajardinados resultantes tienen un elevado valor paisajístico, al tener en cuenta las características agronómicas, técnicas y fisiológicas más avanzadas. También se le ha denominado Tecnojardinería.

Se busca optimizar al máximo los recursos hídricos disponibles, empleando especies de bajo consumo de agua, adaptadas al medio, sistemas de riego más eficientes y recubrimientos orgánicos e inertes.

A continuación se muestran dos ejemplos de xerojardines.



Los principios básicos de la xerojardinería fueron establecidos por el National Xeriscape Council y se resumen en siete técnicas:

### 1.- Planificación y diseño del jardín.

Al igual que en cualquier otro jardín se deberá recoger información de la zona sobre la que se va a desarrollar: datos de clima, suelo, origen del agua, zonificación, etc.

Una vez obtenida toda la información del área a tratar y con el objetivo de realizar un xerojardín, se pasará a realizar la selección de especies.

El dividir la creación del jardín en distintas fases ayuda a aplicar en cada una de ellas las técnicas más idóneas para reducir el consumo de agua.

En una zona verde se pueden encontrar cuatro tipos de hidrozonas:

- Hidrozona principal. Área de mayor actividad humana e interacción con el espacio verde.
- Hidrozona secundaria. Zonas para delimitar espacios.
- Hidrozona mínima. Área donde se sitúan las especies con unos requerimientos de agua muy bajos y poco contacto con la gente.
- Hidrozona elemental. Aquí se encuentran las especies que no necesitan riego, son capaces de sobrevivir con el agua procedente de las precipitaciones y de sus propias reservas. Uso de mulch y plantas autóctonas.

### 2.- Análisis del suelo

Las características físicas, químicas y topográficas del terreno nos condicionarán la selección de especies y el sistema de riego más adecuado.

Dependiendo de los resultados obtenidos habrá que valorar si es necesario realizar aportes de enmiendas y abonos para mejorar la estructura del suelo y el pH.

### 3.- Selección de especies

Aunque la palabra xerojardinería por definición significa jardinería seca esto no significa que se tenga que hacer un jardín sólo de cactus.

Esta es la herramienta más importante del jardín que nos va a permitir que el consumo de agua disminuya. Se suelen utilizar especies autóctonas que tienen una mayor adaptación al medio y a su vez es una forma de asegurar el éxito de la plantación.

Se deben agrupar las especies con los mismos requerimientos de agua, luz, ...

La mayoría de las especies de la región mediterránea y de otras zonas áridas se pueden utilizar para la xerojardinería, poseen hojas reducidas, cutículas cerasas, presencia de escamas, espinas, órganos reservorios de agua, sistemas radiculares muy potentes..., etc. todas estas características con la finalidad de ahorrar agua.

Algunas de las muchas especies que se pueden utilizar son:

- Porte arbóreo: *Celtis australis*, *Cercis siliquastrum*, *Cupressus sempervirens*, *Eleagnus angustifolia*, *Olea europaea*, *Crataegus monogyna*...
- Porte arbustivo: *Juniperus communis*, *Laurus nobilis*, *Tamarix sp.*, *Atriplex halimus*, *Coronilla glauca*, *Ephedra fragilis*, *Nerium oleander*, *Spartium junceum*, *Retama sphaerocarpa*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula officinalis*, ...

Otro grupo de plantas que pueden ser utilizados son los de las aromáticas, con una simple plantación lineal de cualquiera de las especies existentes se consigue un efecto espectacular. Se pueden conseguir importantes efectos si aplicamos la técnica del land art, se explica al final del documento.



#### 4.- El uso del césped.

En un xerojardín se debe reducir considerablemente la superficie de césped, debido a su gran consumo de agua y a las elevadas y costosas necesidades de mantenimiento.

Llevando a cabo lo anterior se cumplen dos de los principios básicos de la xerojardinería, la reducción del consumo de agua y de las labores de mantenimiento.

Las superficies con césped se pueden sustituir de distintas formas:

- Recubrir la zona con mulch (Ver punto 6).
- Usar plantas tapizantes.
- Diseñar masas de árboles y arbustos.

En las praderas que se destinen para césped se empleará una especie ahorradora de agua, en este caso se utiliza la Bermuda Híbrida Tifway 419.

#### 5.- El riego eficiente

Se trata de utilizar sistemas de riego eficientes, con unas instalaciones adecuadas en las cuales no haya pérdidas y sistemas en los que la evaporación del agua de riego se reduzca de forma notable.

Los sistemas utilizados son de riego localizado, el agua se aporta directamente sobre el árbol o arbusto según sus necesidades, suele ser mediante goteo o microaspersión.

En las zonas con césped se utiliza el riego por aspersión, es el más apropiado para una pradera, se deberá comprobar periódicamente el solape y ajuste de los aspersores para evitar que se rieguen las aceras o zonas de pavimento de manera innecesaria.

El riego manual sólo se utiliza en casos puntuales, por problemas en la red o en ocasiones en las que es necesario un aporte extra de agua por las condiciones meteorológicas.

También es importante tener en cuenta el momento de riego. Se debe evitar hacerlo en las horas centrales del día ya que la evaporación del agua es mayor y se puede producir el "efecto lupa" por la elevada insolación. Los momentos más idóneos son a primeras horas de la mañana o por la noche, hoy en día al estar los sistemas de riego automatizado estos es más fácil de realizar, sólo hay que ajustar los programadores a estas horas.



En la fotografía que se muestra a continuación se han utilizado principalmente gramíneas, especies poco exigentes en cuanto a requerimientos hídricos de las que existen multitud de variedades que permiten jugar a lo largo de las distintas zonas del jardín.



#### 6.- El uso del mulch

Es una de las técnicas que más ventajas presenta: disminuye la evaporación, protege de la erosión, oculta el sistema de riego, reduce el crecimiento de malas hierbas, protege de la escorrentía y de las heladas...

Estos materiales pueden ser orgánicos: corteza de pino, restos de poda... que además al descomponerse enriquecen el suelo en elementos nutritivos o inertes como gravas, bolos de mármol, tierras volcánicas..., tienen la ventaja que son más duraderos, no se descomponen son permanente.

Esta técnica nos permite combinar diferentes colores y texturas, pudiéndose conseguir efectos estéticos interesantes. Si utilizamos materiales locales se integrará más el jardín en el paisaje.

#### 7.- Mantenimiento adecuado

Es fundamental para mantener la belleza de nuestro jardín y la eficiencia en el uso del agua.

Además del ahorro de agua se busca el ser respetuoso con el medio ambiente, realizar abonados y tratamientos químicos en su justa medida.

Las podas obligan a la planta a consumir mayores cantidades de agua por lo que habrá que seleccionar la especie adecuada y para realizar las mínimas posibles.

Si los céspedes se siegan muy cortos el consumo de agua es mayor, así que se tenderá a darles mayor altura de corte.

- Las fotografías siguientes muestran dos zonas verdes situadas junto al río Huerva, podrían ser un ejemplo a seguir para cualquiera de los nuevos espacios creados, excepto en la imposibilidad de acceso al río, las vallas de madera se sustituirían por unas gradas verdes que permitan aproximarse al cauce.



*Parque situado junto a los viveros municipales*



*Parque de la Fuente de la Junquera*

- En la ampliación del Parque Grande se seguirá el diseño, zonificación y especies que existen en la actualidad en sus zonas adyacentes para darle continuidad al espacio y al estilo del jardín.
- En la zona denominada como corredor de biodiversidad se debe tener en cuenta todo lo anteriormente expuesto pero además un aspecto a considerar es el bosque de galería formado por chopos que se sitúa longitudinalmente junto al río, el cual es un importante elemento a conservar, tal y como lo muestra la siguiente fotografía.



Vegetación de ribera junto al río Huerva

La propuesta de vegetación en la zona urbana del río varía respecto a la citada anteriormente del soto, se describen a continuación los criterios a seguir:

- La jardinería propuesta selecciona especies adaptadas a las condiciones climáticas existentes y se busca el contraste entre la vegetación con los portes, texturas, color de floración y/o follaje,...
- Todas las especies presentan una singularidad, ya sea por su altura, textura, floración o porte.
- Las nuevas plantaciones a realizar en los alcorques de las calles situadas junto al río serán con *Chitalpa tashkentensis*, con objeto de otorgarle a las calles una unidad a nivel de ciudad. Se trata de una especie de hoja caduca que dejará pasar los rayos de sol en invierno y en verano conseguirá lo contrario, proporcionando una sombra agradable a lo largo de todo el año.
- El tratamiento de cauce en la zona de gradas se plantea con la plantación de especies cada 3 m y al tresbolillo entre gradas, buscando crear un paisaje natural. Las plantaciones se complementan con las especies que se mantienen, se emplean especies propias de ribera como álamos (*Populus alba*), chopos (*Populus nigra*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), tarays (*Tamarix sp.*) y saucedas de varios tipos (*Salix caprea*, *Salix matsudana* "Tortuosa", *Salix eleagnus*). Se combinan de forma que haya una variedad cromática a lo largo del cauce, así como en formaciones discontinuas.
- En los taludes, en función de su pendiente y extensión, se plantean diversas soluciones: plantación de trepadoras (*Hedera helix*), plantación o combinación de aromáticas (*Rosmarinus officinalis*, *Lavandula officinalis*, *Santolina chamaecyparissus*, *Salvia angustifolia*,...), gramíneas (*Festuca glauca*, *Pennisetum rubrum*, *Miscanthus sinensis*,...), arbustivas (*Escallonia macrantha*, *Abelia grandiflora*...) e hidrosiembra...

En los pequeños taludes se plantan para generar una serie de hitos en el paisaje y destacar por su verticalidad *Cupressus sempervirens* "Stricta".

- En los muros se proponen tratamientos de muro verde, trepadoras o jardín vertical (se explican al final de documento).
- Nuevas zonas de jardín: los bosquetes pueden utilizar varias especies como son: *Albizia julibrissin*, *Robinia pseudoacacia* "Casque Rouge", *Celtis australis* y *Cercis siliquastrum*, si el efecto buscado es el de un bosque continuo el árbol idóneo es el tilo, *Tilia tomentosa*.
- En pequeñas zonas que se sitúen en ambos márgenes del río se propone la plantación de pequeños grupos de abedules (*Betula pendula*).
- El marco de plantación a tener en cuenta en los nuevos ajardinamientos de árboles ornamentales es cada 5 m, herbáceas y aromáticas con una densidad de plantación de 4 ud/m<sup>2</sup> y para las arbustivas un marco de 1 m.

Resumiendo, teniendo en cuenta todo lo descrito anteriormente, las especies vegetales a utilizar en los distintos espacios verdes que se generan a lo largo del Plan Director son:

|   |  |
|---|--|
| <b>Sotos o zonas de vegetación próximas al río</b>            | <p><b>Sargas:</b> <i>Salix elegnos</i>, <i>Salix triandra</i>, <i>Salix purpurea</i>, <i>Salix fragilis</i>, etc.</p> <p><b>Tarayales:</b> <i>Tamarix sp.</i></p> <p><b>Álamos:</b> <i>Populus alba</i></p> <p><b>Chopos:</b> <i>Populus nigra</i></p> <p><b>Fresnos:</b> <i>Fraxinus angustifolia</i></p> <p><b>Olmos:</b> <i>Ulmus minor</i></p> <p><b>Sauce blanco:</b> <i>Salix alba</i></p>   |
| <b>Parques y jardines de nueva creación en zona no urbana</b> | <p><b>Porte arbóreo:</b> <i>Celtis australis</i> (almez), <i>Cercis siliquastrum</i> (árbol del amor), <i>Cupressus sempervirens</i> (ciprés), <i>Olea europaea</i> (olivo), <i>Crataegus monogyna</i> (majuelo),...</p> <p><b>Porte arbustivo:</b> <i>Juniperus communis</i> (enebro), <i>Laurus nobilis</i> (laurel), <i>Tamarix sp.</i> (taray), <i>Atriplex halimus</i> (salada blanca), <i>Coronilla glauca</i> (coronilla), <i>Ephedra fragilis</i> (efedra), <i>Nerium oleander</i> (adelfa), <i>Spartium junceum</i> (retama de olor), <i>Retama sphaerocarpa</i> (retama), <i>Rosmarinus officinalis</i> (romero), <i>Lavandula officinalis</i> (lavanda), etc.</p> |
| <b>Parques y jardines de nueva creación en zona urbana</b>    | Se enumeran todas las especies propuestas en el punto anterior al presente cuadro-resumen  |

## Land Art

Se trata de una corriente artística de arte contemporáneo que surgió primero en los Estados Unidos a finales de los años sesenta. Su finalidad es trasladar el trabajo artístico a los espacios naturales, los cuales son transformados por el pensamiento y la acción del artista.

Este movimiento utiliza el propio espacio natural como soporte de la obra, manipulando y transformando el paisaje y usando los materiales de la naturaleza como piedras, arena, tierra, madera, roca...

Pretende provocar emociones plásticas en el espectador que se enfrenta a un paisaje determinado. El principio fundamental del Land Art es alterar, con un sentido artístico, el paisaje, para producir los máximos efectos y sensaciones al observador. Se pretende reflejar la relación entre el hombre y la tierra, el medio ambiente y el mundo. Lo principal es la interacción del hombre-artista con el medio ambiente.

El Land art modifica la topografía, cava zanjas, realiza movimientos de tierra, pinta árboles, utiliza piedras, túmulos, troncos, diseña espirales...

El arte interviene en el paisaje modificándolo. El hombre deja su huella en la Naturaleza, creando un nuevo paisaje bajo su sensibilidad y su capacidad de interpretación de la misma.

A continuación se muestran varios ejemplos de "arte terrestre" que podrían tomarse como referencia para el caso que nos ocupa.



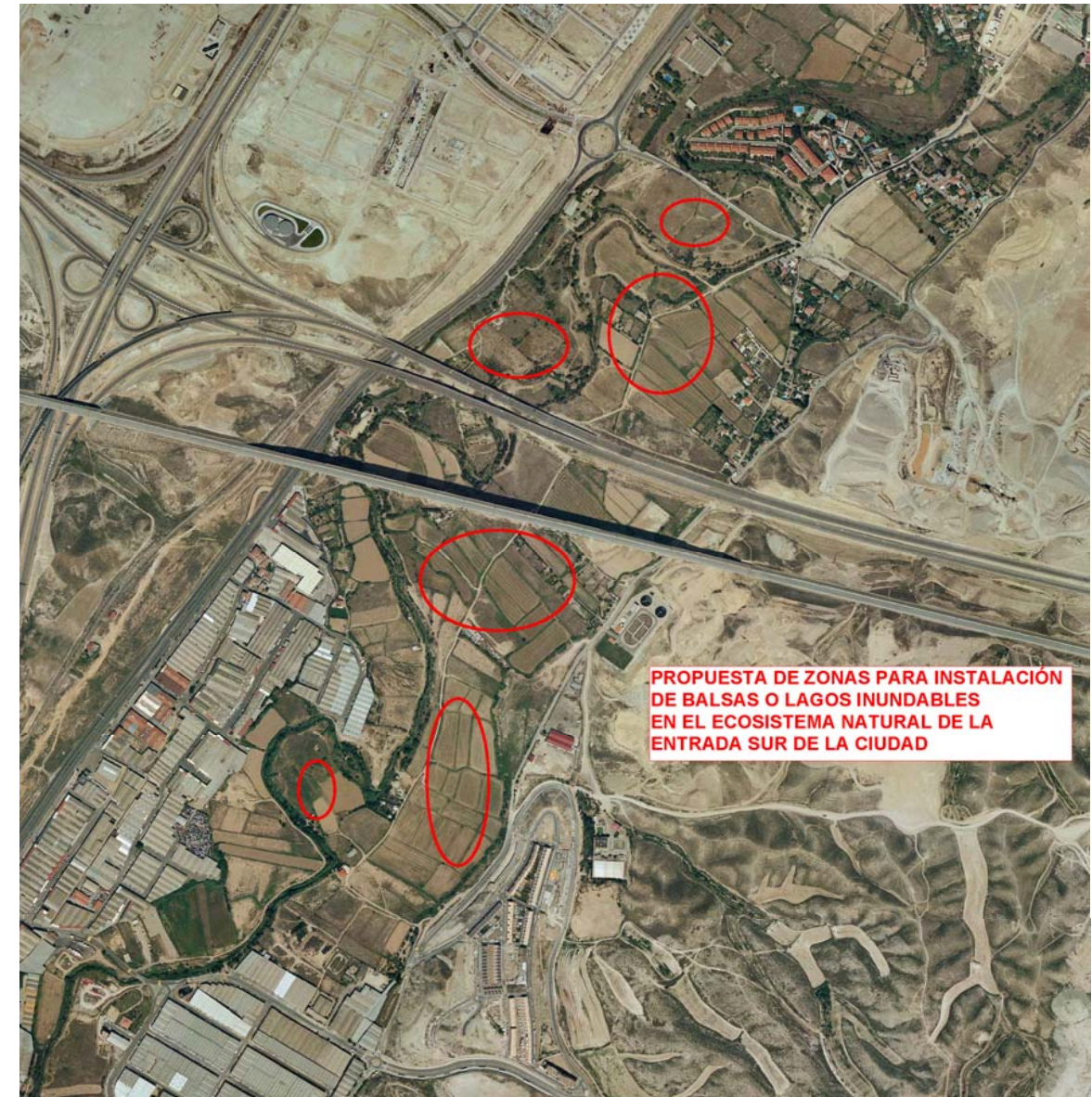
Tal y como muestran las fotografías se puede proponer en varias zonas la utilización de materiales duros combinados con vegetación, incluso diseñar un laberinto a nivel de suelo con especies aromáticas.



Este tipo de corriente artística se podría llevar a cabo dentro del Plan Director en las zonas en las que se propone la realización de un sistema de lagos o balsas naturalizadas de retención o laminación de avenidas del río Huerva a su entrada en la ciudad de Zaragoza. Éstas pueden tener tanto un carácter permanente, manteniendo agua todo el año o de forma ocasional, en la que los grandes espacios de topografía rebajada sean inundables. Todo este sistema de balsas se realizaría con los restos procedentes de la excavación, se podrían realizar diversas propuestas de land art, complementándolo con plantaciones y diversos materiales naturales. Con esto se consigue darle al río Huerva un enfoque artístico a la vez que se realiza un "aprovechamiento" hidráulico. A continuación se muestran ejemplos en los que inspirarse.



Las zonas propuestas para la instalación de balsas se plasman en el plano siguiente.



Otra de las opciones a realizar son los laberintos, el efecto conseguido es muy vistoso, tal y como lo muestra la fotografía siguiente o el situado en la zona en la que tuvo lugar la Exposición Internacional del año 2008 en Zaragoza junto al río Ebro.



Inspirándonos en la imagen siguiente, se podría crear en algunas de las zonas más amplias que se sitúan a lo largo del río Huerva, el diseño de plantaciones en círculos concéntricos, entre los que se pudiera pasear y realizado cada uno de ellos con especies distintas, ya sea por el color, porte, textura..., incluso se podría diseñar a pequeña escala con especies arbustivas.



## Taludes y muros

### Taludes

En los taludes presentes en el diseño que tengan una inclinación comprendida entre 20 y 35° se deberá utilizar una red orgánica de coco. Estas redes están formadas por materiales orgánicos y son 100% biodegradables.

Se utilizan para consolidar los taludes con poca pendiente, siendo capaces de absorber hasta cinco veces su peso en agua, creándose así un ambiente más húmedo y favorable para el establecimiento de la cubierta vegetal.

El tiempo de degradación es de 3 a 4 años. Hay dos tipos de gramaje, bien de 400 gr/m<sup>2</sup> ó 700 gr/ m<sup>2</sup>, y éste último se degrada en un período de tiempo mayor.

Las principales ventajas que presentan estas redes son:

- Control de la erosión
- Protección del suelo
- Adaptación a las irregularidades que presenta el terreno
- Facilitación de la implantación de la cubierta vegetal
- Aporte adicional de materia orgánica
- Aumento de la disponibilidad de agua al mejorar la infiltración y reducir la evapotranspiración de las plantas

A continuación se muestran dos fotografías, la primera de ellas del detalle de la red de coco y la segunda de un talud en la que ya ha sido colocado.



## Muros

### *Muros existentes*

A lo largo del trazado hay una serie de muros de hormigón que se mantienen ya que sirven de contención de las tierras y las calles y edificios próximos.

Se proponen dos tipos de tratamientos para vegetalizar estos muros situados en la ciudad:

Cubrir con especies trepadoras: para ello se utiliza un sistema de cable de acero preparados para la guía del crecimiento de plantas trepadoras.



Como especie se propone el *Trachelospermum jasminoides*.

Jardín vertical: esta técnica consiste en tapizar los muros con plantas, formando un mosaico de formas y colores, variando en función de las especies utilizadas.

Las especies que se utilizan crecen sólo en agua (no necesitan tierra) ya que en ella llevan disueltos numerosos nutrientes. Las plantas, en este medio, en presencia de luz y dióxido de carbono, esenciales para las plantas, pueden vivir sin problemas.

Un condicionante importante es la regularidad del riego, para que las plantas esparzan sus raíces por la superficie y no provoquen daños en los muros en busca de agua.

Las especies que se pueden utilizar son arbustivas, aromáticas, gramíneas, flor de temporada, etc. Algunas de las que se pueden emplear son: *Lonicera nitida*, *Cistus purpureus*, *Dianthus deltoides*, *Arenaria montana*, *Lonicera pileata*, *Sedum alpestre*, *Campanula sp.*, *Bergenia cordifolia* (hortensia de invierno), *Gaura*

*lindheimeri*, *Petunia hibryda*, *Viola tricolor hortensis*, *Cyclamen sp.*, *Cineraria maritima*, *Verbena repens*, *Begonia floribunda*, *Lavandula officinalis*, *Lippia citriodora*, *Rosmarinus officinalis*, etc.

A continuación se muestran dos ejemplos de jardines verticales. Las posibilidades son muy amplias, dependiendo de las características de las especies a utilizar (color de las hojas, flores, porte, tamaño...) y la combinación que se haga, lineal, por grupos, a manchas, etc.



Este sistema presenta la ventaja de la limpieza del aire, en este caso de contaminantes al estar en un entorno urbano, que son atraídos por la capa de fieltro existente, donde se descomponen y remineralizan, siendo utilizados como fertilizante por las plantas.

La estructura que soporta el jardín está formado por tres elementos principales:

- estructura metálica
- lámina plástica
- capa de fieltro de poliamida

Sobre la estructura metálica vertical autoportante se apoyan el resto de elementos.

La capa de irrigación está formada por una manta doble de fibras sintéticas y una lámina plástica en el interior, que se fija mediante grapas al panel de soporte. Sobre esta capa se realiza toda la plantación.

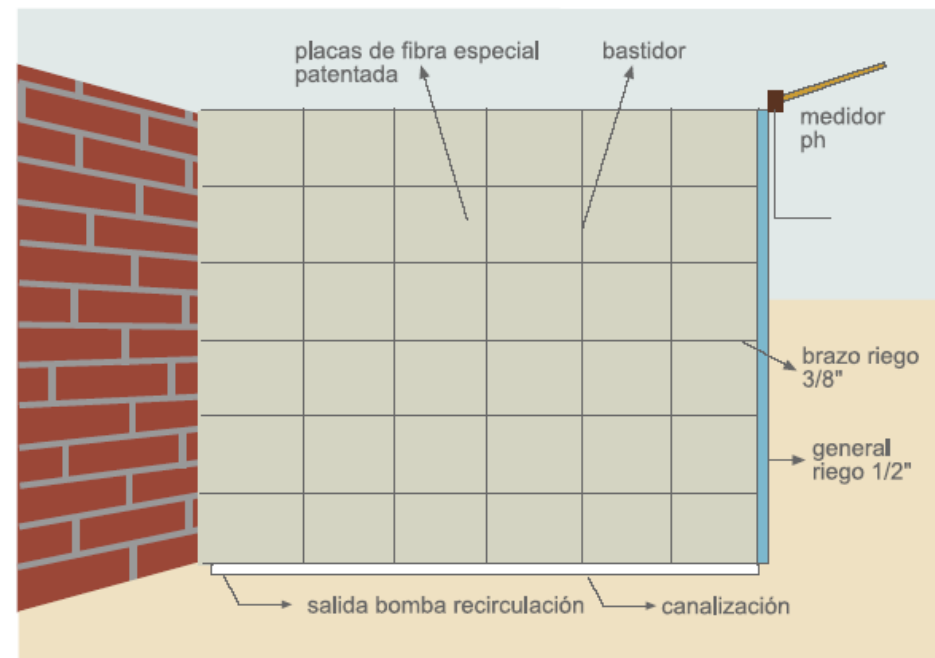
El fieltro utilizado no se pudre y su elevada capilaridad permite una distribución homogénea del agua. Las plantas se distribuyen a lo largo de esta capa de fieltro (la densidad es de 30 plantas por metro cuadrado aproximadamente) y las raíces crecen a lo largo de ella.

La plantación se realiza insertando las raíces de las plantas, sin tierra, entre las dos capas de la manta y fijándolas mediante grapas.

El suministro de agua y nutrientes, así como la recogida del agua, se realiza a través de una red de tuberías, con boquillas de goteo y alimentada por una bomba de agua y nutrientes, que va fijada sobre la manta de enraizamiento. El riego se realiza desde la parte superior de la estructura de forma automática.

El agua que se escurre por el muro se recoge en una canaleta colocada en la parte inferior del jardín, resolviéndose así cualquier problema de escorrentía.

A continuación se adjunta un esquema de la instalación.



El peso total, incluyendo las plantas y el marco metálico, es inferior a 30 kilos por metro cuadrado.

Apenas precisan mantenimiento, al funcionar con un gasto mínimo de agua por tratarse de un circuito cerrado, y además el agua sobrante se recoge y vuelve a ser utilizada. Lo único que es necesario revisar son las instalaciones y las podas que requieran las especies plantadas.

Un dato importante a considerar es que 1 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal de un jardín vertical genera el oxígeno requerido por una persona en todo el año.

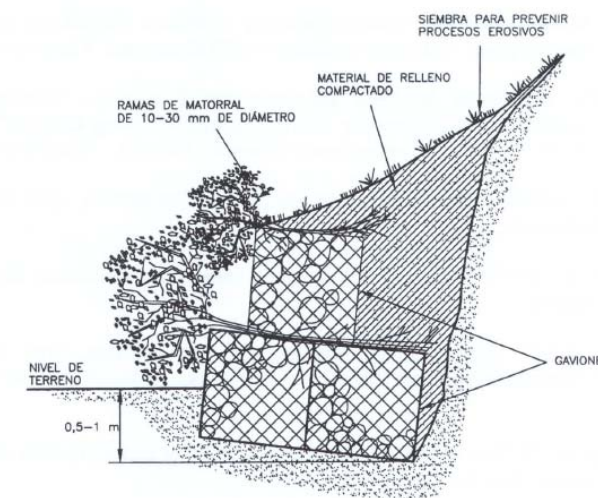
#### Muros de nueva creación

En el diseño propuesto hay márgenes que debido a la pendiente que presentan (superior a 35°) precisan la colocación de un muro de hormigón para contener las tierras. Éstos tendrán exclusivamente esta función, y a través de diferentes métodos se "revegetarán".

Se proponen tratamientos de bioingeniería: consistentes en la utilización de la vegetación para controlar la erosión de los taludes y constituir el principal elemento estabilizador.

En este caso se opta por construcciones mixtas, en las que se combinan elementos vivos e inertes. Éstos últimos proporcionan resistencia frente a la erosión y a la inestabilidad del terreno, pero su importancia como estabilizadores del terreno disminuye conforme la vegetación se va desarrollando.

**Muros de gaviones con vegetación:** para revegetarlos se colocan ramas de matorral entre los gaviones que componen el muro. La función de la vegetación es reforzar la estructura del muro, hacerlo más resistente y darle un aspecto más naturalizado. A continuación se adjunta un esquema de cómo se puede realizar.



La construcción de los taludes es convencional. Su revegetación se realiza utilizando ramas de 10 a 25 mm de diámetro y una longitud suficiente para que lleguen, atravesando los gaviones, hasta el talud y sobresalgan de la cara frontal del muro. En los casos diseñados, entre el muro construido y los gaviones sería necesario hacer un aporte de tierra vegetal.

Conforme se van construyendo los pisos de gaviones se van situando entre ellos una capa de ramas, orientadas perpendicularmente al talud. Las ramas se cubren con una capa de tierra vegetal y se compacta para conseguir que haya un buen contacto entre ambos. Así hasta finalizar el muro con la altura deseada.

Las especies a utilizar pueden ser diversas variedades de sauces y de chopos.

**Muros verdes:** es un método basado en los principios TEM (Tierra Estabilizada Mecánicamente). Consiste en que mediante un conector se consolidan una serie de sacos colocados al trespelillo, formando una sola unidad.

Los sacos son el soporte a revegetar, tienen un filtro funcional permeable al agua y a las raíces y que evita la pérdida de partículas de suelo. Está hecho de un material que no afecta al medio ambiente.

A continuación se adjunta una fotografía del conector y de los sacos a utilizar.



Conector



Sacos

Tiene numerosos usos:

- Muros de contención de tierras
- Trabajos de mejora paisajística
- Muros anti-ruido
- Estabilización de taludes
- Muros de sustentación de infraestructuras

Ofrece varias ventajas:

- Fácil construcción y manejo
- Instalación fácil y rápida
- Sistema permeable
- Posibilidad de hidrosebrar, plantar, colocar estacas...

Se muestran a continuación fotografías en las que se observa el sistema descrito.





#### **04 PROPUESTAS PARA LA MEJORA DE LAS CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS DEL HUERVA EN ZARAGOZA. GARANTIA DE UN CAUDAL MINIMO ECOLÓGICO**

Este capítulo recoge los criterios y apuestas que el Plan Director presenta para dar solución a los puntos críticos, en cuanto a régimen de caudales y a comportamiento hidráulico del río se refiere, y zonas en riesgo de inundación del recorrido del Huerva en el T.M. de Zaragoza. Estas zonas han sido identificadas en el capítulo de análisis, en virtud de los estudios y simulaciones hidráulicas realizadas sobre el trayecto de este cauce en el ámbito del Plan, y recopiladas con motivo de éste.

No obstante, se debe tener siempre presente que estas propuestas se realizan en el ámbito de un Plan Director, y su justificación hidráulica deberá apoyarse en un concienzudo estudio de simulación y comportamiento de las zonas del río en las que se instalen y de las inmediatamente anteriores o posteriores que se pudieran ver afectadas, cuando se realicen los correspondientes Anteproyectos y Proyectos de Construcción y Ejecución sobre los tramos que se definan y las incluyan.

##### **04.1 CAUDALES ECOLÓGICOS. ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN**

Como elemento fundamental para una adecuación integral del río Huerva a su paso por Zaragoza debe aspirarse a conseguir una lámina de agua mínima y constante al cauce que se configure, lo que implicará en muchos momentos del año mantener caudales superiores a los ecológicos para el río, caudales éstos que quedan pendientes de definir por parte del organismo de cuenca.

No obstante, a este respecto se establecerán dos estrategias diferenciadas: la consecución de una lámina de agua de aspecto saludable con criterio estético se pretende, en este documento, para el recorrido del río por la trama urbana consolidada de la ciudad, a partir del cruce con el Canal Imperial, y gracias a sus aportes. Aguas arriba, en el recorrido del río por la zona periurbana del término municipal, el río debe presentar un aspecto más naturalizado, para lo que bastará con asegurar un régimen de caudales ecológicos, siempre que éste se respete a lo largo de todo el año.

##### ***Tramo de actuación aguas abajo del cruce con el Canal Imperial***

El cruce del río Huerva con el Canal Imperial, en el llamado Ojo del Canal, que cuenta con unas infraestructuras históricas de vertido (la almenara Nuestra Señora del Pilar) de los excedentes de éste desde la época de su construcción, en perfecto funcionamiento actualmente, supone una inmejorable oportunidad para dotar al río de un caudal consistente y más o menos regular que le confiera el aspecto deseado en la ciudad.

La estrategia para la consecución de dicho caudal, por la que apuesta el presente Plan Director, se establecerá a partir de las siguientes motivaciones y pautas:

- Este documento propone un tratamiento de cauce continuo en toda la longitud del río en el ámbito de actuación, mediante la configuración de un borde accesible, a partir de la utilización de sistemas constructivos que permitan contener taludes y riberas, a la vez que respeten su vegetación y permitan al ciudadano acercarse hasta el agua. La propuesta se concreta en un sistema de gaviones escalonados formando gradas con "contrahuella" o frente de madera, y "huella" con tratamiento para sentarse o estar.
- Para dotar a este tratamiento de borde de un máximo valor estético y paisajístico, y propiciar una percepción mayor del ciudadano de un río sano y accesible, debiera conseguirse en la trama urbana una lámina de agua que se extendiera de orilla a orilla, llenando completamente el espacio de lecho o cauce entre las gradas opuestas.



*Río Huerva aguas arriba del puente de Avda. Goya. Caudal mínimo necesario para ocupar el espacio entre las dos orillas.*

- Para ello se requeriría de un aporte continuo y regular por parte del Canal, a través de la almenara de vertido que hay en el Ojo del Canal. Actualmente ya se produce ahí un vertido considerable, de los excedentes del Canal, pero se hace sin un plan establecido, sin la regularidad ni la continuidad que se demandan en este Plan Director.
- Este caudal de aporte, sumado al que baje por el río en régimen natural, deberá estar por encima de un caudal mínimo o ecológico si lo que se pretende es dotar a la lámina de agua a su paso por Zaragoza de un aspecto saludable y unos calados mínimos que le permitan, como se ha dicho,

ocupar todo el cauce de aguas bajas. El efecto a conseguir debe ser similar al obtenido en el Ebro desde la instalación del azud.

- El caudal de aporte del Canal deberá ser estudiado en un estudio hidrológico específico, independientemente de los Anteproyectos y Proyectos Constructivos de los tramos que se establezcan y, al igual que el estudio específico de detección de vertidos de saneamiento que se demanda en otros capítulos, deberá llevarse a cabo antes del encargo de los Anteproyectos, como paso previo al inicio del trabajo por tramos.
- Dicho estudio deberá establecer, como punto de partida, la lámina de agua mínima que se considere adecuada al fin estético, de uso lúdico y de disfrute paisajístico del río a su paso por Zaragoza. A partir de ésta, el trabajo hidrológico deberá establecer, como conclusión final e instrumento operativo, un "calendario" de aportaciones, en el que se fijen, en función del tratamiento estadístico de los caudales del Huerva sin aportes en su llegada a ese punto, los caudales que en cada época del año deberá aportar el Canal en el cruce para que se mantenga, al menos, la lámina establecida como objetivo.
- Estos caudales mínimos podrán ser superados, evidentemente, varias veces al año, en caso de crecidas puntuales y avenidas ordinarias, en las que a los caudales más elevados de lo normal en el Huerva se sumen a una necesidad de desagüe mayor del Canal, o que por sí mismas ya superen el valor establecido. El régimen de crecidas y la dinámica del río serán preservados con esta actuación.



*Río Huerva desde el puente Trece de Septiembre.*

- El aporte del Canal al Huerva, una vez establecido su calendario y sus cuantías, debe ser fruto de un acuerdo de colaboración entre los organismos implicados: Canal Imperial de Aragón, Confederación Hidrográfica del Ebro y Ayuntamiento de Zaragoza. Las fórmulas se buscarán entre todos los actores para la mejor cooperación y el máximo beneficio, y es posible que impliquen un compromiso de estos dos últimos en la compra de derechos de agua al primero.
- Desde el mes de julio de 2010, con la entrada en servicio del suministro de agua de boca desde Yesa, y la alternativa de La Loteta, también en proceso de puesta en carga, el Canal queda como la tercera fuente de suministro para la ciudad de Zaragoza. Por ello, quizá el acuerdo para el vertido de caudal continuo del Canal al Huerva se convierta tan sólo en un cambio de uso del agua que hasta ahora se concedía para consumo de los ciudadanos. Es decir, los términos en los que se negociaría el acuerdo pueden centrarse en que el Ayuntamiento continúe obteniendo del Canal los caudales que antes empleaba para agua de boca, pero comience a utilizarlos para regular los caudales del Huerva; y sólo en caso de fallo de las otras dos fuentes de suministro, puedan utilizarse para el consumo, permitiéndose esos días "descuidar" puntualmente el régimen de caudales del río.
- El acuerdo de vertido del Canal por el que se aboga, como poderosa estrategia para la consecución de varios de los objetivos del Plan Director del Huerva, se ve reforzado, a juicio del equipo redactor del presente documento, por dos circunstancias favorecedoras:
  - a) El aumento del caudal del Huerva permitirá una mayor dilución de las sustancias contaminantes que todavía presenta el río, de tal manera que mantener de forma permanente mayores caudales en el río hará bajar la concentración de éstas y permitirá cumplir mejor en este tramo con los estándares mínimos de calidad que exige la Directiva Marco del Agua, que debe hacerse realidad para el año 2015.
  - b) Con caudales por encima de los valores ecológicos mínimos, es decir, con caudales de mantenimiento de una lámina ancha, puede plantarse la posibilidad de utilizar el agua del propio río Huerva, tomándola directamente del cauce y devolviéndola posteriormente, mediante el adecuado sistema de filtrado y tratamiento, para el riego de las zonas verdes y actuaciones de ajardinamiento que se planteen en las laderas y proximidades, enmarcadas dentro de la remodelación que se pretende acometer. De esta forma, se podría conseguir un sistema de riego ecológico y eficiente, que no gaste agua extra de la ciudad, y perfectamente integrado en el elemento río. Además, esto permitirá introducir un nuevo factor en la negociación del acuerdo entre las partes: la compra de parte del canon de cesión de caudal en concepto de agua de riego.

### ***Tramo de actuación desde la entrada en el T.M. de Zaragoza hasta el cruce con el Canal***

En este tramo se considera que el mayor peso en la estrategia de consecución de los objetivos debe recaer sobre la Confederación Hidrográfica del Ebro, organismo de cuenca responsable del río Huerva, así como en el tramo siguiente este peso corresponde más al Ayuntamiento de Zaragoza.

Se entiende que en el tramo considerado "periurbano" del ámbito de actuación, esto es, el recorrido del Huerva desde su entrada en el T.M. de Zaragoza hasta su llegada al cruce con el Canal, debe ser un tramo de río más naturalizado, más próximo a las condiciones ecológicas óptimas, vertebrando un ecosistema natural a la entrada sur de la ciudad, que permita la penetración en la misma de la biodiversidad.

Se debe partir del principio de que la consecución del caudal ecológico o mínimo en un río es exigible al organismo de cuenca competente, a través de la elaboración de un plan hidrológico de cuenca de acuerdo con la Instrucción de Planificación Hidrológica, que en el caso del Huerva (río con un inveterado conflicto de usos e intereses) está pendiente de redacción.

La estrategia, en todo caso, deberá basarse en una serie de preceptos de consenso, como los que siguen:

- Es importante planificar la actuación de forma unitaria, y para ello debe abordarse en un recorrido muy superior al estrictamente considerado en este Plan Director, y que debería iniciarse aguas abajo del embalse de Mezalocha.
- A nadie se le escapa que en las zonas próximas a Zaragoza, en los polígonos y urbanizaciones de Cadrete y Cuarte, el río circula con mínimos de caudal y concentraciones de contaminantes intolerables, y lejos de los valores aceptados por la DMA, a 5 años del obligado cumplimiento de la misma.
- La consecución de un caudal mayor en estos tramos, caudal que hereda el T.M. de Zaragoza junto con el que aporta el emisario de la depuradora, implica una doble negociación, un doble trabajo de eficiencia: el recorte en el gasto y el aumento en la cesión.
- El recorte en el gasto de agua del Huerva debe acometerse fundamentalmente a través de una apuesta definitiva por la eficiencia en los sistemas de riego, política que va más allá de la recuperación de un río puntual, y que apunta a la nueva cultura del uso del agua. El agua empleada en riego es cuatro veces superior a la empleada conjuntamente por la industria y la población. Por ello, la CHE deberá potenciar la sustitución de los obsoletos sistemas de riego que se dan en la riberas del Huerva (resulta inconcebible que por las acequias circulen caudales mayores que por el propio cauce) por sistemas más eficientes, que permitan una negociación a la baja de la dotación a los regantes, y favorezcan el retorno de caudal al río.

- También se debe ser muy exigente en la restricción del uso del agua industrial, en los polígonos que jalonan el recorrido el río antes de llegar al ámbito de estudio. La negociación de unos máximos de consumo diario o mensual, o la penalización por superarlos, son herramientas que permitirán disminuir la detracción de caudal directo del río.
- Finalmente debe potenciarse el uso eficiente del agua a nivel doméstico, de uso particular, en las urbanizaciones del entorno, que suelen ser demandantes por encima de la media debido al riego de jardines, llenado de piscinas, etc. Los instrumentos de control serían similares a los impuestos a la industria.
- Por otro lado, a gran escala, se deberá acometer una negociación con el Sindicato Central de riegos del Río Huerva que permita la "suelta" de mayores caudales, y de forma continua, del embalse de Mezalocha. Esta negociación debe apoyarse en el irrenunciable objetivo de cumplir para el 2015 con la DMA, y para ello debe combinarse el estricto control de los vertidos industriales de la zona con el aumento de los caudales que ayudan a la dilución de los contaminantes.



*Río Huerva en Fuente de La Junquera*

- En el ámbito concreto de actuación, ya dentro del término zaragozano, deben considerarse en la estrategia dos aspectos particulares que suponen importantes oportunidades:
  - a) El cambio de uso que se va a generar, a partir del presente Plan Director, en los terrenos ocupados por la huerta periurbana desde Cuarte hasta Las Abdulas, especialmente en margen izquierda, sustituirá terrenos agrícolas, de cultivo, por un ecosistema naturalizado y de uso ciudadano, así como la urbanización de algunas parcelas, lo que permitirá que las acequias que circulan por la zona puedan devolver al río toda su agua, y aumentar así el caudal de éste. Como ya se ha dicho, la cantidad de agua para la urbanización y para el mantenimiento del ecosistema naturalizado que se va a crear en la "puerta sur" de la ciudad es mucho menor que la demandada para usos agrícolas.
  - b) Por otro lado, gran parte de las acequias de la ciudad se proyectaron y construyeron antes de la puesta en funcionamiento del Canal. Por ello, las comunidades de regantes de estas zonas podrían dejar de detraer agua del Huerva y comenzar a servirse del Canal, máxime teniendo en cuenta que los excedente de éste, ahora que Zaragoza no bebe de él, serán mayores. Así, varias de las principales y más antiguas acequias de la ciudad, que además en mucho caso se encuentran sobredimensionadas porque las superficies a regar van disminuyendo con el avance de la urbanización, podrían clausurar sus tomas del río, o modificar sus recorridos para soltar a la entrada del río en territorio de Zaragoza el agua que toman más arriba, y así aumentar el caudal del mismo en el tramo previo al cruce con el Canal.

#### 04.2 PUNTOS CRÍTICOS INUNDABLES EN EL RECORRIDO DEL HUERVA POR EL T.M. DE ZARAGOZA

##### *Polígonos industriales de Cuarte*

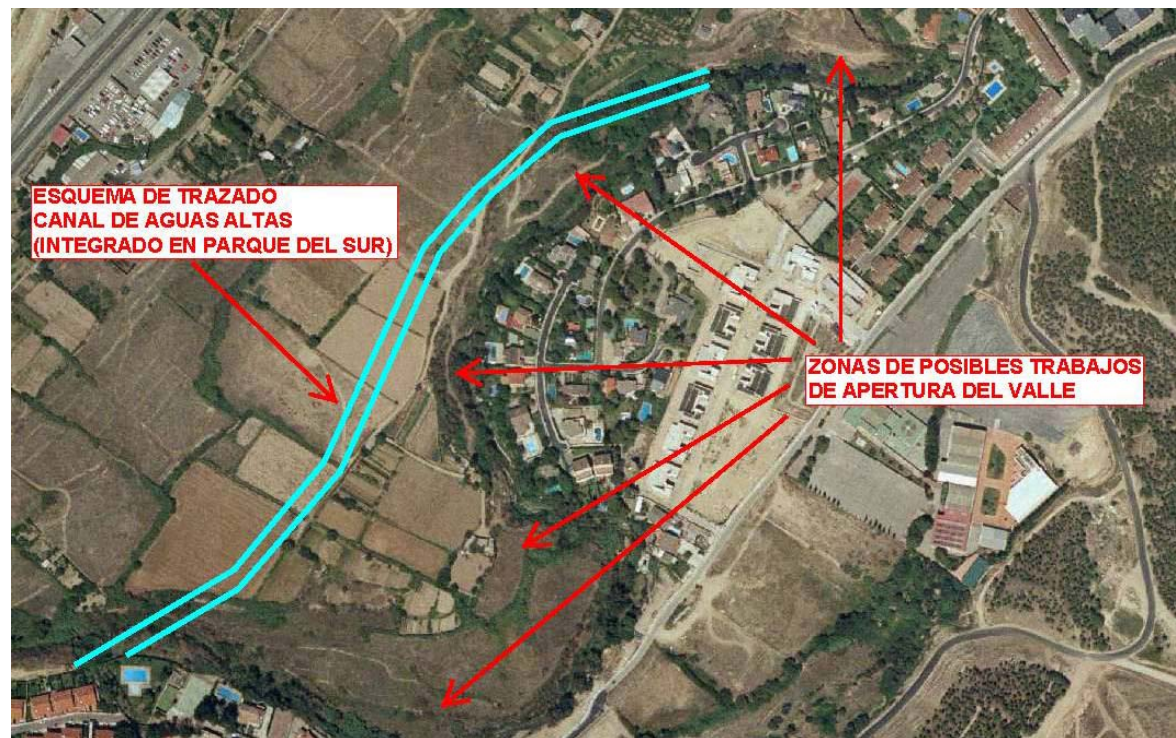
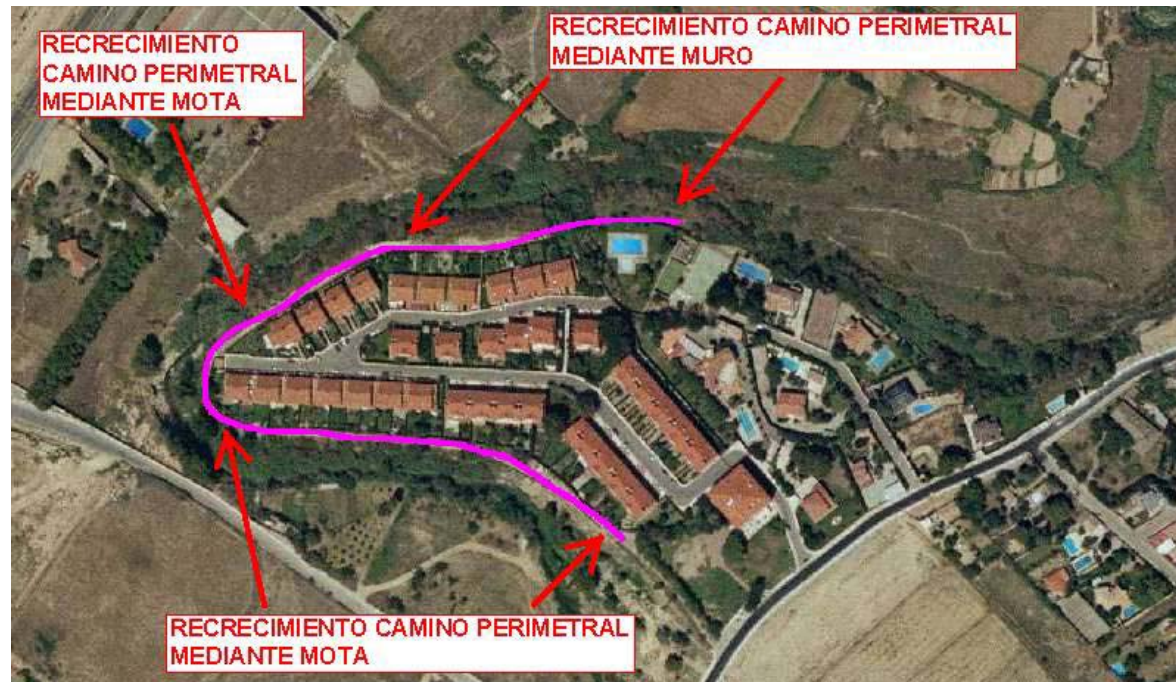
La medida correcta para abordar una solución sería la de su reubicación, pues se encuentran interrumpiendo el corredor natural del río (y la zona de policía) e impiden el planteamiento de un ecosistema o reserva natural de uso ciudadano que comunicara la ciudad con los pueblos de la vega hacia el sur.

La solución alternativa es la realización de un trabajo de apertura del cauce en el entorno, que permita la disminución del nivel de la lámina de agua al ampliarse sección, y que facilite el disfrute ciudadano de la ribera, así como su acceso, en el marco de un gran espacio verde.



### Urbanización Manantiales de La Junquera

En este caso, la solución más práctica se alcanzaría con el recerido o la ubicación en el camino perimetral de una mota, en la cara sur del mismo, y de un muro de contención en la norte.



### Urbanización las Abdulas

En este caso, se puede abarcar la solución al problema desde varios puntos de vista, que llevan a diferentes posibles actuaciones que se deberán valorar detenidamente en el momento de redactar el Proyecto de Construcción del tramo correspondiente. Debe partirse de la base, al igual que en el caso de la urbanización anterior, que las parcelas urbanizadas se encuentran en zona inundable, algo asumido desde el momento de su edificación, y que el trabajo que se haga sobre el cauce debe ser comedido, sostenible, de tal forma que si la solución al problema supone una fuerte inversión económica o una importante alteración de las condiciones hidrológicas del río, debe sopesarse su ejecución:

- Ampliar la sección del valle en margen izquierda, para integrarlo en una gran superficie verde, como el ecosistema natural que se pretende conseguir a la entrada sur de la ciudad, y permitir el acceso de los ciudadanos al cauce al mismo tiempo que se rebaja la cota de avenidas. Se trata de una zona muy encajonada del recorrido del río, de tan forma que la ampliación del cauce supondrá un trabajo de movimiento de tierras considerable (que se pueden utilizar posteriormente en una propuesta atractiva de modelación de la topografía de la zona naturalizada) y una alteración importante de las condiciones naturales del río en una de las pocas zonas que las conservan en el Término Municipal. No obstante, sin ese trabajo el Huerva no será accesible a los ciudadanos en ese tramo. Deben valorarse, por tanto, todas las variables antes de decidirse a acometer este trabajo.
- Edificar las casas nuevas que se construyan, y ofrecer a los propietarios de las ya construidas su reedificación, sobre un sótano o planta baja no habitada, y convenientemente impermeabilizada, que se levante hasta la cota de la avenida de 500 años de retorno.
- Apertura de un canal "naturalizado" de desagüe o de aguas altas, que partiendo de la fachada norte de la urbanización "Manantiales de la Junquera", y situándose su solera a cota más alta que la del río, de forma que únicamente transporte agua en casos de avenidas del mismo, recorra el ecosistema creado y se integre en éste, como un atractivo más, hasta volver a unirse al río en la parte final de la urbanización "Las Abdulas". De esta forma se consigue evitar que por la zona crítica el río lleve todo su caudal de avenidas y se pueda desbordar, pero manteniendo las condiciones topográficas del cauce original a la vez que se propone un elemento vertebrador y de grandes posibilidades estéticas y funcionales en el futuro ecosistema del sur.
- Colocación de un muro de protección de las casas en todo el frente de margen derecha edificado, desde el punto en el que se detecte la entrada de agua, que se eleve hasta la cota de 500 años. Se trata de una opción no muy recomendable, por la pérdida de calidad visual del los moradores de esas casas, y por constreñir aún más el espacio del río en esa zona, lo que redundará en la elevación de las cotas de sus avenidas aguas arriba, y el desbordamiento aún más frecuente del río en estas zonas.

### **Urbanización Fuentes Claras**

La solución ante un problema tan localizado como el que se da en esta urbanización pasa por la elevación de un muro en el punto de entrada del agua.

No obstante, el Plan Director propone para esta zona la recuperación del espacio del campo de fútbol de tierra de Marianistas que hay en margen izquierda, y la realización de un trabajo topográfico sobre esa plataforma natural para acercar el río a los ciudadanos; ello redundará también en una ampliación de la sección de desagüe en el cauce, y reducirá el nivel alcanzado por las avenidas.

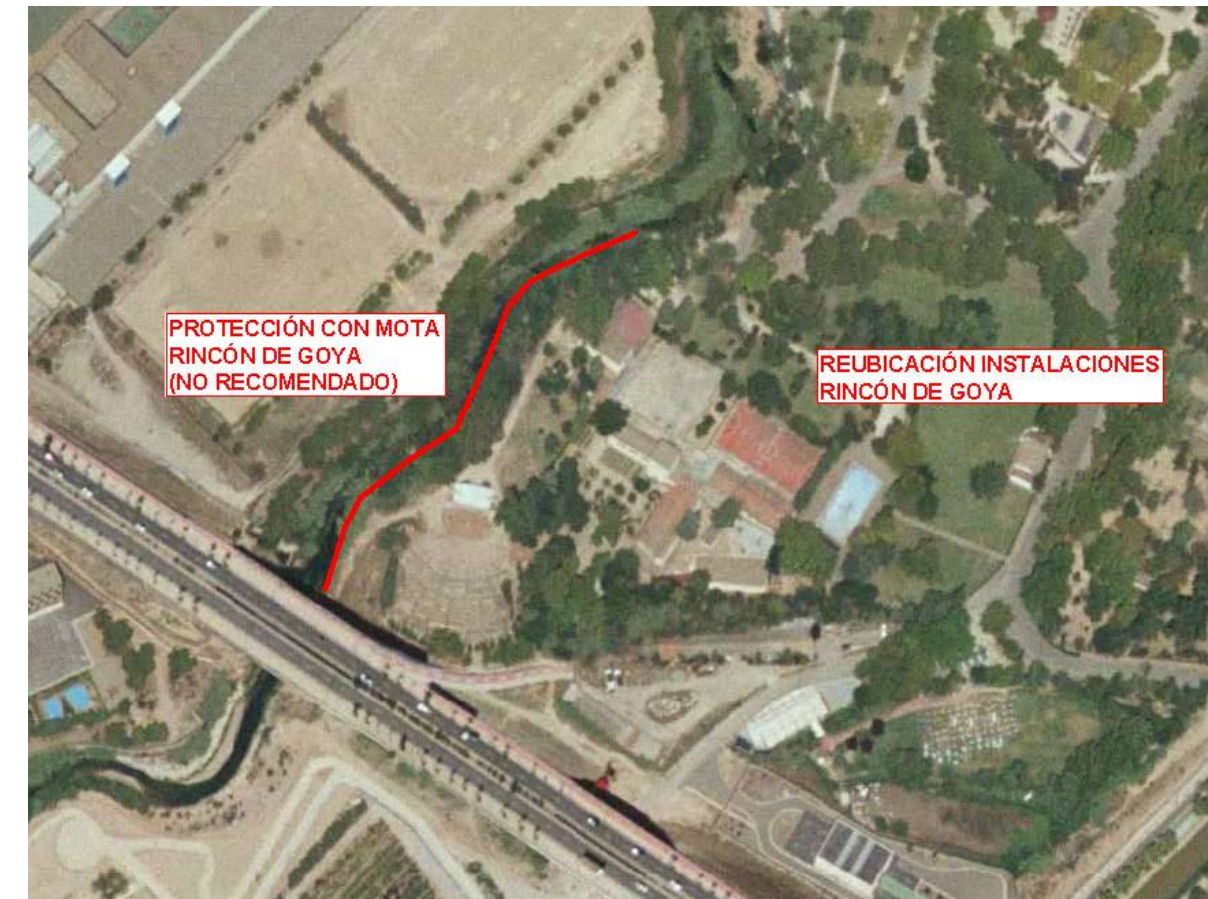


### **Parque Grande**

En un principio no se plantea ninguna acción concreta destinada a paliar el alcance de las avenidas extraordinarias en este espacio, pues se trata de un espacio verde no habitado, y que se debe asumir como inundable para estos episodios muy poco frecuentes.

En todo caso, en el marco del Plan Director del Parque Grande se deberían establecer unos usos de las zonas inundables no peligrosos para los ciudadanos, y que no impliquen una disminución importante de la sección ni la colocación de obstáculos al paso del agua, y un sistema de alarma y evacuación en caso de avenida. Para ello, se considera necesario retranquear las instalaciones y edificaciones del Rincón de Goya hasta zona no inundable.

Otra opción sería la colocación de una mota que proteja este espacio, pero ello implicaría obstaculizar el acceso ciudadano a esa parte del río desde el Parque.



### ***C.D.M. Salduba y Viveros Sopesens***

Para el caso del edificio más próximo al cauce del equipamiento municipal del C.D.M. Salduba, dada la peligrosidad de la instalación en su ubicación actual, se debe considerar con urgencia su eliminación y traslado a otra ubicación, más alejada del río, y que no sólo no se vea afectada por éste cuando sucede una avenida sino que no suponga un “tapón” ni para el paso de agua en ese caso, ni para el disfrute ciudadano y el acercamiento del parque y por tanto de la ciudad al río.

En el caso de las instalaciones privadas de Viveros Sopesens, parece claro que la principal y casi única opción es la de sacar de esta zona las instalaciones de los Viveros y reubicarla en otro lugar de la ciudad, fuera de las cercanías del río.

De esta forma, se gana un espacio ciudadano a cota de río para su disfrute, se permite que sea un espacio inundable sin edificaciones ni instalaciones que supongan obstáculos para las aguas ni peligro para las personas, y se puede evitar, con la expansión del río en esta zona y su pérdida de energía, la inundación de las calles Río Huerva, La Luz y Viva España, aguas abajo.



### ***Calles La Luz, Río Huerva, Viva España***

La solución a los problemas de inundabilidad en las zonas críticas de la trama urbana consolidada presentan una mayor dificultad que las vistas hasta ahora, por razones evidentes.

La inundación para la avenida de 500 años que parece probable que se producirá en la zona de margen derecha de las calles Río Huerva, La Luz y Viva España debe ser abordada desde diversas opciones y oportunidades que ofrece la intervención en este tramo, y tras un estudio detallado en el proyecto correspondiente, se presupone desde este Plan director que la solución final exigirá una combinación de varias:

- Ampliación de sección del tramo inmediatamente anterior y posterior del río, ganando espacio de este para la ciudad y ampliando, dentro de los límites que imponen las calles y los muros existentes, capacidad de desagüe. Esta ampliación se puede ver beneficiada por al creación de espacios de expansión para el río en caso de avenidas, que se localizarían en la zona de las instalaciones del C.D.M. Salduba y de Viveros Sopesens, que deberán ser remozados de sus ubicaciones actuales para situar en ellas plazas o espacios verdes inundables, y en la zona del Puente de Emperador Augusto, con al creación de una plaza verde a cota de cauce, o en gradación desde la ciudad, de tal forma que también permita la expansión del río por inundación, sin peligro de los viales superiores. También se puede efectuar un trabajo de apertura del valle en la zona ajardinada de la pasarela de Marina Española, delante del colegio de La Salle.
- Retranqueo de la línea de edificación de las manzanas afectadas, a partir de su remodelación contemplada en el P.G.O.U., y reurbanización de las mismas edificando a partir o por encima de la cota de avenida de 500 años de retorno, sobre muros o cimientos estancos, o sobre sótanos impermeabilizados.
- En caso de que el análisis hidráulico revelara que estas medidas no son suficientes, se plantearía la construcción de muros en los fondos de saco de las calles La Luz y Viva España, para evitar que a su través penetre el agua.



### ***Corazonistas y Centro de Mayores Laín Entralgo***

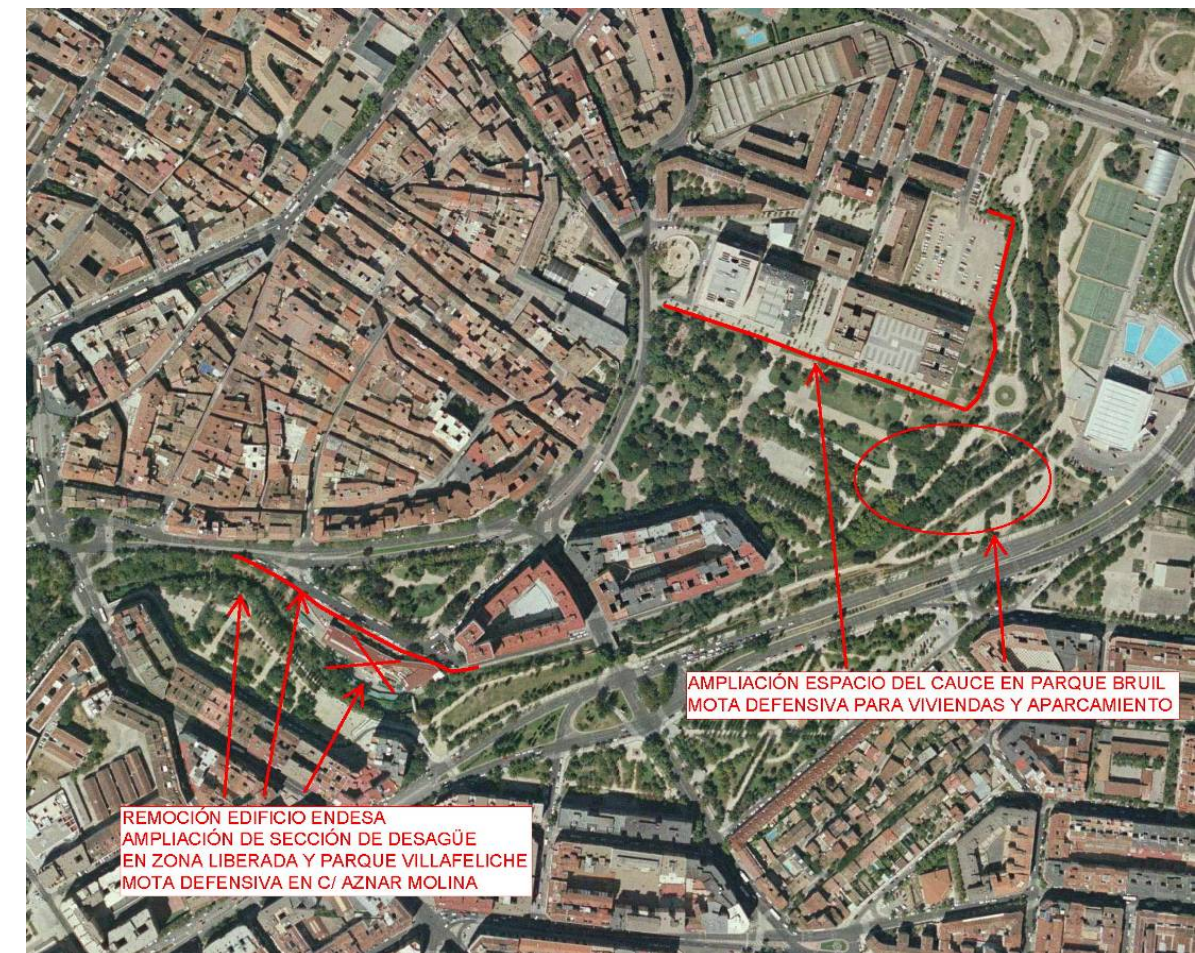
Ambos equipamientos son no residenciales, y las posibilidades de solución de su inundabilidad se antojan muy difíciles fuera de la posibilidad, no considerada, de trasladarlas fuera del área de influencia de las avenidas.

La opción agresiva de colocación de muros defensivos en el patio del colegio de Corazonistas y de las zonas ajardinadas del Centro Laín Entralgo no se aconseja, aunque deberá ser valorada en posteriores fases del proyecto de este tramo.

### ***Parque Bruil***

De nuevo en este caso la solución debe ser, tras un estudio hidráulico detallado en el proyecto correspondiente, una combinación de varias opciones:

- Remoción del edificio de Endesa de su ubicación actual, para ganar espacio de expansión del río en esa localización de la margen izquierda, y en la margen derecha, en los terrenos del Parque Villafeliche.
- Ampliación de sección mediante trabajos de modificación no agresiva de la topografía en la zona del Parque Bruil que así lo permita, y en los jardines frente al mismo, en margen derecha, bajo EL Camino La Torres y los terrenos del C.D.M. Alberto Maestro.
- Proyección y colocación de motas defensivas en la calle Aznar Molina, para evitar al afección a dos bloques de viviendas, y en las fachadas de las viviendas de la c/ Pascual Alberto Burillo que dan al Parque Bruil, así como el solar vecino vacío y actualmente utilizado como aparcamiento.





#### 4.03 OTROS ELEMENTOS DE INTERVENCIÓN HIDRÁULICA EN EL AMBITO DEL PLAN DIRECTOR

##### Zonas inundables para laminación-regulación de avenidas en el ecosistema natural del sur

Desde el Plan Director se insta al estudio de un sistema de lagos o balsas naturalizadas de retención o laminación de avenidas del río Huerva a su entrada en la ciudad de Zaragoza, que podrían tener tanto un carácter permanente (balsa o lagos pequeños que mantendrían el agua todo el año) como ocasional (grandes espacios de topografía rebajada con diversos usos que sean inundables para avenidas de periodo de retorno elevado), formando parte y conformando la topografía del citado ecosistema creado en la entrada sur, que permitan una doble utilización o "aprovechamiento" hidráulico:

##### Laminación de avenidas en depresiones topográficas

Estos espacios retendrán parte del volumen de agua de las avenidas, de tal forma que reducirán el pico del caudal punta de los hidrogramas de estos episodios extraordinarios, ayudando a disminuir las cotas que alcanzarán las aguas en la ciudad y evitando que algunas de las zonas que ahora están en riesgo de inundación sean alcanzadas.

De los espacios de almacenamiento de agua propuestos, la mayoría no tendría un carácter permanente; se puede otorgar este carácter a dos o tres lagos o balsas de medianas dimensiones, para que no condicionen en exceso la distribución y uso de los demás espacios de la zona de reserva natural del sur, y que se llenarían en avenidas ordinarias, como se ve en el epígrafe siguiente.

Mientras, el resto de zonas, mucho más extensas, pueden tener un carácter inundable muy eventual, es decir, únicamente para las avenidas de periodo de retorno superior a 50 años, y, siguiendo el modelo del campo de golf y los lagos de la urbanización Arcosur, utilizarse para laminación de avenidas sólo en casos puntuales, siendo consagrados el resto del tiempo a un uso público (campos o espacios deportivos –zonas de tiro, campos de fútbol, rugby, gimnasios al aire libre, pistas de patinaje...-, jardín botánico, jardín geológico, huertos populares, laberintos vegetales, espacios de campo abiertos a todos usos, zonas de ensayo habilitada para cofradías de Semana Santa u otros usos que provoquen ruidos que molesten a los vecinos en la ciudad). El requisito debe ser que se trate de espacios más o menos abiertos, de fácil evacuación en caso de avenida, y sin excesivos obstáculos al paso del agua ni equipamientos de mantenimiento caro cuando se puedan ver afectado por las aguas

En un estimación muy superficial de las capacidades de estos espacios, se calcula que si, sobre una extensión total de 100 ha del nuevo ecosistema, el 50% de éstas se constituyen en zonas inundables para las avenidas más extraordinarias, y se rebaja su cota en aproximadamente 1,5 metros, se tiene una capacidad de almacenamiento de 750.000 m<sup>3</sup>. Esta capacidad permite detraer del curso del río un caudal de 40 m<sup>3</sup>/s durante 5 horas, por ejemplo; lo que permitiría rebajar, atendiendo a sus hidrogramas, en torno a un 15% el

caudal punta de la avenida de 500 años de periodo de retorno, y un 25% el de 100 años. Ello redundaría en una mayor seguridad para las edificaciones y equipamientos de la ciudad aguas abajo.

El trabajo de transformación topográfica del terreno supondrá un volumen de tierras que puede ser aprovechado para configurar la topografía del resto del espacio, permitiendo esto la creación de colinas, taludes, plataformas...

##### Regulación de caudales mediante lagos o balsas permanentes

Se trata de acondicionar un área de mediano tamaño, bien unitaria o bien múltiple y conectada mediante canales u otras infraestructuras, como balsas o lagos permanentes, que retendrán de forma permanente el agua recogida a partir de crecidas ordinarias. Ello les permitirá ofrecer un uso recreativo (barcas de paseo, áreas de pesca, aguas de entrenamientos de clubes de piragüismo, remo,...) o una utilización como espacio natural para disfrute, contemplación e interpretación en clave didáctica de los diferentes segmentos de la población (zona de anidación de aves, de creación de comunidades piscícolas para la repoblación del río, centros didácticos y de investigación para uso escolar o universitario, etc).

Además, las balsas permitirán mantener una reserva de agua que puede ser empleada, mediante una liberación paulatina, en épocas de mayor estiaje, para asegurar un caudal superior al ecológico, que ayude a generar en la ciudad una lámina de agua de aspecto atractivo en cualquier momento. Es decir, no se plantean como un aporte continuo de agua al río, sino como un almacén de la misma para ser utilizada en los momentos en que los bajos caudales provoquen malos olores, rechazo visual al río a su paso por el ámbito del Plan Director...

De nuevo mediante un cálculo muy generalista, se puede establecer que si se reserva una superficie total de 10 ha para estos lagos (un 10% del ecosistema), y se les dota de una profundidad suficiente para las prácticas acuáticas, un mínimo de 3 metros, se contaría con una capacidad mínima de almacenamiento de 300.000 m<sup>3</sup>. Si en épocas de mayor estiaje se reserva la mitad de esta capacidad para dotar al río Huerva de un caudal ecológico, en los términos que propone la CHE (150 l/s), con esta reserva se podría aportar desde los lagos el total del caudal ecológico al río durante 11,5 días, o la mitad del mismo casi 4 semanas.



**PROPUESTA DE ZONAS PARA INSTALACIÓN  
DE BALSAS O LAGOS INUNDABLES  
EN EL ECOSISTEMA NATURAL DE LA  
ENTRADA SUR DE LA CIUDAD**

## E02.5

### Un río accesible y seguro

La orografía propia del río Huerva, con fuertes desniveles entre la cota de ciudad y el cauce, sumado a la presión urbanística de los tramos urbanos, con la creación de muros verticales, y la degradación urbana de sus zonas verdes, con escombros, zonas poco accesibles, espacios degradados bajo puentes, y una vegetación salvaje, han convertido al río Huerva y sus zonas verdes en los espacios verdes de la ciudad más peligrosos y degradados.

Por ello, la recuperación e integración del río y sus zonas verdes en la ciudad exige la implantación de una serie de medidas que resuelvan esta tendencia urbana, a fin de modificar la situación actual, convirtiendo el río Huerva y sus zonas verdes en espacios accesibles y seguros.

Para ello las medidas principales que se deben tomar en cualquier intervención son:

#### 01 COMUNICACIÓN FÍSICA, VISUAL Y SONORA ENTRE EL NIVEL DE LA CIUDAD Y EL RÍO.

A través de diferentes estrategias se debe garantizar una comunicación entre los niveles superiores de la ciudad y los niveles inferiores del río.

En la actualidad la presión urbanística ha creado muros verticales que permiten ampliar la superficie de zonas urbanizada superior, a costa de la construcción de muros verticales. Estas soluciones demuestran que durante décadas ha interesado más mejorar y ampliar el espacio urbano superior, y no integrar el espacio inferior, ampliando la distancia entre la ciudad y el río. Los accesos a los espacios inferiores se producen a través de escaleras puntuales. Esto ha producido una degradación absoluta de las zonas inferiores, usadas como baños públicos, residencia de indigentes (principalmente bajo puentes), espacio de drogas, y desgraciadamente lugar de violaciones y robos.

La consecuencia urbana de esta degradación es la incomunicación espacial, visual y sonora entre el espacio urbano superior y las zonas inferiores.

Por ello contemplamos las medidas que se deben tratar de aplicar siempre que sea posible:

- **Supresión de los muros verticales**, modificando la sección vertical, por taludes con pendientes lo más suaves posibles. Dado que estos muros suelen estar en zonas urbanas de carencia de espacio urbano, estas medidas se deben acometer acompañadas de la modificación del espacio urbano superior, reduciendo sus usos y su ocupación, permitiendo retranquear el límite urbano a mínimos necesarios, lo que permite modificar la sección trasversal.

- **Ampliación de la sección del valle**: la orografía actual del río en la ciudad es una orografía alterada por el urbanismo y la historia. Salvo puntos específicos, la mayoría ha sido manipulada. Por ello se debe tratar de retranquear el límite urbano de la ciudad y modificar las secciones, buscando siempre su amplitud, con laderas lo más tendidas posible que permitan introducir nuevos usos a sus taludes y crear zonas verdes inferiores dotadas de programas urbanos. Esto convertirá las zonas inferiores en espacio vividos, lo que evitara su degradación.

- **Continuidad del espacio público superior con el espacio público inferior**: a través de diferentes estrategias paisajísticas y urbanísticas descritas en el punto E01.1 (conexiones verticales de la "Calle Verde") como la creación de laderas verdes de pendiente máxima del 11 % de acceso peatonal a los niveles inferiores, o la creación de gradas, deben garantizar la continuidad del espacio público superior con el espacio público inferior. Se aconseja aplicar estas estrategias en puntos de cruces transversales de avenidas, donde suelen existir puentes, de forma que la accesibilidad se produce en los puntos más peligrosos. Las laderas verdes inclinadas permiten también ser usadas por los ciudadanos como espacios de encuentro social, para el descanso y tumbarse al sol. Esto le dota de uso y presencia continuada de gente.

- **Limpieza vegetal**: actualmente la vegetación del río es salvaje. Esto genera una barrera vegetal de gran porte que produce una barrera visual entre el nivel superior e inferior. Por ello se aconseja en los puntos estratégicos de acceso y comunicación crear zonas limpias de vegetación con ejemplares de árboles puntuales que permitan crear zonas verdes inferiores soleadas y visibles desde las zonas superiores.

#### 02 CREACIÓN DE ZONAS VERDES INFERIORES. NUEVOS USOS URBANOS.

Otra medida fundamental es la creación de zonas verdes amplias a cota inferior junto al río, "Plazas Verde" a cota de avenida de 500 años o cotas inferiores, junto al cauce del río, zonas verdes públicas amplias y despejadas que permiten implantar usos urbanos, como zonas de juegos infantiles, cafeterías, zonas de baño, descanso, etc., de forma que sean espacios vividos cotidianamente por los ciudadanos. La demanda de espacios verdes en las zonas urbanas consolidadas, garantiza el éxito de uso ciudadano continuado. Esta medida convierte al río Huerva en un río usado y vivido por los ciudadanos.

- **"Plazas verdes" a cota de avenida de 500 años**: Confederación Hidrográfica del Ebro exige que toda edificación este por encima de la cota de avenida de 500 años. Por ello estas zonas verdes son las aconsejadas para implantar equipamientos de cafeterías y edificaciones, al garantizar que nunca van a inundarse. Un ejemplo es la plaza propuesta para el entorno de Gran Vía

- **"Plazas Verde" a cota inferior a la avenida de 500 años**: estas plazas tienen la virtud de estar más cerca del agua del río, lo que permitirá una relación mayor entre este espacio urbano y las aguas del río. Estas plazas no pueden disponer de usos que no puedan ser inundables. No se podrán instalar cafeterías, restaurantes, o pequeñas edificaciones. Por el contrario si se pueden instalar todo tipo de mobiliario urbano, áreas de juegos infantiles, y zonas verdes de juego y descanso. Un ejemplo es el propuesto para el entorno del Puente Emperador Augusto, o Puente de los Gitanos, a cota de avenida de 2-3 años.

#### 03 CREACION DE UN BORDE DE CAUCE ACCESIBLE Y RECORRIBLE

Otra medida fundamental es la configuración de un borde de cauce que contenga la erosión continua del propio río sobre el cauce, permita el acercamiento, disfrute, y descanso de la ciudadanía junto a sus aguas, y permita ser recorrido longitudinalmente.

SE propone un borde de cauce ejecutado con gaviones (jaula metálica de simple torsión que contiene cantos rodados en su interior, y permite configurar una forma definida), que generen una topografía de gradas con

un desnivel no mayor de 40 cm. Estas gradas, que cumplen una función técnica de contención del terreno, permiten también servir como gradas o bancos para sentarse. Por ello se plantea rellenar los espacios libres entre piedras de los gaviones con tierra vegetal y plantar césped. El acabado superficial de estas gradas quiere ser parecido al borde de cauce ejecutado en el recinto Expo2008, con unas piezas de madera en el frente vertical de la grada. El hecho de tener varias gradas consecutivas permitirá mantener el uso como espacio de estar, al adaptarse a las crecidas y bajadas del río, existiendo siempre una zona de grada verde junto al agua.

La última grada debe estar por encima de la cota de avenida de 2-3 años, y tener un ancho mínimo de 2 metros. Los espacios entre las piedras de los gaviones se rellenaran y compactaran con tierra natural del cauce para configurar un andador natural continuo por todo el cauce. Este andador es el que hemos llamado como Paseo del Agua de la "Calle Verde".

Esta sección tipo se debe utilizar como sección de borde de cauce para los tramos urbanos del río Huerva y para lugares puntuales de los tramos periurbanos.

Algunos espacios ideales para implantar estas medidas son:

- **Merendero del Ojo del Canal:** este espacio, picado en Casablanca tiene el atractivo estético de las obras hidráulicas del Canal, su vertido sonoro y visual del vertido, y la ampliación del cauce como zona de baño y refresco. Crear laderas verdes de bajada en las actuales zonas de huertos agrícolas, de forma que este espacio inferior forme parte de los paseos del Canal, visual y espacialmente. Crear una "Plaza Verde" inferior junto a la cota del borde de cauce, de césped, con zonas para merendero, donde los ciudadanos puedan ir a pasar las calurosas tardes de verano.

- **Meandro del campo de Fútbol de tierra de Marianistas:** crear una ladera verdes de bajada y una "Plaza Verde inferior" a modo de gran Salón de Actos del os colegios de la zona, con una carpa de protección para el sol, y zonas para realizar actividades culturales y sociales. Crear un borde de cauce accesible, en continuidad con la ladera verde.

- **El entorno de los Viveros Sopeses:** un espacio horizontal junto al río Huerva, con la potencialidad de convertirse en una zona de juegos infantiles, de recreo y descanso.

- **Entorno del Puente de los Gitanos:** este espacio hoy degradado y separado de la ciudad por muros verticales, y una plaza dura en la margen derecha muy poco utilizada es un espacio ideal para crear espacios de bajada suave, ladera verde en la margen izquierda y la modificación de la actual plaza como un espacio de gradas que permita comunicar el espacio superior con el inferior, y crear una plaza verde inferior junto al río Huerva, con zonas de juegos infantiles, y espacio verdes de descanso.

- **Entorno de Gran Vía previo al soterramiento:** este espacio urbano actualmente esta separado de la ciudad por muros verticales y un fuerte desnivel. Se propone crear unas laderas verdes de bajada, la creación de una "Plaza Verde" inferior a cota de avenida de 500 años, con cafetería y comunicada con la calle Zumalacarrégi, y calle Cervantes. Un espacio de gradas verdes permite sentarse a conversar, descansar o leer junto a las aguas del río, solo o acompañado, bajo la sombra de los árboles del río, y separados del ruido de la ciudad. Que pocos lugares tiene la ciudad como este i!.

- **Zonas verdes del centro de Mayores Lain Entralgo:** la transformación de este espacio como zona verde publica permite habilitar laderas verdes de bajada desde la Plaza San Miguel, con la "Plaza Verde" inferior existente, con una vegetación exuberante, y habilitar un borde de cauce con gradas verdes que permita sentarse en la margen derecha del río, a leer, conversar y descansar.

- **Entorno del Puente Jorge Coci:** este espacio tiene la fuerte presencia de la calle Aznar Molina, que ha construido un muro vertical de hormigón para urbanizarse. Este punto es un lugar estratégico de comunicación y vertebración de las zonas verdes anteriores y posteriores. Desde la propuesta de unificar todas las zonas verdes en una, este punto cumple una función importante para unirlos y resolver la degradación actual. La modificación del Camino de las Torres, bien soterrado o bien modificando su trazado de forma que libere zonas verdes junto al río, permitirá plantear este espacio con una dimensión mayor a la actual. Hoy tiene grandes desniveles derivados de las vías urbanas que lo definen.

- **Entorno de la Desembocadura:** junto al río Ebro, en la margen izquierda del mismo, en el punto de la desembocadura es interesante crear unas laderas verdes de bajada al cauce y modificar el borde actual de escollera que no permite acercarse al agua. El nivel del agua debe ser tenido en cuenta tanto el del río Huerva como el del Ebro, por sus crecidas y por la cota del Azud. No obstante este problema se debe resolver con gradas verdes que absorban las variaciones de cota de caudal y permitan el acercamiento de la ciudadanía al río Huerva en su momento final. Hoy este entorno es muy frecuentado por pescadores. Un borde de cauce humanizado potenciara su acercamiento y uso, evitando su degradación.

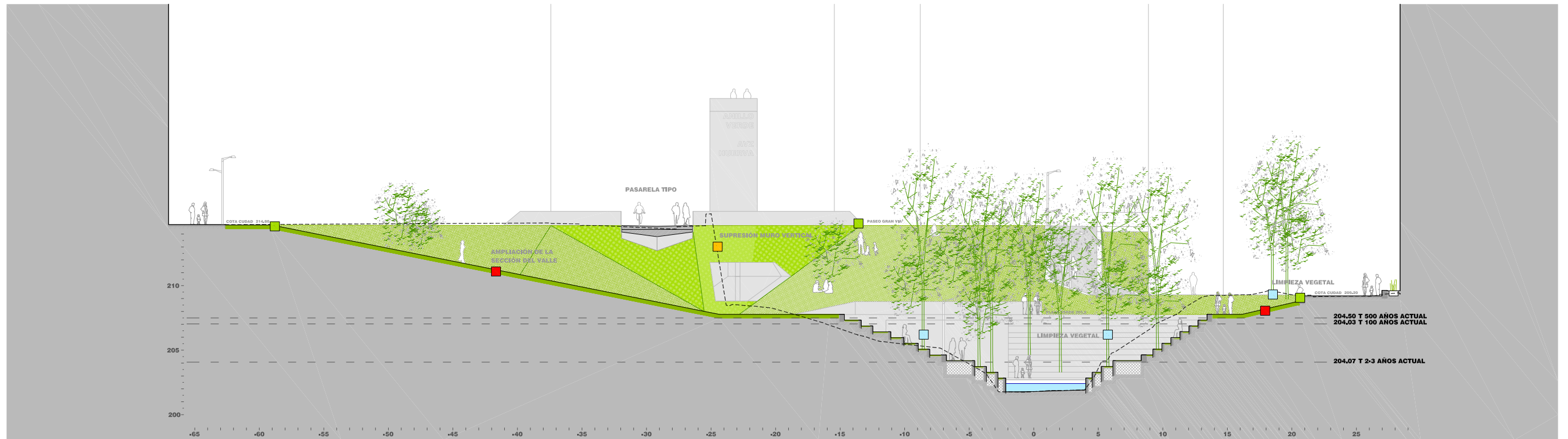


Imagen del entorno del puente Emperador Augusto, o puente de los Gitanos, y el muro de contención vertical del comienzo de la calle Alférez Provisional. La discontinuidad física, visual y sonora entre la cota superior de ciudad y la cota inferior del río produce la degradación de las zonas verdes del río.

## E02.5 UN RÍO ACCESIBLE Y SEGURO

### 01 COMUNICACIÓN FÍSICA, VISUAL Y SONORA ENTRE EL NIVEL DE LA CIUDAD Y EL RÍO

- SUPRESIÓN DE LOS MUROS VERTICALES
- AMPLIACIÓN DE LA SECCIÓN DEL VALLE
- CONTINUIDAD DEL ESPACIO PÚBLICO SUPERIOR CON EL ESPACIO PÚBLICO INFERIOR
- LIMPIEZA VEGETAL

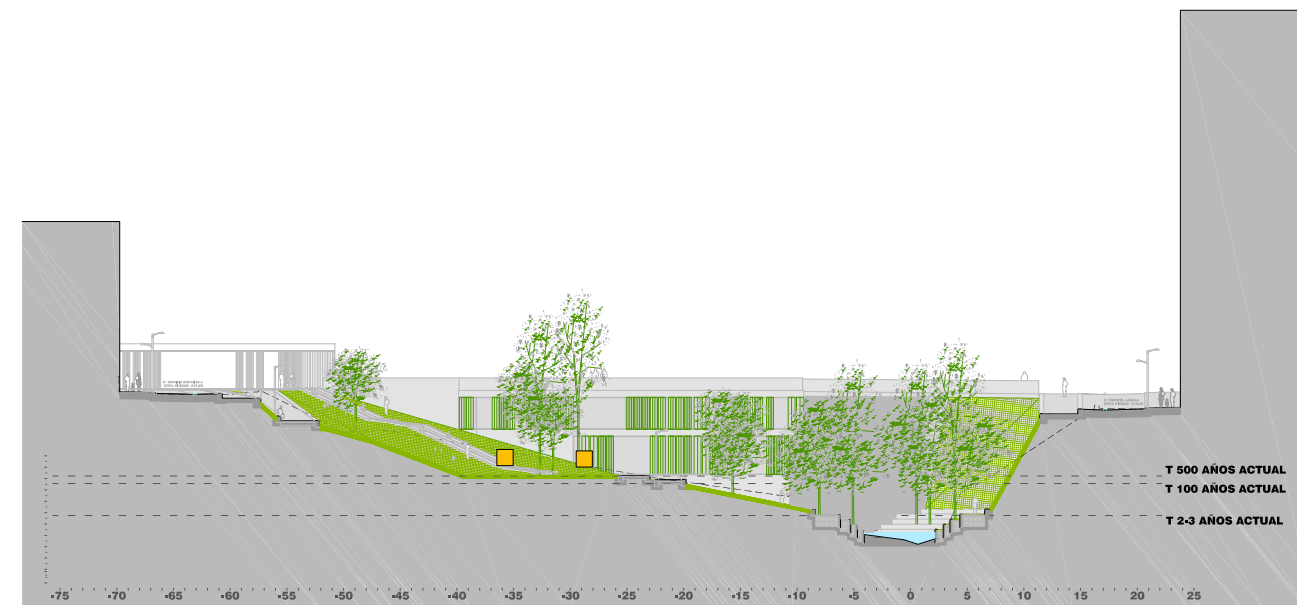


SECCIÓN TRANSVERSAL 1 ZONA SOTERRAMIENTO GRAN VÍA

ESCALA 1/300

### 02 CREACIÓN DE ZONAS VERDES INFERIORES. NUEVOS USOS URBANOS

- "PLAZAS VERDES" A COTA AVENIDA DE 500 AÑOS
- "PLAZAS VERDES" A COTA INFERIOR A LA AVENIDA DE 500 AÑOS



"PLAZA VERDE" A COTA DE AVENIDA DE 500 AÑOS  
SECCIÓN TRANSVERSAL 3 ZONA VIVEROS SOPESENS

ESCALA 1/600



"PLAZA VERDE" INFERIOR A COTA DE AVENIDA DE 500 AÑOS  
SECCIÓN TRANSVERSAL 2 ZONA PUENTE EMPERADOR AGUSTO

ESCALA 1/600

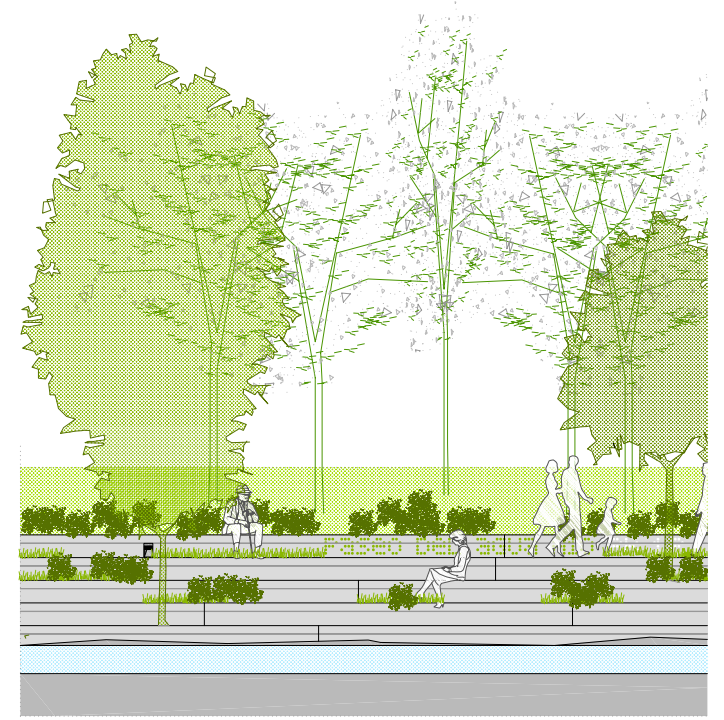
**03 CREACIÓN DE UN BORDE DE CAUCE ACCESIBLE Y RECORRIBLE**



EJEMPLO EXPO ZARAGOZA 2008

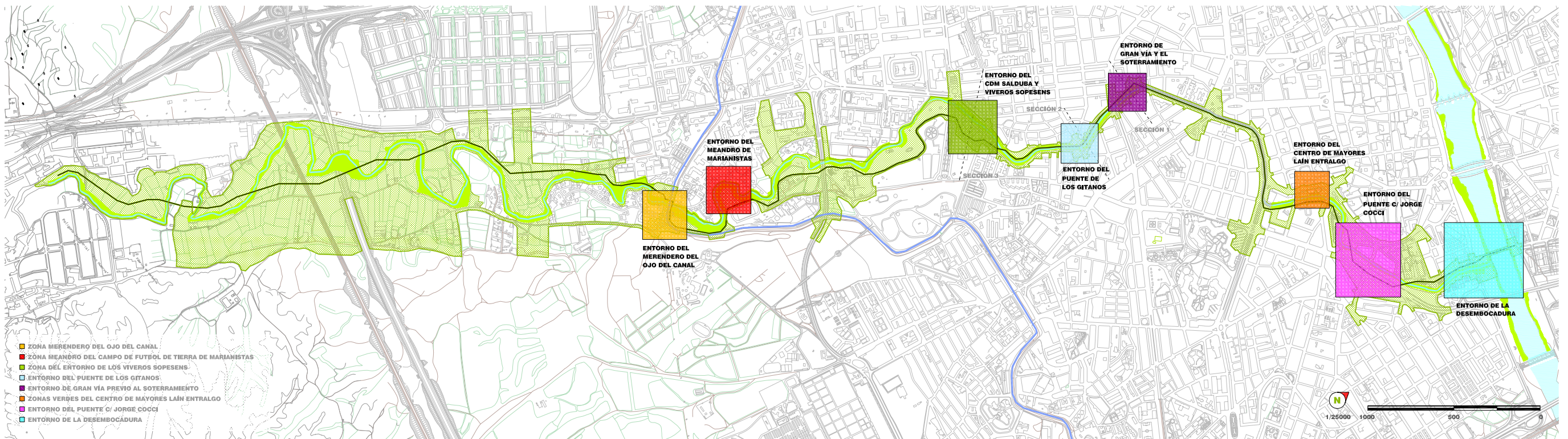


SECCIÓN TRANSVERSAL GRADAS Y PASEO DEL AGUA



ALZADO TIPO PASEO DEL AGUA

ESCALA 1/150



ESPACIOS IDEALES DE IMPLANTACIÓN



## E02.6

### Un proyecto sostenible y CeroCO2

La recuperación e integración del río Huerva en la ciudad supone una oportunidad para implantar una serie de medidas que hagan de la ciudad de Zaragoza una ciudad responsable en materia de medio ambiente.

Por ello el Plan Director define una serie de medidas estructurantes en materia de sostenibilidad que permitan reducir el consumo eléctrico de la iluminación urbana, permita introducir en la ciudad nuevas tecnologías de producción de energía limpia dentro del espacio urbano, así como sistemas de transporte eléctrico privado no contaminantes, y suponga un espacio para la absorción de emisiones de gases contaminantes derivadas de la movilidad y la actividad urbana.

#### PANORAMA ENERGETICO ACTUAL

Existen tres grandes tendencias globales que han provocado una serie de retos urgentes para las ciudades:

- Cambio climático, emisiones de CO<sub>2</sub> y efectos invernadero.
- Cambio del modelo de urbanización, centrado en las ciudades.
- Cambio demográfico, aumento de la población mundial.

La creciente escasez de recursos naturales exige la reducción del consumo energético. En 2050, la población mundial rondará los 9.200 millones de personas, agrupándose la práctica totalidad de la población en los grandes núcleos urbanos.

Las ciudades son las responsables del 75% de la demanda global de energía y generan el 80% de todas las emisiones de gases de efectos invernadero. Por ello, cada vez más es necesario un cambio de modelo energético. Los distintos servicios técnicos municipales, en un ejercicio de responsabilidad deben de reflexionar y progresivamente cambiar hacia una alimentación con energía sostenible de las infraestructuras de servicios.

Utilizar energía sostenible significa encontrar un equilibrio entre un suministro seguro, su asequibilidad y un impacto ambiental mínimo. Las tecnologías necesarias ya se encuentran disponibles.

Tanto la cantidad de usos (por ejemplo coche eléctrico) como nuestro consumo eléctrico va a seguir creciendo. Para satisfacer esta creciente demanda de energía, será esencial contar con una infraestructura de red eléctrica inteligente y flexible. La alimentación fluctuante recibida de las fuentes de energía renovables está cambiando por completo la topología tradicional de las redes eléctricas y, por tanto, cambia también la forma de gestionar esas redes.

En el futuro, el consumo irá después de la generación de energía y no al revés. Ejemplos de ellos son los automóviles eléctricos y los acumuladores de calor nocturnos que pueden cargarse de noche, alimentándose en las horas valle más económicas.

Las ciudades tendrán que sacar provecho de todas las posibilidades técnicas para aumentar su eficiencia energética y evitar las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes a la atmósfera. El objetivo de un sistema integrado de energía es lograr la unión de estos dos factores.

Para cumplir estos objetivos, en el presente documento se expondrá una estrategia unitaria, que a modo resumen a continuación se expone:

- Aplicación de criterios y tecnología sostenible a las instalaciones eléctricas nuevas y en parte de las existentes en el entorno, con el fin de reducir la factura eléctrica municipal y de emisión de CO<sub>2</sub>. Como medidas concretas se proponen unos criterios de diseño de las redes de alumbrado público y la inclusión de reductores reguladores de flujo en los cuadros de mando existentes.
- Instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos en las Plazas de Intercambio de Movilidad. Por ello debido a la revolución que va a ser este nuevo tipo de vehículos, el presente Plan Director realizar un análisis minucioso de este tipo de tecnología desde el punto de vista global y tecnológico.
- Implantación de nuevas instalaciones de generación de energía eléctrica limpia, de gestión o concesión municipal.
- Compensación drástica de las emisiones de gases nocivos a la atmósfera, durante la construcción y explotación del conjunto del ámbito del río Huerva. Para ello se plantarán como mínimo el número de árboles necesarios para compensar las emisiones de CO<sub>2</sub> y se instalará un pavimento peatonal novedoso absorbente de los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>.

De acuerdo a lo expuesto, los apartados que a continuación se incluyen se estructuran de la siguiente manera:

#### 01 COMPENSACIÓN GLOBAL DE EMOSIONES

- Plantaciones compensatorias de CO<sub>2</sub>
- Pavimento descontaminante

#### 02 ALUMBRADO PUBLICO EFICIENTE

#### 03 NUEVAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN DE ENERGIA ELECTRICA

- Paneles fotovoltaicos integrados en el espacio urbano. Productores de energía.
- Una minicentral eléctrica junto a la Almenara de Nuestra Señora del Pilar

#### 04 INTRODUCCION DEL COCHE ELECTRICO

- La introducción del coche eléctrico. Visión general y medida concretas.

**TOLERANCIA CERO**  
**CIUDAD AUTOSUFICIENTE**  
**PULMON VERDE**  
**CO<sub>2</sub> COMPENSACIÓN DE EMISIO**  
**ECNOLOGÍA SOSTENIBL**

**PIV**

**PA**

**ECNOLOGÍA SOSTENIBL**



**CERON**  
**CERO**  
**CO**



### 01 COMPENSACIÓN GLOBAL DE EMISIONES

La gran extensión de zonas verdes con que cuenta el río Huerva en la ciudad, ámbito del Plan Director , permite plantear la estrategia de compensación de las emisiones de gases contaminantes producidas por la zona centro-sur de la ciudad.

Se plantean dos estrategias principales, las plantaciones del número de árboles necesarios para absorber las emisiones de gases contaminantes, principalmente CO2, y la implantación de pavimentos descontaminantes.

\*Numero de árboles necesarios y tipos

- Pavimentos descontaminantes

Para ello hay que conocer las toneladas de emisiones de CO2 emitidas a la atmosfera, y definir el número de árboles necesarios capaces de absorberlas, en base a cada especie y su capacidad de absorción.

Con carácter general, los contaminantes presentes en la atmósfera proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas: las naturales y las antropogénicas. En el primer caso la presencia de contaminantes se debe a causas naturales, mientras que en el segundo tiene su origen en el comportamiento humano.

Según el Inventario de Emisiones elaborado en 2005 por el Ayuntamiento de Zaragoza, los niveles de emisión de los principales gases de efecto invernadero en la ciudad de Zaragoza son los que se relacionan en la siguiente tabla:

| EMISIONES (t/año)                                | CO2          | CH4       | N2O    | HFC s | PFC's | SF6  | CO       | Partículas | SO2      | NOX      | COV       | COVNM     | HAP's | NH3    | Compuestos halogenados | Metales pesados | SH2  | Cl2   |  |
|--|--------------|-----------|--------|-------|-------|------|----------|------------|----------|----------|-----------|-----------|-------|--------|------------------------|-----------------|------|-------|--|
| EMISIONES DIRECTAS: TOTALES EMITIDOS             | 1.754.290,51 | 17.598,47 | 156,64 | 21,73 | 0,16  | 0,23 | 9.853,17 | 3.367,66   | 1.344,67 | 7.557,39 | 30.739,88 | 13.141,41 | 1,73  | 207,67 | 17,59                  | 9,28            | 6,10 | 17,24 |  |
| SECTOR RESIDENCIAL, INSTITUCIONAL Y DE SERVICIOS | 463.946,78   | 1,40      | 60,46  | 0     | 0     | 0    | 116,98   | 2.445,99   | 630,86   | 559,21   | 258,82    | 257,42    | 0     | 0      | 0                      | 0               | 0    | 0     |  |
| SECTOR INDUSTRIAL                                | 671.755,44   | 37,89     | 21,41  | 0     | 0     | 0    | 1.581,20 | 784,39     | 494,4    | 4.507,07 | 3.083,07  | 3.045,18  | 0     | 0,02   | 0,14                   | 8,14            | 6,10 | 0     |  |
| DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES             | 0            | 0         | 0      | 0     | 0     | 0    | 0        | 0          | 0        | 0        | 581,64    | 581,64    | 0     | 0      | 0                      | 0               | 0    | 0     |  |
| USO DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS             | 0            | 0         | 0      | 21,73 | 0,16  | 0,23 | 0        | 0          | 0        | 0        | 8.246,00  | 8.246,00  | 0     | 0      | 0                      | 0               | 0    | 0     |  |
| MOVILIDAD  | 526.133,29   | 74,48     | 51,12  | 0     | 0     | 0    | 7.903,37 | 129,62     | 22,84    | 2.489,01 | 1.044,12  | 969,64    | 1,73  | 39,97  | 0                      | 1,13            | 0    | 0     |  |
| TRATAMIENTO DE RESIDUOS                          | 92.455,00    | 17.381,20 | 23,64  | 0     | 0     | 0    | 251,62   | 7,66       | 196,56   | 1,59     | 17.383,40 | 2,2       | 0     | 0      | 17,45                  | 0,01            | 0    | 0     |  |
| SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO                       | 0            | 103,50    | 0      | 0     | 0     | 0    | 0        | 0          | 0        | 0,5      | 142,83    | 39,33     | 0     | 167,68 | 0                      | 0               | 0    | 0     |  |
| FUENTES DE EMISIÓN NATURALES                     | 0            | 0         | 0      | 0     | 0     | 0    | 0        | 0          | 0        | 0        | 0         | 0         | 0     | 0      | 0                      | 0               | 0    | 0     |  |
| CAPTACIÓN DIRECTA DE CO2: SUMIDROS               | -301.808,00  | 0         | 0      | 0     | 0     | 0    | 0        | 0          | 0        | 0        | 0         | 0         | 0     |        |                        |                 |      |       |  |
| EMISIONES INDIRECTAS POR CONSUMO ELÉCTRICO       | 407.674,88   | 2,44      | 39,01  | 0     | 0     | 0    | 70,34    | 2610,10    | 90,52    | 599,97   | 1731,41   | 1728,97   | 0     | 0      | 0                      | 0               | 0    | 0     |  |
| BALANCE GLOBAL: TOTALES NETOS                    | 1.860.157,38 | 17.600,91 | 195,64 | 21,73 | 0,16  | 0,23 | 9.923,51 | 5.977,76   | 1.435,19 | 8.157,06 | 32.471,28 | 14.870,38 | 1,73  | 207,67 | 17,59                  | 9,28            | 6,10 | 17,24 |  |

Las emisiones primarias originadas por los focos naturales provienen fundamentalmente de los volcanes (fenómeno de actualidad con la erupción del volcán islandés Eyjafjalla, incendios forestales y descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los océanos. Por su parte, los principales focos antropogénicos de emisiones primarias los podemos clasificar en:

- Focos fijos: polígonos industriales e instalaciones de calefacción domésticas
- Focos móviles: automóviles, aeronaves y barcos.

Atendiendo a la distribución espacial de la emisión de contaminantes, podemos clasificar los focos en: puntuales, tales como las chimeneas industriales aisladas; lineales, por ejemplo, las calles de una ciudad, las carreteras y autopistas; y planos, las aglomeraciones industriales y las áreas urbanas son los ejemplos más representativos.

Los focos de emisión antropogénicos están concentrados, por lo general, en áreas urbanas e industriales como es nuestro caso. Este conjunto de circunstancias hacen que la contribución de las emisiones antropogénicas al problema de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de Zaragoza sea predominante.

#### **Contaminantes emitidos por los vehículos automóviles**

En las últimas décadas, el automóvil ha aparecido de forma masiva en la ciudad, contribuyendo a incrementar los problemas de contaminación atmosférica como consecuencia de los gases contaminantes que se emiten por los tubos de escape. Los principales contaminantes lanzados por los automóviles son: monóxido de carbono (CO, el 80% del total emitido en Zaragoza), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>, el 30% del total), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>, 33% del total emitido en la ciudad), hidrocarburos no quemados (HC), y compuestos de plomo.

No todos los vehículos lanzan los distintos tipos de contaminantes en las mismas proporciones; éstas dependerán del tipo de motor que se utilice.

- Los vehículos que emplean gasolina como carburante emiten principalmente monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y compuestos de plomo. La emisión de este último tipo de contaminante se debe a la presencia en algunos tipos de gasolina de tetraetilo de plomo, aditivo que se añade para aumentar su índice de octano.
- Los principales contaminantes emitidos por los vehículos que utilizan motores de ciclo diésel (camiones y autobuses, por ejemplo) son partículas sólidas en forma de hollín que da lugar a los humos negros, hidrocarburos no quemados, óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso procedente del azufre contenido en el combustible.

Como focos de emisión contrastados debido al tráfico viario, en Zaragoza tenemos los dos grandes cinturones

de circunvalación, la carretera de Madrid, la carretera de Logroño, la carretera de Valencia y las grandes avenidas metropolitanas.

#### **Sector residencial, calefacciones domésticas**

Las instalaciones de calefacción domésticas son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica. Este tipo de foco contribuye muy considerablemente a las emisiones totales a la atmósfera en el área urbana (el 26% del CO<sub>2</sub> emitido). Los principales contaminantes producidos dependen del tipo de combustible empleado.

En el caso del carbón los principales contaminantes producidos son: anhídrido sulfuroso, cenizas volantes, hollines, metales pesados y óxidos de nitrógeno. Cuando el combustible empleado es líquido (gasóleo o gasoil), los principales contaminantes emitidos son: SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CO e hidrocarburos volátiles no quemados.

El gas natural es el combustible más limpio de los actualmente disponibles para calefacción, siendo su producción de contaminantes despreciable respecto a los otros combustibles.

Respecto al consumo eléctrico, en la ciudad de Zaragoza se dan unas emisiones de CO<sub>2</sub> indirectas de 400000 tn/año, un 23% del total.

#### **Contaminantes emitidos por la industria, calderas industriales de generación de calor**

Entre las distintas fuentes de contaminación atmosférica de origen industrial, la combustión de combustibles fósiles para la generación de calor y electricidad ocupa un lugar preponderante, tanto por la cantidad como por los tipos de contaminantes emitidos. Especial atención merecen las centrales térmicas de producción de electricidad, aunque no es el caso del área metropolitana de Zaragoza.

Los combustibles utilizados por este tipo de instalaciones son el carbón y el fuel-oil. La producción de contaminantes depende en gran medida de la calidad del combustible, en especial de las proporciones de azufre y cenizas contenidas en el mismo y del tipo de proceso de combustión empleado.

Durante el proceso de combustión se libera a la atmósfera el azufre contenido en el combustible en forma de anhídrido sulfuroso. Junto con otros contaminantes como óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, metales pesados y una gran variedad de sustancias. Cuando se utiliza como combustible el carbón, se emiten abundantes partículas finas que pueden ser trasladadas a grandes distancias.

La contaminación cuyo origen tiene procesos industriales se caracteriza por la gran cantidad de contaminantes producidos en las distintas fases de los procesos industriales y por la variedad de los mismos. Por otra parte, en los focos de emisión industriales se suelen combinar las emisiones puntuales, fácilmente controlables, con emisiones difusas de difícil control.

Los tipos de contaminantes producidos por los focos industriales dependen fundamentalmente del tipo de proceso de producción empleado, de la tecnología utilizada y de las materias primas usadas. Las actividades industriales que producen contaminantes atmosféricos son muy variadas, pero los principales focos están en los procesos productivos utilizados en las industrias básicas.

En Zaragoza, los principales polígonos industriales se sitúan en:

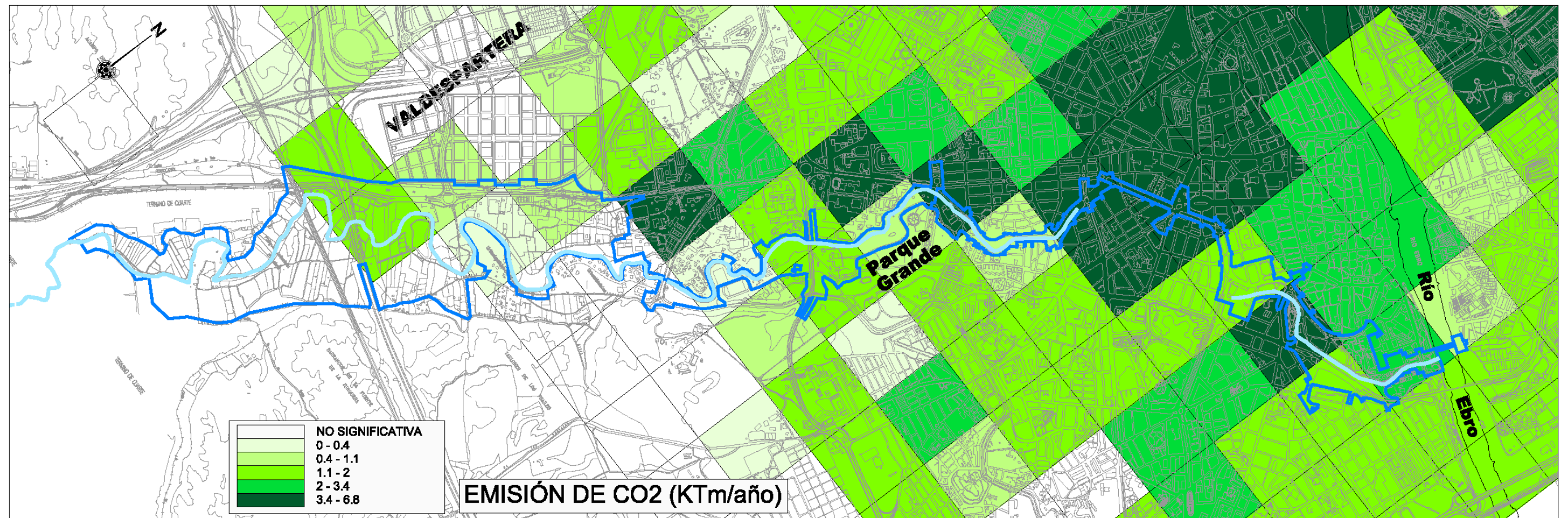
- Eje Castellón-Zaragoza: Empresarium, Parque Tecnológico del Reciclado, Insider, etc.
- Eje Barcelona-Zaragoza: Alcalde Caballero, Cogullada, El Pilar, Mercazaragoza, Malpica.
- Eje Huesca-Zaragoza: Ciudad del Transporte.
- Eje Logroño-Zaragoza: el Olivar, el Portazgo.
- Eje Madrid-Zaragoza: Plaza.
- Eje Teruel-Zaragoza: Argualas y polígonos de Cuarte.

#### DISTRIBUCIÓN DE LOS GASES CONTAMINANTES EN EL ÁMBITO DEL RÍO HUERVA

En los diagramas que a continuación se muestran se grafían las concentraciones emitidas de cada contaminante de manera global, dividiendo el ámbito en cuadrículas de 500 x 500 metros. De este modo se puede visualizar de una manera muy gráfica la contribución del tráfico y el entorno urbano a las emisiones de gases contaminantes.

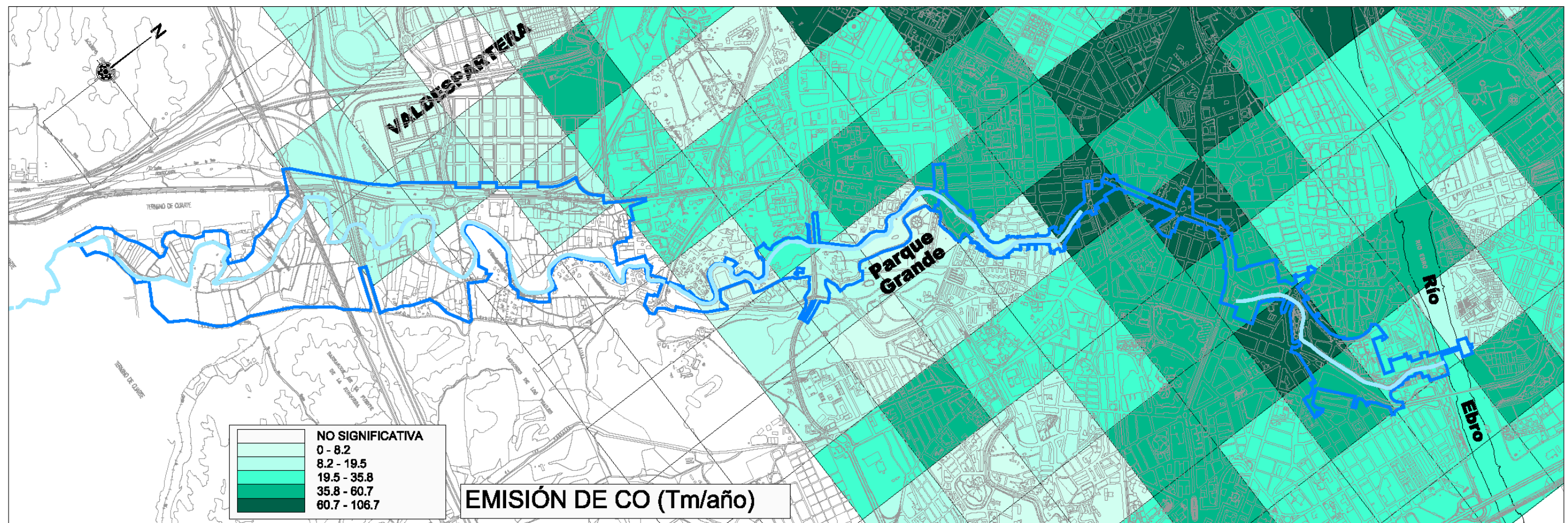
## CO<sub>2</sub>

El óxido de carbono, junto al vapor de agua y otros gases, es uno de los gases de efecto invernadero (G.E.I.) que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura habitable. Por otro lado, un exceso de óxido de carbono se supone que acentuaría el fenómeno conocido como efecto invernadero (incremento de 0,6 °C en los últimos 100 años), reduciendo la emisión de calor al espacio y provocando un mayor calentamiento del planeta; sin embargo, se sabe también que un aumento de la temperatura del mar por otras causas (como la intensificación de la radiación solar) provoca una mayor emisión del óxido de carbono que permanece disuelto en los océanos (en cantidades colosales), de tal forma que la variación del contenido del gas en el aire podría ser causa o consecuencia de los cambios de temperatura y no al contrario, cuestión que no ha sido dilucidada por la ciencia.



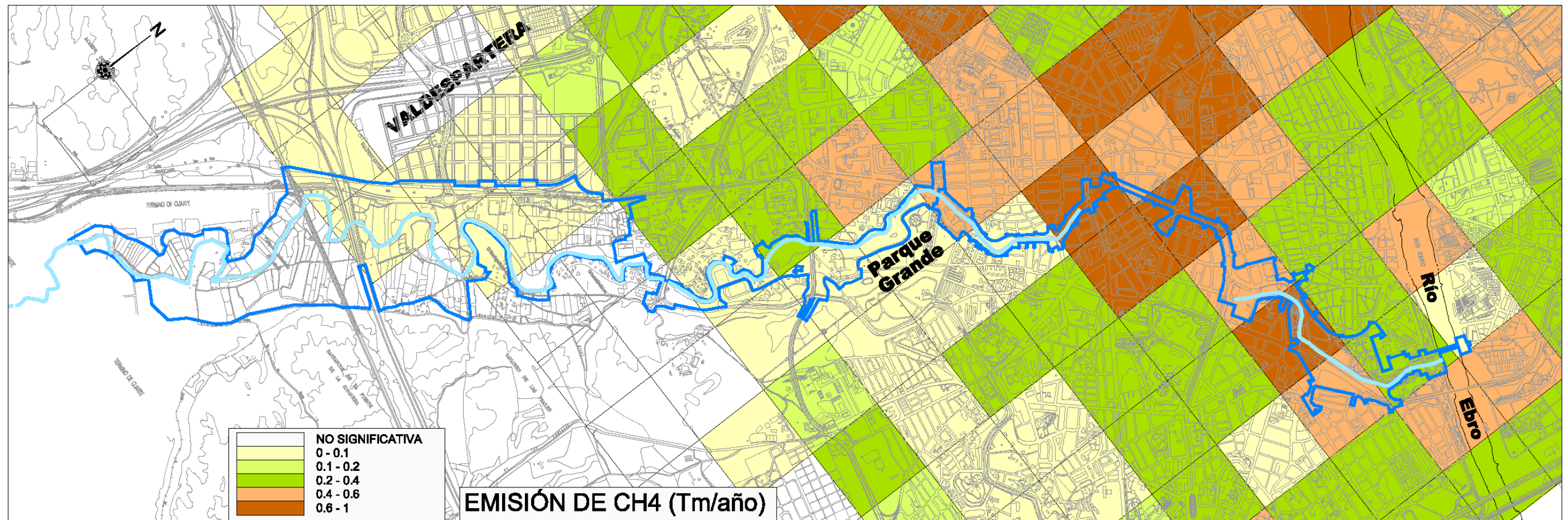
## CO

Es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada. Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que están cerca de ser peligrosas para la salud de las personas.



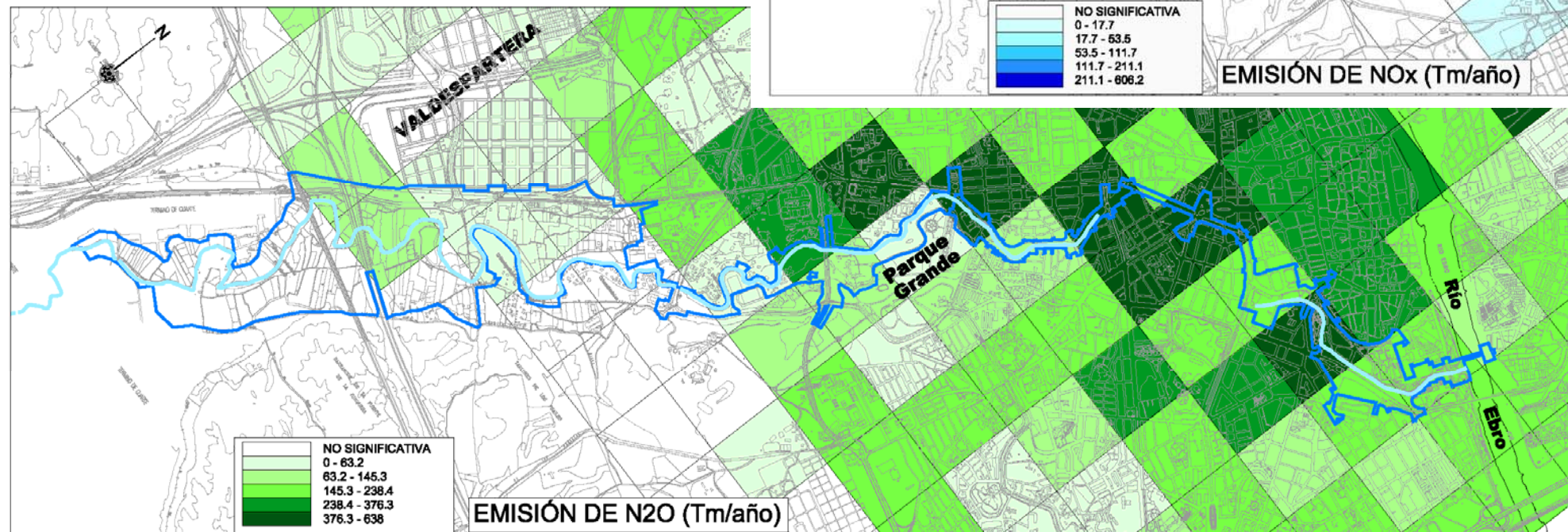
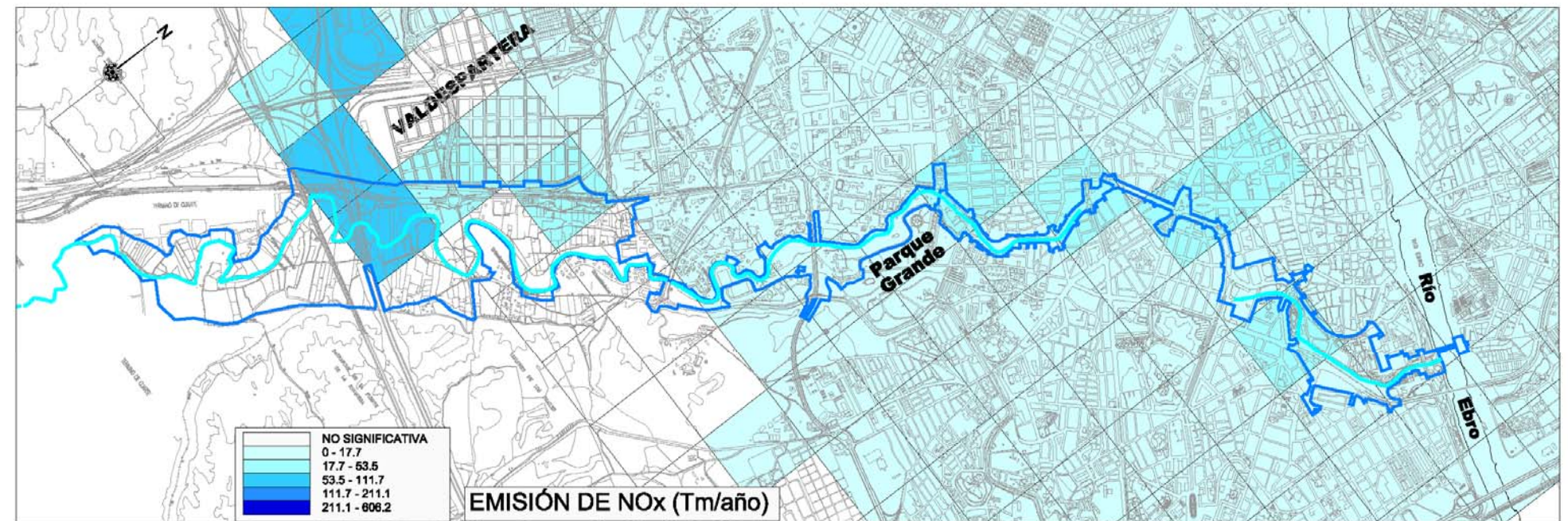
## CH4

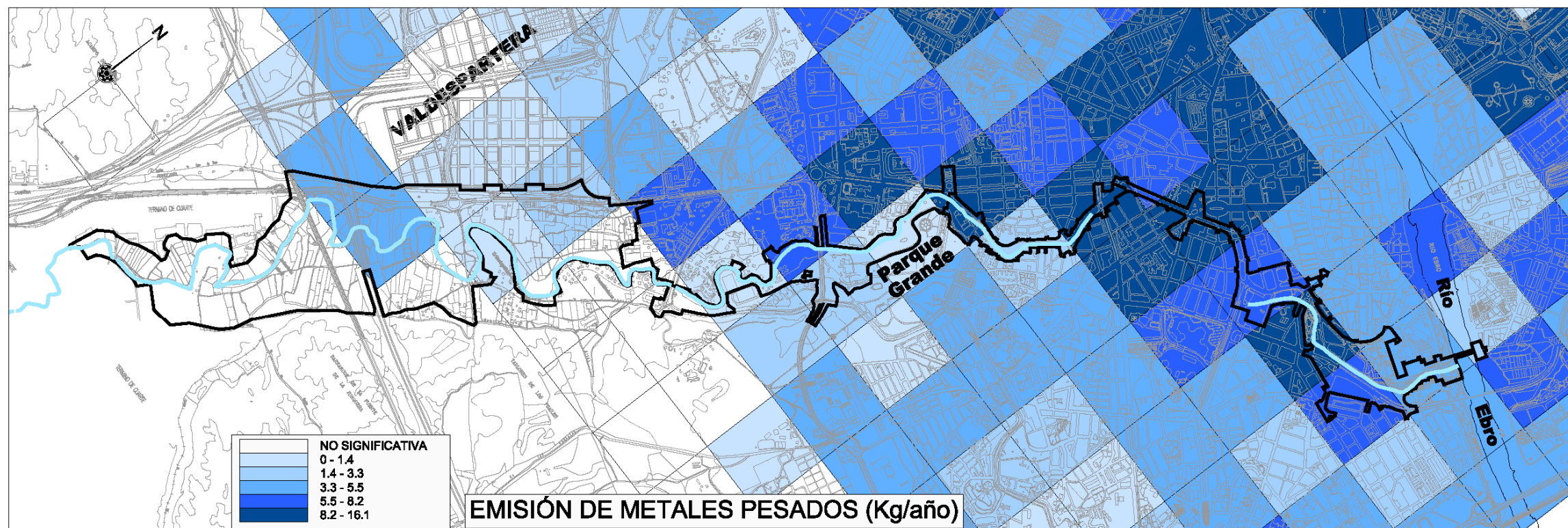
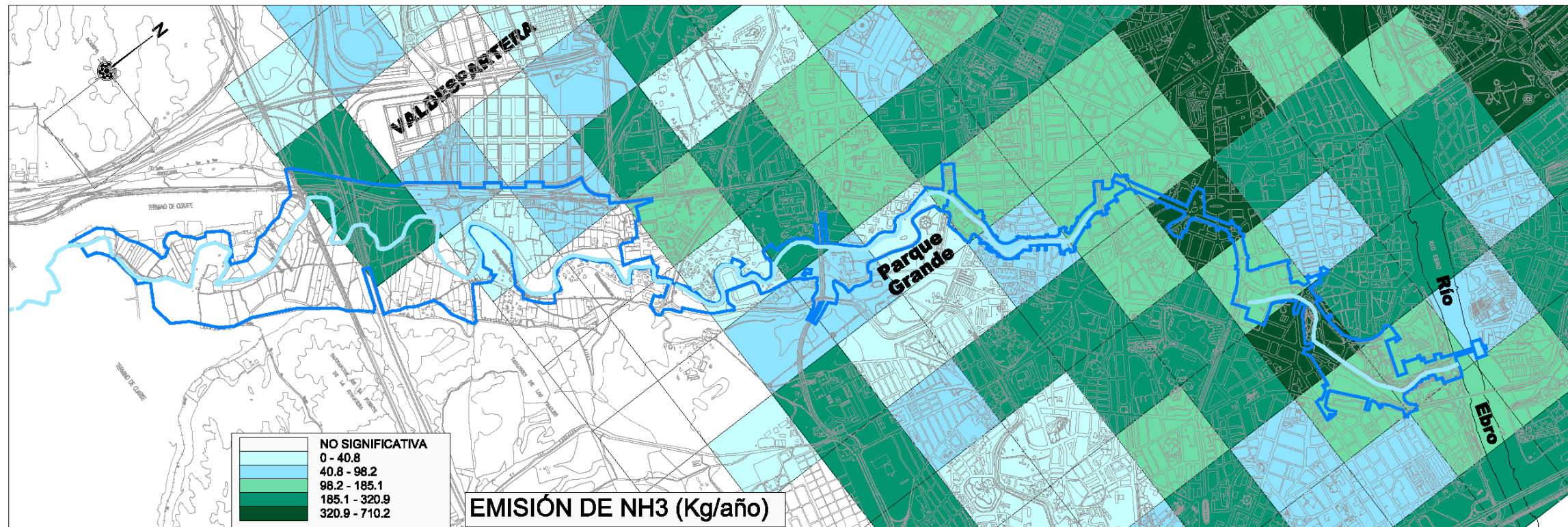
El metano, es un gas que se forma cuando la materia orgánica se descompone en condiciones en que hay escasez de oxígeno; esto es lo que ocurre en las ciénagas, en los pantanos y en los arrozales de los países húmedos tropicales. También se produce en los procesos de la digestión y defecación de los animales herbívoros. El metano es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra ya que aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera.



## NOx y N2O

El término óxidos de nitrógeno (NxOy) se aplica a varios compuestos químicos binarios gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno. El proceso de formación más habitual de estos compuestos inorgánicos es la combustión a altas temperaturas, proceso en el cual habitualmente el aire es el comburente. El monóxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno constituyen dos de los óxidos de nitrógeno más importantes toxicológicamente; ninguno de los dos es inflamable. El monóxido de nitrógeno es un gas a temperatura ambiente de olor dulce penetrante, fácilmente oxidable a dióxido de nitrógeno. Mientras que el dióxido de nitrógeno tiene un fuerte olor desagradable. El dióxido de nitrógeno es un líquido a temperatura ambiente, pero se transforma en un gas pardo-rojizo a temperaturas sobre los 21 °C. Los óxidos de nitrógeno son liberados al aire desde el escape de vehículos motorizados (sobre todo diésel y de mezcla pobre), de la combustión del carbón, petróleo o gas natural, y durante procesos tales como la soldadura por arco, galvanoplastia, grabado de metales y detonación de dinamita. También son producidos comercialmente al hacer reaccionar el ácido nítrico con metales o con celulosa. Los óxidos de nitrógeno, una vez liberados al aire por las combustiones (NOx) forman, a través de reacciones fotoquímicas, contaminantes secundarios, por ejemplo el PAN (nitrato de peroxiacetilo), formando el smog fotoquímico o niebla tipo Los Ángeles, típica de las zonas con gran concentración de vehículos a motor. Las reacciones producidas en la atmósfera por estos compuestos son muy complejas, e intervienen radicales OH, O3 NO, y otros.

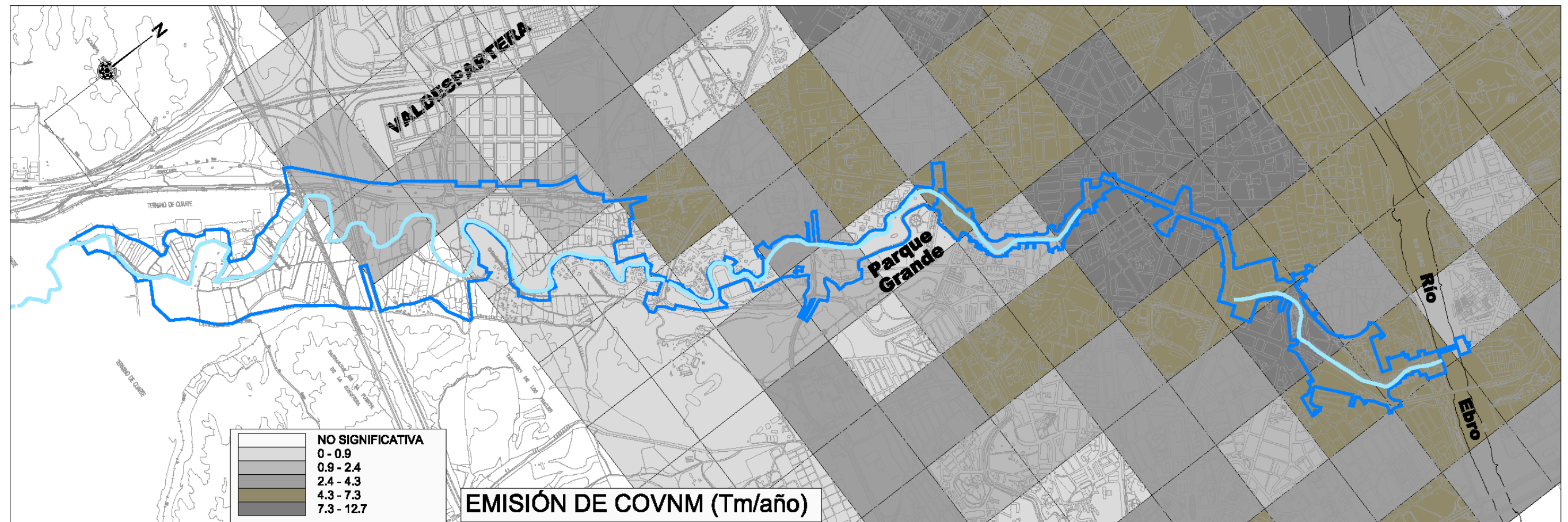






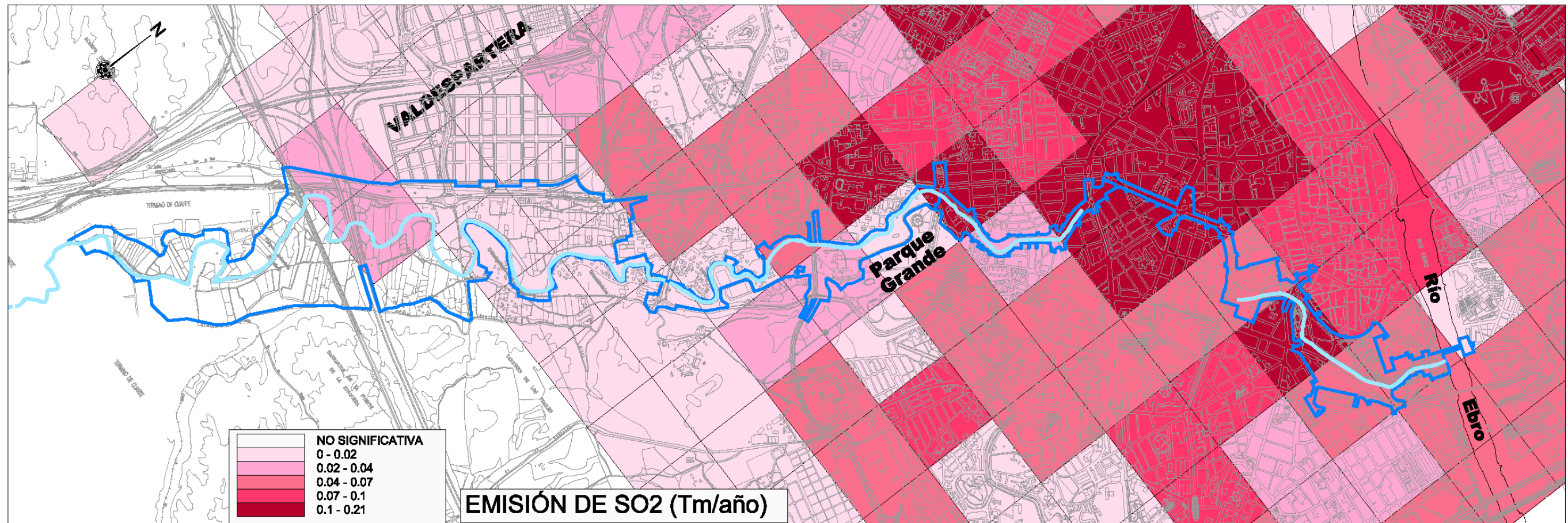
## COVNM

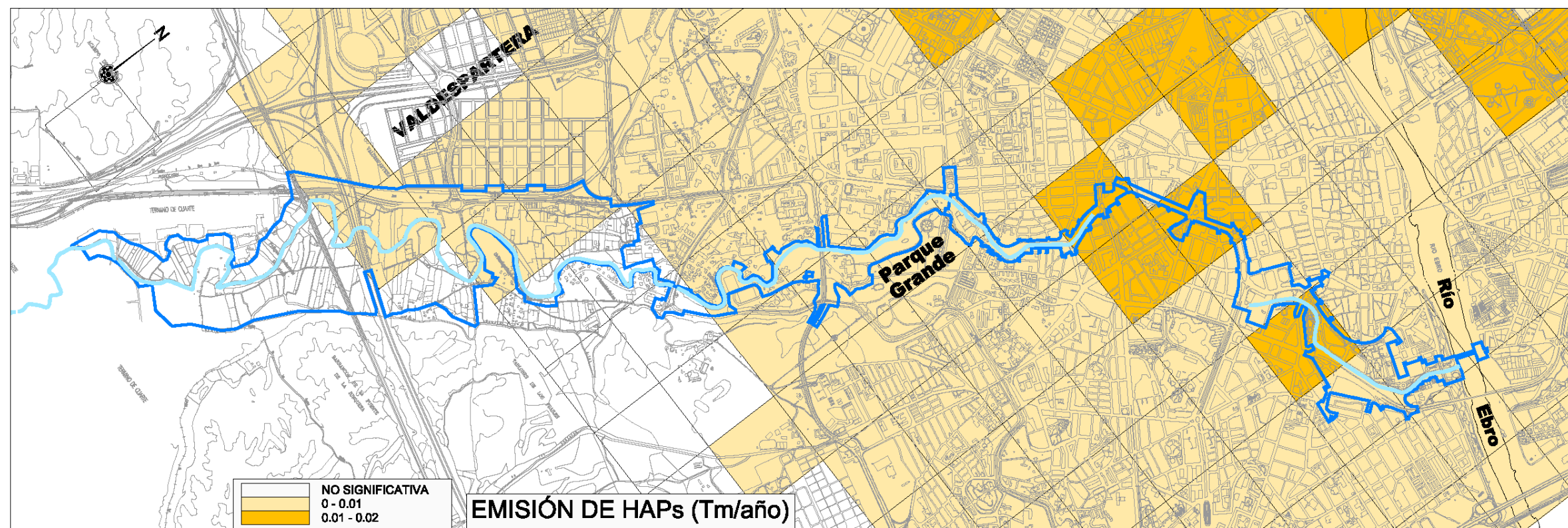
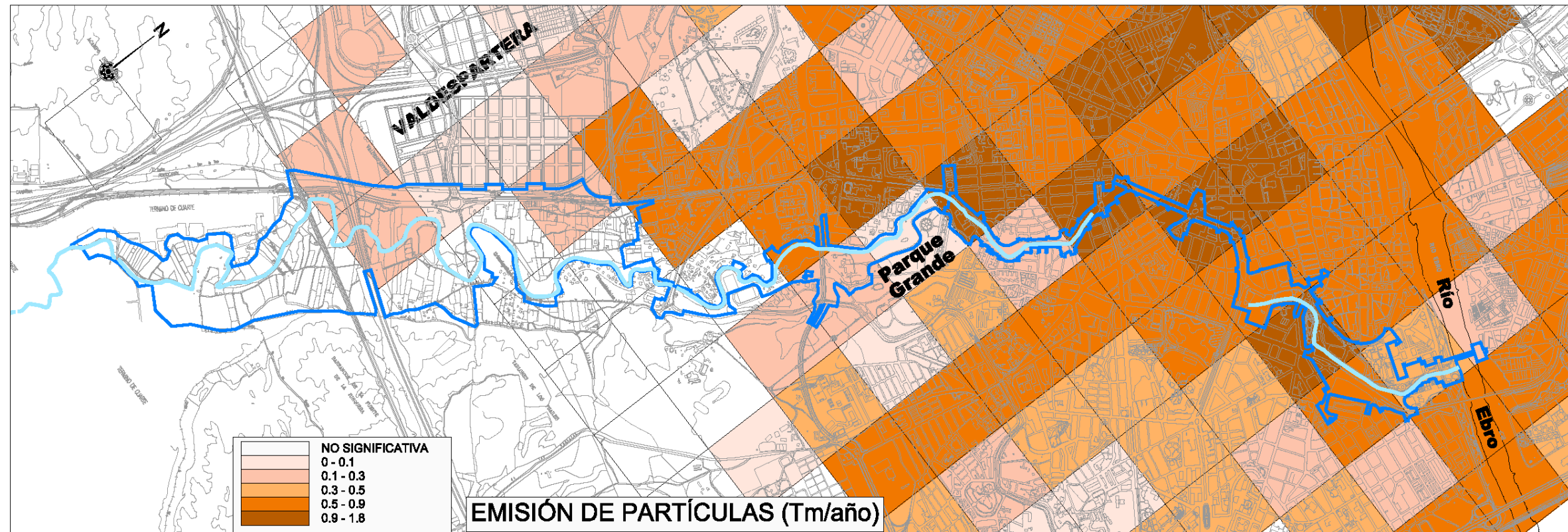
Los compuestos orgánicos son sustancias químicas que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos. Los compuestos orgánicos volátiles, a veces llamados VOC (en inglés), o COV (en español), se convierten fácilmente en vapores o gases. Junto con el carbono, contienen elementos como hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Los COV son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo. Muchos compuestos orgánicos volátiles son peligrosos contaminantes del aire. La importancia de los COVs reside en su capacidad como precursores del ozono troposférico y su papel como destructores del ozono estratosférico. Contribuyen a la formación del smog fotoquímico al reaccionar con otros contaminantes atmosféricos (como óxidos de nitrógeno) y con la luz solar. Se da principalmente en áreas urbanas, dando lugar a atmósferas ricas en ozono de un color marrón. Reduciendo la emisión de estos compuestos orgánicos volátiles y de los óxidos de nitrógeno se conseguiría evitar la formación del smog. La fuente de los COVs puede ser natural o artificial. La fuente natural más común es el metano, un gas de efecto invernadero, generado por la descomposición de la materia orgánica, por la quema de biomasa o por animales rumiantes como las vacas. Otros COVs de origen natural son los aceites esenciales constituidos por terpenos. Las fuentes artificiales de compuestos orgánicos volátiles tienen su origen principalmente en actividades industriales como la industria de pinturas, del calzado o siderúrgica, los disolventes de la industria de lavado en seco, la evaporación de disolventes orgánicos, los automóviles e incluso el humo del tabaco. Dentro del hogar podemos encontrar numerosas fuentes de COVs, como en los productos de limpieza, productos de higiene personal, cosméticos, pinturas, plásticos



## SO2

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO<sub>2</sub> resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas. La lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida. Los contaminantes que pueden formar la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, y los vientos los trasladan miles de kilómetros antes de precipitarse con el rocío, la llovizna, o lluvia, el granizo, la nieve o la niebla normales del lugar, que se vuelven ácidos al combinarse con dichos gases residuales. El SO<sub>2</sub> también ataca a los materiales de construcción que suelen estar formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas.



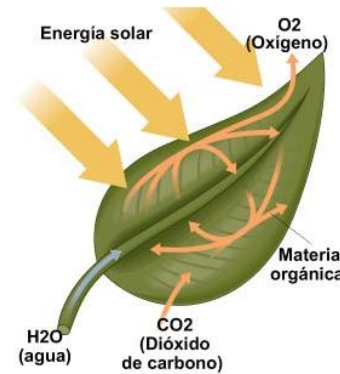


### 01.01 PLANTACIONES COMPENSATORIAS

Actualmente las emisiones de diversos gases a la atmósfera como por ejemplo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) o compuestos sulfurados (H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>) están provocando la aparición de problemáticas tan diversas como el calentamiento global, la lluvia ácida o la destrucción de la capa de ozono. Para paliar los efectos adversos que estos gases producen en el medio ambiente se están llevando a cabo diferentes iniciativas que abarcan tanto el ámbito local como el global.

Dentro de las iniciativas que se pueden aplicar en el ámbito local se encuentra la creación de sumideros naturales para disminuir las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera, en este caso en la ciudad de Zaragoza y sus alrededores. Esta actuación consistiría en la plantación de diversas especies arbóreas y arbustivas que gracias a la fotosíntesis absorberían el CO<sub>2</sub> atmosférico, almacenándose este en forma materia orgánica (biomasa-madera).

Centrándonos en el proceso de una forma más concreta se podría decir que la planta al realizar la fotosíntesis absorbe energía química en forma de luz y dióxido de carbono y agua expulsando como residuo de este proceso O<sub>2</sub> e incrementando su biomasa. La cantidad de CO<sub>2</sub> que la planta absorbe depende de diversos factores como la intensidad lumínica, la fase de desarrollo que la especie presente, la propia especie y la disponibilidad de agua entre otros.



Los árboles absorben dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en madera que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de CO<sub>2</sub> que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

El dióxido de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO<sub>2</sub> regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación).

Existen diversos estudios que han estimado la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbida por diversas especies, en el caso que nos ocupa se utilizan los datos obtenidos de la publicación Los Sumideros Naturales de CO<sub>2</sub> de M. Enrique Figueroa Clemente y Susana Redondo Gómez, los árboles y arbustos más utilizados en jardinería absorben las siguientes cantidades de CO<sub>2</sub>, todos ellos se pueden utilizar en el presente plan :

#### - ÁRBOLES

- *Pinus halepensis* (Pino carrasco): 48.870 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Pinus pinea* (Pino piñonero): 27.180 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Melia azederach* (Melia): 5.969 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Quercus ilex* (Encina): 5.040 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Gleditsia tiracantos*: 802 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Ulmus minor* (Olmo): 762 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Olea europaea* (Olivo): 570 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Populus alba* (Álamo): 498 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Platanus x hispanica* (Platanero): 478 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Cupressus sempervirens*: 385 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Laurus nobilis*: 384 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Cercis siliquastrum* (Árbol del amor): 19 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Prunus cerasifera*: (Ciruelo japonés) 17 kg. CO<sub>2</sub> / año

#### - ARBUSTOS

- *Nerium oleander* (Adelfa): 31 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Ligustrum ovalifolium* (Aligustre): 1,3 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Paspalum paspaloides* (Gramma): 1,5 kg. CO<sub>2</sub> / año
- *Viburnum tinus* (Durillo): 46 kg. CO<sub>2</sub> / año

Según el balance global de emisiones explicado anteriormente, **la ciudad de Zaragoza emite 1.860.157,30 toneladas al año de CO<sub>2</sub>**. Si se compara este dato con el gráfico en el que se muestran las emisiones de CO<sub>2</sub> en el ámbito de aplicación del Plan Director (unas 70.000 t/año aproximadamente) sólo suponen el 4% de las emisiones totales de la ciudad. No obstante, el afán de este Plan Director es compensar la mayor parte posible de las emisiones. **Para compensar las emisiones de CO<sub>2</sub> de la ciudad de Zaragoza serían necesarios plantar 38.000 unidades de Pino Carrasco, o 369.000 unidades de Encina.**

Solo la zona del Ecosistema Natural del Sur tiene una superficie aproximada de 714.360 m<sup>2</sup> (71 Ha). Su reforestación permitiría introducir entorno a **28.000 unidades** con un marco teórico de plantación de 5 x 5 metros. Con una diversidad de especies (14.000 de soto ribera, 10.000 encinas, y 4.000 pinos carrascos), pueden absorber entorno a **252.880 Tn año de CO<sub>2</sub>** (soto de ribera 7.000 Tn año CO<sub>2</sub> + encinas 50.400 Tn año CO<sub>2</sub> + pino 195.480 Tn año CO<sub>2</sub>), lo que supone absorber el **13 %** de la contaminación global.

Los Pinares de Venecia, con una superficie actual de 2.395.046 m<sup>2</sup> (240 Ha) en su mayoría de Pino Carrasco, puede tener aproximadamente unas 66.500 unidades, y absorbe un total aproximado de 1.995.871 Tn año de CO<sub>2</sub>. Esto implicaría que solo los Pinares de Venecia compensa la contaminación anual de la ciudad. ¿?

## 01.02 PAVIMENTO DESCONTAMINANTE

Como se ha comentado anteriormente, los principales contaminantes de la atmósfera son los hidrocarburos, óxidos nítricos, monóxidos de carbono y óxidos de azufre, si bien, en una de las emisiones contaminantes más perjudiciales para la salud humana está constituida por los gases nitrosos provenientes de vehículos de automoción. El óxido nítrico (NO) es un gas incoloro e inflamable de olor suave. El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) es un gas intenso de color rojo anaranjado, venenoso pero no inflamable. Estos junto con los aerosoles le dan el color café rojizo al smog o niebla generada por la contaminación. Los óxidos nítricos en altas concentraciones son sumamente tóxicos y pueden causar serios daños pulmonares.

Los mecanismos de contaminación atmosférica más frecuentes provienen de procesos industriales que implican combustiones incompletas, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, siendo éste el origen de la mayor parte de emisión de óxidos nítricos en la atmósfera.

Las técnicas de producción de pavimentos existentes hoy en día permiten que más allá de su función estética y funcional puedan contribuir de una manera importante a la absorción de determinadas partículas contaminantes. El pavimento propuesto aporta las siguientes virtudes:

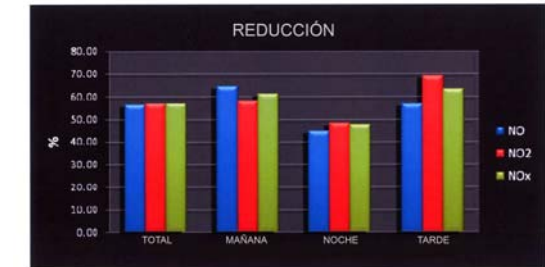
- El proceso de reciclaje realizado a la hora de su elaboración, tratando los rechazos derivados del proceso productivo, cierra el ciclo de producción ecológica de este pavimento. Se calcula que con este sistema se consigue eliminar la emisión de cientos de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.
- Las baldosas Ecogranic incorporan en su cara superficial un catalizador capaz de reaccionar en presencia de la luz con las emisiones contaminantes presentes en los núcleos urbanos y transformarlas en productos inoocuos para la salud humana y que no tienen impacto alguno en el medio ambiente, permaneciendo su efecto inalterable a lo largo de su ciclo de vida.

La efectividad de este producto viene avalada por los ensayos realizados de acuerdo a la norma ISO 22197-1:2007, los cuales indican que el pavimento es capaz de descomponer hasta un 68% de óxido nítrico bajo ciertas condiciones de radiación, humedad y oxígeno.

Con esta nueva concepción, el pavimento se convierte en un agente descontaminante activo urbano gracias a su elevada actividad fotocatalítica en presencia de luz, no presentando riesgo alguno para la salud humana y siendo medioambientalmente recomendable.

El poder de descontaminación de este pavimento no sufre variación a lo largo de su ciclo de vida, teniendo por tanto una actividad ilimitada, e incluye la eliminación de óxidos nitrosos y de contaminantes orgánicos volátiles peligrosos para la salud como son el benceno, el monóxido de carbono y el acetaldehído.

El proceso de descontaminación se produce en la cara superficial de la baldosa, cuando la absorción de la radiación de la energía de la luz inicia la reacción fotocatalítica. Las losas son capaces de absorber no sólo la radiación UV del sol, sino también la luz visible (incluso luz artificial), aprovechando por tanto el 52% de la energía solar irradiada e incrementando así el poder de descontaminación atmosférica. El pavimento incorpora en su cara superficial un potente y eficaz catalizador basado en el óxido de titanio que no se desgasta. Un catalizador es un compuesto capaz de acelerar la velocidad de una reacción química denominada fotocatalisis.



La fotocatalisis es un proceso de oxidación natural similar a la fotosíntesis de las plantas (transformación del agua y el gas carbónico en oxígeno gracias a la acción de la luz solar y de un catalizador natural llamado clorofila). Durante el proceso fotocatalítico, en presencia de agua, oxígeno y luz adquiere un poder oxidante muy elevado, poder que le permite degradar los óxidos nitrosos, los hidrocarburos y otros contaminantes volátiles, transformándolos en nitratos y sales minerales totalmente inoocuos para la salud humana y beneficiosos para los vegetales y plantas.

Además, como ya se ha comentado, en su fabricación se utiliza en torno al 20% de materias primas procedentes del reciclaje, garantizando de esta manera la persistencia de recursos naturales, ahorrando energía y contribuyendo a eliminar la contaminación derivada del tratamiento de dichas materias.

Si se ejecutasen los andadores con este tipo de pavimento, se eliminaría la contaminación que generan por más de 4.000 vehículos a lo largo de un año (o el equivalente a la generada por un vehículo que diera más de 900 vueltas al mundo) con una superficie equivalente a la de un campo de fútbol.

Se plantea la utilización de este pavimento en el eje central de la "Calle Verde", y ejes secundarios. El eje central tiene una longitud lineal de 10.504 ml. Su sección tiene un ancho de 7 metros, lo que supone una superficie total de 73.528 m<sup>2</sup> de pavimento descontaminante. Los ejes secundarios del ámbito del Plan Director, transversales al eje central, suman una longitud lineal aproximada de 26.207 ml, con un ancho de 5,5 metros, supone una superficie de 144.138 m<sup>2</sup> de pavimento descontaminante. Por tanto se puede instalar en la recuperación del río Huerva una superficie total de 217.666 m<sup>2</sup> de pavimento descontaminante, que absorberá 1600 Tn/año de NOx. En un cálculo estimado se considera:

- 1.- La suma de los gases NO y NO<sub>2</sub> es NOx, ascendiendo el peso molar de NOx a 76 gramos.
- 2.- La horquilla de contaminación de una ciudad como Zaragoza va de 0,1 ppm a 0,5 ppm.
- 3.- El área pavimentada son 217.666 m<sup>2</sup>.
- 4.- Se considera un tiempo de radiación uva de 10 horas al día.

Según todos estos datos, podemos asegurar que el pavimento es capaz de degradar, contando con una media regular de contaminación y radiación, una cantidad de 4,4 tn/día de NOx o 1600 tn/año.

Para que te hagas una idea, las emisiones en 2005 de NOx fueron de 7560 tn/año (de las cuales 2500 tn corresponden al ámbito de la movilidad, 4500 tn al sector industrial, y el resto al uso residencial).

Es decir, estamos hablando de paliar en un 21% el total de las emisiones de NOx la ciudad de Zaragoza.

Hay que tener en cuenta la inversión que supone, al poner 218.000 m<sup>2</sup> de pavimento, o lo que es lo mismo 6,5 millones de euros (a 30 €/m<sup>2</sup> incluida base de asiento de hormigón de 13 cm. Precio medio de pavimento incluido base de hormigón es de 23 €/m<sup>2</sup>.)

## O2 ALUMBRADO PUBLICO EFICIENTE

En el contexto global que supone el Plan Director del Huerva, el alumbrado cobra su principal importancia en el periodo nocturno, sin olvidar que de día, cada vez más, los puntos de luz deben de elegirse de acuerdo al conjunto estético proyectado, de forma que no deben de desentonar con el resto de equipamientos de la urbanización.

De noche, el alumbrado en un proyecto de este tipo debe de servir a lo útil y a lo bello. A lo útil, porque el objetivo del alumbrado público es proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades. A lo bello y estético, porque el conjunto de la zona está concebido como un eje vertebrador de uso peatonal y ciclista y ese tipo de usuarios requieren de un mayor índice de reproducción cromática (luz blanca) y una visión global del entorno por el que discurren: graderíos, zonas verdes accesibles, monumentos, etc.

Tradicionalmente, lo útil, lo bello y lo eficiente estaba reñido. La forma de hacer alumbrado generalmente llevaba a dos o tres potencias de lámparas con valores puntuales de iluminación elevados junto a los puntos de luz y bastante bajos en las zonas intermedias. Esto conlleva una iluminación media aceptable y una uniformidad ajustada (40%).

### Criterios de diseño

A la hora del diseño de una instalación de alumbrado urbano y más aún a la hora de establecer unos estándares en un amplio espacio, como es el caso, se deben conocer y tener en cuenta las capacidades y el modo de funcionamiento del ojo humano como órgano receptor de la luz, en especial, sin entrar en grandes detalles influyen dos factores:

Capacidad de adaptación: es la capacidad que tiene el ojo para ajustarse a los diferentes niveles lumínicos. A modo gráfico, el ojo puede tardar hasta 30 minutos en adaptarse a un espacio oscuro cuando proviene de un espacio muy iluminado. Por el contrario, si se pasa de un espacio poco iluminado a otro con un nivel mayor de iluminación, este proceso tarda unos segundos.

Modo de percepción: los objetos son percibidos por la noche por los contrastes de color y de luminancia que presentan las distintas partes de una superficie entre sí y en relación al fondo en el que aparecen. En el tipo de alumbrado que nos atañe -vial funcional y ambiental- la percepción viene fundamentalmente del contraste de iluminación. Por ello, es importante iluminar sólo lo deseado: la iluminación justa.

Para conseguir la convergencia de los tres factores antes nombrados, lo bello, lo útil y la eficiencia con la convivencia de las características físicas del ojo humano, la instalación FUTURA DEBERÁ contar con las siguientes características:

- Utilización de una amplia gama de potencias en las lámparas, de 35, 50, 70, 100. Eliminando las grandes consumidoras de energía: 150 W, 250 W y 400 W.
- Utilización de dos tipos de lámparas: las de luz blanca de 2.800 ° K y las de vapor de sodio de menor reproducción cromática pero mayor rendimiento lm/W.

- Disminución de interdistancias, alturas y potencias (ligeramente) en favor de una mayor uniformidad. Como norma general el objetivo debería ser conseguir más del 50% de uniformidad transversal (la normativa vigente pide un mínimo del 40%).

- Utilización de un equipo eléctrico de arranque en cada punto de luz dotado de la capacidad de alimentar las lámparas a flujo reducido. El consumo de este tipo de equipos es muy inferior a los tradicionales balastos ferromagnéticos, llegando a un ahorro de energía medio a lo largo de la vida de la lámpara del 13%. Además, la utilización de este tipo de balastos incrementa la vida de la lámpara hasta un 30%, debido a la estabilización de la potencia de la lámpara en todo el margen de tensiones.

- Implantación de un sistema de telegestión desde el cuadro de mando, de forma que el titular de la instalación pueda seleccionar el horario más conveniente para pasar a nivel reducido. De esta forma, en verano que hay una mayor vida nocturna se mantendrá el nivel nominal más tiempo, y en invierno, el nivel reducido comenzará antes.

### Normativa

A la hora de la redacción de los futuros proyectos se deberá tener en cuenta las *Normas Técnicas Municipales para instalaciones de alumbrado público* aprobadas por el Ayuntamiento Zaragoza en sesión celebrada el 19 de mayo de 2002. Así mismo se debe considerar lo legislado en el *Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07*, cuya entrada en vigor fue el día 1 de Abril de 2009.

También se aplicarán tanto las recomendaciones nacionales e internacionales (CIE-CEI), como la normativa existente al efecto, tales como las propias Recomendaciones para la iluminación de Carreteras y Túneles del Ministerio de Fomento.

### Valores lumínicos de referencia

Puesto que la tipología de calles sobre la que se actúa es similar en todo el Proyecto, la elección de un sistema de iluminación idóneo ha de garantizar valores lumínicos similares en todos los tramos de actuación de manera que no se puedan generar agravios comparativos entre los distintos usuarios de la instalación. Para cada sección tipo estudiada a iluminar se ha de realizar un estudio teniendo en cuenta conseguir los niveles de luminancia e iluminancia necesarios en cada zona. De esta forma, la instalación deberá ejecutarse con el menor coste posible, tanto de inversión como energético y de mantenimiento, tanto en luminarias como en lámparas y equipos auxiliares de control.

Hay que tener en cuenta que al tratarse de un alumbrado de vías públicas en las que existe poco tráfico y baja velocidad, las necesidades del peatón han de tenerse en cuenta tanto como las del conductor, teniendo especial cuidado en garantizar una adecuada iluminación de aceras así como en calzada para prevenir adecuadamente al conductor ante cualquier imprevisto surgido.

Según la normativa antes citada y los criterios de diseño mencionados, con carácter general, los valores lumínicos a conseguir serán:

- Calzadas: 1,5 cd/m<sup>2</sup>, 50% uniformidad transversal
- Aceras, andadores y carril bici: 20-25 lux, 50% uniformidad transversal

### 03 NUEVAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

- 01 Paneles fotovoltaicos integrados en el espacio urbano. Productores de energía.
- 02 Una minicentral eléctrica junto a la Almenara de Nuestra Señora del Pilar en el Ojo del Canal, cruce del Huerva con el Canal Imperial. Estudio previo.

#### 03.01 INTALACIONES FOTOVOLTAICAS

La energía fotovoltaica tuvo un boom extraordinario hace un tiempo debido a las primas otorgadas a la generación de energía eléctrica con esta tecnología. El marco regulatorio actual ha bajado estas primas, favoreciendo las instalaciones ejecutadas en cubierta.

No obstante, existen distintos conceptos que añaden otras virtudes a este tipo de tecnología como son la belleza y la funcionalidad. Por ello a nivel conceptual se proponen tres ideas básicas:

- 1.- Creación de estructuras fotovoltaicas productoras de energía limpia e integradas en el paisaje, escultóricas y funcionales (que cumplan una función en el espacio urbano, como creadores de espacios de sombra, soporte de iluminación, etc.)

Para producir de forma limpia y sostenible todo el consumo eléctrico por la iluminación del ámbito del Plan Director son necesarias instalar 20.000 m<sup>2</sup> de superficie fotovoltaica a lo largo de la superficie de las zonas verdes y pavimentadas del río Huerva, con una relación de 1 m<sup>2</sup> de placa fotovoltaica por cada 135 m<sup>2</sup> de superficie de actuación. Cada unidad de actuación deberá producir la energía eléctrica que consume.

Por la superficie y longitud del ámbito del Plan Director, se estima una potencia instalada en el alumbrado público de entre 850 a 1000 kW. En Zaragoza, las horas de funcionamiento del alumbrado público son de 4300 h/año, de las cuales 1825 serían en horario reducido (60% de la potencia) y 2475 al 100% de potencia nominal.

Esto hace un consumo total anual (considerando 1000 kW instalados) de 3570 MWh anuales. Para poder abastecer el alumbrado con energía Fotovoltaica se necesitará una superficie de 20.000 m<sup>2</sup> de módulos fotovoltaicos, con una potencia de pico instalada de 2750 kWp.

Se ha supuesto 0,36 W/m<sup>2</sup> de ámbito total, en calles se supone 1,3-1,5 W/m<sup>2</sup> y en zonas verdes algo menos. En muchas zonas del Ecosistema Natural tienen una iluminación muy escasa o nula por tratarse de zonas naturales, por ellos se ha supuesto una media de 0,36 W/m<sup>2</sup>.

La relación m<sup>2</sup> de ámbito por m<sup>2</sup> de cubierta solar es de 1 m<sup>2</sup> de de panel fotovoltaico para cada 135 m<sup>2</sup> de ámbito de Plan Director. Cada unidad de actuación en función de su superficie de ejecución deberá producir la energía eléctrica que consume a través de la instalación de paneles fotovoltaicos integrados en el espacio publico, considerando 0,8 W/m<sup>2</sup> en caminos, 1,3 W/m<sup>2</sup> en aceras y calles y 1 W/ m<sup>2</sup> para zonas verdes.





2.- Cubiertas fotovoltaicas en parkings de intemperie diseñadas con un criterio estético. Estas estructuras se pueden incorporar en las Plazas de Intercambio de Movilidad.

3.-Un paseo sostenible, con bancos y paseos iluminados con energía solar y tecnología Led. Aplicar esta tecnología en el eje central de la "Calle Verde" y en la iluminación en las zonas verdes del río Huerva.



### 03.02 MINICENTRAL HIDROELECTRICA EN LA ALMENARA DE NUESTRA SEÑORA DEL PILAR

Las centrales hidroeléctricas, y dentro de ellas las minicentrales hidroeléctricas, están muy condicionadas por las peculiaridades y características que presente el lugar donde vayan a ser ubicadas. Cuando se vaya a poner en marcha una instalación de este tipo hay que tener en cuenta que la topografía del terreno va a influir tanto en la obra civil como en la selección de la maquinaria.

Según el emplazamiento de la central hidroeléctrica se realiza la siguiente clasificación general:

- Centrales de agua fluyente. Captan una parte del caudal del río, lo trasladan hacia la central y una vez utilizado, se devuelve al río.
- Centrales de pie de presa. Se sitúan debajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros usos, aprovechando el desnivel creado por la propia presa.
- Centrales en canal de riego o de abastecimiento, **como es el caso de estudio.**

Las centrales hidroeléctricas en canal de riego, se pueden dividir en dos tipologías:

- Aquellas que utilizan el desnivel existente en el propio canal. Mediante la instalación de una tubería forzada, paralela a la vía rápida del canal de riego, se conduce el agua hasta la central, devolviéndola posteriormente a su curso normal en canal.
- Aquellas que aprovechan el desnivel existente entre el canal y el curso de un río cercano. La central en este caso se instala cercana al río y se turbinan las aguas excedentes en el canal.

Las obras que hay que realizar en estos tipos de centrales son las siguientes:

- Toma en el canal, con un aliviadero que habitualmente es en forma de pico de pato para aumentar así la longitud del aliviadero.
- Tubería forzada.
- Edificio de la central con el equipamiento electro-mecánico.
- Obra de incorporación al canal o al río, dependiendo del tipo de aprovechamiento.
- Subestación y línea eléctrica.

#### Prediseño del aprovechamiento hidroeléctrico

La potencia de una central hidroeléctrica es proporcional a la altura del salto y al caudal turbinado, por lo que es muy importante determinar correctamente estas variables para el diseño de las instalaciones y el dimensionamiento de los equipos.

Es fundamental la elección de un caudal de diseño adecuado para definir el equipamiento a instalar, de forma que la energía producida sea la máxima posible en función de la hidrología. Por tanto, el conocimiento del régimen de caudales del río en la zona próxima a la toma de agua es imprescindible para la determinación del caudal de diseño del aprovechamiento. En nuestro caso, el caudal a priori es difícil de determinar puesto

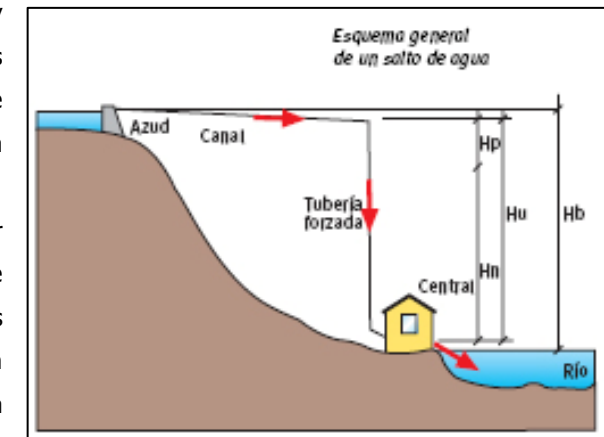
que el canal imperial vierte excedentes. No obstante, el presente Plan Director baraja la posibilidad de negociar una concesión del Canal Imperial de estudio 1 y 3 m3 de forma que se garantice el caudal ecológico del río y la presencia de una lámina estable en el tramo urbano.

El salto es la otra magnitud fundamental para el diseño de una minicentral hidroeléctrica. Debe-rá ser el máximo permitido por la topografía del terreno, teniendo en cuenta los límites que marcan la afección al medio ambiente y la viabilidad económica de la inversión.

A continuación, se definen los siguientes conceptos:

- Salto bruto ( $H_b$ ): Altura existente entre el punto de la toma de agua del azud y el punto de descarga del caudal turbinado al río.
- Salto útil ( $H_u$ ): Desnivel existente entre la superficie libre del agua en la cámara de carga y el nivel de desagüe en la turbina de un salto de agua
- Salto neto ( $H_n$ ): Es la diferencia entre el salto útil y las pérdidas de carga producidas a lo largo de todas las conducciones. Representa la máxima energía que se podrá transformar en trabajo en el eje de la turbina.

- Pérdidas de carga ( $H_p$ ): Son las pérdidas por fricción del agua contra las paredes del canal y sobre todo en la tubería forzada, más las pérdidas ocasionadas por turbulencia, al cambiar de dirección el flujo, al pasar a través de una rejilla o de una válvula, etc. Se miden como pérdidas de presión (o altura de salto) y se calculan mediante fórmulas derivadas de la dinámica de fluidos.



Para una primera aproximación, se puede estimar el salto bruto mediante el plano topográfico. En el caso que nos atañe, se puede establecer el salto entre la cota 232 y la 222. No obstante, para una determinación más correcta y exacta es necesario realizar un levantamiento topográfico de la zona. Asimismo, también se puede suponer que las pérdidas de carga son del orden del 5% al 10% del salto bruto.

Respecto a la potencia a instalar, la minicentral hidroeléctrica cuenta con una potencia disponible que varía en función del caudal de agua disponible para ser turbinado y el salto existente en cada instante.

La expresión que nos proporciona la potencia instalada es la siguiente:

$$P = 9,81 * Q * H_n * e$$

P = Potencia en kW

Q = Caudal de equipamiento en m3/s

H<sub>n</sub> = Salto neto existente en metros

e = Factor de eficiencia de la central, que es igual al producto de los rendimientos de los diferentes equipos que intervienen en la producción de la energía:

$$e = R_t * R_g * R_s$$

R<sub>t</sub> = Rendimiento de la turbina

R<sub>g</sub> = Rendimiento del generador

R<sub>s</sub> = Rendimiento del transformador de salida

Según el tipo de equipo y el fabricante, el rendimiento de la maquinaria varía, pero a efectos de una primera aproximación, se puede tomar como factor de eficiencia para una minicentral hidro-eléctrica moderna el valor de 0,85.

Una vez conocida la potencia es posible calcular la producción media de la minicentral hidro-eléctrica, como producto de la potencia en cada momento por las horas de funcionamiento.

A continuación se muestran las potencias obtenidas para diferentes caudales de equipamiento:

$$P (1 \text{ m}^3/\text{s}) = 9,81 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,85 = 83 \text{ kW}$$

$$P (1,5 \text{ m}^3/\text{s}) = 9,81 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 0,85 = 125 \text{ kW}$$

$$P (2 \text{ m}^3/\text{s}) = 9,81 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0,85 = 167 \text{ kW}$$

$$P (3 \text{ m}^3/\text{s}) = 9,81 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 0,85 = 250 \text{ kW}$$

### Instalaciones de obra civil

La obra civil engloba las infraestructuras e instalaciones necesarias para derivar, conducir y restituir el agua turbinada, así como para albergar los equipos electromecánicos y el sistema eléctrico general y de control.

Los trabajos de construcción de la minicentral hidroeléctrica son muy reducidos en comparación con las grandes centrales hidroeléctricas ya que parte de la obra civil necesaria ya está ejecutada en la propia almenara de Nuestra Señora del Pilar.

La obra civil se compondrá de los siguientes elementos:

#### Cámara de carga

La cámara de carga es un depósito del cual arranca la tubería forzada.

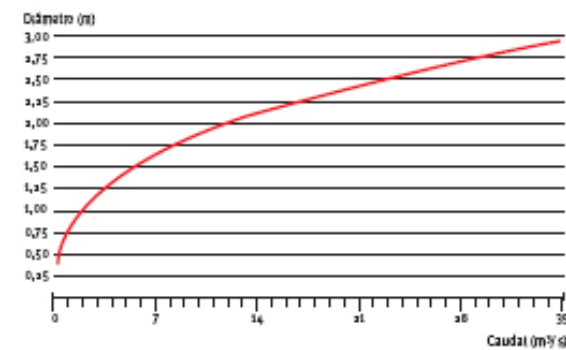
La cámara de carga debe contar además con un aliviadero, ya que en caso de parada de la central el agua no turbinada se desagua hasta el río o arroyo más próximo. También es muy útil la instalación en la cámara de una reja con limpia-rejas y compuertas de desarenación y limpieza.

#### Tubería forzada

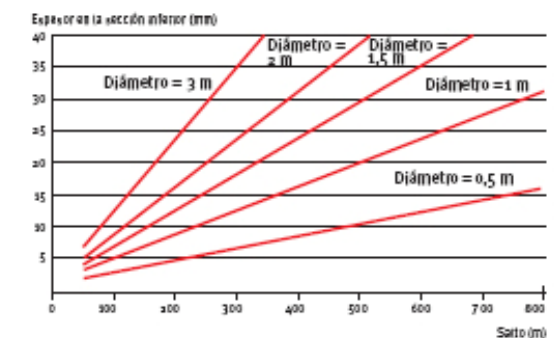
Es la tubería que se encarga de llevar el agua desde la cámara de carga hasta la turbina. Debe estar preparada para soportar la presión que produce la columna de agua, además de la sobre-presión que provoca el golpe de ariete en caso de parada brusca de la minicentral.

- Los materiales más utilizados para la construcción de este tipo de tuberías son el acero, la fundición y el plástico reforzado con fibra de vidrio, en función del desnivel existente.
- El espesor de la tubería forzada suele ser como mínimo de unos 6 mm. Esta medida se calcula en función del tipo de salto y el diámetro.
- El diámetro suele ir en función del caudal, como se puede ver en el gráfico.

Diámetro de la tubería en función del caudal



Espesor de la tubería forzada en la sección inferior en función del salto y el diámetro



### Edificio de la central

Es el emplazamiento donde se sitúa el equipamiento de la minicentral: turbinas, bancadas, generadores, alternadores, cuadros eléctricos, cuadros de control, etc.

La ubicación del edificio debe analizarse muy atentamente. El edificio puede estar junto a la parte baja de la almenara e incluso puede construirse bajo tierra.

Independientemente del lugar donde se ubique, el edificio contará con las conducciones necesarias para que el agua llegue hasta la turbina con las menores pérdidas de carga posibles.

Además, hay que realizar el desagüe hacia el río Huerva.

### Equipamiento electromecánico

La tecnología desarrollada hasta ahora en el área de la energía hidroeléctrica es muy avanzada, ya que se han aplicado los avances logrados en los últimos 150 años. Las turbinas y el resto de equipos de una central presentan actualmente una alta eficiencia, cubriendo toda la gama de caudales desde 0,1 a 500 m³/s, pudiendo utilizarse hasta 1.800 m de salto neto con rendimientos buenos mecánicos.

Los equipos asociados, como reguladores de velocidad, son de tecnología electrónica, lo que permite alcanzar una gran precisión en la regulación y el acoplamiento de grupos, y el control y regulación de las turbinas se gestiona por autómatas de última generación.

### Turbinas hidráulicas

La turbina hidráulica es el elemento clave de la minicentral. Aprovecha la energía cinética y potencial que contiene el agua, transformándola en un movimiento de rotación, que transferido mediante un eje al generador produce energía eléctrica. Las turbinas hidráulicas se clasifican en dos grupos: turbinas de acción y turbinas de reacción.

En una turbina de acción la presión del agua se convierte primero en energía cinética. En una turbina de reacción la presión del agua actúa como una fuerza sobre la superficie de los álabes y decrece a medida que avanza hacia la salida.

A continuación se describen los principales tipos de turbina:

- **Pelton**. Esta turbina de acción que se emplea en saltos elevados que tienen poco caudal. Está formada por un rodete (disco circular) móvil con álabes (cazoletas) de doble cuenco. El chorro de agua entra en la turbina dirigido y regulado por uno o varios inyector-res, incidiendo en los álabes y provocando el movimiento de giro de la turbina.

- **Turbina de flujo cruzado**, también conocida como de doble impulsión, Ossberger o Banki-Michell. Turbina de acción constituida por un inyector de sección rectangular provisto de un álabe longitudinal que regula y orienta el caudal que entra en la turbina, y un rodete de forma cilíndrica, con sus múltiples palas dispuestas como generatrices y soldadas por los extremos a discos terminales.

- **Francis**. Esta turbina de reacción se adapta muy bien a todo tipo de saltos y caudales, y cuenta con un rango de utilización muy grande. Se caracteriza por recibir el fluido de agua en dirección radial, y a medida que ésta recorre la máquina hacia la salida se convierte en dirección axial.

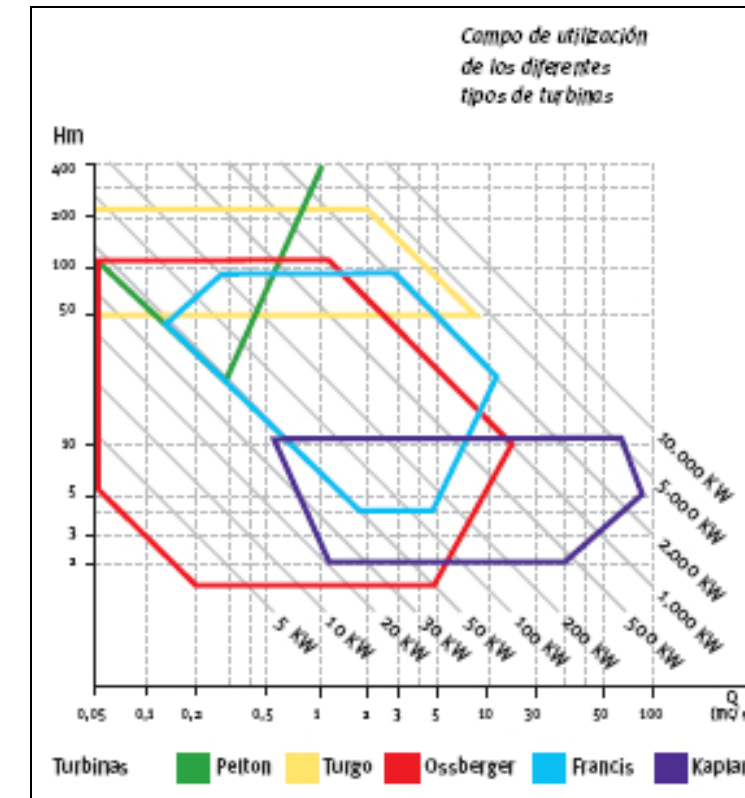
- **Turbinas Hélice, Semikaplan y Kaplan**. Las instalaciones con turbina hélice se componen básicamente de una cámara de entrada abierta o cerrada, un distribuidor fijo, un rodete con 4 ó 5 palas fijas en forma de hélice de barco y un tubo de aspiración. Son turbinas de reacción.

En función del salto (grande o pequeño) y del caudal (variable o constante, alto o bajo), es más conveniente usar un tipo u otro de turbina. Esto es lo que nos indica el rango de utilización.

Además, hay que tener en cuenta la curva de rendimiento de cada turbina, que varía según sea el caudal de funcionamiento. En general, la turbina a utilizar sería:

- Kaplan. Saltos pequeños y caudales variables.
- Francis. Saltos más elevados y variaciones de caudal moderadas.
- Pelton. Grandes saltos, independientemente de la variación de caudal.

De modo aproximado se puede utilizar el gráfico adjunto para la selección de la turbina. **En nuestro caso elegiremos una turbina Kaplan.**



### El generador

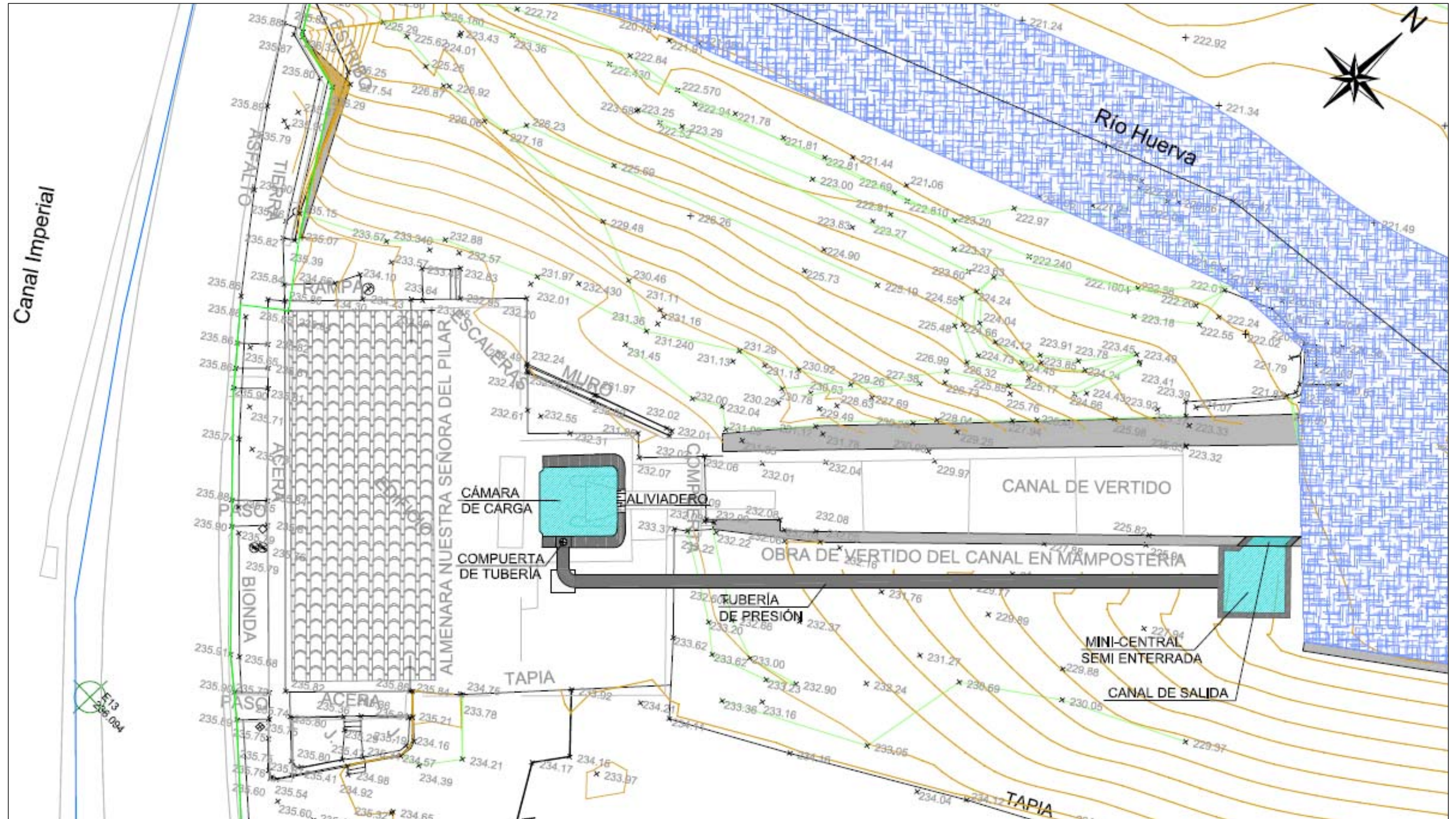
Es la máquina que transforma la energía mecánica de rotación de la turbina en energía eléctrica. El generador basa su funcionamiento en la inducción electromagnética. El principio de su funcionamiento se basa en la ley de Faraday, mediante la cual, cuando un conductor eléctrico se mueve en un campo magnético se produce una corriente eléctrica a través de él.

El generador, o alternador, está compuesto de dos partes fundamentales:

- Rotor o inductor móvil. Su función es generar un campo magnético variable al girar arrastrado por la turbina.
- Estátor o inducido fijo. Sobre el que se genera la corriente eléctrica aprovechable.

En centrales menores de 1000 KW, como en el caso, la tensión de trabajo del generador es de 400 ó 660 voltios. Para potencias más elevadas la generación se produce en media tensión (3.000, 5.000 ó 6.000 voltios).

A continuación se muestra esquema de la minicentral hidroeléctrica propuesta.



#### 04 INTRODUCCION DEL COCHE ELECTRICO

Algunos progresos cambian nuestro estilo de vida de forma permanente, son cambios sin los que la simplicidad del día a día no se podría imaginar, y algunos ocurren tan rápido que parece que no nos damos cuenta, uno de ellos es el advenimiento del coche eléctrico.

Aunque todavía están equipados mediante motor de combustión tradicional y están comenzando los sistemas de conducción híbridos, el diseño de los automóviles cambiará más rápido de lo esperado.

Existe una tendencia hacia la electrificación total del vehículo. Los vehículos eléctricos necesitan electricidad y un reto será repartir la suficiente energía todo el tiempo a los vehículos eléctricos de una forma sostenible. Pero el suministro energético no está preparado para adaptarse repentinamente a este inmenso número de nuevos consumidores. El mercado es actualmente un enorme sistema de almacenamiento descentralizado de energía ambulante que afectará al comercio global energético. Las redes de suministro eléctrico deben renovarse completamente interactuando con las llamadas "smart grids".

La integración en estas "smart grids" permitirá la máxima eficiencia y sostenibilidad, reduciendo el coste de la electricidad a los consumidores y al mismo tiempo mejorando la estabilidad de la red de forma significativa. Los edificios inteligentes maximizarán el confort mientras optimizarán la gestión de su electricidad. En algunos países como Reino Unido, ya han comenzado a implantar sistemas como contadores inteligentes, los cuales informarán en tiempo real del consumo y del coste de kW/h.

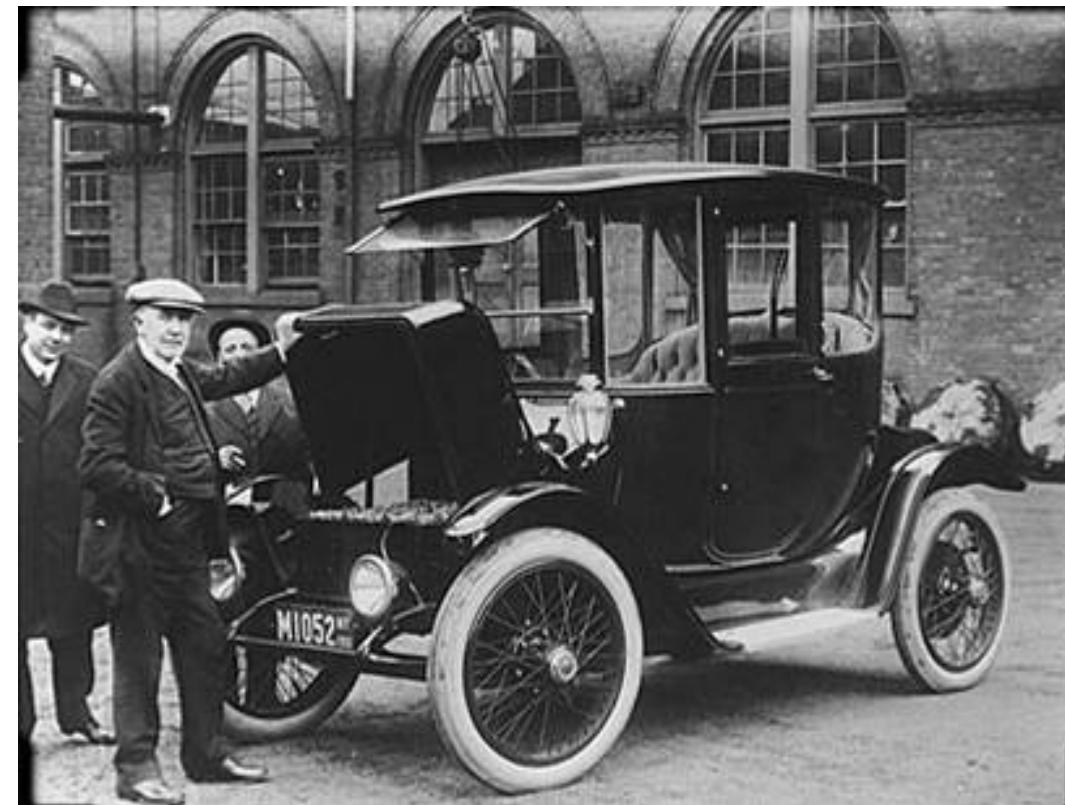
Cuando se disponga de electricidad llenarán su capacidad de almacenamiento, como los coches eléctricos en un aparcamiento, para usarla cuando el suministro eléctrico sea más difícil. Además los edificios y casas inteligentes podrán suministrar electricidad a la red, activando una producción y un almacenamiento innovador interno.

Las nuevas interfaces inteligentes cambiarán el mercado energético, entre todos estos cambios la movilidad individual estará garantizada en todo momento. La electrificación total del vehículo conducirá a un nuevo tipo de arquitectura del automóvil, con muchas opciones para las nuevas funciones del vehículo y su integración en la infraestructura viaria y en el medio ambiente.

#### Antecedentes e historia

Los primeros vehículos eléctricos datan de la década de 1830, fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron, hasta el punto que existieron pequeños vehículos eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos sobre el que Rudolf Diésel (motor diésel) y Karl Friedrich Benz (motor de gasolina), basaron el automóvil actual. Entre 1832 y 1839 (no se conoce con exactitud el año), el escocés Robert Anderson, inventó

el primer vehículo eléctrico puro y hasta los años 20 fueron superiores y más aceptados que los vehículos de combustión interna. A partir de 1920 y hasta 1990 pasaron al olvido debido a la gran abundancia de petróleo, los bajos costes de producción, la facilidad de almacenamiento y reposición de piezas, así como la falta de conciencia sobre los efectos del uso de combustibles fósiles en el planeta.



Thomas Alba Edison y un coche eléctrico en 1913

A principios de los años 90, muchos fabricantes comenzaron programas de fabricación de este tipo de vehículos siendo en estos últimos años cuando la evolución tecnológica de los distintos componentes del automóvil eléctrico ha sido espectacular.

En la trayectoria de electrificación desde los vehículos de combustión interna hasta el vehículo eléctrico puro, han entrado en juego diferentes tipos de vehículos que han contribuido a una electrificación escalonada: híbridos parciales, híbridos totales, híbridos enchufables y finalmente los range Extender.



### Tipos de vehículos eléctricos

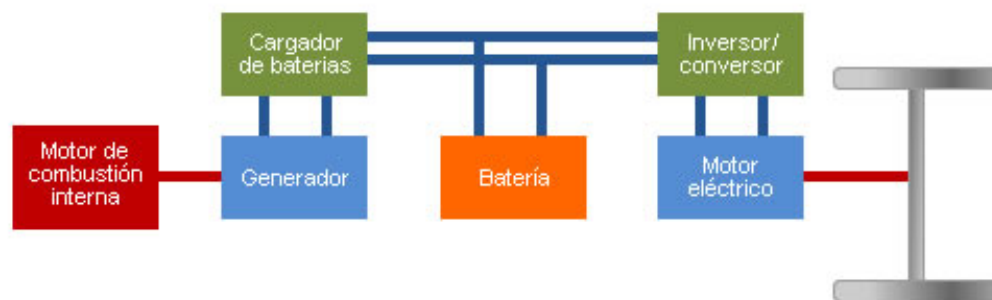
Los vehículos híbridos eléctricos utilizan un motor eléctrico y un motor de combustión interna, y están diseñados para funcionar con su máxima eficiencia, alcanzando mejores rendimientos que los vehículos convencionales.

Los híbridos parciales se pueden clasificar en híbridos start-stop o en híbridos ligeros en función de su tecnología. En los primeros no existe potencia para la tracción eléctrica del vehículo por parte del motor eléctrico. Este sólo incorpora funciones tales como potencia para auxiliares, start-stop del motor de combustión interna (se encarga de parar el motor cuando se detiene el coche para así minimizar el consumo de carburante, las emisiones y los ruidos), y función de frenado regenerativo. Los híbridos ligeros a su vez disponen de un motor eléctrico cuya función es la de proporcionar potencia extra a la del motor de combustión en determinadas condiciones como aceleraciones, subidas..., siendo la fuente de energía principal el motor de combustión. También disponen como los anteriores de la función start-stop, así como la de frenado regenerativo que transforma la energía de la frenada en energía eléctrica, que se almacena en las baterías.

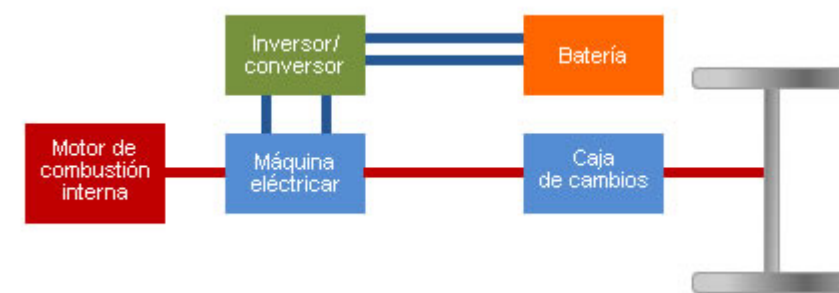
Los vehículos totales o puros, están dotados de un sistema de control capaz de seleccionar en cada momento la fuente de energía más eficiente, eligiendo entre el motor eléctrico, el motor térmico o una combinación entre ambos. De esta forma, se logra que el motor de combustión funcione el mayor tiempo posible en régimen de máximo rendimiento. Esta tecnología también aprovecha las frenadas para recargar las baterías.

La configuración de los vehículos híbridos totales depende de la disposición de los elementos que lo componen, por lo que se pueden clasificar en tres categorías:

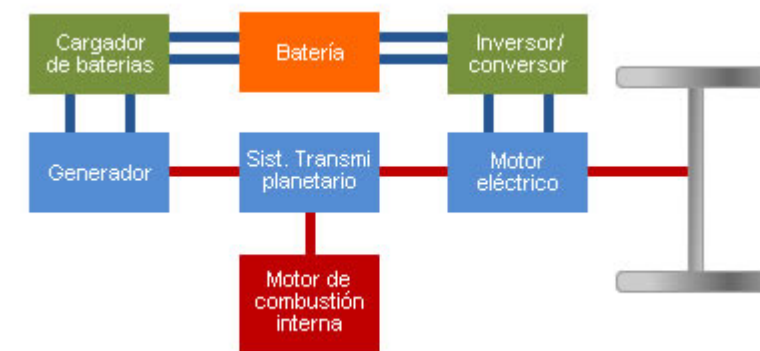
- Híbridos en serie. El motor de combustión proporciona movimiento a un generador que o carga las baterías o directamente suministra la potencia al sistema de propulsión (motor eléctrico). El Opel Ampera que se espera que llegue a su producción en serie en 2011, basado en el Chevrolet Volt, es un híbrido en serie.



- Híbridos en paralelo. El vehículo se puede mover en modo eléctrico (a través de la maquina eléctrica), en modo convencional o en paralelo con aporte de potencia de ambos motores. En este tipo de híbridos se aprovecha la energía normalmente empleada en frenar para recargar la batería (freno regenerativo). Este sistema destaca por su simplicidad, lo que abre la puerta a la posibilidad de implementarlo en modelos de vehículos ya existentes, sin necesidad de diseños específicos, y facilita la equiparación de su coste al de un vehículo convencional. Este es el sistema que utiliza el Honda Insight



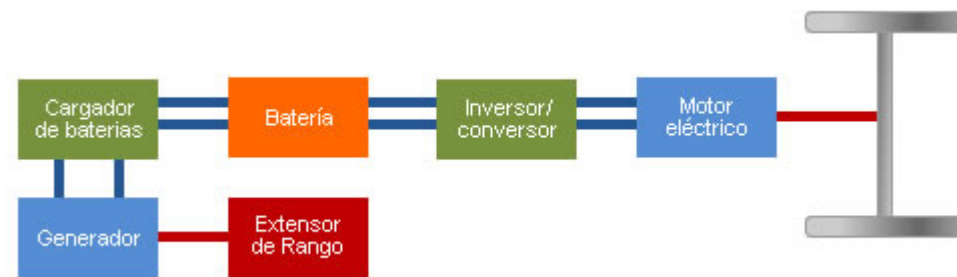
- Híbridos de sistema combinado: más complejo, el motor eléctrico funciona en solitario a baja velocidad, mientras que a alta velocidad, el motor térmico y el eléctrico trabajan a la vez. El motor térmico combina las funciones de propulsión del vehículo y de alimentación del generador, que provee de energía al motor eléctrico, lo que resta eficiencia al sistema. El Toyota Prius utiliza este sistema. Esta configuración combina los dos sistemas anteriores.



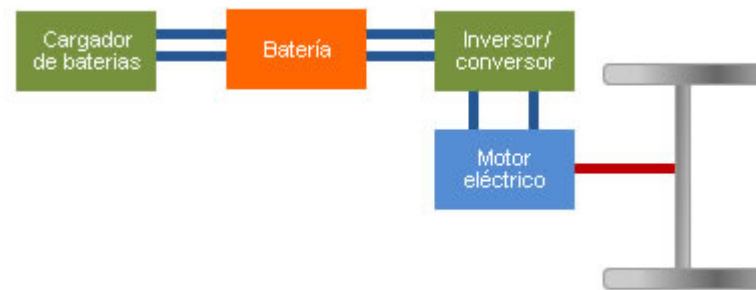
- Los vehículos híbridos enchufables o los plug-in parten de similar tecnología a la anterior, pero este tipo de vehículos puede recargar sus baterías a través de su conexión a la red eléctrica. A diferencia de los anteriores estos vehículos, debido al tipo de batería que llevan, disponen de mayor autonomía pero sin llegar a conseguir la de los vehículos puramente eléctricos. Toyota, General Motors, Ford,

Fisker Automotive, Aptera Motors, Volkswagen, Volvo y Hyundai han anunciado la producción de automóviles híbridos enchufables entre 2010 y 2012

- Extensor de rango. Este tipo de vehículos disponen de un pequeño motor de combustión o una pila de combustible diseñado para ser aprovechado por automóviles eléctricos que necesitan aumentar su autonomía recargando sus baterías a través de combustibles fósiles o de la pila de combustible. La función de este motor térmico o pila de combustible es únicamente la de generar electricidad para cargar la batería y de este modo, aumentar la autonomía del vehículo.



- Los vehículos eléctricos. Se trata de un tipo de vehículo impulsado por uno o más motores eléctricos. Existen diferentes tipos:
  - Los que son alimentados por baterías recargables, que cuando estacionan almacenan energía que luego consumen durante su desplazamiento.
  - Los que aprovechan la energía solar, que permiten la generación eléctrica a bordo del vehículo durante el desplazamiento.
  - Los que utilizan pilas de combustible.



## Ventajas y desventajas del vehículo eléctrico

### Ventajas

1. No producen contaminación acústica ni emisiones en el lugar de operación.
2. Respuesta más inmediata que la de un vehículo convencional con menores pérdidas mecánicas, mayor rendimiento energético debido fundamentalmente a la posibilidad de recuperar la energía del frenado.
3. Menor coste/km, en apartados posteriores se estima este coste.

### Desventajas

1. Autonomía limitada debido principalmente a que la capacidad de acumulación de energía eléctrica en las baterías es muy baja en comparación con la capacidad de acumulación de energía en forma de combustible
2. Necesidad de una infraestructura para su recarga y largos tiempos para efectuarla.
3. Coste inicial elevado si bien el sobrepeso de un vehículo de este tipo es amortizable durante la vida de un automóvil
4. Limitaciones de las baterías (coste, vida útil, densidad energética...).

## Componentes principales de un vehículo eléctrico



Los principales componentes del coche eléctrico son:

1. Batería
2. Convertidores
3. Inversores
4. Cargador
5. Motor eléctrico

El sistema de almacenamiento de energía eléctrica más común entre estos vehículos, es la **batería** de litio-ion. Las baterías almacenan la energía en forma de corriente continua mientras que el **cargador** exterior alimenta a esta en corriente continua o alterna (depende de la tecnología).

Hoy en día los motores de este tipo de vehículos, son en su gran mayoría **maquinas eléctricas** de corriente alterna. Por esta razón los vehículos disponen de un **inversor**, que transforma la corriente continua en corriente alterna.

#### Baterías

La batería ideal para un vehículo eléctrico debería de cumplir una serie de premisas:

1. Alta energía específica (kWh/kg)
2. Baja tasa de autodescarga
3. Ciclo de vida útil largo
4. Tiempo de recarga corto
5. Debería ser segura, reciclable y económica.

Actualmente todavía no existe ninguna batería que cumpla todas estas características, siendo las de iones de litio las más adecuadas. Este tipo de baterías presentan en la actualidad inconvenientes y limitaciones, entre las que se pueden destacar su alto coste, su baja densidad energética y su alto tiempo de recarga, pero en los últimos años se ha desarrollado esta tecnología a elevado ritmo y se estima que se desarrollará aún más en un futuro a corto plazo. A modo de ejemplo, a comienzos de 2010, una importante compañía japonesa afirmó que disponía la tecnología para fabricar unas nuevas baterías que podrán **cargarse y descargarse más de 10.000 veces**, además de tener una **vida útil de unos 20 años**

Las baterías de litio convencionales tienen un electrodo negativo que incorpora un molde recubierto de resina y acumula iones de litio proveniente del electrodo positivo. El electrodo positivo está hecho de silicio y estaño y se hincha cuando genera los iones. Como resultado, la repetida carga y descarga de las baterías hace que la unión entre las partículas se debilite y la batería pierda eficiencia. La nueva tecnología contribuye a mantener de manera eficaz la unión entre las partículas, estabilizando los electrodos y evitando el deterioro del estaño, con lo que las baterías soportarían muchos más ciclos de carga y descarga.

Además de las mencionadas de ión-litio, en el mercado existen otros tipos de batería, como las de plomo-ácido, NiMH o Zebra.

- Las baterías de **plomo-ácido** constituyen el tipo más antiguo que se conoce. De entre todas las tecnologías existentes son las que presentan peores características, ya que tienen una baja relación de energía acumulada respecto al peso y volumen que disponen.
- La densidad energética de las baterías **NiMH** es aproximadamente el doble que las de plomo-ácido, pero se ven afectadas por el efecto memoria.
- Las baterías **Zebra** son una tecnología que presenta una alta densidad energética, además de carecer del efecto memoria, pero deben estar aisladas porque operan en un rango de temperaturas muy elevado (270-350 °C) lo cual dificulta de gran manera su utilización.

#### ¿Por qué la batería de litio-ión?

- El litio posee el mayor potencial electroquímico (-3.04V) (Pb: 1.69V, Ni -0.24V) Mayor potencial, mayor potencia
- El litio es muy ligero (densidad de 0.53 g/cm<sup>3</sup>) (Pb: 11,3 g/cm<sup>3</sup>, Ni 8,9 g/cm<sup>3</sup>, Al: 2,7 g/cm<sup>3</sup>, Cu: 9 g/cm<sup>3</sup>)
- Posee una conductividad eléctrica relativamente alta (108 mΩ.cm)<sup>-1</sup> Pb: 48 (mΩ.cm)<sup>-1</sup>, Ni: 146 (mΩ.cm)<sup>-1</sup>, C: 0,7 (mΩ.cm) <sup>-1</sup>, Cu: 596 (mΩ.cm) <sup>-1</sup>, Al: 376 (mΩ.cm) <sup>-1</sup>
- No tienen efecto memoria
- Capacidad para operar con un elevado nº de ciclos de regeneración
- Baja tasa de autodescarga (el 6% mensual) Ni-MH: 20%
- Energía específica elevada (150 Wh/kg) (Pb: 40 Wh/kg , Ni-Cd: 60 , Ni-MH: 90)

No obstante, también presenta algunas desventajas que se deben tener en cuenta y que en este sentido se están realizando importantes avances.

Inconvenientes:

- A pesar de poseer una energía específica elevada (150 Wh/kg), aún es mucho inferior a la de los combustibles líquidos (10.000 Wh/kg)
- Elevado coste, lo que conlleva a un sobrecosto del vehículo. Actualmente 800 €/kWh.
- Necesidad de control preciso de la tensión de la celda
- Necesidad de control de la temperatura y de la corriente



### **Análisis comparativo coste y emisiones del coche eléctrico**

El gasto energético del motor de un vehículo eléctrico oscila entre los 10 y los 20 kWh en un recorrido tipo de 100 km. A modo de ejemplo:

- El consumo anunciado para el Tesla Roadster es de 11 kWh por cada 100 km recorridos (un deportivo de 180 kW de potencia máxima).
- El consumo estimado del Gorila EV de Zytel (empresa Zaragozana) es de 15 kWh por cada 100 km.

Para realizar los cálculos partimos del consumo del Gorila EV. Podemos aproximar la energía con la que hemos de cargar esas baterías para realizar dicho recorrido. Suponiendo una eficiencia de carga del 85% y una eficiencia del ciclo de descarga del 95% (80% en picos de potencia), habremos de alimentar las baterías con 18,6 kWh para esa distancia de 100 km.

En España, el costo por kWh para pequeños consumidores es de 0.12 € (considerando IVA e impuesto de electricidad). Por lo tanto, podemos suponer que el costo de utilización de un vehículo eléctrico es de aproximadamente 2.23 €/100km.

No se incluye el término de potencia ni el alquiler del equipo de medida, se supone que no es un nuevo usuario. Además se ha tomado como base la tarifa 2.0, aunque es lógico pensar que este tipo de usuarios se acojan a tarifas con discriminación horaria, cargando la batería del coche en las horas valle. Es decir, el coste de 2.23 €/km sería un coste máximo (en el marco regulatorio eléctrico actual).

Este dato es uno de los puntos fuertes de los vehículos eléctricos a baterías. Comparándolo con el consumo de un vehículo equipado con un motor de combustión interna, es verdaderamente ventajoso.

- Los coches alimentados con motor de gasoil consumen entre 4,5 y 10 litros por cada 100 km recorridos; según el precio del gasoil (marzo de 2010, 1.029 €/l) el coste por cada 100 km oscila entre 4.63 €/100km y 10.29 €/100km. Una media de 7.46 €/100km.
- Los coches con motor de gasolina consumen entre 5,6 y 14 litros por cada km recorridos; según el precio de la gasolina (marzo de 2010, 1.145 €/l) el coste por cada 100 km oscila entre 6.41 €/100km y 16.03 €/100km. Una media de 11.22 €/100km.

A nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, por cada litro de gasolina consumido, el motor emite 2.32 kg de CO<sub>2</sub> y por cada litro de gasoleo 2.60 kg de CO<sub>2</sub>. Con estos datos, se puede decir que en términos medios, la emisión de CO<sub>2</sub> es:

- 18.8 kg de CO<sub>2</sub> por cada 100 km en motores de gasóleo.
- 22.7 kg de CO<sub>2</sub> por cada 100 km en motores de gasolina.

Para evaluar las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por el coche eléctrico se debe de recurrir a las emisiones emitidas para la generación de electricidad. Según informe de Red Eléctrica, durante el año 2009 se emitieron 74.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> para la generación de 251.305 GWh de energía eléctrica.

El cociente de estas macro-magnitudes da el resultado de 296.5 kg de CO<sub>2</sub> por cada kWh generado. Por tanto, las emisiones de un vehículo eléctrico tipo como el Gorila EV de Zytel, serán de 18,6 kWh x 0.296 €/kWh = 5,51 kg/100km, emisiones muy inferiores a las del vehículo convencional.

### **Recarga del vehículo eléctrico**



A día de hoy existen tres tipos de recarga:

#### **Carga lenta**

Este tipo de carga se realiza a través de una toma alterna monofásica de 230V y 15 A, utilizando un cargador de nivel 2. Utilizando este método, se necesitaría realizar una carga de 7 horas y media para un vehículo de 25 kWh.

#### **Carga semi- rápida**

En este caso la carga se realiza con una toma alterna trifásica de 400V y 63A mediante un cargador de nivel 3. En este caso, para cargar un vehículo similar al mencionado anteriormente se necesitaría un tiempo de una hora.

#### **Carga rápida**

Este tipo de carga se realiza en corriente continua con una tensión de 400 V y 600 A. La carga del vehículo anterior se realizaría en 6 minutos.

El primer tipo de carga es ideal para realizarla en los garajes privados ya que se trata de una tensión y corriente igual a la doméstica, de manera que las cargas se puedan realizar durante la noche, cuando la demanda energética es menor.

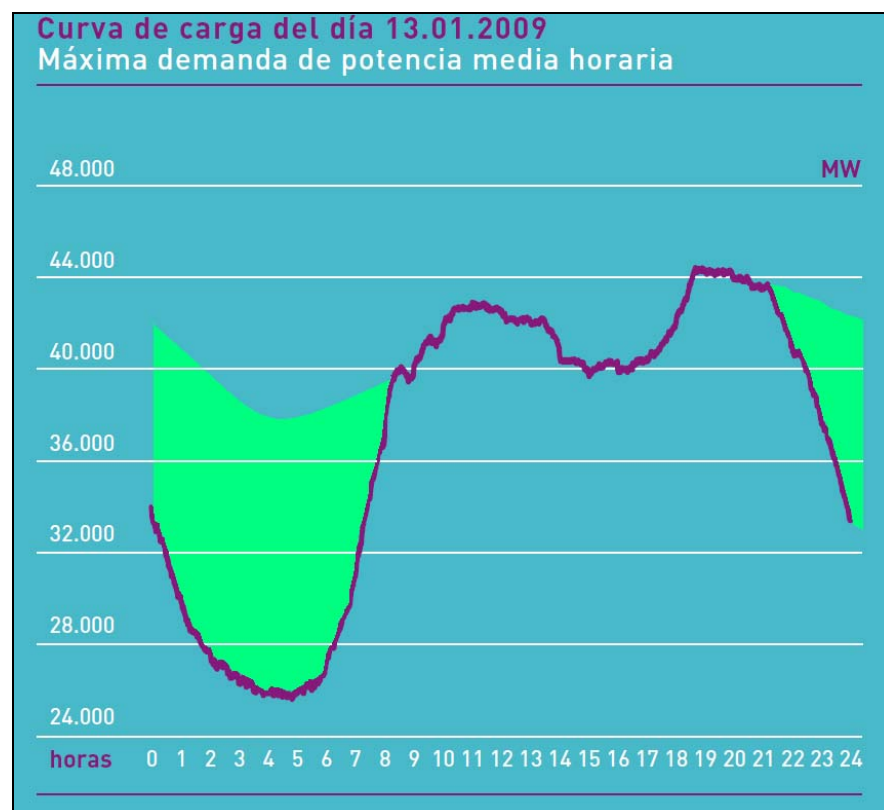
En contra, para realizar los dos últimos tipos de carga es necesario disponer de cargadores específicos que en un futuro inmediato estarán al alcance del usuario en centros comerciales, en parkings públicos y en otros lugares.

### Impacto en el sistema eléctrico del coche eléctrico

El parque actual de vehículos en España es de 22 millones de turismos, siendo el consumo medio de un coche eléctrico 0.186 kWh/km con un uso anual de 10000 km da un consumo de 1.86 MWh/año y vehículo.

El consumo del conjunto de turismos actuales si todos los vehículos pasasen a ser eléctricos sería 40.920 GWh. Los cuales sumados a los 251.305 GWh de consumo actual darían un consumo futuro de 292.225 GWh (incremento de la demanda del 16%).

Este incremento es perfectamente asumible, y si se produjese fundamentalmente en la noche tendría efectos positivos al aplanar la curva de demanda. A continuación se muestra curva de demanda del día de máxima demanda del 2009, superpuesta en verde la demanda previsible debida a la implantación del coche eléctrico.

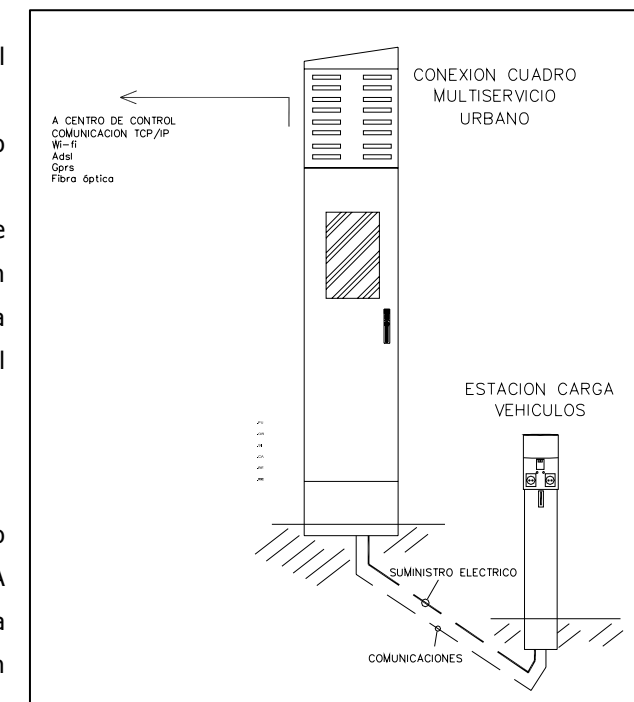


### Punto de recarga tipo

Las estaciones de recarga estarán construidas en acero inoxidable, fuerte anclaje, con un mínimo de elementos frágiles accesibles. El grado de protección antivandálica mínimo debería ser IK8.

Cada estación dispondrá de dos puntos de recarga, equipadas con conector de tipo Schuko (CEE 7/4) para corriente de hasta 16 A y alimentación monofásica 230 V. La activación del sistema se consigue mediante tarjeta RFID con memoria interna, la cual realiza tiene las siguientes funciones:

1. Posibilita la identificación del usuario y el control de acceso
2. Acredita la autorización, y actúa como tarjeta de prepago del coste de la energía
3. Actúa como un importante elemento de seguridad, ya que no se proporciona tensión a las tomas de enchufe hasta que no se ha realizado todo el ciclo de operación y el cabezal móvil esté en posición de cerrado.



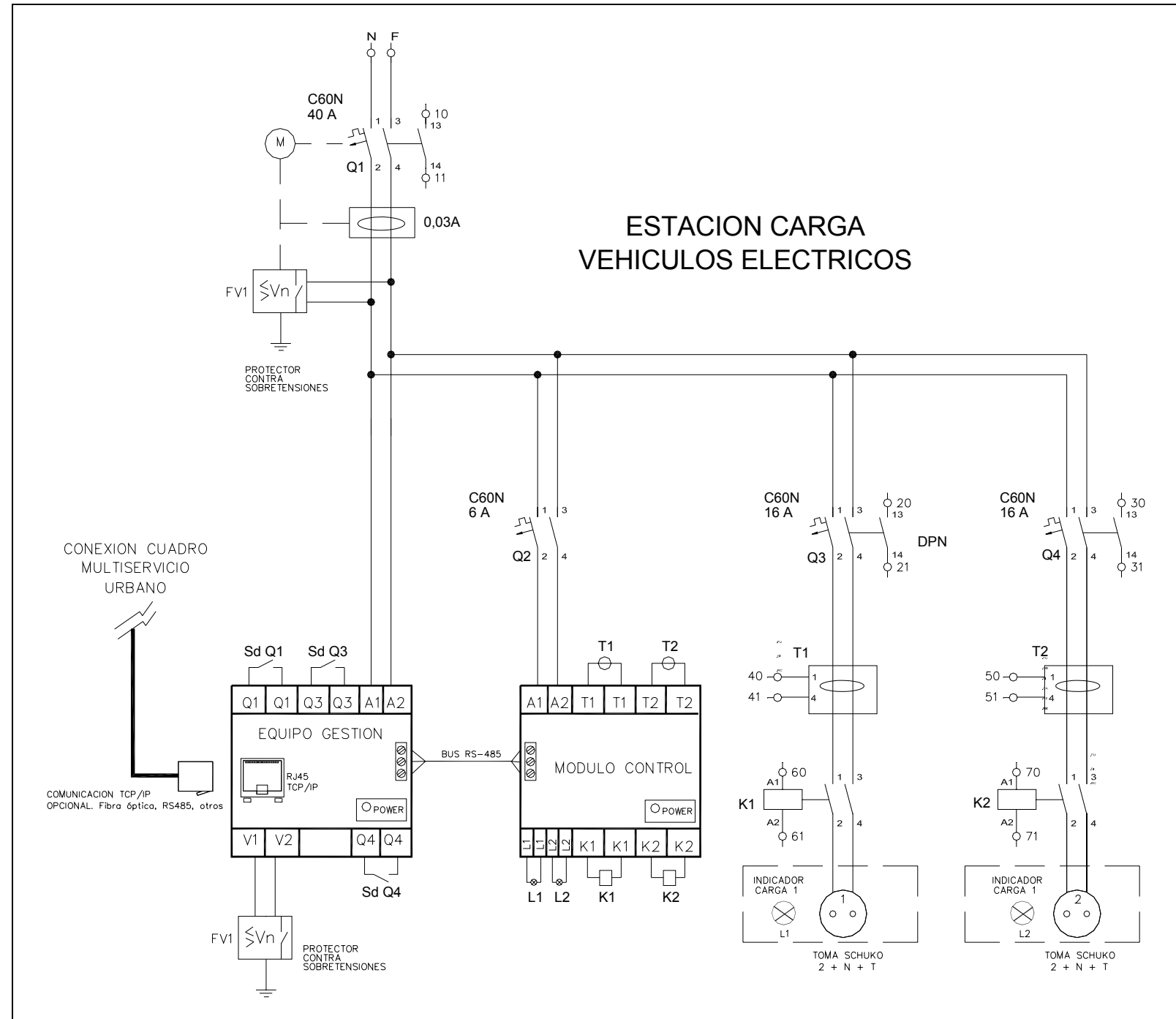
Respecto a las protecciones eléctricas, el equipo propuesto cuenta con un relé diferencial de 40 A y sensibilidad 30 mA para la protección contra contactos directos e indirectos, con reconexión automática.

- La toma de tierra es común con la del cuadro eléctrico.
- La estación incorpora una protección contra sobrecargas y cortocircuitos de 16 A por punto de recarga, y 2 elementos de protección contra sobretensiones permanentes y transitorias.

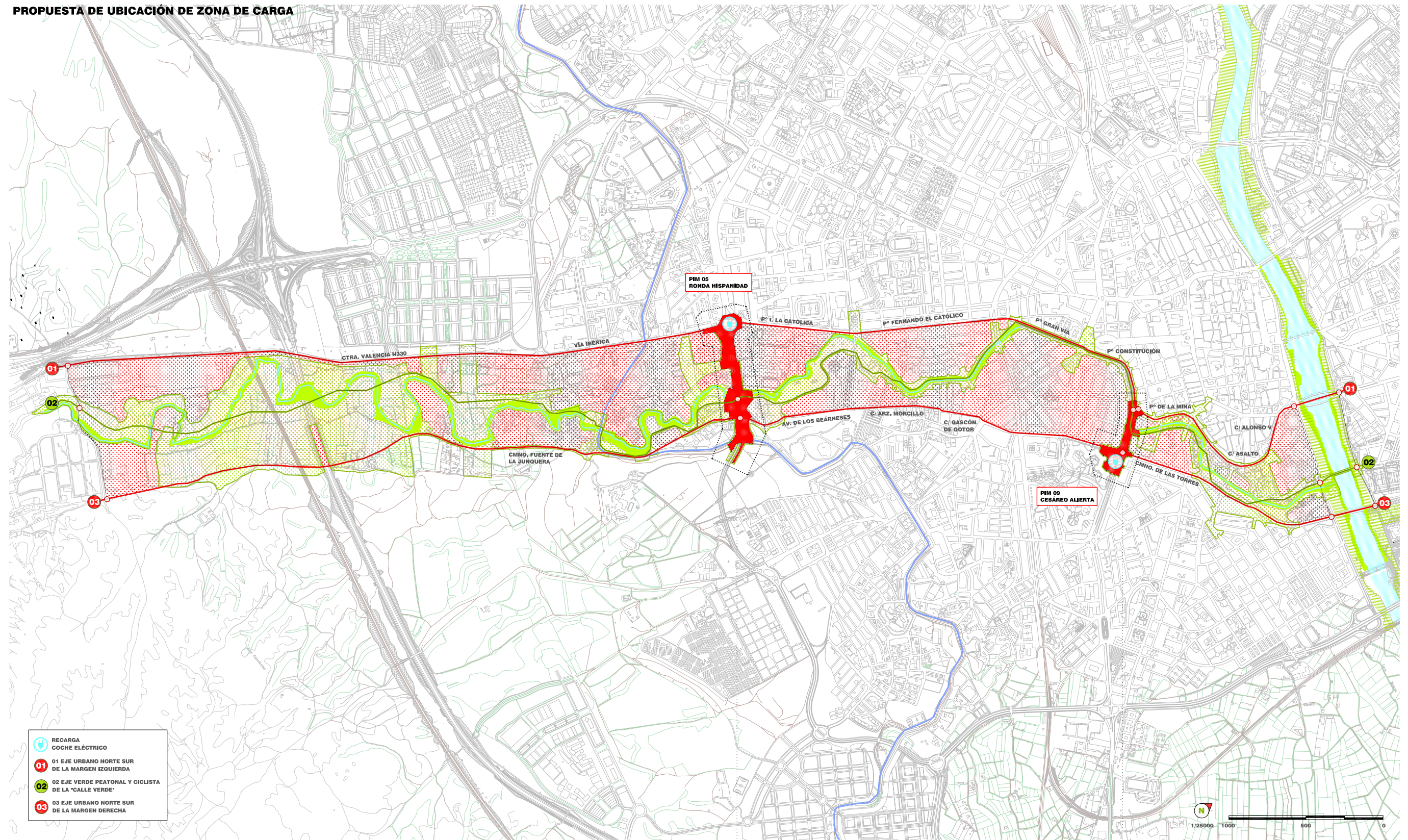
La estación dispondrá de un interruptor manual que puede ser telemandado desde el centro de control, con la función de accionar el sistema con independencia del resto de las protecciones anteriores.

La estación dispondrá de un sistema centralizador con capacidad para almacén de datos (capacidad para un mínimo de un mes), con cuatro entradas libres de tensión y salidas de relé programables que proporcionan una gran versatilidad para el intercambio de información con el centro de control. La descarga de datos al centro de control puede efectuarse de manera cíclica, en tiempo real y a petición del mismo. La identificación del usuario se efectúa con tarjeta y lector de proximidad. Así mismo, las estaciones estarán monitorizadas completamente desde una página web, de forma que se pueda conocer su disponibilidad y mediante la introducción de la clave de usuario el nivel de carga de las baterías.

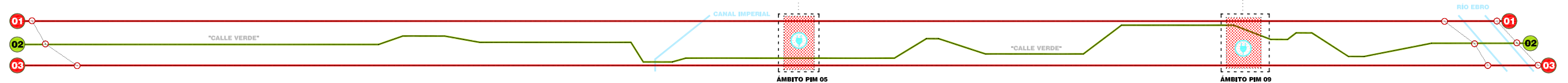
A continuación se muestra esquema unifilar de la estación de carga.



**PROPUESTA DE UBICACIÓN DE ZONA DE CARGA**



- RECARGA COCHE ELÉCTRICO
- 01** EJE URBANO NORTE SUR DE LA MARGEN IZQUIERDA
- 02** EJE VERDE PEATONAL Y CICLISTA DE LA "CALLE VERDE"
- 03** EJE URBANO NORTE SUR DE LA MARGEN DERECHA



UN TRIPLE EJE NORTE SUR DE MOVILIDAD URBANA DE LA CIUDAD  
ESTACIONES DE RECARGA DE COCHES ELÉCTRICOS UBICADOS EN PIM (PLAZAS DE INTERCAMBIO DE MOVILIDAD)