



## ÍNDICE

Compilación de textos estructurada por Ignasi de Lecea con motivo de su curso sobre Viales y Pavimentos, organizado por el Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia. Pontevedra 2002

TRES MIRADAS AL PAVIMENTO URBANO

PAVIMENTOS PARA EL AGUA  
El espacio público como colector de aguas

ELEMENTOS PRIMARIOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA  
URBANIZACIÓN

PAVIMENTOS PARA LOS VEHÍCULOS

LA CIUDAD DE LOS PEATONES. LA TRANSFORMACIÓN  
DE LOS EJES REPRESENTATIVOS DE LA CIUDAD

SOBRE LA ACCESIBILIDAD

NOTAS PARA UN CATÁLOGO DE PAVIMENTOS  
URBANOS

SOBRE LOS PAVIMENTOS DE LOSAS DE PIEDRA NATURAL  
EN EL ESPACIO PÚBLICO URBANO

PAVIMENTOS URBANOS DE PIEDRA NATURAL

MOBILIARIO URBANO.  
Entre la globalización y la identidad

## TRES MIRADAS AL PAVIMENTO URBANO

Ignasi de Lecea

El suelo de las ciudades es bien diferente del de las casas o del de las carreteras. Si bien todos ellos comparten elementos comunes, los pavimentos para el espacio público, forman un grupo con características propias, condicionadas por la intemperie y las cargas de tráfico, y por los requisitos de durabilidad y de comodidad que puedan plantearse en cada momento.

Frente a la gran difusión que han tenido los proyectos sobre el espacio público en los últimos veinte años, no se ha producido una reflexión paralela sobre las técnicas de proyecto de los pavimentos de la ciudad. Esta nota pretende trabajar en esa dirección a partir de considerar tres factores de la mayor incidencia en los pavimentos urbanos: La concepción del pavimento como un sistema en el que se integran además elementos como el bordillo, la rigola o el alcorque; el pavimento urbano como conjunto de capas, y las características del material de acabado superficial.

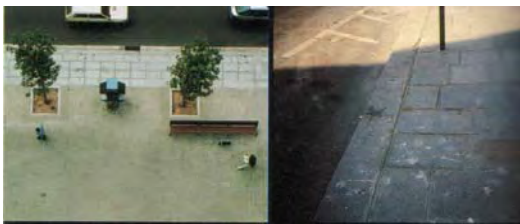
### EL PAVIMENTO URBANO COMO SISTEMA

Cuando se desarrollan en el siglo xix los grandes procesos de urbanización de las ciudades europeas, se eligen los elementos constructivos básicos –utilizando los materiales más próximos, más fáciles de encontrar, los más fáciles de colocar y los que se suponía que responderían mejor a las condiciones variables de uso-. Estos elementos y materiales se irán consolidando como un marco de referencia inevitable para las intervenciones sucesivas hasta llegar a configurar una imagen urbana propia de cada ciudad que ya será muy difícil de alterar en su globalidad. En cuanto caemos en la cuenta de que en Barcelona hay hoy más de cuatro millones y medio de metros cuadrados pavimentados en panot hidráulico de 20 x 20 x 4 cms. Se nos hará más evidente esta realidad que siempre presentará una resistencia importante a desaparecer.



Pavimento de losas de granito en la Plaça Nova de Barcelona

Así pues, salvo actuaciones puntuales, el pavimento de la ciudad deberá entenderse como un proyecto global, que debe partir del análisis de la tradición y que debe ir incorporando las correcciones que se derivan de nuevos requisitos, como las mejores condiciones de accesibilidad y comodidad, considerando nuevos materiales y tecnologías, en un proceso que debe ser respetuoso y coherente con la ciudad ya construida. Un proyecto sobre la ciudad raramente nace de nuevo, se incorpora a un marco ya construido del cual constituye una parte sin duda pequeña, un marco que nos aparece en la memoria cuando recordamos la imágenes de una ciudad. ¿Quién no recuerda por ejemplo, los contrastes de blanco y negro de los pavimentos de Roma o la uniformidad gris de las aceras de Barcelona?



Pavimento de la Avinguda Meridiana en Barcelona y pavimento de París

En cualquier caso la simple observación de las secciones características de los pavimentos de Roma, de Lisboa, de Florencia, de París, Londres o Barcelona, refleja el amplio abanico de posibilidades abiertas y, un estudio más preciso, nos hará aparecer la existencia de lo que podríamos denominar un conjunto de elementos primarios a combinar. El sistema de elementos primarios de urbanización: bordillo, vados, pavimento, rigola, imbornales, alcorques e hitos o bolardos, deberá ser siempre un sistema abierto a nuevas necesidades o demanda, y configura una imagen del paisaje de la ciudad que la caracteriza ante todas las demás y que define su espacio público. Observando en detalle esta imagen unitaria del pavimento de la ciudad, veremos que recoge, como un palimpsesto, las trazas de una evolución de pruebas, de aciertos y errores. En definitiva la calidad global de la imagen del espacio público de la ciudad acabará dependiendo de la capacidad de un sistema para aceptar esta evolución o de la habilidad de sus proyectistas para integrar los nuevos elementos al conjunto histórico.

En esta mirada a la identidad de la ciudad hay que señalar también que, a menudo, muchos de los elementos que se han venido utilizando para configurar la cara vista del pavimento urbano se ha utilizado también en las fachadas de los edificios. Del conjunto aparece un espacio tridimensional complejo en el que se integran el plano vertical y el horizontal, fachadas y pavimentos.

Esta primera reflexión sobre la identificación de la ciudad a través de un conjunto de invariantes de las técnicas y materiales de construcción de sus pavimentos urbanos, permite entender mejor la dificultad de encontrar un cuerpo referencial sólido con el que enfrentarse a la construcción de los pavimentos de la ciudad. Las soluciones pueden llegar a ser bien diferentes y las



Pavimentos de Londres y Roma

pautas de actuación deberán deducirse a partir del análisis de las coherencias e incoherencias de soluciones locales y de su comportamiento tanto en lo económico como en lo funcional, referidas siempre y de forma coherente al propio marco de actuación. En este contexto no puede sorprender que la configuración de los vados de vehículos que se utilizan hoy en Barcelona se haya consolidado a

partir de los primeros años 1990 a partir de soluciones de la Italia septentrional.

## EL PAVIMENTO ESTRUCTURAL

Los pavimentos urbanos deben entenderse más allá de su capa de acabado superficial; el pavimento será el conjunto de capas que, desde la explanada a la superficie, garantizarán su estabilidad frente a las cargas de tráfico y las condiciones atmosféricas: explanada, sub-base, base, material de adherencia y material de acabado superficial. La tecnología de carreteras ha ido consolidando sistemas de cálculo de estas capas a partir del tráfico diario previsto de vehículos pesados que circularán sobre el pavimento y de las características de la explanada de apoyo. Trasladar sin embargo estos conceptos al cálculo de un pavimento urbano, presenta notables dificultades.

Una calle no es una carretera. La transposición al ámbito urbano de los catálogos de firmes basados en la experiencia de las cargas de tráfico sobre las carreteras. Olvida a menudo que los efectos del tráfico urbano son bien diferentes: velocidades reducidas, efectos de arranque y frenada, efectos del giro de las ruedas en las maniobras de aparca-miento, configuran condiciones diferentes que determinan que la transposición al tráfico urbano de los cálculos empíricos de los firmes de carretera lleguen a producir resultados de escasa fiabilidad.

Al contrario de lo que podría suponerse inicialmente, la ciudad presenta realidades de evolución muy rápida: una calle peatonal podrá llegar a absorber en poco tiempo un volumen importante de tráfico de carga y descarga, y además del tráfico que genera la propia obra en el período de construcción, deberá absorber también el de las obras de rehabilitación de los edificios que se suceden normalmente tras la nueva pavimentación, sin dejar de tener en cuenta el de los vehículos de limpieza, de seguridad, de fiestas puntuales, e incluso eventualmente el de autobuses y vehículos de transporte público.

En el marco referencial de prueba y error que acaba caracterizando buena parte de nuestro conocimiento sobre las técnicas de pavimentación, cuando el pavimento de una carretera resulta insuficiente frente a las cargas que se le imponen, la solución es relativamente sencilla: aumentar el espesor del firme añadiendo una nueva capa de aglomerado asfáltico sobre la superficie anterior. En una calle esta situación se presenta con diferentes condicionantes, pues aumentar el espesor del firme, o sea la cota de la rasante, puede afectar negativamente a las condiciones de acceso a los edificios, a la circulación de las aguas de escorrentía o al acuerdo con otras calles o espacios públicos. Enmendar pues un error en el dimensionado del firme de un pavimento urbano será bien difícil.

El error es significativamente más caro en un espacio público que en una carretera, no tan solo desde el punto de vista del coste de la reparación sino también por las afectaciones que implica en el uso y en el desarrollo normal de la ciudad. Los márgenes de seguridad en el proyecto de firmes y pavimentos en el espacio urbano deberá ser por consiguiente mucho más alto que el utilizado en el cálculo de carreteras. Los sucesivos errores

han tendido a aconsejar en los sucesivos proyectos el incremento de la resistencia de las diferentes capas del firme y acabado, sobre todo cuando se utilizan acabados de coste elevado como pueden ser los pavimentos de piedra. Pero las posibilidades de mejora de la resistencia de los firmes urbanos también vienen condicionadas por las dificultades de compactación para no afectar a los servicios urbanos enterrados ni a los cimientos de los edificios vecinos, especialmente sensibles en las áreas históricas. Estos condicionantes influirán sin duda sobre la calidad del conjunto del firme que constituye el pavimento y obligarán a trasladar las necesarias garantías de resistencia y durabilidad a las capas superiores y más fácilmente controlables.

reposiciones debidas al inevitable desgaste o rotura de algunas piezas pero también a otras obras de mejora y, de manera especial, a las derivadas de los servicios del subsuelo, cuando menos a lo largo de los treinta años que podrían considerarse el período de vida útil del pavimento. No se le escapará a nadie que los aglomerados asfálticos normales, el panot hidráulico y las piedras de uso frecuente serán los materiales que satisfarán mejor esta condición.

Artículo publicado en INDE, *Informació i Debat*, marzo de 2000, Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, pp. 62-65. Traducido por el autor del original en catalán noviembre de 2002.

## LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO

Las exigencias de durabilidad y comodidad, en un marco condicionado por una fuerte intensidad de uso y por la exposición a la intemperie determinarán unas características específicas para la superficie de los pavimentos urbanos. En los pavimentos urbanos durabilidad significará a fin de cuentas que éstos mantengan una buena apariencia a lo largo del tiempo, su resistencia a las cargas de tráfico, al desgaste, al pulimento y a la erosión; la estabilidad del material frente a los agentes atmosféricos y a los derivados de la contaminación del tráfico de vehículos, y la facilidad de reposición a lo largo de su período de vida. La comodidad significa el mantenimiento de buenas condiciones de adherencia y de planeidad, no tan solo en la etapa inicial, tras su colocación, sino a lo largo del tiempo. Comodidad que deviene una exigencia creciente como lo demuestra el aumento del rechazo a los pavimentos de adoquines.

Los ensayos de dureza Mohs, de la posibilidad de desgaste por rozamiento, de la microtextura y la macrotextura, que podrían complementarse con ensayos de helaricidad, de resistencia a los cambios térmicos, de la estabilidad química frente a los agentes contaminantes más frecuentes, o de la homogeneidad del material mediante ultrasonidos, pueden darnos indicaciones sobre la idoneidad de un material para su utilización como acabado superficial de un pavimento, sobre todo si se comparan los valores obtenidos con los de materiales de eficacia reconocida frente a solicitudes semejantes a las que tendrá el pavimento objeto de proyecto.

Por poco que se aleje el proyectista de los criterios de respeto a la coherencia de la imagen global del pavimento de la ciudad, éste podrá encontrar un repertorio muy amplio de materiales, modelos o colores alternativos pero, al final, se dará cuenta, como explicaba Federico Correa, de que una vez se colocan en la calle, en el espacio público, todos los pavimentos acaban viéndose blancos, negros o grises y que los juegos de color, y muchas veces también los de aparejo o despiece, tan solo se apreciarán cuando el pavimento esté mojado. Con el paso del tiempo las dificultades de reposición acabarán configurando una especie de patchwork de diferentes tonalidades, y el pavimento que se pretendía singular –en el buen sentido– acabará siéndolo –pero en el mal sentido–.

Finalmente, la condición para que un pavimento tenga un buen envejecimiento exigirá garantizar disponer siempre de un material lo más parecido posible para las eventuales

## PAVIMENTOS PARA EL AGUA

### El espacio público como colector de aguas

Carlos Fuente reelaborado por Ignasi de Lecea

El proceso urbanizador del espacio público se convierte, a medida que avanza. En un agente impermeabilizador del suelo, alterando el recorrido de las aguas pluviales.

La pavimentación de una calle, la construcción de un edificio, la formación de un parterre tapizante, aumentan la escorrentía y desvían los cauces primitivos de circulación del agua que pasa toda ella a canalizarse en superficie al impedirse su penetración en el subsuelo.

En las áreas mediterráneas esta cuestión se agrava pues la franja costera se presenta como una barrera para la desembocadura de los flujos pluviales en el mar. Si a ello se añade que la climatología mediterránea presenta normalmente precipitaciones bajas con episodios aislados de alta intensidad de lluvia, se aumentan las dificultades del drenaje urbano en estas áreas, agravadas por la existencia de redes de alcantarillado deficitarias.

Por todo ello y a consecuencia de la intervención urbanística, el espacio público se convierte en conductor, camino o colector de las aguas pluviales, desde el punto de caída al punto de recogida o vertido a la red de drenaje. El diseño de la superficie del espacio público se verá condicionado siempre, aun en el caso de existir alcantarillado, a su carácter de colector alternativo de las aguas de escorrentía, teniendo en cuenta además la posible obstrucción de las rejillas de desagüe o la saturación de la red.

## LOS CAMINOS DEL AGUA

Si en un terreno natural se abre un camino, carretera o calle, automáticamente esa vía adquiere un doble uso: el del tráfico de personas y vehículos y el de circulación de las aguas de escorrentía. Salvo en puntos singulares como puentes, pasos o túneles, el camino natural del agua va a quedar modificado cuando se coloca un pavimento. El agua tenderá en ese caso a circular por esta nueva vía más impermeable y el camino se convertirá en un torrente intransitable si no se recogen adecuadamente las aguas de escorrentía. Un breve ejemplo puede ilustrarlo: una calle de 7 metros de ancho con pendiente longitudinal del 4% y transversal del 2% hacia una limahoya central que recoja una cuenca de 2 Ha. quedará inundada en sus dos terceras partes en su tramo final, al pasar por ella un chaparrón de 180 mm –que en Barcelona tendría un periodo de retorno de 500 años–, si no existiera ningún punto intermedio de evacuación o recogida.

La calle fue en un primer momento lecho indiscriminado para las aguas sucias o limpias, salvo en los casos singulares de construcción de alcantarillas en algunas ciudades romanas o medievales, y ha venido utilizándose como colector superficial de todo tipo de aguas, al punto que en Barcelona la terminología municipal de los años 1910 y 1920 todavía utiliza el término *arroyo* como sinónimo de calzada.

Los pavimentos se convierten en conductores o recolectores del agua de escorrentía en su doble vertiente: la circulación del agua sobre la superficie del pavimento desde el punto de caída hasta el punto de recogida, y la circulación desde el punto de recogida hasta el punto de vertido una vez se ha canalizado el agua.

Para que exista circulación por superficie, se ha de dar al pavimento una cierta pendiente hacia los puntos de recogida (canales, cunetas o imbornales). Las aguas tenderán a discurrir por las líneas de máxima pendiente del pavimento y su trayectoria vendrá definida por la suma de los vectores que representan las pendientes longitudinal y transversal.

Esta pendiente será función directa de la rugosidad del pavimento:

- Los pavimentos *lisos* como las losas amortiguadas o los hormigones pulidos aceptarán pendientes mínimas del 0,5%.
- Los pavimentos *rugosos*, que determinan una menor velocidad de circulación del agua, como los bituminosos o los hormigones lavados, requerirán pendientes mínimas del 1,5%.
- Los pavimentos *muy rugosos* como los adoquines o losas en seco, requerirán pendientes superiores al 2%.
- Los pavimentos de tierra y los pavimentos granulares admitirán pendientes más reducidas, del orden del 0,5%, en tanto su permeabilidad permita la absorción de los pequeños charcos que puedan llegar a producirse.

Una vez el agua ha llegado a su punto de recogida, ésta debe continuar recogida y protegida, evitando el desbordamiento o la filtración a las capas estructurales del pavimento. Utilizando los principios de la hidrología, se calcularán las dimensiones del conducto atendiendo a la superficie, pendiente, tipo de material, etc. Y sobredimensionando los resultados para atender el riesgo de obstrucción.

## LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Se considerarán dos tipos: la de circulación del agua por el interior del pavimento y la superficial por encima del mismo.

La velocidad interior a través de las partículas granulares de las distintas capas, puede afectar a la desaparición de finos, al disolverse éstos con el agua que pasa por los huecos, siendo arrastrados y originando una disminución del volumen en el pavimento, y con ello un descenso de las capas superiores, en definitiva, un bache.

Se puede afrontar el problema de diferentes maneras:

- Construyendo pavimentos cuyas capas interiores tengan ausencia de finos y que, para hacerlos más transitables, se recubrirán de materiales asfálticos u hormigones. En ellos el agua circulará libremente por su interior y deberá ser recogida –generalmente en los laterales–. Este es el principio también de las mezclas bituminosas drenantes.
- Utilizando pavimentos muy compactados, con una granulometría muy estudiada que contengan un volumen reducido de huecos y que dificulten el paso del agua y el

arrastre de los finos. Un índice máximo de un 10% de huecos permite conseguir, en general, una velocidad de circulación interior entre 0,1 y 10 micras por segundo. Estas condiciones se consiguen en materiales granulares compactados entre un 95 y un 98% del Proctor modificado, con un mínimo de finos del 20% (entre 0 y 5 mm) y de gruesos del 30% (entre 10 y 25 mm de diámetro), o con aglomerantes asfálticos o hidráulicos.

– Utilizando bajo el pavimento o entre sus capas, geotextiles que retengan los finos.

En todo caso será conveniente evitar la entrada del agua al interior del pavimento, para evitar el deterioro del mismo. Éste agua puede entrar desde varios puntos y se aplicará el remedio más eficaz en cada caso:

– Deberá evitarse el acceso del agua por capilaridad desde el propio terreno, si es necesario mediante una sub-base granular, dando además a la explanada una fuerte pendiente transversal –no menor del 4%- para evacuar rápidamente las aguas.

– Evitar la infiltración del agua desde los laterales, mediante la colocación de bordillos, que encajonan las capas haciendo de murete o barrera; de alcorques que obstaculizarán la circulación del agua de riego; o de cunetas o canales impermeables que protejan de la filtración del agua ya recogida.

– El punto más importante de penetración de agua es sin duda la superficie, bien por la permeabilidad del propio material de pavimentación o por la de las juntas. En estos casos deberá tenderse a dar rápida salida al agua según se ha comentado anteriormente, reducir la velocidad de su circulación para evitar que ésta dañe al pavimento y, en casos extremos, disponiendo impermeabilizantes, aun sabiendo el corto período de caducidad de éstos en relación al resto de los materiales empleados.

La velocidad superficial del agua afecta a los pavimentos granulares o de tierra inmediatamente, pero también, aunque más lentamente, a los asfálticos. A velocidad superior a los 4 metros por segundo el agua arrastra las partículas de diámetro inferior a dos centímetros en los suelos granulares. Por ello deberá procurarse con carácter general que los pavimentos tengan el menor contacto posible con el agua en circulación, y deberán protegerse construyendo cunetas, canales o rigolas que sirvan de cauce.

Esta velocidad está directamente relacionada con la pendiente de la superficie pavimentada, aumentando proporcionalmente con ella, con lo que recomendaremos unos valores máximos para cada tipo de material. Hasta ellos el agua circulará sin que origine perjuicios relevantes. Las pendientes máximas para evitar arrastres se recogen en la tabla siguiente:

Tipo de pavimento	Pendiente máxima
tierras	2%
tierras plantadas	10%
granulares (jabre, zahorras)	2%
de piezas (losas o adoquines)	20%
asfálticos	-

De hormigón	-
-------------	---

Controlando los caminos por donde circula el agua, limitando su velocidad y minimizando los arrastres de finos que produce su circulación se podrá conseguir una mayor durabilidad de cualquier tipo de pavimento, siempre que su capacidad portante sea la adecuada al tipo de tráfico que lo ha de utilizar. La vida del pavimento, su mantenimiento eficaz, e incluso su ruina prematura, están condicionados por el diseño de todos los elementos integrantes del proyecto, que resuelva adecuadamente el camino del agua por y a través de su superficie, analizando su circulación y su velocidad. Los fracasos sufridos en la estructura de los pavimentos son, en un gran porcentaje, debidos a soluciones que han descuidado el movimiento del agua y su actividad, o han propuesto elementos poco eficaces para su resolución.

### DISEÑO DEL CAMINO. LA SECCIÓN TRANSVERSAL

Vista la problemática que plantea el agua y su circulación a través del espacio público, y más concretamente sobre los pavimentos, la disposición de este espacio vendrá condicionada siempre por la conducción y el desagüe de las aguas superficiales cuyo caudal aumenta con la creciente urbanización e impermeabilidad de los pavimentos.

Esta disposición viene determinada por la distribución funcional de las distintas zonas de la superficie, que analizan los distintos flujos coexistentes en el espacio público.

Para garantizar la comodidad del tráfico y disminuir el riesgo de erosión, las aguas se deberán conducir sobre una pieza especializada que se denominará canal., y que deberá situarse alejada de la trayectoria de las ruedas de los vehículos y el recorrido frecuente de los peatones, y diseñarse de tal modo que pueda aumentar la sección a medida que se precise mayor capacidad de evacuación, evitando el acceso el agua a las viviendas y el entorpecimiento del tráfico de vehículos y peatones.

La situación de este canal especializado, los elementos de recogida y conexión a la red de desagüe, la necesidad de evitar las filtraciones del agua canalizada, son condicionantes de la sección transversal del espacio público y, en particular de la calle, donde ejemplificaremos las diferentes soluciones que, para ser eficaces, deben considerarse siempre parte de un sistema global. Para evitar la filtración en los canales, será conveniente que éstos sean lo más impermeables posible, utilizando los materiales adecuados; los límites del pavimento, los bordillos, alcorques, drenes, cunetas, rigolas, son elementos que cumplen esta función y deberán proteger el acceso lateral del agua a las capas interiores o estructurales del pavimento.

Estos grupos o bloques de soluciones que caracterizan básicamente la forma de la sección transversal de una vía, se pueden agrupar en cuatro modelos diferenciados, por la configuración del camino del agua, definido por la posición relativa del canal y la organización de las pendientes:

– Carretera. En esta sección se separan los tráfico peatonal y de vehículos del flujo del agua, pasando el primero por la calzada y el segundo por la cuneta. El agua discurre por una cuneta lateral, fuera del pavimento, a donde es conducida por la pendiente de la calzada. Esta sección presenta dificultades en áreas edificadas en cuanto las aguas circularían por la línea de edificación y su curso debería interrumpirse o entubarse para garantizar el acceso, si bien en áreas de edificación dispersa puede constituir un primer embrión de urbanización: la cuneta dará lugar a una acera y las canalizaciones de servicios no afectarán al tráfico. Para garantizar la eficacia de este modelo es necesario que el agua discurra siempre por la cuneta y que se evite su infiltración lateral mediante un murete o bordillo y su correcto dimensionado.

– Calzada-acera. En este sistema se segrega el tráfico de peatones del de vehículos, situándolos a diferente nivel. Por el inferior, la calzada, circulan los vehículos; y por el superior, la acera, los peatones. El agua discurre por el borde de separación entre ambas zonas, mediante el bombeo transversal de la calzada y una pendiente de la acera hacia ésta. El canal está formado por el conjunto bordillo-rigola, cada uno con su misión específica, el primero actúa como impermeabilizador del firme y la rigola como la pieza más lisa y resistente a la erosión que facilita la circulación del agua. La situación del canal es tal que se aleja de las ruedas de los vehículos y se distancia de la línea de las fachadas y de los accesos a los edificios. Así como la evacuación de las aguas en sentido transversal es sencilla de resolver siempre, pues basta con aumentar la pendiente para conseguirlo, el perfil longitudinal exigirá una pendiente mínima del 0,5% para que el desagüe por la rigola sea eficaz. También se deberán tener en cuenta, para evitar la formación de charcos, los puntos singulares de la sección como cruces, esquinas, isletas u otros obstáculos que puedan interrumpir la continuidad del canal.

– Calle a nivel. Cuando la calle es estrecha, inferior a seis metros de anchura, no se tiene espacio suficiente para diferenciar las zonas dedicadas a vehículos y a peatones. La calle se situará toda a un mismo nivel con un canal de recogida. La mejor situación para el canal acostumbra a ser el eje de la calle, consiguiendo una capacidad suficiente sin pendientes excesivas en la sección transversal, alejando la circulación del agua tanto de las fachadas de los edificios como de las ruedas de los vehículos. Para evitar grandes caudales de agua circulando en superficie, y dado que la capacidad del canal no suele ser muy grande, se debe mantener una línea continua en el eje del canal y disponer los puntos de recogida a distancias relativamente cortas, sobre todo en pavimentos de textura rugosa.

– Espacios llanos. En determinadas condiciones como frentes marítimos o construcciones con base horizontal, resulta difícil alcanzar el umbral de pendiente del 0,5% que hemos venido señalando. Deberá entonces situarse una canal soterrada, con las pendientes necesarias, y un acceso continuo a dicha canal. Debe considerarse ésta una solución excepcional, de mantenimiento costoso y con grandes problemas en el caso en que éste no se realice de manera adecuada, puesto que el canal es fácilmente obstruido.

## LOS PUNTOS DE RECOJIDA

Llamaremos puntos de recogida a aquellos puntos de contacto entre el sistema superficial de canalización y el sistema subterráneo e la red de alcantarillado. El agua de la superficie se incorpora a la red subterránea de alcantarillado a través de los imbornales.

En general estos imbornales serán elementos discontinuos, que recogerán el agua en puntos más o menos equidistantes y la introducirán en un conducto cerrado, generalmente circular u ovalado, de no menos de 40 cms de diámetro, y situado a una profundidad mayor de 60 cms. La capacidad de absorción de las rejillas en los puntos de recogida puede llegar a ser insuficiente para el caudal de una lluvia puntual; por otra parte, las ranuras son puntos de acumulación de hojas secas, papeles u otros elementos que obstruyen el sumidero en todo o en parte. Esto indica que no se debe confiar el desagüe exclusivamente a la red subterránea de alcantarillado, y que debe darse la continuidad necesaria al canal superficial para permitir en todo momento la evacuación natural, sin que aparezcan puntos bajos susceptibles de inundarse.

El diseño de la reja está íntimamente ligado con los conceptos hidráulicos el agua en movimiento, pero al mismo tiempo condicionado por dos premisas opuestas: la mayor absorción se conseguirá cuanto mayor sea la superficie de los huecos y cuando éstos se dispongan paralelos a la línea de circulación del agua; por el contrario al ser éste un elemento transitable, será tanto más confortable cuando menor sea la dimensión de los huecos y cuando éstos sean perpendiculares al flujo del agua, pensemos por ejemplo en las ruedas de las bicicletas.

También deben considerarse desde un punto de vista constructivo los límites entre reja y pavimento, puntos que acaban resultando especialmente débiles y por donde normalmente se muestran los primeros síntomas de envejecimiento del pavimento.

Capítulo aparte merecen los imbornales de tipo buzón, o ranuras practicadas lateralmente en las paredes del canal de recogida, y que en el caso de la calle a distinto nivel están formados por una pieza especial de bordillo con la acanaladura colocada encima del pozo del imbornal. Son de gran eficacia en cuanto su capacidad de obstrucción es significativamente mucho más reducida.

Podríamos hablar también de imbornales continuos: ranuras, pequeñas cunetas o rejillas continuas, todos ellos, en general, de mantenimiento muy difícil que deben reservarse a situaciones verdaderamente excepcionales.

Adaptación de un texto del Carlos Fuente, ingeniero de caminos, canales y puertos, correspondiente a su lección en el curso *Tècniques i instruments per a la construcció de l'espai públic: els paviments*. Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, marzo de 1994.



## ELEMENTOS PRIMARIOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA URBANIZACIÓN

Ignasi de Lecea

Los pavimentos son indudablemente los que caracterizan en una primera ojeada el paisaje del espacio público urbano. Pero cualquier imagen de detalle nos revelará la importancia de un conjunto de piezas que definen límites o accesos y que son esenciales en la definición del espacio público.

Los hemos llamado elementos primarios de urbanización, parafraseando de alguna manera las "primary structures" minimalistas de los primeros años 1960.

### El bordillo

Al analizar las diferentes secciones de calles, o espacios públicos en términos más generales, con relación a la forma de conducir las aguas. Se ha estudiado el modelo en tráfico de vehículos segregado del peatonal. Lo que denominábamos sistema bordillo rigola.

De entre los elementos primarios es sin duda el bordillo el que caracteriza en primer lugar una mirada de detalle sobre el paisaje urbano.

En una primera aproximación el repertorio de soluciones podría dividirse en tres grandes opciones:

### La acera sin bordillo

Una solución antigua de la cual sobreviven aun algunas muestras casi arqueológicas.

La acera está segregada de la calzada y elevada sobre la misma, pero sin elemento alguno de interfase. La acera está formada por gruesos sillares de piedra xxxxxx pág. 2, labrados en dos planos perpendiculares que definen el desnivel como un gran peldaño.

Es una solución que todavía podemos ver en Florencia, por ejemplo, en áreas periféricas de Manhattan, i que ha servido de base a la nueva pavimentación de la calle Ferran en Barcelona, entro otros ejemplos que seguro se podrán encontrar.

A partir de los años 1950 cuando los pavimentos de piedra natural caen en desuso por su coste elevado, cuando la piedra natural hallada a mano presenta disfunciones de confort e incluso de higiene por su falta de planeidad y por la dificultad de tratamiento de las juntas o por un pulimento excesivo, esta solución tiende a ser sustituida.

### El bordillo como elemento diferenciado

La solución más generalizada en el proyecto de la separación entre acera y calzada es la de resolverla mediante un elemento especializado de directriz lineal.

Desde un punto de vista estructural esta pieza actúa como pequeño murete de contención del desnivel entre acera y calzada, actúa también como amortiguador del impacto horizontal de las ruedas de los vehículos que aparcan o se desvían de su trayectoria y, en algunos casos, como confinador de la compactación de las capas del firme de la calzada.

Estos requisitos estructurales se resuelven bien sea a través de un elemento hincado como el bordillo tradicional de Barcelona, de acabado rugoso exento en las caras vistas que confina el firme, se apoya en una base drenante ligeramente cementada y de esta forma resuelve sus funciones de contención y de amortiguación de los impactos horizontales. Un comportamiento semejante presentan los bordillos metálicos que se han generalizado en Manhattan.

En otro conjunto de soluciones la estabilidad de la pieza se resuelve mediante el rozamiento y no el hincado. El ejemplo paradigmático de esta solución es el bordillo romano, con sus claves de unión características, un bordillo ancho y pesado, rugoso en su cara oculta, ligado a los elementos colindantes que garantiza así sus funciones de contención y de absorción de impactos.

Todas estas soluciones requieren en común la exigencia de piezas muy pesadas y la de una cuidadosa alineación, contradictorias con la facilidad de su colocación y cada vez más con las ordenaciones laborales, y con el alto coste de una labra manual precisa. Se generaliza la tendencia al uso de materiales cortados a máquina con cimientos de hormigón que complementan su función. El proyecto con estos nuevos elementos debe ser bien cuidadoso de garantizar las exigencias estructurales que hemos venido señalando y que a menudo se desconocen u olvidan produciendo fracasos significativos.

### El bordillo-rigola

Hacia los años 1960, y destinado básicamente a urbanizaciones de segunda residencia aparece una pieza de producción industrial que trata de unificar en un único elemento las funciones de bordillo y de rigola.

Aparentemente se trataba de una excelente idea que mejoraba significativamente la impermeabilidad del canal. Pero las piezas resultaban excesivamente pesadas y por lo tanto se hicieron cortas y de un espesor débil, las condiciones de vibrado no eran fáciles y la calidad del mortero era mejorable. Así pues la pieza fracasó en muchos casos al ser excesivamente frágil y difícil de anclar. No podemos olvidar que las apisonadoras se aproximan o llegan a pisar la rigola.

Además de todas estas dificultades el sistema no resolvía uno de los problemas de la pavimentación: las curvas de acuerdo en los giros que se trataban bien a través de poligonales, cortando en trapecios cada una de las piezas, tarea nada fácil de resultados imprecisos y de alto coste, bien dejando aristas en ángulo que no han sobrevivido a los primeros impactos.

Más difícil era resolver los vados de acceso de vehículos, pues deprimir la pieza, la solución más generalizada en los

bordillos de la época, significaba deprimir también la rigola, o sea el canal del agua- Lo cual era imposible. La única solución aparecía a partir de "esculpir" el bordillo. No se precisa gran imaginación para intuir la apariencia final del conjunto.

Este ejemplo nos ilustra, probablemente mejor que cualquier otra reflexión, la imposibilidad de aislar estos elementos primarios del conjunto. El sistema de elementos de pavimentación debe ser un conjunto coherente donde todas las piezas se relacionan entre sí, de ahí el interés de analizar la función de cada uno, pero también la de no perder de vista la coherencia global.

En el ámbito de las funciones desarrolladas, por el bordillo, podemos incluir dos elementos próximos.

### El bordillo en curva

Como acabamos de ver el diseño de uno de los elementos primarios de urbanización debe cuidar su integración al conjunto global. En este conjunto aparece a menudo la necesidad de curvar los acuerdos.

No podemos olvidar que el comportamiento del tráfico se aproxima al de un fluido con una alta capacidad de erosión, lo que desaconseja –más que el término desaconsejar, sería más preciso el de prohibir- los acuerdos en ángulo recto. Las variables condiciones topográficas y del lugar requieren una gran flexibilidad en las curvas de acuerdo.

A menudo se plantea que esta flexibilidad sea total. Que se pueda disponer de elementos para resolver cualquier radio de curvatura y si bien por encima de un radio de 12 m la poligonal aparece visualmente como una curva, por debajo de éste la apariencia de la poligonal desmerece totalmente la calidad del pavimento. Esta flexibilidad total restringe prácticamente las posibilidades a utilizar la piedra natural con una labra enormemente artesana que contrasta con la producción industrial de los tramos rectos.

Probablemente la piedra natural acaba siendo casi la única alternativa posible, si bien la estandarización de ciertos radios, disminuyendo la flexibilidad, permitiría mejorar la industrialización de las piezas, facilitaría la existencia de estocs y permitiría eventualmente una producción industrial de bordillos de hormigón de los radios más frecuentes, reduciendo los costes en todos los casos. A título de primer ensayo se ha enumerado en el artículo "Pavimentos para los vehículos" (pp.17) una primera lista para la posible estandarización de las curvas.

### Accidentes del bordillo

Pariente próximo del bordillo es el alcorque, que mantiene las funciones de contención del bordillo, y pierde las de amortiguación del impacto de las ruedas –aunque a veces los vehículos invadan también el alcorque-, pero cuya función más importante es la de impedir la infiltración del agua estancada para el riego en las capas estructurales del pavimento.

Los proyectos de urbanización han prescindido normalmente de esta pieza, bien dejando al exterior la

sección de la estructura del pavimento, bien adoptando soluciones sucedáneo. Toda la experiencia conocida avala la necesidad de disponer de una pieza específica.

Hemos señalado ya sus primeros requerimientos funcionales, pero no debe olvidarse la necesidad de su integración en el pavimento de la acera en la cual se incluye, ni el mantenimiento de unas dimensiones suficientes para que el volumen de agua que se pueda acumular en el hueco sea suficiente para garantizar un buen desarrollo de los árboles sobre todo en su etapa inicial de desarrollo.

Por lo que se refiere a la integración el pavimento de la acera, la utilización de una plancha de acero galvanizado o inoxidable de unos 4 o 5 mm de espesor se ha demostrado una buena solución en pavimentos continuos, facilita la compactación, que casi siempre es semianual, y no crea aristas que inicien posteriores fisuras. Esta solución da también buenos resultados en pavimentos de hormigón vertidos in situ. Si se quisiera optimizar en este último caso debería tenerse en cuenta la tendencia de las raíces, a levantar las zonas próximas al alcorque, disponiendo pasadores que eviten la formación de resaltes y garanticen la planeidad.

Sobre pavimentos modulares el alcorque deberá ser un múltiplo de la división modular que se utilice, deberá cuidarse la solución de las aristas, pues el corte a inglete, más propio de la madera que de los materiales pétreos o moldeados, acabará erosionándose pronto, muchas veces durante el propio proceso de colocación, Acuerdos en esvástica son más propios de este tipo de aparejo.

Desde un punto de vista conceptual la solución del agujero en el plano presenta dificultades formales cuando se pretende apurar el espacio y se utiliza el propio bordillo de la calzada como una de las caras del alcorque. Este planteamiento presenta dificultades, pues el bordillo sin la colaboración del material de su trasdós, disminuye su capacidad de resistencia a los impactos laterales. Desde un punto de vista formal la apariencia del trasdós que no se ha concebido como elemento a dejar visto, no es demasiado satisfactoria. La solución de adherir otro bordillo tampoco resulta óptima.

Una solución aceptable, si bien restringe la anchura de paso libre, es la de disponer una pieza de pavimento entre el bordillo y el alcorque. Con esta disposición se mantiene el concepto de agujero en el plano, se consigue que las cuatro caras del alcorque sean uniformes, se aleja el árbol de la calzada, reduciendo su exposición y se dispone de un canal ininterrumpido próximo a la calzada apto para la instalación de servicios urbanos como la red semafórica. Pero esta solución exige disponer anchuras holgadas que, aunque convenientes, no siempre están en la mano del proyectista.

Al inicio de este texto se hablaba de los elementos vinculados al sistema bordillo-rigola. Nos hemos extendido sobre el bordillo y ahora sería el turno de la rigola, si bien de forma paradójica la formalización de la rigola como una pieza o elemento específico es poco frecuente en el panorama internacional.

Hablando del agua se han enunciado los requerimientos funcionales de este elemento que se caracterizaría por su

máxima impermeabilidad y textura fina que facilite el curso de las aguas. Más allá de esta primera función podríamos atribuirle un confinamiento de la calzada estrechamente vinculada a la del bordillo, pero además en el uso creciente de pavimentos de aglomerado asfáltico la cuneta es una buena guía que permite realizar de forma más satisfactoria las operaciones de extendido o compactación del aglomerado. Su ausencia pues nos llevará a un aglomerado deficientemente compactado en su unión al bordillo, no puede ser de otra manera, poco apto para la circulación del agua.

En la formalización de la rigola, cuanto ésta exista, se han venido utilizando, elementos continuos de hormigón, eficaces desde el punto de vista hidráulico, pero difíciles de ejecutar con precisión, y más todavía de reparar o sustituir; composiciones de adoquín, versátiles pero de textura más rugosa que la deseable, o piezas prismáticas de mortero hidráulico.

Notas redactadas para el curso "Viales y Pavimentos. Pontevedra 2002"

## PAVIMENTOS PARA LOS VEHÍCULOS

Carlos Fuente e Ignasi de Lecea

### DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS

Para definir las secciones transversales de las calzadas destinadas a vehículos es necesario primero conocer las dimensiones transversales de éstos.

Naturalmente no se trata de un sistema de precisión, en tanto se están dimensionando espacios que sobrevivirán normalmente a la vida útil de los vehículos actuales. En el caso del Ensanche de Barcelona, por ejemplo, la sección se proyectó hace 150 años.

Sobre esta base estableceremos unas anchuras mínimas de 1,20 metros para turismos, 2,20 metros de media para las furgonetas y 2,40 metros para los camiones y autobuses.

De estas dimensiones podemos deducir una guía de estimación de las calzadas según el número de carriles y según alguno de éstos se destine a aparcamiento en cordón o no.

Debe prevenirse, sin embargo que la decisión sobre la especialización de los carriles es una decisión que se resuelve tan sólo con pintura y huir de una rigidez excesiva que a la larga obligará a la modificación de la sección.

A partir de aquí trataremos en primer lugar las calzadas con un solo sentido de circulación:

Número de carriles	Anchura entre bordillos
1 carril de tráfico	3,20 m.
1 carril de tráfico + 1 carril de estacionamiento	5,50 m.
2 carriles de tráfico	6 m.
2 carriles de tráfico + 1 carril de estacionamiento	7,80 m.
2 carriles de tráfico + 2 carriles de estacionamiento	10 m.
3 carriles de tráfico	9 m.
3 carriles de tráfico + 1 carril de estacionamiento	10,50 m.
4 carriles de tráfico	10,50 m.

Debe insistirse en el carácter orientativo de estas cifras, que se han definido en función del tráfico urbano en el que, por ejemplo, no parece razonable dimensionar los carriles sin tener en cuenta la existencia de carriles vecinos ni tampoco que puedan circular holgadamente 4 camiones por la misma sección en una vía de 4 carriles.

La base de cálculo sería:

Tipo de carril	anchura
Carril bus o de camiones	3,20 m.
Carril turismos y furgonetas	2,75 m.
Carril estacionamiento	2,80 m.
Carril bici	

Recordemos que todas las cifras anteriores se refieren a calzadas de un solo sentido de circulación.

El diseño de vías de dos sentidos de circulación, inicialmente debería considerarse tan solo en áreas de baja densidad, donde no tenga mucho sentido establecer una trama unidireccional, bien en grandes vías colectoras de tráfico. Un esquema indicativo de secciones sería el siguiente:

Número de carriles	Anchura entre bordillos
1 carril de circulación en cada sentido	6,40 m.
1 carril de circulación + 1 carril de estacionamiento en cada sentido	10,50 m.
2 carriles de circulación en cada sentido	12 m.
2 carriles de circulación + 1 carril de estacionamiento en cada sentido	15,50 m.

En los casos de mediana segregada, normalmente utilizada para establecer dos tiempos de semáforo diferenciados en cada sentido, ésta deberá tener una anchura mínima de 2 metros y, en este caso se tratará cada sentido de circulación como una calle unidireccional.

Como advertencia final en el dimensionado de calzadas, debe señalarse que contra lo que pueda parecer inicialmente, el sobredimensionado en la mayor parte de los casos genera más inconvenientes que ventajas al favorecer la indisciplina y el estacionamiento irregular que puede llegar a colapsar el tráfico.

Así, en las vías que no dispongan de aparcamiento en cordón, deberán considerarse las posibilidades de estacionamientos intermedios utilizando parcialmente la acera para evaluar la idoneidad final de la anchura elegida.

### GIROS

El diseño de las calzadas acostumbra a centrarse en la sección transversal, pero su funcionamiento adecuado precisa también de los giros de los bordillos en las intersecciones.

Como punto de partida los radios de giro interior de los diferentes vehículos pueden asimilarse a los de la tabla siguiente:

Tipo de vehículo	Radio de giro interior
Turismos	3,50 m.
Camiones y autobuses normales	12 m.
Trailers y autobuses articulados	16 m.

Teniendo en cuenta las características de las diferentes vías pueden aconsejarse los radios de bordillo siguientes

en función de la anchura total de la calle (aceras y calzada):

Anchura total de calle	Radio de curva del bordillo
Hasta 8 m.	3 m.
De 8 a 12 m.	5 m.
De 12 a 20 m.	12 m.
rotondas	> 25 m.

## SECCIONES DE FIRME

Como se ha indicado, a la cara vista del pavimento se corresponde una sección estructural. La Instrucción de Carreteras define exhaustivamente los firmes posibles en diferentes condiciones de explanada y abre un amplio abanico de materiales a utilizar.

Pero en un entorno urbano parece que este abanico puede simplificarse puesto que en condiciones generales nunca nos encontraremos con el terreno natural -éste habrá sido alterado cuanto menos para la construcción de los servicios soterrados- y tampoco se tratará de optimizar el uso de materiales próximos por su coste sino más bien por su facilidad de colocación.

Debe tenerse en cuenta que a menudo nos encontraremos con grandes dificultades para compactar adecuadamente.

Se presentan pues nueve secciones tipo en función de los tipos de carga y de los materiales a emplear.

<b>TRÁFICO PESADO</b>		
capa	espesor	material
<b>Material granular</b>		
Sub-base	15 cm.	granular CBR15 (95%PM)
Base	25 cm.	granular
Intermedia	5 a 7 cm.	asfalto S20
Acabado	6 a 4 cm.	asfalto D12
Insonorización	3 cm.	asfalto SMA10
<b>Hormigón</b>		
Sub-base	15 cm.	granular (95% PM)
Base	20 a 22 cm.	hormigón HP10
Intermedia		
Acabado	6 a 4 cm.	asfalto D12
Insonorización	3 cm.	asfalto SMA10
<b>Asfalto</b>		
Sub-base	15 cm.	granular (95% PM)
Base	15 a 13 cm.	asfalto G25
Intermedia	5 a 7 cm.	asfalto S20
Acabado	6 a 4 cm.	asfalto D12
Insonorización	3 cm.	asfalto SMA10

Para tráfico medio se adoptaría la tabla siguiente:

<b>TRÁFICO MEDIO</b>		
capa	espesor	material
<b>Material granular</b>		
Sub-base	12 cm.	granular (95%PM)
Base	20 cm.	granular
Acabado	18 cm.	hormigón HP20
<b>Hormigón</b>		
Sub-base	12 cm.	granular (95% PM)
Base	18 cm.	hormigón HP10
Acabado	4 cm.	asfalto D12
Insonorización	3 cm.	asfalto SMA10
<b>Asfalto</b>		
Sub-base	12 cm.	granular (95% PM)
Base	7 cm.	asfalto S20
Acabado	4 cm.	asfalto D12
Insonorización	3 cm.	asfalto SMA10

Y para el tráfico ligero:

<b>TRÁFICO LIGERO</b>		
capa	espesor	material
<b>Material granular</b>		
Sub-base	10 cm.	granular (95%PM)
Base	20 cm.	granular
Acabado	15 cm.	hormigón HP20
<b>Hormigón</b>		
Sub-base	10 cm.	granular (95% PM)
Base	15 cm.	hormigón HP10
Acabado	4 cm.	asfalto D12
Insonorización	3 cm.	asfalto SMA10
<b>Asfalto</b>		
Sub-base	10 cm.	granular (95% PM)
Base	4 cm.	asfalto S20
Acabado	4 cm.	asfalto D12
Insonorización	3 cm.	asfalto SMA10

No se reseñan aquí secciones para el tráfico peatonal, pues cada vez es más claro que el tráfico peatonal en estado puro no existe, los vehículos de servicios, cada vez más pesados, representan un tráfico creciente en los espacios concebidos como peatonales y han sido causa de deterioros notables.

Ignasi de Lecea, arquitecto, y Carlos Fuente, ingeniero de CC y P. Nota redactada para el curso "Viales y Pavimentos. Pontevedra 2002".

## **LA CIUDAD DE LOS PEATONES. LA TRANSFORMACIÓN DE LOS EJES REPRESENTATIVOS DE LA CIUDAD**

Ignasi de Lecea

Desde el final de los años cincuenta se empieza a generar a nivel internacional la cultura de lo que se ha denominado "islas peatonales", sectores situados en áreas comerciales de los centros históricos de las ciudades donde se pretende dar prioridad a los peatones y restringir el tránsito de vehículos. Generalmente, estos espacios se proyectan con pavimentos a un único nivel, sin distinguir aceras y calzadas, sobre los que se dispone una fuerte implantación de elementos de mobiliario que pretenden singularizar cada espacio. A partir de este momento se genera, a nivel internacional, un volumen importante de textos sobre esta nueva caracterización de los espacios que alcanzan desde los problemas legales que se derivan del corte total o parcial de la circulación de vehículos, hasta la influencia de las islas de peatones en la actividad comercial.

En Barcelona, la pavimentación dirigida por Adolf Florensa en los espacios del entorno de la Catedral y en algunos sectores del denominado Barrio Gótico, desde finales de los años cincuenta, constituye un precedente de pavimento a nivel, más relacionado con condicionamientos ambientales que con razones estrictamente comerciales. En Barcelona, pese a algunos ensayos puntuales previos, hasta 1980 no se empiezan a plantear actuaciones más vinculadas a la cultura internacional de las islas de peatones, todas ellas en el centro de la ciudad. Las intervenciones en la avenida del Portal de l'Àngel (1992) y en la calle Ferran (1994), que inciden sobre espacios de fuerte componente emblemático, son ejemplos relevantes en el centro de la ciudad. El éxito de este tipo de intervenciones ha hecho que se hayan extendido también estos últimos años a los núcleos históricos de los antiguos municipios agregados a Barcelona hace cien años, no sin reproducir en algunos casos las viejas polémicas sobre si el tráfico lleva a los compradores, así como sobre las ventajas e inconvenientes de estas islas para los residentes en las viviendas del área.

Si bien cuando se habla de la "ciudad de los peatones" la referencia a dichas áreas peatonales es la primera que se plantea intuitivamente, este artículo se centrará en otra cuestión, que tal vez sea uno de los aspectos más originales de la cultura urbana en los últimos años en Barcelona: la reconsideración de la dimensión relativa de los espacios destinados a peatones y a vehículos en los ejes viarios representativos de la ciudad.

La preocupación por la sección de las calles de Barcelona viene de lejos. Ildefons Cerdà, en su Teoría de la construcción de las Ciudades aplicada al Proyecto de Reforma y Ensanche de Barcelona, situaba, como ya había hecho en textos precedentes, la determinación del ancho de las calles del Eixample a partir de dos condiciones exclusivas: las higiénicas y el tráfico.

Partiendo de consideraciones de tráfico llegaba a una vía teórica de un ancho de 35 metros, estructurada en franjas o carriles diferenciados para cada función:

Doble acera para los peatones de vacío: 8 metros

Doble camino adoquinado para los faquines, mozos de cordel y carretillos de mano: 6 metros

Doble camino macadamizado para caballerías y carros de carga: 14 metros

Doble camino adoquinado para carruages ligeros y caballerías de montar o doble camino de hierro tirado por caballerías:

7 metros

Anchura total de la vía: 35 metros

Tras llegar detalladamente a esta cifra de 35 metros de ancho, Cerdà añade, sin ninguna otra explicación: "que nosotros reducimos a la de 30 metros."

Ildefons Cerdà configura así, en su proyecto para el Eixample de Barcelona, un esquema básico de tres anchos de vías: las de poco tráfico o "calles de circulación pequeña", de 20 metros, ancho que resulta de mantener el ancho de la calle a la altura de las casas, con lo que se pretendía garantizar la insolación de todas las viviendas, criterio que, a partir de razonamientos higiénicos, ya habían establecido los tratadistas del siglo XVIII. Las calles que denominaba "de circulación ordinaria" tendrían aquella sección de 35 metros reducida a 30, como la rambla de Catalunya y la calle Aragó, las rondas y la calle Comte d'Urgell. Y, finalmente, "las calles de gran viabilidad", serían de 50 metros de ancho, adoptando modelos tan diversos como la Gran Via, la Meridiana, la calle Marina, la calle Josep Tarradellas, la Diagonal, el paseo de Sant Joan y la avenida de Roma. El paseo de Gràcia, de 60 metros, será la joya de la corona, y el paseo de Lluís Companys, de 100 metros, el único espacio de dimensión europea, tal vez francesa, más exactamente.

En el ajuste de su proyecto, Cerdà fue olvidando aquella primera división de la calle en franjas especializadas, hasta llegar a la posición de que la mitad de la sección de las nuevas calles de Barcelona tenía que destinarse al tránsito de peatones y la otra mitad al de vehículos, considerando esta proporción positiva frente a la dominante de París donde, señala, la proporción es del 60% para los vehículos y el resto para peatones. Muchas cosas han cambiado desde que se consolidó la estructura de Cerdà, pero ha sido la existencia de los árboles lo que ha consolidado de manera prácticamente inalterable la sección inicial de las calles de 20 metros -5 metros de acera, 10 metros de calzada y 5 metros de acera. Ejemplos como la calle Balmes, con el mismo ancho de 20 metros, fruto del soterramiento del ferrocarril de Sarrià a plaza Catalunya, con aceras de 3 metros prefiguran fácilmente la imagen de un Eixample donde habría sido más fácil mover los bordillos para aumentar los espacios de circulación de los vehículos.

Cuando se empieza a plantear la política de intervenciones en el espacio público de la ciudad, en 1980, se acuña el lema "una calle no es una carretera", del que se derivan unos criterios de actuación sobre calles de gran volumen de tráfico o de secciones desproporcionadas -siempre en

favor de los vehículos– que se traducen en realizaciones concretas, como el ensanchamiento de las aceras del paseo de la Zona Franca, la conversión de la avenida Gaudí en zona peatonal, el proyecto de la Vía Júlia o las primeras actuaciones en la rambla Prim.

Pero, ya en los estudios de tráfico de vehículos en Barcelona, que definen el denominado Plan de vías de 1987, se evidencia la necesidad de disponer de un cinturón de ronda que evite el paso obligado de los vehículos por el centro de la ciudad y que sirva como elemento ordenador de un conjunto de barrios periféricos con vialidad escasa y difícil acceso. Así, entre los proyectos que se plantean en torno a los Juegos Olímpicos de 1992, esta nueva ronda constituye uno de los principales objetivos, un proyecto que a las prioridades mencionadas añadía la posibilidad de reconsiderar la sección de las antiguas calles-carreteras de acceso al centro de la ciudad. El artículo de Manel Villalante "La red viaria, la movilidad y la calidad urbana" explica, desde los esquemas directores de tráfico, las consideraciones que servían de base a esta política –la discusión de las consideraciones de tráfico con los ingenieros especialistas ha sido la base esencial en el desarrollo de los proyectos que se considerarán después– y cuando, después de la construcción de las rondas, se aprecia una disminución significativa del tráfico en estas vías, se considera que es el momento oportuno de reequilibrar las secciones hacia lo que podríamos considerar el objetivo más democrático del esquema de mitad-mitad que había planteado llddefons Cerdà. Este objetivo, asumido no tan solo por el Consejo Plenario del Ayuntamiento, sino también por el conjunto de ciudadanos y, muy especialmente, por los que viven en esas calles, genera también nuevas expectativas y las demandas vecinales de intervención en la mayoría de esas calles-carretera se incrementan notablemente.

Pero, al aproximarnos a una definición proyectual de estas vías, además de la reconsideración de la distribución relativa del espacio dedicado a los vehículos y a los peatones, aparecen dos nuevas cuestiones: la distribución espacial del área peatonal dentro de esta sección y la definición de los elementos de urbanización que configuran su construcción y su propia imagen, en la dialéctica entre la uniformidad con las diferentes calles de la ciudad y la singularidad que todo el mundo desea para la suya.

Las calles representativas de las ciudades que adoptan determinaciones viarias como avenida, paseo o bulevar tienen el referente más inmediato en los ejemplos de la reforma haussmanniana de París, magníficamente compilados y analizados por Alphand. Son espacios que, en definitiva, determinan la imagen de la ciudad, donde a menudo se sitúan las tiendas más distinguidas, que se consolidan como elementos de comunicación social, escaparates donde una sociedad se exhibe; espacios concebidos, por otra parte, para intensidades y velocidades de tránsito que hoy nos resultarían notablemente reducidas. Si comparamos, en Barcelona, la imagen no tan lejana de la pista de caballos de la Diagonal, con la imagen de las aglomeraciones de peatones en el entorno de los centros comerciales que hoy existen en el mismo lugar, se patentizará la gran transformación experimentada en la forma de utilización de la ciudad. La mayoría de los ejemplos que se comentarán después han tenido periodos de vida útil de unos 30 años.

Hoy, el paseo aparece estrechamente vinculado a la actividad de comprar, y si se desea mantener el tráfico tan alejado como sea posible de las fachadas edificadas, ello supondrá que el modelo de rambla (paseo central con aceras laterales estrechas), que ha sido y todavía se mantiene en la cultura de algunos sectores como el paradigma del paseo, vaya perdiendo valor frente al que se ha denominado bulevar, donde toda la sección dedicada a los peatones se concentra junto al frente edificado. Este nuevo tipo de sección, que se anticipó en la reforma del paseo de Gràcia, en los primeros años setenta, se ha demostrado mucho más adaptado a este nuevo modelo de paseo de compras. En las nuevas intervenciones que se describirán después podrán apreciarse diferentes ejemplos de ambos modelos.

Intervenir en los espacios representativos de la ciudad, y los que comentaremos son representativos o tienen ánimo de serlo –siempre lo serán para quienes viven en ellos– significa también adoptar decisiones sobre hasta qué punto ha de trascender esta representatividad a sus características físicas más evidentes, básicamente las dimensiones que los diferencian de la mayoría de calles restantes, y si tiene que llegar a materializarse en pavimentos, mobiliario, alumbrado o señalización. De hasta adónde tiene que llegar la singularización que las caracterice e identifique. Cuando se ha reseñado antes la sección de las calles singulares de la trama Cerdà, por ejemplo, la de las calles de 50 metros de ancho, como la Gran Via, la Meridiana, la calle Marina, la calle Josep Tarradellas, la Diagonal, el paseo de Sant Joan y la avenida de Roma, se habrá constatado que esta identidad de ancho de sección no resulta obvia en la memoria de estos espacios que veníamos teniendo cada uno de nosotros. Pese a la identidad de los elementos comunes empleados en su urbanización, las diferencias de distribución espacial en las áreas para peatones y vehículos, la proporción entre unos y otros, el tipo de arbolado o de alumbrado, producen imágenes completamente distintas. Las imágenes del antiguo pavimento geométrico en blanco y negro de la calle Aragón, las del pavimento gaudiniano del paseo de Gràcia, o las losas de los nuevos bulevares de Nou Barris, merecerán un análisis que iniciaremos aquí, pero que indudablemente exigirá una reflexión más amplia.

Afrontar un cambio sustancial en la sección de cualquiera de estas calles representativas, paseos, avenidas, no es tarea fácil, y menos cuando se trata de cambios esenciales en las condiciones de uso. Se superpone en el proyecto el interés de garantizar una señal de identidad propia del espacio reconstruido o renovado que sea lo bastante eficaz para que los vecinos lo hagan suyo, con una reconsideración de los condicionantes funcionales como si se partiese casi de cero. Y, en este proceso, se abren cuestiones funcionales y deseos contradictorios, como la necesidad simultánea de facilitar los procesos de carga y descarga, la de disponer de canales especializados para el transporte público, el deseo de estacionar los vehículos privados y el de garantizar un espacio segregado para los desplazamientos en bicicleta. En la mayoría de casos, habría que optar por marginar alguna de estas posibilidades como ya hizo llddefons Cerdà, que redujo de 35 a 20 metros el ancho de la red básica de calles de Barcelona. Por esto, en las operaciones de remodelación, a menudo se ha planteado construir una primera etapa de ensayo, ejecutando sólo un sector que ha permitido

evaluar el acierto de la hipótesis del proyecto. Normalmente, estos ensayos se han evaluado satisfactoriamente y, con correcciones de matiz, han facilitado la redacción del proyecto de un sector más amplio permitiendo al mismo tiempo, y con el modelo a escala natural a la vista, la participación democrática de los vecinos que después, cuando sufrían las molestias que toda obra de esta envergadura conlleva, tenían a la vista la imagen del resultado final.

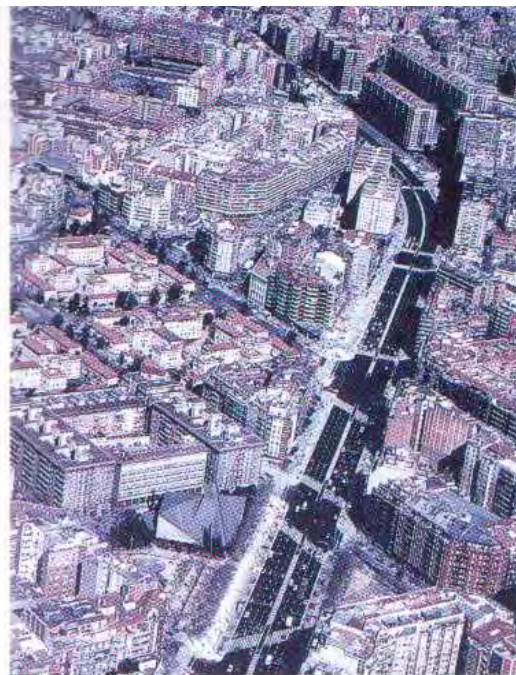
A continuación nos referiremos en primer lugar a cinco ejemplos que seguirían, con excepciones, las pautas más lineales en los razonamientos precedentes: tres calles de 50 metros –la avenida Meridiana, la Gran Vía de les Corts Catalanes y el paseo de Sant Joan–, una calle de 40 metros –la calle Guipúscoa– y una calle de 30 metros –la calle Aragón–, para terminar con ejemplos singulares –la nueva calle Brasil y el paseo Marítim de la Barceloneta.

La avenida Meridiana (1994-99. Proyecto: Carlos Fuente, Antonio Montes, Montserrat Periel, con la colaboración de Elpidi Pedreny y Esteve Sitjà) es una calle de 50 m de ancho que debe el nombre a su trazado próximo a la línea del meridiano Dunkerque-París-Barcelona que, hace 200 años, en 1799, sirvió para establecer la longitud oficial del metro. Esta traza se mantiene hasta que las adaptaciones de la red viaria de Sant Andreu le provocan diferentes inflexiones. Por su subsuelo discurren la vía del tren que antes había ido por la superficie y una línea de Metro.

Convertida en acceso-salida de la ciudad a Girona y Francia y en enlace con la autopista, la avenida Meridiana se había formalizado claramente como autopista urbana en los años 1964-67, cuando se soterra el tren, con vallas de protección, peraltes y pasos elevados, y se había convertido en una barrera infranqueable entre un lado y otro, con una sección estándar con aceras de 3,30 m de ancho y un gran canal de tránsito formado por dos calzadas centrales en cada sentido, dos laterales y tercianas inaccesibles de 1,5 m de ancho. Así, el espacio para peatones era del 13,4%, para los vehículos del 77,6%, estando ocupado el 9% restante por las tercianas. En los primeros años ochenta se habían plantado árboles –chopos y alheñas– algunos de ellos auténticos muertos vivientes, que se han mantenido como testimonio de esa carretera que no volverá.

Cuando el esquema circulatorio de la ciudad se recompone a raíz de la construcción de las rondas, el primer acto simbólico es derrocar algunos de los puentes para peatones y sustituirlos por pasos a nivel con semáforos. Era el inicio del tránsito de autopista a avenida.

La nueva sección que se proyecta se acerca mucho al equilibrio de Cerdà: 47% para peatones, 49% para vehículos y 4% para la mediana central. La avenida Meridiana se convierte en una calle ancha –de doble sentido de circulación–, con una calzada de 26,5 m y dos aceras de 11,75 m.



La Meridiana

El plano del pavimento se proyecta a partir de la idea de que la avenida tenía que entenderse como una calle grande. Así, el bordillo común de granito de 20 cm de ancho se convierte en una franja longitudinal de granito de 2,40 m que, como bordillo no admite por encima elementos verticales si se plantea como elemento de calidad que absorbe y minimiza los elementos distorsionadores como vados y espacios para contenedores de basuras. Este gran bordillo se configura como franja de protección, de separación, entre el tránsito de peatones y de vehículos, pudiendo acoger bien el de bicicletas. Los alcorques también son mayores, hasta 1,60 x 1,60 m. Y los plátanos también serán grandes, a escala de calle, puesto que disponen de suficiente espacio para su desarrollo, como



los del paseo de Sant Joan, que se encuentran en una situación relativa muy semejante. La calzada pretende tener una imagen unitaria donde la distribución de la circulación pueda estructurarse de manera diferente a lo largo del tiempo, por lo que la mediana está pintada y las isletas para los pasos de peatones son casi como piedras de granito para atravesar un río. Las chinchetas grandes de fundición, de 70 cm como las tapas de alcantarillado, protegen dentro de la mediana pintada la invasión del otro sentido de circulación.

Al igual que en el proceso de reurbanización de la rambla Catalunya, en 1990, la nueva urbanización de la avenida Meridiana parte de la voluntad de construir, por encima de todo, una parte paradigmática de la ciudad que trasciende su individualidad, un modelo de cómo construir la ciudad que diríamos de siempre, con la tecnología y la sensibilidad de hoy. Y así, en una primera imagen, todos los materiales utilizados son estándar, pero cada uno de ellos ha sido reconsiderado y reajustado, como los bordillos y las rejas de las bocas de alcantarilla, las chinchetas de seguridad y, ahora lo veremos, también las farolas, buscando soluciones muchas de ellas generalizables y que son una puesta al día del sistema, que tiene que ser siempre coherente pero al mismo tiempo estar siempre en evolución con los elementos de urbanización de la ciudad.

Si este pavimento de calle grande caracteriza como elemento de calidad y singularidad la nueva avenida, en esta etapa de puesta en servicio el elemento más característico son las farolas, tanto de día como de noche. A lo largo del tiempo, cuando los árboles se desarrollen, disminuirán posiblemente su presencia.

En los dos bordes de la franja que marcan los alcorques se sitúan las farolas. Unas son báculos curvados que se abren hacia la calzada, muy poco presentes desde la acera pero configurando una bóveda virtual que acoge al tránsito cuando se circula en vehículo. Otras son columnas con proyectores, que se estructuran con una ley propia para iluminar el paseo peatonal, como un elemento de una escala más próxima.

La dimensión en altura del espacio se configura así con la gran bóveda que acoge el tránsito, la línea de plátanos y las columnas de alumbrado del paseo. Difícil de percibir en su conjunto, intuyéndose únicamente en las inflexiones suaves donde la avenida sale del meridiano.

El proceso de urbanización, de dar características urbanas a este sector de la ciudad, tras superar los problemas de los peraltes y de lograr resolver de forma sutil la unión con todas las calles que debían atravesar la avenida, configura un gran paseo lineal con secuencias diferentes, con plazoletas donde los alcorques se ensanchan para formar áreas de césped, con áreas donde la acera se ensancha para admitir una nueva hilera de árboles. Sobre estos elementos puntuales de interés es donde probablemente se irán produciendo ajustes a lo largo del tiempo, donde los vecinos que querían mantener la arena gruesa de su rincón ajardinado tal vez pidan que se les pavimente, donde se situarán a lo largo del tiempo las esculturas y monumentos. Los puntos de cesura que se irán fortaleciendo para mantener y realzar el recorrido lineal del paseo.

La remodelación de la Gran Vía de les Corts Catalanes entre la plaza de Espanya y la plaza de Ildefons Cerdà (1995-97. Proyecto: Montserrat Periel, Joan Manuel Llopis y Ramon Marqués con la colaboración de Miguel Royo i Joan Corominas) es un proyecto que surge como consecuencia de la construcción del segundo túnel y una nueva estación de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya que discurren por debajo de la calle. Los trabajos se ejecutaron a cielo abierto y, una vez terminados, había que reponer los pavimentos, lo que hizo cuestionar la oportunidad de modificar la sección que se había construido el año 1949. En este caso, pues, la reurbanización no viene determinada por reducciones relevantes del tráfico rodado sino por razones de oportunidad y los cambios no son cuantitativos sino cualitativos.



La Gran Vía de les Corts Catalanes

Con carácter general se ha planteado antes el cuestionamiento de la estructura de los antiguos paseos del siglo XIX para los nuevos usos que vinculan el paseo al ir de compras. En este caso, la extensión del modelo de urbanización de la Gran Vía central había dado lugar a una sección donde las aceras con frente a las viviendas tenían, en algunos sectores, un ancho de menos de 2 metros, y donde los andenes de paseo que derivaban de la continuidad del modelo de la Gran Vía central se habían convertido, en la práctica, en estacionamiento de vehículos. En este sector, la Gran Vía, pese a mantener la apariencia de avenida, era de hecho una autopista camuflada que los peatones tenían que atravesar por puentes.

En este marco, el proyecto se plantea con un pie forzado inicial: la posición de los accesos a la estación de Magòria-La Campana y otra autoimposición, la continuidad de las cuatro hileras de plátanos que definen la imagen de la Gran Vía a lo largo de toda su traza de más de 9 km por todo el término municipal de Barcelona. En definitiva, como

ya se ha tratado en el artículo precedente, el orden del arbolado acaba configurando la imagen del espacio, a veces por encima de la estructura definida por los pavimentos. Al mismo tiempo, se superponen los problemas de la carga y descarga, difíciles de resolver en las calles de los barrios inmediatos como Font de la Guatlla y Magòria, y la conveniencia de un espacio preferente para el transporte público de superficie y un espacio especializado para el tránsito de bicicletas.

La sección inicial disponía de una calzada central de 15,60 m, dos andenes de paseo de 9,10 m, dos calzadas laterales –una de 5,20 m y la otra de 6 m–, y aceras con frente a la edificación con medidas variables entre 1,80 m y 2,80 m. El conjunto configura una superficie destinada a peatones del 46% y a vehículos del 54%. Nos encontramos con una distribución de espacios que, en cifras, se asemeja mucho a la de la nueva avenida Meridiana, pero, en la práctica, si se considera que los andenes del paseo se han convertido en estacionamiento de vehículos, se destinaba a los peatones tan solo el 9% de la calle.

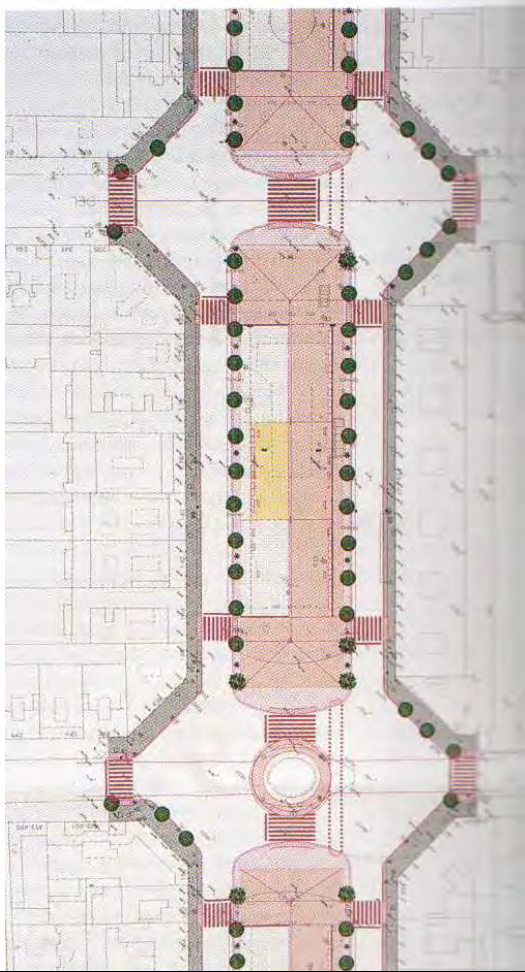
La nueva sección parte, en primer lugar, de mantener esencialmente la traza de las alineaciones del arbolado que configuran la imagen global de la Gran Vía. A partir de aquí, se trata de garantizar un espacio de buena dimensión para los peatones en continuidad con el frente edificado, lo que significa, en definitiva, acumular la superficie de los antiguos andenes de paseo a las aceras. Se trataba asimismo de permitir el estacionamiento de los vehículos de los vecinos y de las actividades de carga y descarga y configurar una calzada central de tráfico más rápido con un carril especializado para el transporte público en cada sentido, lo que significaba, por otra parte, la necesidad de habilitar unos espacios para las paradas en la zona de transición entre la calzada central y las laterales.

Con todos estos condicionantes se define una sección con una acera de 8,10 m en el frente de mar y de 9,90 m en el frente de montaña. Esta última, de mayor ancho para dar cabida al acceso a la nueva estación, se configura de modo que permita un pasillo para el tránsito especializado de bicicletas. Junto a las aceras se sitúan dos calzadas laterales de 5,30 m que permiten las actividades de carga y descarga, así como el estacionamiento de vehículos privados. Las calzadas laterales se separan de la calzada central 17 m mediante dos medianas de protección que acogen las alineaciones de plátanos y que, en las zonas inmediatas a los pasos de peatones, se configuran como áreas vinculadas a las paradas de transporte público de superficie. Así, resulta que la nueva sección dispone de un 36% destinado exclusivamente a peatones, un 55,6% a vehículos, mientras el resto corresponde a las nuevas medianas, de uso híbrido para las paradas, soporte de los árboles y separación y protección. En una lectura inmediata, podría entenderse que se ha disminuido la superficie destinada a los peatones, pero los usos reales, como ya se ha visto, no eran éstos y, de hecho, la superficie que se les destina se ha multiplicado por más de cuatro y el tránsito se ha alejado notablemente de la línea de fachada.

Los pavimentos de las aceras son de loseta de hormigón, como un sector más del espacio para peatones de la ciudad, e incorporan en algunos elementos los avances derivados del análisis cuidadoso que se había planteado

en la avenida Meridiana. En el pavimento, la calzada central y las laterales se unifican, mientras las medianas se configuran desde un punto de vista formal como una falla del pavimento, con un firme asfáltico reconocible como no transitable, limitado por bordillos metálicos que pasan a ser de granito cuando el espacio es refugio de los pasos de peatones y paradas de autobús. Las farolas de la calzada derivan asimismo de las anteriores, entendiendo, no obstante, que la diferente dimensión de la calzada exigía una curvatura más suave; así, se despliega una primera variante que las reajusta a las nuevas condiciones, mientras las farolas para el alumbrado de las aceras son las mismas que las correspondientes a la avenida Meridiana.

Después de este tramo se plantea la ordenación de la Gran Vía central. Evidentemente, lo primero que se cuestiona es la consolidación de una sección próxima a la histórica o la transformación a la solución antes mencionada. El hecho de que la calzada central fuera de un solo sentido, la presencia de elementos singulares como el área del denominado jardín de Les quatre copes –entre rambla Catalunya y paseo de Gràcia–, y la de la fuente de Diana –frente al hotel Ritz– así como los condicionantes de los accesos al metro, aconsejaron globalmente consolidar la solución histórica, incorporando elementos de continuidad como, además de los árboles, las farolas de la calzada central. La potencia de las cuatro alineaciones de plátanos y de la continuidad de las farolas centrales a lo largo de toda la traza son, en cualquier caso, un potente elemento de unificación que permite leer esta avenida de múltiples secciones y donde el tráfico discurre de maneras distintas, como un elemento de imagen unitaria, ya sin puentes elevados.



El paseo de Sant Joan -proyecto-

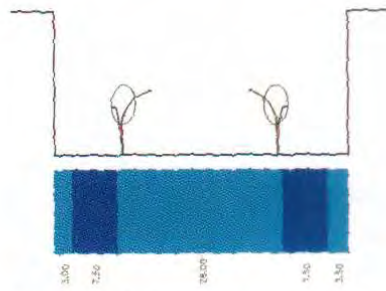
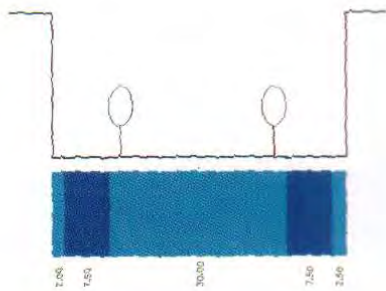
Dentro del conjunto de calles de 50 m, el paseo de Sant Joan es una calle singular, porque ha consolidado hasta ahora dos secciones muy diferentes, una por encima de la avenida Diagonal, con paseo central y, consiguientemente, aceras estrechas, y otra, hasta el paseo de Lluís Companys, con aceras anchas y calzada central con doble sentido de circulación. Sólo la posición de los árboles, unos magníficos plátanos que han encontrado el espacio necesario para su buen desarrollo, se mantiene constante a lo largo de todo el paseo y es el elemento unificador del mismo. Cuando se ha planteado la remodelación de alguno de los tramos, el otro siempre ha estado presente como una solución alternativa, porque la posición de los árboles difícilmente permitía otras posibilidades, pero pronto se constató que ni los vecinos del tramo superior aceptarían fácilmente prescindir del paseo central con sus áreas de juego infantil, ni los del inferior aceptarían una aproximación del tránsito a sus viviendas. Así, el proyecto de remodelación del tramo superior del paseo de Sant Joan (1998-99, actualmente en curso de ejecución. Proyecto: CICSA y Jaume Graells con la colaboración de Josep Manuel Vázquez. Dirección de obras: CICSA y Joan Manuel Llopis) conserva básicamente la sección, ampliando ligeramente las aceras laterales, manteniendo el ancho de las calzadas, que se desplazan ligeramente hacia el centro, y manteniendo el paseo central, un poco más estrecho, hasta donde la posición de los plátanos lo permite. No se modifica así la relación de los espacios destinados a peatones y vehículos

que siguen en proporciones de un 70% y un 30% respectivamente. Si cambian, sin embargo, la imagen del plano del pavimento y la que definen los elementos de alumbrado.



El paseo de Sant Joan

En la posición inicial, el segmento de paseo central correspondiente a cada manzana era, en realidad, una pieza autónoma, casi una plaza, a la que había que acceder desde las aceras laterales. Dicha plaza finalizaba en la prolongación de la línea de fachada de las calles que se cruzaban dejando así un tramo de 20 metros de calzada entre plaza y plaza, con coches aparcados de todas las maneras posibles. El proyecto se ha planteado permitir el recorrido longitudinal, acercando las piezas que sólo quedan separadas por el ancho de calzada normal del Eixample, de 10 metros, haciendo accesible la rotonda alrededor de la fuente de Hèrcules y retirando obstáculos de impidiesen recorrer este paseo desde la Diagonal, frente al monumento a Mossèn Cinto Verdaguer, pasar por la fuente y llegar al monumento a Anselm Clavé que marca hoy el final del paseo. El paseo central se divide transversalmente en dos mitades, una pavimentada con aglomerado asfáltico coloreado que se destina al paseo de peatones y bicicletas, separado del tránsito por una alineación de bancos, y la otra que configura un gran prado verde interrumpido por plazoletas para juegos y otras actividades. Además de los plátanos, grandes protagonistas de la dimensión vertical del paseo, y en su alineación, se sitúan las farolas, parientes de las de la Gran Via, que se colocan juntas por parejas: una más baja curvada hacia las fachadas, la otra más alta orientada hacia el eje del paseo.



El paseo de Sant Joan antes de 1998 y en 1999

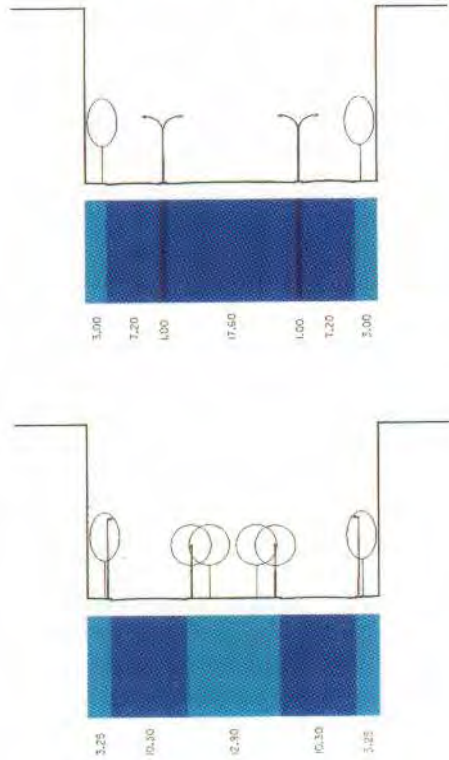
La avenida Meridiana, la Gran Via y el paseo de Sant Joan, tres calles de 50 m de ancho, nos han mostrado un conjunto de secciones diversas, incluso a lo largo de la misma avenida, que no son contradictorias sino que más bien refuerzan su imagen representativa y su calidad urbana, de ciudad, que no necesita poner énfasis en sus elementos singulares de urbanización



La calle Guipúscoa

La remodelación de la calle Guipúscoa (1994-97. Proyecto: Montserrat Periel, con la colaboración de Josep M. Llauradó e Isidro Martín), una calle urbanizada inicialmente en 1963, tiene también las características de oportunidad que se señalaban en el proyecto de la Gran Via. Las obras de construcción de la línea 2 del Metro, ejecutadas a cielo abierto, obligaban a reconstruir su superficie. Como dichas obras se habían previsto desde mucho tiempo antes, las operaciones de mantenimiento sobre la calle existente habían sido escasas. Por otra parte, la construcción de las rondas había logrado disminuir la intensidad del tráfico de conexión con Sant Adrià, Badalona y Santa Coloma de Gramenet, lo que permitía disminuir la sección de la calle destinada al tráfico de vehículos. Ya en las actuaciones derivadas de los Juegos Olímpicos de 1992, al enlazar la calle Guipúscoa, sin discontinuidades, con la calle Aragó de la que es continuación, se había configurado en un tramo una nueva sección según el modelo de paseo o rambla central.

Si en un primer momento se cuestiona continuar la calle con este tipo de sección, contradictoria con la visión comercial de la calle que ya se ha señalado –y más cuando las calzadas laterales alcanzan intensidades de tráfico medianamente altas–, lo cierto es que la disposición de los accesos a las dos nuevas estaciones de Metro era mucho más clara si se ejecutaba en el eje de la calle, lo que permitía de un modo mucho más sencillo garantizar la fácil accesibilidad a vestibulo y andenes. Así, la continuidad con el modelo ya desplegado y la conveniencia de establecer los accesos a las estaciones condujo al mantenimiento de los elementos básicos de la sección con andén central que se había iniciado hacia 1992, andén que se potenciaría al situar dichos accesos.



La calle Guipúscoa, antes de 1994 y después de 1997

La sección inicial disponía de bordillos de 3 metros de ancho y una gran calzada con terciadas de 1 m, de donde se deducía una superficie de un 15% dedicada a peatones, un 80% a vehículos y el resto a elementos de protección. La nueva sección ensancha ligeramente las aceras, a 3,25 m, con objeto de dar cabida a los plátanos existentes, disponiendo de un paseo central de 12,90 m; el resto se divide en dos calzadas de 10,30 m de ancho, en las que se destina al tránsito de bicicletas el espacio inmediato al paseo. Así se deduce un 48,5% de espacio destinado a peatones y un 51,5% a vehículos en una proporción muy parecida a la sección democrática de Cerdà.

Así como en el proyecto del espacio doméstico la referencia compleja de medidas e imágenes de los espacios vividos o conocidos es una fuente básica para cualquier proyecto posterior, también en el proyecto del espacio público es importante situar imágenes paralelas que permitan evaluar la calidad de los distintos espacios. Los 40 m de la sección total de la calle Guipúscoa pueden así referirse a los 30 m de la sección de la rambla Catalunya; las aceras y el andén central se asemejan mucho en dimensiones, mientras que en la calle Guipúscoa las calzadas son prácticamente el doble de anchas.

En el nuevo proyecto se restauran las aceras laterales, manteniendo los plátanos existentes e introduciendo farolas que son continuidad del tramo ejecutado en el año 1992. El andén central se pavimenta con aglomerado asfáltico, siguiendo la tradición de los paseos centrales de rambla Catalunya, Gran Via y Diagonal, como un elemento cerrado en sí mismo y rodeado por un gran bordillo de granito de 1,40 m de ancho que acoge los alcorques de los fresnos de alineación. Éstos configuran un ámbito arbolado de mediana escala y, en el portillo y dentro del pavimento, se sitúan árboles de flor de escala más reducida: mimosas,

jacarandas y tipuanas según los tramos. Los bancos se sitúan para potenciar la creación de ámbitos de descanso, alejar las visuales del tránsito de los vehículos y, de vez en cuando, va apareciendo y desapareciendo la escultura Línia de la Verneda, una obra del escultor Frances Torres que recuerda la vida de Sant Martí de Provençals y de sus habitantes a lo largo de la historia.



La calle Aragó antes de cubrir la zanja del ferrocarril Y una calle de 30 metros, la calle Aragó, en su tramo central (1994-97. Proyecto: Enric Pericas, Josep Barjuan, Miguel Urrechú, con la colaboración de Elisabeth Aluja), una calle que desde 1882 hasta 1957 había visto discurrir en trinchera las vías del ferrocarril. Cuando se tapó el ferrocarril fue convirtiéndose poco a poco en una autopista urbana y, poco antes de la construcción de las rondas, había llegado a soportar el tránsito de más de 100.000 vehículos diarios, probablemente la vía urbana semaforizada con mayor intensidad de tráfico de Europa. Cuando, después de 1992, el tráfico se había reducido hasta 80.000, se optó por construir una nueva sección ampliando las aceras de 3,80 hasta 6 m, lo que significaba que el espacio destinado a peatones pasaba del 25,3% al 40%, la proporción que Cerdà atribuía a París.

El primer tramo ejecutado, entre el paseo de Gràcia y la plaza Letamendi, por su carácter central, fue considerado por algunos como un disparate que afectaba gravemente al gráfico de vehículos privados en el interior de la ciudad, mientras para otros significaba la posibilidad de mejorar la actividad comercial convirtiendo esta calle en una más de la trama del Eixample central. En cualquier caso, esta obra significó la apertura de un extenso debate que no siguió en las etapas sucesivas: la ciudad había aceptado ya que lo que se ganaba era bastante más que lo que se perdía.

Cuando se procedió a la pavimentación de las aceras después de la cobertura del ferrocarril se pretendió compensar la singularidad de esta calle en cuanto a la gran extensión de la calzada otorgando a las reducidas aceras un carácter singular: no se pavimentaron con loseta de hormigón, como las del resto de la ciudad, sino con losetas blancas y negras formando unos dibujos geométricos. Aún quedan vestigios de este pavimento en algunos sectores de la avenida de Roma. Con el tiempo, esta singularidad se invirtió, porque la dificultad de encontrar piezas iguales produjo unos remiendos que lo hacían singularmente peor que el del resto de aceras de la ciudad. Una experiencia que hay que tener en cuenta. Si Barcelona tiene hoy unos 5 millones de metros cuadrados de pavimentos de loseta es fácil prever que siempre existirá un nivel de demanda suficiente, aunque sea sólo la derivada de las sustituciones y reposiciones, para que haya fabricantes que la produzcan. En cambio, puede no ser así cuando se plantean pavimentos singulares. En

estos casos sólo algunas piedras naturales pueden ser una alternativa.

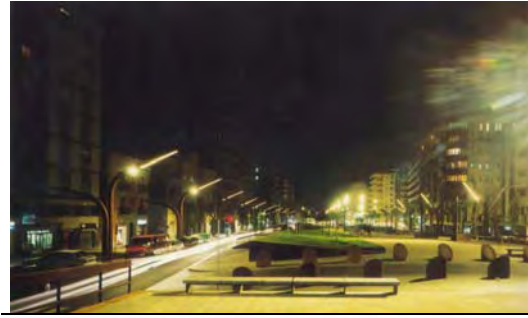
Así, el pavimento de las nuevas aceras es de la loseta estándar de la ciudad y los únicos elementos diferenciales se sitúan en la escala vertical: los árboles y las farolas. De un tiempo acá, el arbolado de alineación era de olmos siberianos, la mayoría muy afectados por el escaso espacio de desarrollo, con la colaboración de una plaga. En la remodelación se optó por mantener los mejores ejemplares como traza histórica situando una nueva especie de olmo (*Ulmus resistans*) como nuevo árbol de alineación. Se trataba de diferenciar la calle, que ya era diferente en anchura, también en la sección vertical. Las farolas son columnas con dos proyectores de diferente potencia y altura para iluminar la calzada y la acera, un precedente que después se extendió a otras calles de la ciudad. También se ha extendido a otros sectores el pavimento de calzada que, por primera vez, introducía mezclas bituminosas que acentúan la amortiguación del ruido del tráfico.

La remodelación ha significado, pues, convertir una calle singular en cuanto a la especialización en la circulación de vehículos en una calle más equilibrada, más normal dentro de la trama del Eixample. Pero la singularidad se define esencialmente en el arbolado.



La calle Brasil

Tras los ejemplos mencionados, donde la reconsideración de las secciones de tráfico se ha resuelto en superficie, en este nuevo ejemplo se trata en diferentes niveles. Es el caso de la calle Brasil que, en una primera etapa, actualmente en fase de ampliación, se ha ejecutado entre la avenida de Madrid y la calle de Sants. (1995-97. Proyecto: Jordi Henrich y Olga Tarrasó, con la colaboración de Ramon Cardona, Jordi Carulla y Joan Corominas.) Se trata de una calle de 50 m, un tramo de la cual se había denominado Primer Cinturón de Barcelona, construido como autopista urbana en los primeros años setenta, con una vía central segregada de tráfico construida en trinchera y con unos 50.000 vehículos diarios en cada sentido.



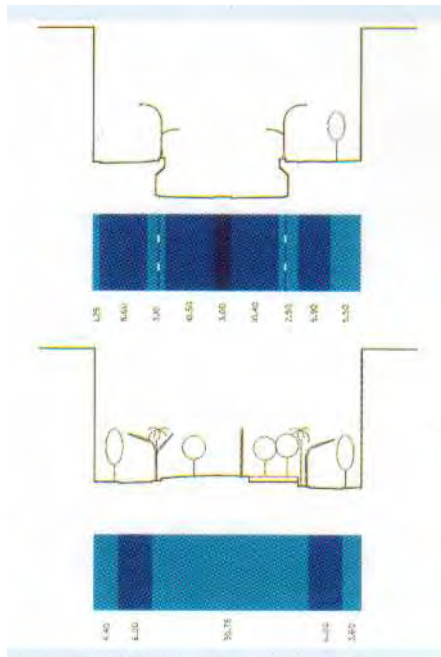
La nueva Rambla Brasil

Las mediciones de ruidos efectuadas en 1992, que afectaban a los pisos más altos de acuerdo con las características geométricas de la sección, llegaron a medir valores de 85 dB de día y 60 dB por la noche. No es de extrañar, pues, que los vecinos pidieran soluciones. La cobertura de la trinchera, cuando menos en algunos tramos, se presentaba como la solución más eficaz, sólo cuestionada por el alto coste económico. Finalmente, en la medida en que las características geométricas de la sección de este tramo lo permitían, se fue ensayando una fórmula que permitiera la construcción de tres niveles: el de la vía segregada, cuya rasante no se modificaba; un aparcamiento de vehículos, que permitía absorber parte de los costes de la cobertura, y un paseo situado a cotas variables, pero no más alto de 1,5 m por encima de la rasante de los edificios.

Esta cubierta hubiera podido formalizarse fácilmente con la imagen de la cubierta de un gran portaaviones y sólo el esfuerzo proyectual, ya en la fase de diseño del aparcamiento, permitió que la losa pudiera estructurarse como un paseo urbano. Este paseo, que a veces se sitúa por encima de la rasante inmediata, se proyecta siempre como una pieza de un conjunto poniendo espacial énfasis en la imagen del paseo de fachada a fachada y no limitándose al sector central.

Nos encontramos en una situación paralela a la de la cobertura del ferrocarril en la calle Aragó, aunque aquí no se trata de conseguir más espacio para los vehículos, sino de crear un nuevo paseo para peatones, que recupera las

relaciones entre los dos lados que la construcción del cinturón limitó; además de cubrir la fuente de ruido, la nueva sección de la superficie invierte prácticamente la situación en lo que respecta al espacio peatonal, que pasa del 10% al 78%.



La calle Brasil antes de 1995 y en 1997

El proyecto de camuflaje del portaaviones se plantea, en primer lugar, con la idea de conseguir una visión unitaria de fachada a fachada, por lo que no sólo se ocupa del nuevo paseo central sino también de las aceras inmediatas a la edificación y de las calzadas de superficie. El espacio del paseo se ordena, por una parte, en el eje central que permite los recorridos lineales, más dos franjas laterales, con distintos tratamientos y pendientes, que se ajustan para facilitar los accesos desde los lados, la plantación de césped y arbolado y la creación de áreas o plazoletas de descanso, como una secuencia de espacios que marcan, como en muchos jardines analizados antes, un orden propio de la superficie.

La dimensión vertical del nuevo paseo de Brasil se caracteriza por cuatro alineaciones de chopos que limitan las aceras y el andén central contribuyendo a lograr esta unidad global que se pretendía. Los árboles que se sitúan sobre la losa central –en parterres y jardineras– nunca llegarán a adquirir un gran porte, por lo que el crecimiento en altura del paseo se efectúa mediante el sistema de alumbrado. Las farolas, tratadas como elementos escultóricos, están distribuidas para definir y delimitar las dimensiones del paseo, al que proporcionan un techo construido y una identidad formal por encima del entorno edificado. Es una versión contemporánea que sigue los mismos objetivos de crear una vegetación artificial que tenían las farolas de Falqués en el paseo de Gràcia y en el paseo de Lluís Companys.



El paseo marítimo de la Barceloneta

Después de esta solución compleja, en la que peatones y vehículos conviven bien separados en niveles diferentes, completaremos el conjunto de ejemplos con un espacio singular. El paseo Marítim de la Barceloneta (1993-96. Proyecto: Jaume Artigues, Jordi Henrich, Miquel Roig, Olga Tarrasó y Ana M. Castañeda, con la colaboración de Santiago Gassó y Juan Miras) es un paseo sin coches, un paseo que se abre a la arena de la playa, al mar y al cielo, y que es al mismo tiempo espacio público del barrio de la Barceloneta, al cual da frente, y parte del frente marítimo de la ciudad.

El pavimento de losas de cuarcita sigue la traza ortogonal de la Barceloneta y se entrega a una plataforma de madera, transición entra la ciudad y la playa; los elementos de alumbrado, que establecen dos órdenes diferentes, el del barrio y el de la playa, evidencian este doble orden de uso.

Joan Busquets señalaba que, dentro del Eixample, la longitud de las calles que no

obedecen al ancho estándar de 20 m es de 30 km, y fuera del área del Eixample esta longitud se amplía mucho más. Este artículo ha comentado un conjunto de ejemplos distintos que podrían ampliarse. El análisis de otros espacios como la continuación de la avenida Diagonal desde la plaza de Les Glòries hasta el mar, el paseo de Gràcia, la continuación de la ronda del Mig, la ordenación de la calle de Marina, la calle Joan XXIII, los nuevos bulevares de Nou Barris, o el nuevo proyecto para la avenida de Roma, permitirían aportar nuevos matices a los comentarios precedentes. A medida que se va interviniendo en estos ejes, la teoría también se va ampliando.

Texto publicado en 1999 Urbanismo en Barcelona (Juli Esteban y Jaume Barnada, coords) pp. 98-107



El nuevo paseo marítimo de la Barceloneta



#### ACCESIBILIDAD, LEGISLACIÓN Y CULTURA

Barcelona fue una de las primeras ciudades españolas que aprobó una ordenanza específica sobre el diseño del espacio público para las personas con disminución. Era en 1978, en los inicios de la democracia española, cuando se entendió que democracia significaba también facilitar a todos el uso de la ciudad. El coste económico era elevado, el diseño feo y a veces peligroso –las losetas de topós rojos que se adoptaron eran muy resbaladizas-, pero en cualquier caso, con el tiempo llegó a extenderse por toda la ciudad. En tanto que las compañías concesionarias de servicios públicos tenían la obligación de instalar los vados previstos en la ordenanza cuando abrían nuevas zanjas para introducir o renovar sus servicios.

La democracia significó después en Barcelona una política de transformación del espacio público y de mejora del diseño urbano. Una política que tendía a crear una cultura contemporánea sobre el diseño del espacio público que partía de la unidad del proyecto –no más proyectos aislados de pavimentación, alumbrado, jardinería, etc.; sino un solo proyecto.

Se comienza a plantear entonces la accesibilidad como un valor añadido inicial del proyecto, tratando de evitar que la consideración de la accesibilidad se redujera a un añadido final de diferentes elementos para resolver los problemas que el propio proyecto creaba. Éste fue un proceso cultural largo pero que a la larga ha configurado la accesibilidad como uno de los puntos de partida del proyecto.

Más tarde un Decreto del Gobierno catalán, de 1984, la Ley catalana de mejora de la accesibilidad (1991), la Instrucción de la Alcaldía de Barcelona sobre la instalación de elementos urbanos en el espacio público de la ciudad de 1991 y el Código de accesibilidad de Cataluña (1995), configuran un marco legislativo de obligado cumplimiento.

#### LOS NUEVOS ELEMENTOS URBANOS COMO MEJORA DEL CONFORT PARA TODOS LOS CIUDADANOS, NO TAN SOLO PARA LAS PERSONAS CON DISMINUCIÓN.

Tras los proyectos puntuales que caracterizaron la primera etapa de la nueva Barcelona democrática, se produce un proceso en el cual esta óptica restringida del objeto de proyecto –un espacio público concreto- va abriéndose hasta entender que el objeto de proyecto pasa a ser la ciudad entera, sus pavimentos, mobiliario, etc., y en este punto la accesibilidad pasa a ser uno de los requisitos esenciales, un punto de partida, esencial en las bases de proyecto, entendiendo que la accesibilidad no afecta tan solo a la estricta minoría de personas con disminución sino al conjunto de los ciudadanos, que de hecho se trata de una cuestión que se refiere al confort de la ciudad. De

estas premisas surge un nuevo tipo de proyectos, claros, amplios, cómodos. Acaso el mejor paradigma sean las nuevas estaciones del metro.

Proyectos como la Rambla Catalunya 1990 o la Avenida Meridiana 1995-1998, reflejan este interés en la nueva construcción normal del espacio público de la ciudad.

La reforma de la calle Ferran, el nuevo Parque de Josep M. Serra Martí, o las escaleras mecánicas urbanas que se instalan en los años 1990 son muestras singulares.

#### EL PLAN DE ACCESIBILIDAD 1998-2010

De los procesos de intervenciones singulares se pasa a un plan global que desarrolla proyectos singulares en áreas complejas por su topografía o morfología urbana que permiten experimentar soluciones que después se irán incorporando al acervo cultural de los proyectistas. Proyectos específicos como el de accesibilidad en el barrio del Carmel, o en la Avenida Paral·lel, son significativos de esta tendencia.

El objetivo del plan era hacer patente la necesidad de integrar en el proyecto del espacio público todo lo referente a accesibilidad con un doble objetivo: entender esta forma de actuar como mejora de la calidad de vida de todos los ciudadanos y considerarla como otro aspecto de la definición formal y funcional del proyecto (1997).

El plan se centra en definir que todo nuevo proyecto deberá ser accesible y destina 1,5M de euros anuales para mejorar la accesibilidad de los espacios públicos consolidados y los edificios públicos municipales.

Como consecuencia de este plan hoy, en Barcelona el 80% de los viales urbanos es accesible (680 Km) y el 54% de los edificios municipales (348).

Adaptación de una conferencia a una delegación noruega el 2.11.2000

## NOTAS PARA UN CATÁLOGO DE PAVIMENTOS URBANOS

Ignasi de Lecea

Para establecer las bases de un catálogo, o un amago de catálogo, dada la gran carestía, es necesario convenir antes un esquema de clasificación.

A partir del momento en que las clasificaciones conceptuales más clásicas, como las de firmes rígidos y flexibles, van perdiendo valor por la dificultad de establecer las fronteras, se van abriendo paso criterios de clasificación que se decantan hacia los tipos de materiales sin referencia a su forma de trabajo. En una posición intermedia nuestro catálogo elemental se ordena primero en cuatro grandes grupos en función de las dimensiones de la pieza de acabado superficial, de las que se deriva en buena parte su comportamiento mecánico, y dentro de cada grupo los diferentes pavimentos se clasifican por materiales, así cada grupo se corresponde con unos requerimientos de características mecánicas más homogéneas.

**A. Pavimentos continuos:** podemos clasificar en este gran grupo los pavimentos vegetales, el césped en términos genéricos, los pavimentos de áridos compactados como el sauló, el albero, las zahorras, el hormigón seco compactado o el macadam histórico y también los aglomerados asfálticos y los asfaltos fundidos.

Es un grupo de pavimentos aparentemente muy heterogéneos, pero con muchas características comunes no del todo evidentes. Son pavimentos sin juntas apreciables y con una gran versatilidad, con un periodo de vida generalmente corto, en términos urbanos, y fácilmente erosionables. Cada uno de ellos tiene su propio ámbito de pendientes posibles que no conviene sobrepasar.

La continuidad del pavimento dificulta su reposición después de la apertura de zanjas. Reproducir en este caso el pavimento original y sobre todo su imagen de continuidad, resulta prácticamente imposible. En este grupo se podrían integrar también pavimentos de nuevos materiales como las moquetas de caucho reciclado o los céspedes artificiales cuya utilización en nuestro entorno es reciente y su uso prácticamente experimental.

**B. Pavimentos de grandes piezas** que se corresponden con la imagen de pavimentos rígidos. Están formados por grandes losas de piedra u hormigón, construídas muchas veces in situ y no transportables a mano. Su mayor problema es la dificultad de un asentamiento uniforme, con la subsiguiente incomodidad no siempre aceptada, que dependerá en cualquier caso de las características de la base de asiento. Frente a la reposición derivada de la apertura de zanjas su problemática es semejante a la del grupo anterior, puesto

que se requiere la reposición de la totalidad de la pieza, y su reconstrucción semejante a las circundantes no será sencilla.

**C. Pavimentos de losas,** de piezas con predominio de dos dimensiones sobre la tercera y colocables, con mayor o menor dificultad, a mano. Es el tipo de pieza de mayor tradición, de mayor versatilidad y de mejores condiciones de reposición al estar normalmente más vinculada al lugar y a la industria local. El repertorio de materiales es amplio. La piedra: granitos, algunas areniscas y calizas; mortero y piezas cerámicas que normalmente se colocan como acabado superficial de bases de hormigón. El tratamiento de las juntas en relación a las dilataciones y a los esfuerzos derivados del tráfico eventual: frenado y maniobra, por ejemplo, y la interrelación entre las dos dimensiones de la pieza, son sus características más relevantes.

**D. Pavimentos de adoquines y de pequeñas piezas** más o menos prismáticas cuya relación entre las tres dimensiones es próxima. Tradicionalmente estos pavimentos se han venido colocando sobre lecho de arena, si bien las características de la sub-base pueden aconsejar su colocación sobre base de hormigón lo que reduce las piezas a un acabado que minorra su capacidad estructural. Hay soluciones en piedra, hormigón, cerámica y madera y, además, se podrían incluir en este grupo los pavimentos de cantos rodados frecuentes en poblaciones próximas a los ríos. En general todos estos pavimentos se comportan aceptablemente frente al tráfico rodado pero el coste de colocación y su escasa comodidad al tráfico peatonal los va alejando del uso normal.

Finalmente una clasificación que incluyera las secciones más frecuentes podría ser la siguiente, donde las secciones se describen siempre a partir de una explanada acondicionada:

### A. PAVIMENTOS CONTÍNUOS.

**A.1- Césped:** 30 cms. de tierra vegetal abonada y mejorada, siembra, recebo y cuidados hasta la primera siega con la parte proporcional de la instalación de riego por aspersión.

**A.2- Sauló o jabre:** (granito meteorizado cribado y con una cierta proporción de arcilla o en general un material granular con finos), compactado al 95% del P.M.. Espesor medio 15 cms. Tráfico peatonal.

**A.3- Zahorra artificial:** nivelada y compactada al 95% del P.M.. Espesor medio 20 cms. Tráfico peatonal.

**A.4- Aglomerado asfáltico en frío** de 4 cms. de espesor sobre base de hormigón de 15 cms. para tráfico eminentemente peatonal aunque puede admitir tráfico urbano.

**A.5 Aglomerado asfáltico en caliente:**

A5.1 para tráfico pesado: 15 cms. de sauló, 22 cms. de hormigón, 8 cms. de aglomerado asfáltico tipo S20 y 6 cms. de aglomerado asfáltico tipo D.

A5.2 para tráfico urbano: 20 cms. de hormigón, 7 cms. de aglomerado asfáltico tipo S20 y 5 cms. de aglomerado asfáltico tipo D.

A5.3 para áreas esencialmente peatonales: 15 cms. de hormigón y 4 cms. de microaglomerado tipo V5.

A.6- Asfalto fundido: sobre base de 15 cms. de hormigón y acabado de asfalto fundido coloreado mezclado con árido calizo o porfídico, 4 cms. Tráfico eminentemente peatonal.

#### B. PAVIMENTOS DE GRANDES LOSAS:

B.1- hormigón de 20 cms. de espesor, vibrado, fratasado mecánicamente, con juntas cortadas con disco, acabado superficial de cuarzo y tratamiento de curado.

Losas de 4x4 metros aproximadamente. Admite tráfico urbano e incluso pesado.

B.2- hormigón cerámico con áridos procedentes de ladrillo manual y pulido con pulidora de terrazo. Espesor 20 cms. Admite tráfico urbano.

#### C. PAVIMENTOS DE LOSAS:

C.1- losas de piedra para tráfico ligero, de granito de 5 a 6 cms. de espesor, o de arenisca con alto contenido de sílice de 10 cms. de espesor. Base de hormigón de 20 cms. Despiece de 40x60 cms. o similar.

C.2- losas de piedra para áreas eminentemente peatonales, (sin tráfico de carga y descarga), de arenisca con alto contenido de sílice, de 6 cms. de espesor, o caliza compactada y poco frágil de 5 cms. de espesor. Base de hormigón de 15 cms. Despiece de 40x60 cms. o similar.

C.3- losas irregulares de piedra de 30x30 cms. aproximadamente y de 5 a 6 cms. de espesor. Base de hormigón de 15 cms. Tráfico peatonal.

C.4- losas prefabricadas de hormigón prensado de 7 cms. de espesor. Base de hormigón de 10 cms. Despiece de 40x40 cms. o similar. Tráfico eminentemente peatonal.

C.5- losas de terrazo apto para exteriores, de 4 cms. de espesor, sobre base de hormigón de 10 cms. Despiece tipo 30x30 cms. o similar. Tráfico peatonal.

C.6- losetas de panot hidráulico de 4 cms. de espesor, sobre base de hormigón de 10 cms. Despiece tipo 20x20 cms. Tráfico peatonal.

#### D. PAVIMENTOS DE PIEZAS PRISMÁTICAS.

D.1- adoquín de hormigón sobre base de hormigón. Dimensiones de la pieza 20x10x8 cms. o similares. Base de hormigón de 15 cms. Apto para tráfico ligero.

D.2- adoquín de hormigón sobre lecho de arena. Dimensiones de la pieza 20x10x8 cms. o similar. Sub-base de zahorra compactada de 20 cms. de espesor. Tráfico urbano.

D.3- adoquín bicapa de terrazo. Dimensiones de la pieza 18x12x7 cms. o similar. Base de hormigón de 15 cms. de espesor. Tráfico peatonal y eventualmente urbano.

D.4- sardinel de ladrillo macizo, de máquina o manual, de 12 a 15 cms. de espesor. Base de hormigón de 15 cms. Tráfico peatonal y eventualmente urbano.

D.5- adoquín cerámico de 20 x 10 x 7 cms. o dimensiones semejantes, sobre base de hormigón de 15 cms. Tráfico peatonal.

Estas secciones se refieren a medios y tecnologías comprobadas en el área de Barcelona. Su extrapolación debe considerar siempre las características locales de la explanada, el tipo de tráfico y la experiencia constructiva de los materiales disponibles.

A partir de aquí y como índice estimativo se señala un gradiente de costes tomando como base 100 el pavimento correspondiente a una vía de tráfico urbano con aglomerado asfáltico según la sección A1 5 anterior. Lógicamente la relación de costes señalada puede verse alterada por muchas circunstancias.

Ignasi de Lecea, fragmento de una conferencia en la Escuela de Arquitectura de Pamplona, febrero de 1993

## SOBRE LOS PAVIMENTOS DE LOSAS DE PIEDRA NATURAL EN EL ESPACIO PÚBLICO URBANO.

Ignasi de Lecea

Las bases de diseño, cálculo y construcción de pavimentos de carreteras<sup>1</sup>, gozan de un amplio consenso que se difumina en cuanto nos trasladamos a la pavimentación del espacio público urbano donde la diversidad de materiales, soluciones constructivas, solicitaciones y condiciones de mantenimiento, ha dificultado la consolidación de un marco técnico y teórico suficiente.

Este artículo se aproxima a este campo en exploración, centrándose en los pavimentos de losas de piedra, mecanizadas en piezas prismáticas, con todas sus aristas ortogonales y sus caras planas. Estos pavimentos son muy recientes en su configuración actual que procede de las nuevas técnicas del corte de piedra y su uso más frecuente se localiza en las áreas peatonales o comerciales del centro de las ciudades o en sectores históricos de las mismas<sup>2</sup>, si bien sus parientes lejanos, las losas de piedra de cantería, tienen raíces muy antiguas. La bibliografía sobre este tipo de pavimentos procede en buena parte de experiencias locales cuyo período de servicio es todavía corto para analizar su durabilidad efectiva en el tiempo y es todavía muy escasa, de difícil acceso para el proyectista y, a menudo, contradictoria en sus recomendaciones.

Este artículo pretende ofrecer una primera síntesis del estado de la cuestión, matizada por la experiencia del autor en la pavimentación de varios espacios públicos de Barcelona, y se estructura como una guía básica sobre los aspectos de diseño, dimensionado, puesta en obra y mantenimiento de este tipo de pavimentos. Pero ni el conocimiento que hoy se tiene del tema<sup>3</sup>, ni la acotación obligada en un artículo como el presente, permiten establecer criterios o recomendaciones absolutamente contrastados. Se pretende dar órdenes de magnitud que eviten errores de bulto en la concepción de este tipo de pavimentos y recomendaciones que pueden ser útiles al proyectista, pero éste deberá analizar las circunstancias que inciden sobre el proyecto concreto y asumir la responsabilidad de todos los aspectos del mismo.

Finalmente debe dejarse constancia de que para conseguir un buen pavimento será más importante la calidad y el cuidado de la puesta en obra, y del tratamiento de las juntas, el respeto de los plazos para su puesta en servicio y el buen mantenimiento continuado, que parámetros como el espesor de las losas o las características de la base<sup>4</sup>.

### 1. Antecedentes

La magnífica lámina de Giambattista Piranesi sobre la sección constructiva del pavimento de la antigua Via Appia romana, publicada en el tercer tomo de *Antichità Romane* que apareció por primera vez en Roma en 1756<sup>5</sup> marca el inicio del análisis de las técnicas constructivas de los pavimentos urbanos de piedra desde un punto de vista

moderno<sup>6</sup>. Los diagramas de Piranesi detallan el sistema casi como una disección anatómica: el terreno bien apisonado era recubierto por una mezcla de cantos rodados y de cemento puzolánico, sobre la cual se sitúan con precisión grandes piedras talladas como piedras preciosas a punta de diamante<sup>7</sup>. Pocos años más tarde de la publicación del grabado de Piranesi, en 1772, la ley de pavimentación de Westminster estableció en Inglaterra un nuevo cuerpo funcional responsable de las mejoras de las calles<sup>8</sup>: los comisionados de pavimentación.

En el último cuarto del siglo XVIII se sitúa así el inicio de una nueva visión tecnológica de la pavimentación urbana que enlazará después con el desarrollo de los pavimentos urbanos que se produjo en el siglo XIX<sup>9</sup> a partir del razonamiento sanitario de que la higiene que proporcionaban los nuevos pavimentos garantizaría la salud de los trabajadores y mejoraría su productividad.

En París, hasta principios del siglo XX dominaba en las aceras el pavimento de adoquín<sup>10</sup>. Las losas de granito se utilizaron frecuentemente pero, según comenta Georges Lefèbvre en su libro *Voie publique* publicado en 1896, "la exageración de los precios de adquisición hizo abandonar en París, la construcción de nuevas aceras con losas de granito"<sup>11</sup>. Esta percepción del alto coste de los pavimentos de losas de piedra se va haciendo general, hasta el punto de que los manuales al uso en los años 1950 y 1960 eluden prácticamente la consideración de estos pavimentos como no sea a partir de material de recuperación<sup>12</sup>.

No es de extrañar pues, que cuando desde los años 1960 se inicia la planificación de las llamadas áreas peatonales y se plantea elegir un material de pavimentación "no tan solo por sus cualidades funcionales sino también por su imagen visual"<sup>13</sup>, muchos proyectistas, pensando en las antiguas losas de piedra todavía prohibitivas por su coste, acabarán adoptando losas prefabricadas de mortero u hormigón como sucedáneo.

Los avances que desde finales de los años 1970 se realizan en la mecanización del corte de la piedra y la reducción de los costes de transporte, configurarán una nueva situación en la que el abaratamiento de las losas de piedra natural volverá a hacer considerar este material como una alternativa posible para la pavimentación de las nuevas áreas peatonales o comerciales. La piedra, bien escogida y correctamente dimensionada, permite hoy responder en condiciones satisfactorias a los imperativos funcionales y de confort, y además presenta cualidades de aspecto y de estabilidad en el tiempo que la convierten en el material por excelencia en las operaciones de calidad y, en particular, en los centros de las ciudades donde encuentra casi su lugar histórico de forma natural<sup>14</sup>. Pero estas losas son un nuevo material que se aleja bastante de las antiguas losas trabajadas a cantería, cuyas técnicas y comportamientos eran conocidos. Será necesario determinar un marco de desarrollo teórico sobre el diseño y puesta en obra de este nuevo material.

En las consideraciones que se hacen a continuación se ha acotado el campo de aplicación a los pavimentos de piedra en los espacios "peatonales" de centros históricos<sup>15</sup> con poco tráfico<sup>16</sup>. Buena parte del trabajo sigue los estudios franceses dirigidos por el CETUR<sup>17</sup>, si bien se han tenido en cuenta también otras fuentes, así como la experiencia y

las discusiones de los servicios técnicos del Ayuntamiento de Barcelona<sup>18</sup>.

A partir de aquí se desarrollan los apartados convencionales de diseño, cálculo y puesta en obra, con unas observaciones finales sobre el mantenimiento.

## 2. Consideraciones de diseño

### a. tipos de piedra

Es sabido que la piedra es una denominación genérica que abarca materiales naturales de formación muy diferente y de composición química diversa<sup>19</sup>.

La experiencia de uso en el lugar será la primera consideración a tener en cuenta para escoger o rechazar una determinada piedra como material de pavimentación<sup>20</sup>, para determinar el espesor necesario y para definir las técnicas de colocación, pero la reducción de los costes de transporte ha puesto sin embargo al alcance del proyectista un amplio abanico de materiales de procedencias bien diversas, cuya experiencia de uso habitualmente no le consta.

En el estado actual de la cuestión, puede establecerse que las piedras con mayor aptitud para la ejecución de pavimentos de losas se podrían encontrar exclusivamente en los cuatro grandes grupos siguientes:

- la familia granito-pórfido-gneis,
- las areniscas o grauwacas de alto contenido en cuarzo,
- las cuarcitas.
- las andesitas y algunas tobas volcánicas.

Se han excluido de estos grupos las calizas y los mármoles, puesto que su facilidad de pulimento<sup>21</sup>, su sensibilidad al ataque químico de las atmósferas urbanas, la presencia de vetas que pueden desarrollar líneas de fractura y la frecuente fragilidad, hacen que el uso de estos materiales en pavimentos urbanos comporte casi siempre riesgos a medio o largo plazo. En general, cualquier material que no pertenezca a las familias mencionadas solamente podrá utilizarse tras probadas experiencias de durabilidad y eficacia en el tiempo.

Las denominaciones genéricas de los tipos de piedra agrupan productos con condiciones mineralógicas, químicas y de resistencia bien diversas. A título de ejemplo se pueden encontrar en España granitos que, según las especificaciones de los suministradores, tienen resistencias a flexión, desde 7 MPa a 41.7 MPa<sup>22</sup> -esto es, un abanico de 1 a 6-. No todas las piedras de las familias señaladas serán adecuadas para su uso como losas de pavimentación y será necesario un estudio particularizado para la aceptación de cada material específico.

### b. acabado superficial: texturas y colores

La superficie de la piedra deberá garantizar la seguridad y el confort, a partir de unas características de tráfico definidas y de unas condiciones meteorológicas concretas, garantizando una resistencia suficiente al desgaste, al

pulimento y a las heladas. La consideración de estas condiciones debe hacerse teniendo en cuenta que los requerimientos de confort tienden a ser cada vez más exigentes, como demuestra el creciente rechazo a los pavimentos de adoquines.

Los acabados abujardados o punzonados eran tradicionales en los antiguos trabajos de cantería. La textura del corte de sierra de las losas mecanizadas o la que se derive de los procesos de corte utilizados en las piedras de estructura laminar satisfacen en la mayor parte de los casos estos requerimientos de seguridad y confort. En los granitos se ha consolidado el flameado de la superficie como el tratamiento más idóneo. El abujardado ha ido cayendo en desuso y cuando se utiliza sobre piedras blandas tiende a difuminarse en las zonas más transitadas ofreciendo una imagen de envejecimiento prematuro del pavimento.

Para verificar el comportamiento de la piedra frente a estos parámetros de confort pueden realizarse ensayos particulares, algunos de ellos recogidos en la normativa española y otros no, pero resulta difícil en muchos casos señalar la posible idoneidad de un pavimento a partir de ellos, como no sea comparando los resultados de un material conocido con el que se plantea utilizar. Estos ensayos pueden dar medida de la dureza Mohs, de la posibilidad de pulimento, del desgaste por rozamiento, de la microtextura superficial y, en los materiales sometidos a tráfico de vehículos, de la macrotextura. De todas maneras, parece haber acuerdo en las cifras de umbrales de tolerancia en al menos dos de ellos:

Desgaste por rozamiento<sup>23</sup> < 6 mm.  
Coeficiente de resistencia al deslizamiento mediante péndulo RRL en zonas peatonales<sup>24</sup> > 0.50.

Si bien la piedra natural ofrece a priori una paleta de colores y de texturas muy abierta, ésta se reduce apreciablemente cuando nos ceñimos a las familias de piedra utilizables del párrafo anterior, pero a la postre su imagen, en el medio urbano, convergerá al blanco, al negro o al gris<sup>25</sup> y los colores solamente aparecerán con el pavimento húmedo. Cuando no sea así, las diferencias de tonalidad serán tan sutiles que darán antes la imagen de un parchado mal ejecutado que la prevista por el proyectista. Para completar esta reflexión debe tenerse en cuenta la reverberación de la luz del sol, sobre todo de algunos granitos de coloración clara situados en zonas sin sombra: el deslumbramiento que pueden llegar a producir no solamente será incómodo sino que llegará a ser peligroso cuando dificulte la percepción de algunos obstáculos o desniveles.

La combinación de losas de diferente material obligará a utilizar, con carácter general, el mayor espesor de la menos resistente con el consiguiente incremento de coste. Si el proyectista se plantea combinar losas con adoquines, deberá estar bien atento en la consideración de los diferentes espesores de base requeridos y en la solución de las transiciones correspondientes. La complejidad que de todo ello resulta redundará en un incremento de la posibilidad de errores cuyas consecuencias aparecerán en el período de servicio del pavimento.

### c. características físicas y mecánicas

La selección de una determinada piedra para las losas de pavimentación parte de aceptar que este material satisfará aceptablemente las solicitaciones físicas, químicas y mecánicas a las que será sometido durante el periodo de vida útil del pavimento. Para seguir acotando el marco de las piedras aceptables como material de pavimentación, se recogen a continuación los umbrales de características susceptibles de ser verificadas mediante ensayos previos. Los límites que se señalan parten de experiencias anteriores que indican que la mayoría de las piedras que no cumplen estos requisitos no se comportan bien como material para pavimentos de losas mecanizadas, una condición necesaria pero no suficiente. Para cercionarnos de la idoneidad de una determinada piedra algunos textos establecen parámetros diferenciados por familias de piedras. Se ha tratado aquí por el contrario, con los riesgos de esquematización que esto significa, de establecer una escala única que cubre bien la mayoría de los casos pero que, en el caso de las areniscas, puede llegar a excluir alguna piedra con un comportamiento aceptable.

Se establecen pues, inicialmente, los siguientes límites de características susceptibles de ser verificadas mediante ensayos previos, para determinar la aceptabilidad inicial de un material utilizable en losas mecanizadas de piedra para pavimentación<sup>26</sup>:

Densidad aparente<sup>27</sup> > 24 kN/m<sup>3</sup>  
Absorción de agua < 4%  
Resistencia a compresión<sup>28</sup> > 60 MPa  
Resistencia a la tracción en flexión<sup>29</sup> > 7 MPa  
Resistencia al choque<sup>30</sup> > 0.50 m

La experiencia de uso comprobada de estos materiales, al menos durante el periodo de 30 años que se considera como base para el diseño y cálculo del pavimento, primará siempre sobre las acotaciones anteriores.

### d. mantenimiento de una buena apariencia en el tiempo

Decidir sobre la idoneidad de un material para la pavimentación significa también fijar unas bases sobre aquello que podrá considerarse aceptable en el tiempo y aquello que no, o en otros términos garantizan que el pavimento "envejezca bien"<sup>31</sup>. De esta imagen se derivan unos condicionantes previos sobre las características de la piedra que deben deducirse de la experiencia y que se refieren básicamente a la estabilidad química del mineral y de los elementos que lo componen, a la facilidad de limpieza y a las garantías de disponibilidad de un material semejante a lo largo del tiempo.

Cuando se selecciona la piedra natural para la pavimentación de un espacio público urbano se pretende enfatizar las características de representatividad de dicho espacio otorgándole una apariencia que podríamos referir como más "noble". La inestabilidad química puede concluir en la meteorización del material y en la pérdida de sus condiciones de resistencia mecánica original y por tanto deben evitarse los granitos con indicios de meteorización<sup>32</sup>, los materiales con índices de porosidad altos, los materiales inestables frente a las atmósferas urbanas<sup>33</sup> y

los materiales frágiles aunque presenten resistencias mecánicas suficientes<sup>34</sup>. Las manchas o alteraciones, que en un pavimento más común no serían objeto de atención especial, adquieren en un pavimento de piedra una relevancia mayor, de donde se infiere que la facilidad de limpieza del material, estrechamente ligada a su estabilidad química, a su porosidad y a las condiciones de su acabado superficial, deberá ser objeto de especial atención en esta fase de proyecto.

Las areniscas que puedan ser aceptables bajo otros conceptos o consideraciones no lo serán donde se prevea que puedan darse con frecuencia manchas de grasa o hidrocarburos. En pavimentos donde se prevea una cierta intensidad de tráfico de vehículos deberán evitarse los materiales claros donde la traza de caucho de los neumáticos será mucho más aparente. La porosidad será también un factor estrechamente relacionado con la resistencia del material a los ciclos hielo-deshielo, y a la influencia de los detergentes o disolventes utilizados en las operaciones de limpieza<sup>35</sup>.

Los ensayos que se han especificado en el párrafo anterior podrían complementarse con ensayos de heladicidad<sup>36</sup>, de resistencia a los cambios térmicos<sup>37</sup>, de microtextura superficial a efectos de deslizamiento, de estabilidad química frente a los agentes polucionantes más frecuentes<sup>38</sup>, o de homogeneidad del material mediante ultrasonidos.

En este mismo campo de "mantenimiento de la apariencia" se deberán atender también especialmente las posibilidades de disponibilidad en el futuro del material utilizado, pues garantizar el buen envejecimiento del pavimento significa también que las sustituciones de piezas que sea necesario realizar a lo largo del tiempo de servicio de la obra, por roturas, zanjas u obras parciales de reforma, puedan realizarse con un material lo más semejante al original, evitando una imagen llena de parches. Esta es una condición que, en principio, marca la superioridad de la piedra sobre la mayor parte de los materiales de origen industrial pues será más fácil disponer de una piedra igual o semejante que de un producto industrial que por razones comerciales o tecnológicas haya dejado de fabricarse. El proyectista deberá considerar, sin embargo, que será difícil también sustituir piedras de un origen remoto o de canteras de escasa producción o en vías de agotamiento.

### e. dimensiones de las piezas

Sin perjuicio del cálculo más preciso, en esta etapa de diseño deben considerarse los siguientes aspectos:

- Para considerar la pieza como losa la relación de la superficie (en cm<sup>2</sup>) al espesor (en cm) será siempre superior a 100, en caso contrario se tratará, a efectos técnicos, como adoquín<sup>39</sup>. Si esta relación sobrepasara el valor 1.000 nos encontraríamos probablemente en el campo de las losas sobre apoyo elástico<sup>40</sup>.
- Cuanto más cúbicas sean las piezas (menor sea la relación superficie/espesor) mejor se comportarán las losas a la agresividad del tráfico, sobre todo la debida a los vehículos pesados<sup>41</sup>. Sin embargo, cuanto más pesada sea la losa mayor será su dificultad de colocación y por consiguiente se producirán más errores de puesta en obra.

Si no se dispone de medios mecánicos de colocación deberá reflexionarse antes de proyectar piezas de peso unitario superior a 40 kg, en relación con las reglamentaciones laborales.

– Las dimensiones máximas de las losas de referencia en superficie no deben exceder los 80 cm de largo por 50 cm de ancho<sup>42</sup>. Tampoco se aconseja que la relación entre largo y ancho sea superior a 2<sup>43</sup>. Dimensiones del orden de 60 x 40 cm pueden ser una buena base.

– A menudo se plantea, sin una mayor reflexión, el uso de un único formato de piedra. Un pavimento de estas características tiende fácilmente a asimilarse a un material prefabricado. El uso de longitudes variables, incluso de varias anchuras tipo que se van combinando según diferentes cadencias, además de hacer más evidentes las características de la piedra como material natural, suele ser más económico en tanto que optimiza el aprovechamiento de los bloques de piedra.

– Las tolerancias de las características geométricas de las losas en cualquiera de las tres dimensiones de la pieza serán, en principio, de 2 mm<sup>44</sup>.

#### f. despiece y juntas

A menudo el proyectista tiende a desarrollar un gran esfuerzo en los despieces y aparejos de las losas. Sin menospreciar este esfuerzo, cabe señalar que los espacios que se pretenden pavimentar mediante losas de piedra son, en general, espacios donde se presume una alta intensidad de uso, donde, a la postre, el pavimento acabará siendo la gente, y los grandes esfuerzos del proyectista sobre despieces y aparejos acabarán desapareciendo bajo el alto flujo de transeúntes. Esta circunstancia será al propio tiempo una muestra del éxito en la decisión de la mejora del espacio en cuestión.

En ocasiones, se plantea la conveniencia de establecer, por encima del despiece de las losas, un despiece de orden superior que se traduce en juntas de mayor anchura. Estas juntas presentarán fácilmente problemas en el período de uso del pavimento. En el estado actual de la cuestión no se ha encontrado un sistema que permita que estas juntas trabajen satisfactoriamente. La solución más sencilla podría ser que constituyeran un rebaje de la propia losa, no superior a un 20% del espesor, y que la junta real se mantuviera en las dimensiones medias de 3 a 4 mm. Las entregas a los paramentos que limitan el pavimento, a las trapas de registro de las instalaciones del subsuelo y, sobre todo, la confinación en el límite de otros pavimentos, deberán ser objeto de un estudio atento en esta fase del proyecto.

El aparejo puede tener efectos sobre el comportamiento del revestimiento, en relación a los esfuerzos horizontales, debidos al desplazamiento de los vehículos (frenada, aceleración, giro) y en este sentido se recomienda que, en el sentido de circulación, las líneas de junta sean lo más cortas posible y que las líneas continuas se coloquen en dirección perpendicular al sentido principal de la circulación<sup>45</sup>. Por el contrario en las zonas donde el conjunto de instalaciones enterradas sea importante, las líneas continuas de junta deberán ser paralelas a la traza de dichas instalaciones a fin de disminuir las afectaciones

sobre el pavimento cuando se precisen reparaciones o nuevos servicios.

La conveniencia de disponer juntas de dilatación en el pavimento, es objeto de controversia. Con las técnicas de colocación recogidas en este artículo no se ha demostrado necesaria, si bien en el caso de losas muy delgadas y muy bien unidas a la base, las juntas de retracción del hormigón de la base podrían aflorar a la superficie provocando la rotura de las losas<sup>46</sup>.

#### g. pendientes y límites

La pendiente transversal de las zonas tratadas debe ser suficiente para asegurar un desagüe correcto de las aguas de escorrentía. Sobre calzadas de tráfico esta pendiente transversal será, como mínimo, de un 2.5%, y sobre zonas peatonales, como mínimo de un 2%. Estas pendientes pueden reducirse a un 1% si la pendiente longitudinal es importante<sup>47</sup>. La colocación previa de límites o bordillos es indispensable para mantener contenidas las losas del límite final del pavimento<sup>48</sup>.

### 3. Cálculo

Los pavimentos de losas de piedra natural está claro que se plantean para unos espacios con características especiales donde los aspectos de representación y de confort priman sobre criterios funcionales y económicos más primarios. Pero por su coste relativamente elevado y por los aspectos de representación enunciados, que permiten al proyectista pocos errores, será importante no apurar el dimensionado ni de las bases ni de las losas.

Para el cálculo de estos firmes nos referiremos en primer lugar a la intensidad y características del tráfico que este tipo de espacios soportan y después, por separado y en función del tráfico previsto, a las características de la base y al dimensionado de las losas de pavimento; si bien será el conjunto de las diferentes capas del firme lo que acabará determinando el comportamiento global.

Desde un punto de vista estructural, las losas de piedra constituyen la capa superficial del firme, o capa de rodadura, que transmite los esfuerzos originados por el tráfico a la capa base, que es la resistente y distribuidora de las cargas sobre el terreno. Debido al poco espesor de las losas, el reparto de cargas que producen es muy reducido, por lo que el revestimiento no puede considerarse una capa portante y su función es la de transmisión de cargas sin sufrir grandes deformaciones en su estructura lo que obliga a unir las losas a la capa de base y a trabarlas entre sí mediante el material de relleno de las juntas<sup>49</sup>.

#### a. del tráfico

En la bibliografía consultada no se han encontrado análisis estadísticos sobre las características del tráfico rodado que soportan los espacios que suelen pavimentarse con losas de piedra, por lo que nos referiremos a las recomendaciones más genéricas para vías de poco tráfico. Debe considerarse sin embargo que nos enfrentamos a realidades muy dinámicas: puede concebirse inicialmente

una vía muy cerrada al tráfico, pero el éxito de la iniciativa tiende a ampliar la zona peatonal o comercial y llega un momento en que las restricciones deben reducirse, so pena de dejar aislado un sector importante de la ciudad. Por otra parte no debe descartarse la incidencia del propio tráfico de obra, ni la del derivado de las obras de rehabilitación y mejora en los inmuebles del entorno que el propio impulso de renovación provocará en los años inmediatos a la puesta en servicio<sup>50</sup>. Contrariamente a lo que generalmente se cree, las calles peatonales raramente están reservadas al uso exclusivo de los peatones. En efecto, generalmente son accesibles a los vehículos de reparto, de limpieza, de recogida de basuras, de seguridad, y también, a veces, a los autobuses o a instalaciones lúdicas que requieren instalaciones complejas o pesadas<sup>51</sup>.

Un primer punto de partida para establecer una cuantificación de los niveles de tráfico puede basarse en las actuales Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano<sup>52</sup>, donde el tipo de tráfico T4 de la Instrucción de carreteras se subdivide en cuatro segmentos, entre los que se incluye una nueva categoría de tráfico peatonal restringido.

Así tendríamos los siguientes tipos de tráfico<sup>53</sup>:

– G: Peatonal restringido que corresponde a los espacios exclusivamente peatonales donde el acceso de vehículos es físicamente imposible. Este impedimento de acceso de vehículos debe entenderse en el sentido más estricto, considerando que sea lo suficientemente potente como para que no pueda llegar a eliminarse físicamente y para garantizar que ningún vehículo, aunque sea ligero, podrá acceder al espacio referido. Es el caso de los rellanos de escalera, calles muy estrechas o pasos bajo porches.

– F: Tráfico muy ligero con una  $IMDp < 5$  que correspondería a espacios con acceso exclusivo de vehículos de emergencia o de limpieza como las calles peatonales, aceras, paseos o bulevares; las calles estrechas exclusivamente residenciales; las pistas ciclistas segregadas. Los aparcamientos de vehículos ligeros o calles residenciales con coexistencia de tráficos, podrían integrarse también en esta categoría.

– E: Tráfico ligero, segmento inferior,  $5 \leq IMDp < 15$  que correspondería, en general, a la mayor parte de las calles peatonales estrechas, y donde podrían integrarse también los aparcamientos de vehículos ligeros y de camionetas.

– D: Tráfico ligero, segmento superior,  $15 \leq IMDp < 50$  que correspondería a calles comerciales o calles locales industriales de bajo tráfico<sup>54</sup>.

No existen análisis estadísticos suficientes, como se ha dicho, para verificar la total adaptación de estas categorías a las situaciones de tráfico más frecuentes en las áreas de este artículo, pero aun a riesgo de que la transposición no tenga un nivel de precisión suficiente, podríamos simplificar las características de estas cuatro categorías de la siguiente forma:

– G: Tráfico peatonal absolutamente restringido, sin vehículos.

– F: Tráfico peatonal con vehículos exclusivamente ligeros, salvo servicios.

– E: Tráfico peatonal con posible acceso de vehículos pesados.

– D: Tráfico peatonal con acceso de vehículos pesados.

Para la determinación de la categoría de tráfico de un espacio debe prestarse especial atención a los cruces con otras vías, donde posiblemente la suma de tráficos aconseje dimensionados según una categoría más alta, y donde coincidirán además las acciones tangenciales de frenada y giro de un número importante de vehículos.

## b. de la base

Los métodos para la determinación de la base de los pavimentos de losas de piedra, habitualmente calzadas peatonales, no tienen por qué diferir, en principio, de los que se siguen, en general, para el cálculo de calzadas. Sin embargo deben considerarse unas restricciones particulares, consecuencia de su condición de vías urbanas en tejidos consolidados con predominio de construcciones históricas.

Entre estas restricciones podríamos citar la rasante, configurada por los niveles de los accesos consolidados de las edificaciones antiguas<sup>55</sup> y la presencia de redes enterradas con rellenos que han hecho desaparecer prácticamente la explanada original y con trazados que, en ocasiones, limitan el espesor potencial de la base. A estas restricciones se suman las dificultades de ejecución de la obra, tanto en lo que se refiere a la imposibilidad de compactar sin riesgos de afectar la solidez de los edificios inmediatos, como a la necesidad de no interrumpir ni actividades ni accesos a dichos edificios.

Las secciones de firmes de los catálogos al uso, quedan extraordinariamente limitadas cuando se imponen las restricciones enunciadas, y sin perjuicio de que el proyectista pueda considerar otras opciones, nos centraremos en secciones de hormigón en masa, puesto que esta solución además de ofrecer una base bastante rígida que favorece las condiciones de trabajo de las losas, permite una colocación sin trabajos de compactación y posibilita mejor que otras soluciones la compatibilidad temporal de la actividad de la calle.

Si consideramos, además, que estamos tratando normalmente superficies relativamente reducidas y que los costes de construcción de la base son muy bajos en relación a los de las losas de pavimento, entenderemos que cualquier restricción en cuanto a las bases que no venga impuesta por los condicionantes físicos antes mencionados, está fuera de lugar.

Si se toman como referencia las secciones de firme de la Instrucción de carreteras<sup>56</sup>, para el tráfico T4, se considerarán las secciones 416, 426 y 436. En estas secciones se establece una base de hormigón vibrado de 20 cm de espesor (HP-40<sup>57</sup>) o de 22 cm de espesor (HP-35), que en el caso de una explanada E1<sup>58</sup> debe complementarse con una subbase de zahorra natural o artificial de 20 cm de espesor. Ante las dificultades de compactación de la zahorra, esta subbase podría sustituirse por un incremento del espesor del hormigón en 5 ó 7 cm según su resistencia<sup>59</sup>.



El proyectista deberá procurar, sobredimensionar la base, siempre que sea posible, puesto que el coste de instalación siempre será inferior al de reparación de los posibles desperfectos.

#### c. de las losas

Así como se dispone de abundante bibliografía y experiencia en los dimensionados de bases, el dimensionado de las losas de piedra natural aun no dispone de elementos de referencia suficientes. Este artículo propone una línea de trabajo para dimensionar el espesor necesario de la losa a partir de la mayor dimensión de la pieza y de la resistencia a flexo-tracción de la piedra para cada una de las situaciones de tráfico definidas anteriormente. Esta es una primera aproximación que deberá corregirse con el avance de la investigación en este terreno<sup>60</sup>. Sin embargo debe llamarse la atención sobre el hecho de que si bien es cierto que se han producido notables errores en pavimentos por un dimensionado insuficiente del espesor de las losas de revestimiento, también lo es que a menudo los problemas no derivan tanto de este factor como de una deficiente concepción de su puesta en obra.

Al margen de las cualidades que aseguran el confort de utilización, la durabilidad y el buen envejecimiento, la característica básica para determinar el dimensionado de las losas, a partir de las situaciones de tráfico aceptadas, debe ser la resistencia a flexo-tracción de la piedra. El espesor dependerá de las dimensiones superficiales de la pieza.

Así pues el espesor de las losas puede deducirse inicialmente de la fórmula convencional siguiente<sup>61</sup>:

$$e = k_{\perp} \sqrt{L/\sigma} \leq 0.04$$

Siendo

e: el espesor mínimo de la losa en m

$k_{\perp}$ : un coeficiente que adopta el valor<sup>62</sup>:

$k_G = 0.15$

$k_F = 0.25$

$k_E = 0.35$

$k_D = 0.45$

en función de los tipos de tráfico definidos en el apartado 3.a

L: la máxima dimensión promedio de la losa en m < 0.80 m.

$\sigma$ : la resistencia a flexo-tracción de la losa en MPa

Si la cifra que se obtiene es inferior a 4 cm se adoptará como mínimo este espesor<sup>63</sup>. Si del espesor calculado se dedujera que no se mantiene la condición de losa (superficie en cm<sup>2</sup>, dividida por espesor en cm, S/e >100), deberá verificarse la idoneidad de la pieza y la de la base al considerarla como adoquín. Si S/e superara el valor 1.000 debería considerarse la pieza en el marco de la teoría de los pavimentos sobre apoyo elástico.

De la fórmula enunciada se ha deducido la tabla siguiente (p. 54) donde se reflejan los espesores e, en este caso en

cm, para los valores de L, en m, y de  $\sigma$  en MPa, para los tipos de tráfico considerados anteriormente: G, F, E y D.

#### 4. Construcción

La calidad de la puesta en obra de los pavimentos de losas de piedra natural es, como se ha venido insistiendo a lo largo de este artículo, uno de los puntos clave para su comportamiento satisfactorio.

##### a. de la base

La base debe constituirse con hormigón vibrado con la resistencia a la flexo-tracción HP35 o HP40 que corresponda a la sección de cálculo elegida. La base debe ser absolutamente paralela a las pendientes de la superficie.

La disposición de juntas de dilatación en la base no parece aconsejable en general, pero una buena estructuración de las juntas de hormigonado puede disminuir la retracción y la consecuente fisuración posterior.

La colocación solidaria de los marcos de las trapas de registro y de otros elementos como los imbornales en el momento de hormigonar la base, nos planteará con seguridad la imposibilidad de ajustar estos elementos al aparejo de la piedra del pavimento. Deberán dejarse pues reservas sin hormigonar en el perímetro de estos elementos, tomando las medidas adecuadas para conseguir el mejor monolitismo de todo el conjunto.

##### b. puesta en obra de las losas

En principio las losas pueden tomarse sobre arena, sobre mortero seco en diferentes composiciones, o sobre mortero o cemento cola.

Si bien existe una tendencia amplia en reconocer que la puesta sobre arena es el mejor sistema de colocación, sobre todo con cargas de tráfico pesado, este sistema no garantiza eficazmente la planeidad final del pavimento, ni en el momento inicial ni, mucho menos, en el transcurso del tiempo. Esta planeidad es uno de los requisitos de confort que conducen a elegir las losas de piedra como el pavimento adecuado y su pérdida significa de hecho una renuncia a las condiciones iniciales de diseño.

Así pues, desde nuestra óptica, no parece aconsejable otro método de colocación de las losas que el mortero de agarre. Puede objetarse, sin embargo, que esta técnica no permite garantizar a menudo una adherencia satisfactoria a largo plazo del revestimiento sobre el mortero de colocación, que frente a cargas dinámicas pesadas se suele llegar a producir una desolidarización de las losas respecto al mortero de soporte por fenómenos de fatiga en el plano de adherencia, según un comportamiento similar a las losas bicapa de hormigón, y que las losas que pasan a reposar solamente en un conjunto aleatorio de puntos, son solicitadas a flexión y se vuelven entonces particularmente sensibles a los efectos del tráfico<sup>64</sup>, pero es por ello que el cálculo utilizado emplea la resistencia a flexo-tracción como uno de los parámetros básicos para el dimensionado.

Se recomiendan espesores de mortero de 2 a 3 cm<sup>65</sup>, de relación arena-cemento, 1/3 a 1/5 con posibles adiciones de cal, de fluidificantes y/o de acelerantes de fraguado. La cantidad de agua de la mezcla debe ser lo más reducida posible para obtener un producto homogéneo que no exhuda. Se interrumpirán los trabajos cuando las temperaturas diurnas se sitúen por debajo de los 5°C<sup>66</sup>. La débil riqueza del material de agarre no es un elemento decisivo puesto que la misión del mortero no es de resistencia sino de adherencia. Para garantizar dicha adherencia es aconsejable mojar previamente las losas y pintarlas con una lechada de cemento, a la que pueden introducirse aditivos, en su cara inferior.

El espesor del mortero deberá ser absolutamente uniforme. Bajo ningún concepto deben estructurarse las pendientes del pavimento con el mortero de agarre de las losas. El mortero no puede llegar a reemplazar un espesor de firme insuficiente, la falta de rigidez de la base no puede compensarse de forma duradera mediante el recrecido con el mortero de colocación de las losas<sup>67</sup>. La mayor parte de los problemas detectados en pavimentos de este tipo tienen su origen en esta práctica.

La experimentación en el uso de cementos-cola es todavía insuficiente, pero es una vía que conviene profundizar. En tanto que la adherencia losa-base es el elemento fundamental para un buen comportamiento de estos pavimentos, parece que avanzar en esta vía que goza ya de una buena experiencia en los pavimentos domésticos, puede aportar buenas soluciones en los pavimentos urbanos del futuro. En este supuesto el espesor del mortero se situará entre 5 mm y 15 mm.

La colocación de las losas sobre el mortero es uno de los actos más delicados para garantizar el buen resultado final. Debe tenderse a conseguir que toda la losa descansa uniformemente sobre el lecho de mortero. La nivelación se realiza a golpe de maceta, y en este punto del proceso resulta prácticamente inevitable el choque de la arista de la pieza que se coloca contra el canto de la colindante. Ello provoca a menudo pequeñas fisuras que producirán a la larga el desportillado de las losas. Para evitar esta situación se ha demostrado eficaz la utilización, durante el proceso de colocación, de separadores-muelle que eviten estos golpes y que se retiran una vez fraguado el mortero.

Cuando las losas se combinan con otros materiales, éstas se colocarán en primer lugar si se combinan con hormigones o asfaltos, y en último lugar si se combinan con adoquines. Debe recordarse, una vez más, que las losas deberán estar siempre bien confinadas en su perímetro.

No se admitirán en la planeidad de la capa superficial del pavimento acabado variaciones superiores a 4 mm medidas con regla de 2 m, ni cejas superiores a 2 mm<sup>68</sup>.

#### b. relleno de juntas

La necesidad de mantener la continuidad superficial del pavimento en lo que se refiere a la comodidad de uso y a la impermeabilidad del revestimiento, acaba resultando contradictoria con la flexibilidad necesaria para absorber las dilataciones y contracciones térmicas que el acabado superficial del pavimento pueda sufrir.

Esta contradicción no ha podido ser resuelta de una manera eficaz. La experiencia actual lleva a establecer juntas del orden de 3 mm<sup>69</sup>, rellenas con mortero seco de arena-cemento (en proporciones 1/3 o 1/5 según el tráfico sea de vehículos pesados o peatonal), pues la lechada de cemento tiende a manchar la mayor parte de las piedras que se vienen utilizando en este tipo de pavimentos. Las juntas se rellenan de mortero introducido mediante barrido y, tras sucesivos riegos, se completan por el mismo procedimiento en una segunda fase. En materiales pétreos poco porosos puede utilizarse a veces la lechada de cemento si se limpia rápidamente. En todo caso el colmatado de las juntas nunca llega a ser perfecto y se requerirá un adecuado mantenimiento en el tiempo.

No debe olvidarse tampoco que la creciente tendencia a utilizar mayores espesores de losa está conduciendo a pavimentos cada vez más híbridos entre la losa y el adoquín donde la participación de la conexión de las piezas, a través del contacto mutuo, es creciente y que para que se produzca dicho contacto se precisa de un buen sistema de relleno de las juntas.

En cualquier caso, no se podrá establecer ningún tipo de relleno de juntas que garantice una total impermeabilidad de éstas, y así un cierto volumen de las aguas de escorrentía acabará erosionando el mortero de agarre. En la medida que se ha establecido que el paralelismo entre la superficie de la base y el de la superficie acabada es esencial para garantizar una buena puesta en obra, si disponemos un dren en las limahoyas de la superficie de la base, conectado a la red general de saneamiento -en realidad al mismo pozo de los imbornales-, se podrá garantizar el drenaje de estas aguas y previsiblemente se disminuirán los efectos negativos que el agua puede producir sobre esta capa del firme<sup>70</sup>.

#### d. puesta en servicio

Se aconseja evitar la circulación de vehículos sobre la base de hormigón durante un período de 10 días después de su puesta en obra, plazo que puede reducirse utilizando acelerantes de fraguado<sup>71</sup>.

Tras la colocación de las losas, debe transcurrir un cierto período antes de su puesta en servicio, que puede variar en función del tipo de mortero empleado, del procedimiento de relleno de juntas y de las condiciones climáticas en que se ha efectuado la colocación. Un plazo aconsejable puede ser el de 24 horas para la obertura al tráfico peatonal, de 7 días para el tráfico de vehículos ligeros y de 21 días para el tráfico de vehículos pesados. Este último plazo puede abreviarse si se utilizan acelerantes de fraguado pero no se aconseja reducirlo a menos de 15 días<sup>72</sup>. En cualquier caso debe tenerse en cuenta que estas limitaciones afectan también al tráfico interno de la propia obra, y ser consciente de que en la mayor parte de los casos será imposible segregar el tráfico de vehículos ligeros del tráfico en general. Ajustar estos plazos puede tener consecuencias que no siempre serán evidentes en el inicio del período de servicio pero que pueden ser importantes a medio y largo plazo.

## 5. Mantenimiento

Este tipo de pavimentos requieren de un buen mantenimiento como elemento crucial para mantener las condiciones de uso y garantizar que puedan desarrollar correctamente su período de vida. Aunque existe la concepción generalizada de que los materiales pétreos requieren poco mantenimiento<sup>73</sup>, está claro que no puede ser así: la alta inversión que significan, el índice elevado de utilización y las exigencias de calidad que se derivan de su posición central, indican fácilmente que el usuario verificará en todo momento su nivel de mantenimiento, por ello deberán dedicarse a su limpieza y a su mantenimiento los fondos necesarios.

Dentro de este capítulo distinguiremos la limpieza y el mantenimiento periódico.

### a. limpieza

La limpieza periódica mediante sistemas mecánicos o manuales acompañada de un riego suelen ser suficientes para mantener la buena apariencia del material. Pero las manchas de hidrocarburos o los elementos adheridos -los chicles y, en vías de una cierta intensidad de tráfico, las trazas de caucho de los neumáticos- requerirán de una limpieza periódica en profundidad<sup>74</sup>. En el uso de detergentes o disolventes especiales, todos ellos contaminantes, debe prestarse especial atención a que los productos utilizados no lleguen a afectar a la vegetación ni invadan los edificios vecinos.

### b. mantenimiento periódico

Como en la mayor parte de los pavimentos, y éste no es una excepción, un pequeño deterioro inicial que podría ser resuelto fácilmente en el momento de su aparición, acaba extendiéndose a un área mucho mayor si no se repara de inmediato.

Los deterioros más frecuentes se producen bien por rotura puntual de alguna pieza, por la pérdida de adherencia de alguna losa a la base o por el deterioro de las juntas. Todos ellos son fácilmente reparables en un primer momento, si bien deben tenerse en cuenta todos los requisitos expuestos en general y especialmente los que se refieren al tiempo necesario para su puesta en servicio. El uso de acelerantes de fraguado se recomienda especialmente en estos supuestos.

Un registro topográfico e histórico de los problemas detectados, permitirá detectar si éstos se deben a defectos de la base o de la explanada, lo que requerirá un análisis más exhaustivo.

Artículo publicado en *Revista de Edificación* nº 30, noviembre de 1999, Universidad de Navarra, Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

P.S.

En el tiempo transcurrido desde su redacción la escasa bibliografía accesible ha aumentado.

Deben destacarse los nuevos estudios sobre morteros adhesivos para materiales con baja absorción de agua, las nuevas publicaciones del CERTU sobre firmes urbanos y revestimientos modulares y la guía para la buena práctica de la pavimentación en piedra de la Society of Chief Transportation Officers in Scotland, con el apoyo del gobierno escocés, que aporta nuevos puntos de vista sobre la cuestión.

En una primera aproximación no parece que estas nuevas aportaciones alteren la vigencia del artículo especialmente en lo que se refiere a las tablas de dimensionado. Sin embargo debe hacerse especial hincapié en el tratamiento de los casos de frontera entre el comportamiento de la pieza como adoquín o como losa, donde se han producido fracasos en no considerar esta situación, lo que podría aconsejar un tratamiento conjunto de todos los revestimientos modulares de piedra, que esperamos desarrollar más adelante.

Diciembre 2001

---

<sup>1</sup> Cfr. Antonio Lopera, "El tratamiento superficial de los espacios exteriores" en *Introducción al diseño urbano. La calidad en la ciudad consolidada*, (Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo e Instituto del Territorio y Urbanismo, 1986), p. 85. Lopera incide en esta problemática, remarcando que esto provoca una "situación de desamparo teórico y técnico de los profesionales que intentan aproximarse a la cuestión de un modo más serio y fundamentado".

<sup>2</sup> Aunque significativamente ventajosos desde otros puntos de vista, estos pavimentos no son los más idóneos para soportar el tráfico pesado. Algunos autores señalan una intensidad media diaria de 100 vehículos pesados (de más de 35 kN de peso máximo autorizado), como el límite superior de utilización, cfr. Élisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en œuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 7.

<sup>3</sup> La publicación más reciente sobre pavimentos de piedra: Élisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en œuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed. 1998), p. 7, advierte, de todos modos, que "progresan el conocimiento sobre la utilización y la puesta en obra de los materiales modulares, pero que ciertos aspectos particulares como la realización de las juntas o los sistemas de colocación han de profundizarse todavía". Esta reflexión debe extenderse también al contenido de este artículo.

<sup>4</sup> En el texto que sigue se denominará *firme* al conjunto de capas que se colocan sobre la explanada, *base* al elemento que le otorga básicamente la capacidad resistente y *pavimento* a la parte del firme que aflora a la superficie y que en nuestro caso serán las losas de piedra.

<sup>5</sup> Augusta Monferini, "Antichità Romane" en Alessandro Bettagno (ed.), *Piranesi. Incisioni-Rami-Legature-Architetture*, (Vicenza: Neri Pozza Editore, 2ª ed. 1978), p. 33 y lám. 182. Las piedras que sobreviven del pavimento de la Via Appia no son tan grandes como Piranesi las representa, ni los bloques laterales que subsisten son tan

enormes, cfr. Jonathan Scott, Piranesi, (Londres: Academy Editions y Nueva York: St. Martin's Press, 1975), p. 328.

<sup>6</sup> Cuando consideramos la pavimentación en losas-bloques de piedra el antecedente simbólico más remoto será la vía procesional de Babilonia, una calle de 18 metros de ancho pavimentada mediante grandes bloques cuadrados de piedra calcárea blanca, de algo más de un metro de lado y de 30 a 35 cm de espesor, asentados sobre un lecho de baldosas de terracota y con las juntas achaflanadas selladas con betún. Cfr. Robert Koldewey, *The Excavations at Babylon*, (1914), p. 24. Citado por Bernard Rudofsky, *Strade per la gente. Architettura e ambiente umano*, (Roma y Bari: Editori Laterza, 1981), pp. 262 y 264.

<sup>7</sup> John Wilton-Ely, *The Mind and Art of Giovanni Battista Piranesi*, (Londres: Thames and Hudson, 1988), p. 55, reproduce el pavimento de la Via Appia en dos grabados de Piranesi de *Antichità d'Albano*, pp. XXV y XVII, hoy en el Ashmolean Museum de Oxford.

<sup>8</sup> Nigel Green, "The Historical Development of Paving and Regional Variations" en *Traditional Paving Design, Proceedings of a Workshop Seminar held at the Watershed Media Centre, Bristol*, 15 de octubre de 1993, The University of the West of England, Bristol and Somerset County Council. University of the West of England, 1994, p. 10.

<sup>9</sup> *La Guide de l'Espace Public: Matériaux de revêtement des chaussées et trottoirs*, (París: Mairie de Paris, 1993), p. 1, señala como es "ciertamente en esta época, es decir al final de la época haussmanniana, y con la publicación de los primeros tratados, cuando nace el espacio público en su concepción actual. El espacio público no es solamente un lugar de ornato, sino también un espacio técnico que incluye en el subsuelo las redes de fluidos y, en superficie, las redes de circulación (vehículos, peatones, transportes,...)".

<sup>10</sup> El asfalto se introduce en Inglaterra en 1814 y en Francia a partir de 1835. Cfr. Eddie Booth, "The English Heritage Approach" en *Traditional Paving Design, Proceedings of a Workshop Seminar held at the Watershed Media Centre, Bristol*, 15 de octubre de 1993, The University of the West of England, Bristol and Somerset County Council. University of the West of England, 1994, p. 13, y *Guide de l'Espace Public: Matériaux de revêtement des chaussées et trottoirs*, (París: Mairie de Paris, 1993), p. 1.

<sup>11</sup> Cfr. *Guide de l'Espace Public: Matériaux de revêtement des chaussées et trottoirs*, (París: Mairie de Paris, 1993), p. 2.

<sup>12</sup> Así puede observarse, por ejemplo, en Juan de Cusa Ramos, *Pavimentos en la construcción*, (Barcelona: Ediciones CEAC, 17ª ed., 1981), p. 43, un manual cuya primera edición es de 1957 y que constituye uno de los escasos referentes en castellano sobre pavimentos. No hay que olvidar a este respecto que se trataba de losas de 8 a 15 cm de espesor labradas por procedimientos de cantería, y cuya puesta en obra requería mano de obra muy especializada para conseguir buenos resultados.

<sup>13</sup> Nigel Green, "The Historical Development of Paving and Regional Variations", en *Traditional Paving Design, Proceedings of a Workshop Seminar held at the Watershed Media Centre, Bristol*, 15 de octubre de 1993. The University of the West of England, Bristol and Somerset County Council. University of the West of England, 1994, p. 10.

<sup>14</sup> Cfr. Élisabeth Lafay (coor.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en œuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed. 1998), p. 17.

<sup>15</sup> La concepción de la estructura de las calzadas peatonales no difiere, en principio, a pesar de su especificidad propia, del

dimensionado de las calzadas en general. Jean-Pierre Malinvaud (dir.), *Chaussées piétonnes. Conception des structures*, (Bagneux: CETUR, 1988), p. 3, señala que las condiciones particulares a tener en cuenta en el dimensionado de este tipo de espacios se refieren por una parte a su naturaleza de vías urbanas: nivelación impuesta, suelos de base heterogéneos, presencia de redes enterradas, drenaje y evacuación de las aguas superficiales, y a las dificultades de realización de la obra y, por otra parte, a su carácter de vías peatonales con tráfico acumulado a menudo débiles o prácticamente nulos y con pavimentos adaptados a la circulación de los peatones. Esta acotación restringe el ámbito de las bases posibles en tanto que las condiciones de las edificaciones circundantes y la compatibilidad de la ejecución de la obra con el uso simultáneo de las edificaciones aconsejan la utilización de hormigón para estas bases.

<sup>16</sup> Como máximo la categoría de tráfico pesado T4 de la Instrucción española.

<sup>17</sup> Centre d'Études des Transports Urbains. 8, avenue A. Briand -92220 BAGNEUX (Francia). Este centro ha editado abundantes publicaciones sobre temas de ingeniería urbana y, en particular, sobre pavimentos urbanos.

<sup>18</sup> Mi deuda, en este sentido, con los ingenieros municipales Carlos Fuente y Josep M. Llauro, y con el geólogo Josep R. Galán a quienes debo agradecer sus opiniones y comentarios a la primera versión del manuscrito de este artículo.

<sup>19</sup> Ya Vitruvio señalaba, en este sentido, que tras extraer las piedras de la cantera, siempre en verano, deberían dejarse durante dos años a la intemperie, tras lo cual solamente deberían utilizarse las que no hubieran sufrido daños en ese período "tras ser probadas por la propia naturaleza". Cfr. Vitruvio, Libro II, VII C en *Les dix livres d'architecture de Vitruve, corrigés et traduits en 1684 par Claude Perrault*, facsímil, (Bruselas y Lieja: Pierre Mardaga éditeur, 1979), p. 41.

<sup>20</sup> Michael Littlewood, en *Diseño urbano 2. Pavimentos, rampas, escaleras y márgenes, detalles*, (México: Gustavo Gilli, 1994), llega a afirmar que "es difícil conocer la durabilidad [de un pavimento] a través de ensayos, de modo que la mejor de las pruebas es ver que una obra de características análogas viene siendo correcta transcurridos tres años como mínimo", (p. 16). No siempre dispondremos, sin embargo, de una obra de características tan análogas como para no tener que introducir consideraciones adicionales.

<sup>21</sup> La NTE RSP 1976 considera solamente las losas de granito, cuarcita y arenisca, como aptas para pavimentos exteriores.

<sup>22</sup> *Piedras naturales de España. Anuario 1995*, (Bilbao: Roc Marquina, 1995).

<sup>23</sup> Los ensayos se definen, para los diferentes materiales, en las UNE 22 172, 22 192 y 22 183 para los granitos, pizarras, y mármoles y calizas ornamentales, respectivamente. Estos ensayos se efectúan sobre pista Dorry con un recorrido de 1.000 m en vía húmeda.

<sup>24</sup> Según normativa NLT-175/73 del Instituto del Transporte.

<sup>25</sup> Debo al maestro Federico Correa esta lúcida observación que puede llegar a contrastarse fácilmente. En realidad los pavimentos blancos (como el travertino romano o la piedra de Colmenar) son poco recomendables, y los negros (que suelen ser basaltos o granitos pulidos) tampoco; así la imagen final del pavimento acabará siendo bastante gris. El pavimento romano, en blanco y negro, sería una excepción. Valga esta reflexión para señalar, por ejemplo, que entre un pavimento de granito gris y un pavimento de granito negro de Sudáfrica, ambos flameados, la

diferencia de percepción es escasa y su diferencia de coste notable.

<sup>26</sup> El cuadro parte de experiencias de procedencia diversa, entre ellas la NTE RSP 1976, L. Felipe Manchón y Juan A. Santamera, Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano, (Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 1996), p. 317 y Rues et places piétonnes dans les quartiers traditionnels. Compléments techniques sur les matériaux de revêtement de sol, (Bagneux: CETUR, 1985). Las fronteras inferiores siempre vienen marcadas por las areniscas, antes de aceptarlas convendrá verificar si su experiencia de uso ha sido positiva. Para piedras de otras características los valores límite que se dan son seguramente sobrados y en caso de aproximarse excesivamente a los límites fijados deberán establecerse cautelas basadas en experiencias previas.

<sup>27</sup> Los ensayos se definen, según las normas UNE 7 067 (determinación del peso específico y absorción de agua de los materiales pétreos) y, en las UNE 22 172, 22 191, y 22 182 para los granitos, pizarras, y mármoles y calizas ornamentales, respectivamente.

<sup>28</sup> Los ensayos se definen en las UNE 22 175, 22 194, y 22 185, para los granitos, pizarras, y mármoles y calizas ornamentales, respectivamente.

<sup>29</sup> Los ensayos se definen, para los diferentes materiales, en las UNE 22 176, 22 195, y 22 186, para los granitos, pizarras, y mármoles y calizas ornamentales, respectivamente. El valor fijado se ha establecido en relación a las areniscas de mejor comportamiento comprobado y según lo que establecen las Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano, ya citadas, p. 317.

<sup>30</sup> Los ensayos se definen en las UNE 22 179, 22 196 y 22 189, para los granitos, pizarras, y mármoles y calizas ornamentales, respectivamente.

<sup>31</sup> El término está tomado de la Guide de l'Espace Public. Matériaux de revêtement des chaussées et trottoirs, (París: Mairie de Paris, 1993), p. 6. A mi juicio es un término que identifica con claridad los requerimientos básicos que se demandan al pavimento. Si bien un pavimento no debe circunscribirse exclusivamente al material de recubrimiento, es cierto que éste representa la parte más aparente del mismo. En este sentido Giorgio Blanco, Pavimenti e rivestimenti lapidei, (Roma: La Nuova Italia Scientifica, 1a ed. 1a reimp., 1992), p.p. 114 a 116, señala unos factores intrínsecos para la durabilidad que se refieren a la propia piedra, (en este sentido indica que todos los minerales son alterables de alguna forma a excepción del cuarzo), o a la influencia de los factores ambientales una vez colocada.

<sup>32</sup> Los granitos de grano grueso con un alto porcentaje de feldspato y micas son los que se meteorizan más fácilmente.

<sup>33</sup> Los ensayos previstos en las normas UNE 22 198 y 22 199, para los granitos, pizarras, y mármoles y calizas ornamentales, respectivamente, permiten una aproximación al análisis de estos fenómenos.

<sup>34</sup> Los ensayos de resistencia al choque citados permiten evaluar la capacidad de los materiales en este sentido.

<sup>35</sup> Como soluciones de jabón líquido, de detergentes amoniacales o clorados, aguarrás o tricloro-etileno, cfr. Rues et places piétonnes dans les quartiers traditionnels. Compléments techniques sur les matériaux de revêtement de sol, (Bagneux: CETUR, 1985), p. 9.

<sup>36</sup> Por ejemplo los de la UNE 22 174, 22 193, y 22 184, para los granitos, pizarras, y mármoles y calizas ornamentales, respectivamente.

<sup>37</sup> Por ejemplo los de las UNE 22 197-85.

<sup>38</sup> Como el vino, los aceites, gasoil, orines de perro, chicles o el caucho, cfr. Rues et places piétonnes dans les quartiers traditionnels. Compléments techniques sur les matériaux de revêtement de sol, (Bagneux: CETUR, 1985), p. 9.

<sup>39</sup> En el límite  $S/e \geq 100$  coincide toda la bibliografía francesa. Cfr. Gilles Laurent (CETE), Les matériaux de surface des voiries urbaines, (París: Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer, 1990), p. 38; Élisabeth Lafay (coord.), Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en œuvre, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 11; y C. Roussel (dir.), Voiries et espaces publics, (Bagneux: CETUR, 1991), p. 12. El límite superior  $S/e < 1.000$  es del autor y se somete a lo que resulte de una investigación posterior.

<sup>40</sup> Si bien existen, de antiguo, estudios sobre este tipo de losas para los firmes de carreteras y aeropuertos, la introducción de este concepto en los pavimentos de losas de piedra se plantea aquí probablemente por vez primera, y su frontera requeriría probablemente de un análisis más preciso. En cualquier caso la subdivisión del grupo de pavimentos de piedra mecanizada en adoquines, losas y grandes losas, parece adecuada.

<sup>41</sup> Cfr. Élisabeth Lafay (coord.), Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en œuvre, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 13.

<sup>42</sup> Este es el límite que señala Gilles Laurent (CETE) en Les matériaux de surface des voiries urbaines, (París: Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer, 1990), p. 38.

<sup>43</sup> Élisabeth Lafay (coord.), Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en œuvre, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 14.

<sup>44</sup> Cfr. L. Felipe Manchón y Juan A. Santamera, Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano, (Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 1996), p. 317. Para C. Roussel (dir.), Voiries et espaces publics, (Bagneux: CETUR, 1991), p. 25, las tolerancias relativas a la cara vista de las losas aserradas, deben ser las que se reflejan en el cuadro siguiente:

Largo y ancho de arista	
± 1 mm para	$L < 70 \text{ cm}$ y $4 \geq e > 6 \text{ cm}$ .
± 1.5 mm para	$L < 70 \text{ cm}$ y $e \geq 6 \text{ cm}$ .
± 2 mm para	$L \geq 70 \text{ cm}$
Escuadra	
± 1 mm para	$L < 70 \text{ cm}$ .
± 2 mm para	$L \geq 70 \text{ cm}$ .
Rectitud de las aristas	
Las desviaciones serán inferiores al 0.4% de la longitud de la arista, y todo lo más iguales a 2 mm.	
Planeidad	
Desviaciones < 3 mm para $L < 70 \text{ cm}$	
Desviaciones < 4 mm para $L \geq 70 \text{ cm}$	
Espesor	
± 4 mm	

Las desviaciones admisibles respecto del espesor parecen excesivas y únicamente aceptables cuando se trata de piedras de estructura laminar. En este aspecto parece aconsejable con carácter general limitar la desviación a los 2 mm referidos en el texto. Giorgio Blanco, *Pavimenti e rivestimenti lapidei*, (Roma: La Nuova Italia Scientifica, 1a ed. 1a reimp., 1992), p. 145, señala una tolerancia máxima, en cuanto al espesor de  $\pm 1,5$  mm.

<sup>44</sup> C. Roussel (dir.), *Voiries et espaces publics*, (Bagneux: CETUR, 1991), p. 7.

<sup>46</sup> C. Roussel (dir.), *Voiries et espaces publics*, (Bagneux: CETUR, 1991), p. 65, preconiza, en el caso de losas delgadas colocadas con mortero, juntas de dilatación de 1 cm de anchura, aproximadamente, que afecten a todo el espesor del pavimento y al de las capas de colocación que le sean solidarias, rellenas de un producto elástico como betún, polímeros o neopreno.

<sup>47</sup> Élisabeth Lafay (coor.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine*. Guide de mise en œuvre, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 53, establece el umbral de esta "pendiente importante" en un 5%, sin embargo un 2.5% o un 3% podría ser suficiente.

<sup>48</sup> Gilles Laurent (CETE) en *Les matériaux de surface des voiries urbaines*, (Paris: Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer, 1990), p. 39.

<sup>49</sup> Aunque no puede establecerse un consenso sobre las consideraciones de cálculo de los pavimentos de losas de piedra, ésta es la base sobre la cual se ha estructurado buena parte de la experiencia de realizaciones en Barcelona en los últimos años. El texto que antecede es de Carlos Fuente en "Paviments de peces. Consideracions tècniques i econòmiques" en el curso *Tècniques i instruments per a la construcció de l'espai públic: els paviments*, Cursos de reciclatge professional de l'Agrupació d'Arquitectes Urbanistes de Catalunya i el Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, Barcelona, marzo de 1994. En cálculo podría plantearse a partir de dos hipótesis extremas, bien de las losas como único firme, bien de las losas como una capa de revestimiento de la base adherida perfectamente a ella. Los planteamientos que se hacen aquí parten de una posición intermedia de difícil formulación teórica.

<sup>50</sup> Alan McKechnie: "The Highways Engineer's Viewpoint" en *Traditional Paving Design*, Proceedings of a Workshop Seminar held at the Watershed Media Centre, Bristol, 15 de octubre de 1993, The University of the West of England, Bristol and Somerset County Council. University of the West of England, 1994, p. 19.

<sup>51</sup> Jean-Pierre Malinvaud (dir.), *Chaussées piétonnes. Conception des structures*. (Bagneux: CETUR, 1988), p. 5.

<sup>52</sup> L. Felipe Manchón y Juan A. Santamera, *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano*, (Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 1996), p. 187.

<sup>53</sup> La IMDp se refiere a la Instrucción de carreteras y considera los vehículos con carga superior a 5 T (49 kN). Las cargas por eje de los vehículos pesados se definen en el Real Decreto 1317/1991 de 2 de agosto, modificado por el Real Decreto 1467/1995, de 1 de setiembre.

<sup>54</sup> Las categorías de tráfico F, E y D, se corresponderían, según El Manual técnico de proyecto, diseño y uso de los euroadoquines MTE-97, (Madrid: Asociación para la investigación y desarrollo del adoquín de

hormigón, 1997), p. 89, con las M, A y B respectivamente, del código americano, y con las C4, C3 y C2 y C1 del propio manual. Se corresponderían también con las V5, V4 y V3, respectivamente, del texto de Eduard Alabern i Valentí y Carles Guilemany i Casadamon, *Secciones estructurales de firmes urbanos en sectores de nueva construcción*, (Barcelona, 1990), pp. 74 y 75; y las categorías G, F, E y D, se corresponderían con la 1, 2, 3 y 3a del texto de Élisabeth Lafay (coor.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine*. Guide de mise en œuvre, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 12. Estas equiparaciones deben verificarse con cautela pues las definiciones de vehículos pesados no siempre son equivalentes.

<sup>55</sup> En el espacio público urbano un error en la determinación del espesor del firme no tendrá una solución fácil. Si bien en un firme asfáltico de carretera se puede añadir una nueva capa con relativa facilidad, en un pavimento urbano de losas de piedra elevar la rasante sería difícil pues conllevaría afectaciones a los accesos de los edificios y a la circulación de las aguas de escorrentía.

<sup>56</sup> *Secciones de firme*. Instrucción 6.1-I.C. y 6.2-I.C., (Madrid: Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras, 1997). Estas secciones están previstas para un período de servicio de 30 años (art. 3.1).

<sup>57</sup> Es equivalente aproximadamente al H275, según L. Felipe Manchón y Juan A. Santamera, *Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano*, (Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 1996), p. 203. El hormigón HP-35 sería equivalente, según los mismos autores, al H225. En cualquier caso estas equivalencias son bastante imprecisas.

<sup>58</sup> Según el art. 3.2 de las instrucciones citadas (p. 16), corresponde a aquellas tales que  $5 \leq \text{CBR} < 10$ .

<sup>59</sup> Este dimensionado se corresponde bien con los que se derivan de otras fuentes y puede considerarse suficientemente seguro. Cfr. Jean-Pierre Malinvaud (dir.), *Chaussées piétonnes. Conception des structures*, (Bagneux: CETUR, 1988), pp. 17 a 20; *Guide de l'Espace Public: Matériaux de revêtement des chaussées et trottoirs*, (Paris: Mairie de Paris, 1993), p. 16; *Manual técnico de proyecto, diseño y uso de los euroadoquines*, (Madrid: Asociación para la investigación y desarrollo del adoquín de hormigón, 1997), p. 97, y Eduard Alabern i Valentí y Carles Guilemany i Casadamon, *Secciones estructurales de firmes urbanos en sectores de nueva construcción*, (Barcelona, 1990), p. 51.

<sup>60</sup> Rogaría al lector cualquier experiencia contrastada que confirme o contradiga lo expuesto.

<sup>61</sup> La fórmula procede inicialmente de los trabajos desarrollados por el Servei de Projectes i d'Elements Urbans y el Laboratori de materials del Ayuntamiento de Barcelona, alrededor de 1985, ajustados a las experiencias desarrolladas desde entonces y contrastados con otros manuales. Las tablas que se derivan de la fórmula pueden entenderse en general dimensionadas en el sentido de la seguridad. Existen ejemplos de dimensionados a la baja, como las losas de piedra arenisca de York en las aceras de Londres que son de 2" o 2.5" con dimensiones en superficie de hasta 60 x 90 cm, según Cliff Tandy, *Paisaje Urbano*, (Madrid: H. Blume ediciones, 1976), p. 272 y la norma BS 368 1956, que cita el autor, requería un espesor de 2.5" para las losas prefabricadas con eventuales solicitaciones de tráfico, pero también al alza, el manual del Ayuntamiento de París recomienda un espesor de 8 cm que aumenta a 12 en el caso de las vías mixtas.

<sup>62</sup> El valor del coeficiente de tráfico varía en función del sistema de unidades elegido. Si se utiliza  $\sigma$  en kg/cm<sup>2</sup> y L en cm, el

espesor vendrá dado en cm y los valores de k deberán multiplicarse por 100/9.8.

<sup>63</sup> El espesor de 4 cm es el mínimo recomendado en las reglamentaciones francesas: *Voiries et espaces publics. Règles de mise en oeuvre des pavés et dalles en béton ou pierre naturelle*, (Bagneux: CETUR, 1991), p. 24 y se reitera en bibliografía más reciente como Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 14. Debe señalarse que este mínimo se justifica por la estructura cristalina y la imperfecta isotropía de la mayor parte de las piedras utilizadas en pavimentación, puesto que en espesores más reducidos el material no podría considerarse isotrópico. Sin embargo en piedras de estructura laminar como las cuarcitas este mínimo posiblemente podría reducirse a 3 cm. Por debajo de este valor debería estudiarse convenientemente el punzonamiento de la losa.

<sup>64</sup> Cfr. C. Roussel (dir.), *Voiries et espaces publics*, (Bagneux: CETUR, 1991), pp. 20 y 60. Por esta razón se ha partido de la resistencia a flexo-tracción como uno de los parámetros esenciales para el diseño de las tablas de cálculo.

<sup>65</sup> Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 50, sitúa este límite en 3 cm ± 1 cm, pero la tendencia actual, tras algunos fracasos, tiende a disminuir el espesor tanto como se pueda.

<sup>66</sup> Cfr. Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 40.

<sup>67</sup> id.

<sup>68</sup> NTE RSP 1976, p. 18.

<sup>69</sup> Las fuentes consultadas tienden a recomendar mayores espesores de junta: Mike Astin, "The Suppliers Viewpoint" en *Traditional Paving Design, Proceedings of a Workshop Seminar held at the Watershed Media Centre, Bristol, 15 de octubre de 1993, The University of the West of England, Bristol and Somerset County Council. University of the West of England, 1994*, p. 22, propone para las losas aserradas un ancho de junta entre 6 y 10 mm; Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 50, prevé anchuras entre 5 y 12 mm; sin embargo nos inclinamos por anchuras más pequeñas aunque no deben descartarse otras posibilidades.

<sup>70</sup> Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 53, propone esta solución.

<sup>71</sup> Cfr. Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), p. 39.

<sup>72</sup> Cfr. C. Roussel (dir.), *Voiries et espaces publics*, (Bagneux: CETUR, 1991), p. 65; y Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 2ª ed., 1998), pp. 51 y 52.

<sup>73</sup> Así se expresa por ejemplo Elisabeth Lafay (coord.), en *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 1998, 2ª ed.) p. 57.

<sup>74</sup> Elisabeth Lafay (coord.), *Les pierres naturelles en voirie urbaine. Guide de mise en oeuvre*, (Lyon: CETUR, 1998), 2ª ed., p. 57, recomienda

períodos entre 2 y 5 años para este tipo de actuaciones. Recomienda asimismo limpiar las manchas de hidrocarburos con agua caliente bajo fuerte presión o con la ayuda de tricloroetileno, y señala que la retirada de los chicles adheridos es más sencilla en invierno con el suelo helado, mediante un rascado, y que para los casos más difíciles puede ser conveniente la utilización de acetona o incluso de nitrógeno líquido. Mike Astin, en "The Suppliers Viewpoint" en *Traditional Paving Design, Proceedings of a Workshop Seminar held at the Watershed Media Centre, Bristol, 15 d'octubre de 1993, The University of the West of England, Bristol and Somerset County Council. University of the West of England, 1994*, p. 22, recomienda el uso de un limpiador de BFG de Rochdale Lancs. Giorgio Blanco, *Pavimenti e rivestimenti lapidei*, (Roma: La Nuova Italia Scientifica, 1ª ed. 1ª reimp., 1992), p. 173, recomienda el uso de yeso alabastrino con hipoclorito sódico no diluido para las manchas no grasosas y del mismo yeso con gasolina o frielina para las manchas de grasa.

TABLA PARA EL CÁLCULO DEL ESPESOR DE LOSAS DE PIEDRA EN PAVIMENTOS URBANOS  
(v. pág. 45)

$\sigma$ L	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0.2																			
G	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D	8	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
0.3																			
G	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
D	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5
0.4																			
G	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	6	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	8	8	8	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
D	11	10	10	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6
0.5																			
G	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
E	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5
D	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7
0.6																			
G	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
E	10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6
D	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7
0.7																			
G	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	8	8	7	7	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
E	11	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6
D	14	13	13	12	11	11	10	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8
0.8																			
G	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
F	10	8	8	7	7	7	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5
E	12	11	10	10	10	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	6
D	15	14	13	12	12	12	11	11	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8

El espesor mínimo será de 4 cm excepto en piedras de estructura laminar como cuarcitas, donde se admitirá el de 3 cm en los números señalados con cursiva.



## **PAVIMENTOS URBANOS DE PIEDRA NATURAL**

Society of Chief Officers of Transportatio in Scotland  
adapted by Ignasi de Lecea

1. La selección de la piedra natural como acabado superficial de los pavimentos, parte siempre de un análisis coste-beneficio que tiene en cuenta factores que van mucho más allá del estricto pavimento.
2. Los pavimentos urbanos de piedra natural son construcciones complejas que no se reducen al acabado superficial y que deben enfrentarse a entornos diversos. El proyecto y la construcción requerirán de una especialización y experiencia adecuadas y, en las licitaciones, estos aspectos deberán tenerse en cuenta ponderándolos hasta un 80% y reduciendo los aspectos económicos al 20%.
3. El cálculo de los pavimentos urbanos de piedra natural deberá tener en cuenta tanto las cargas de tráfico previstas como las condiciones de contorno: pendientes, giros y anchura de carriles.
4. En los pavimentos de piedra natural la forma de los elementos de la superficie condicionará su comportamiento frente a las cargas. En los pavimentos de cubos, adoquines y bloques las juntas jugarán un papel esencial en el equilibrio del conjunto. En los pavimentos de placas o losas la adherencia a la base será decisiva. Esta distinción puede asimilarse a la que establecen las recomendaciones francesas: en los elementos cuya relación entre la superficie y el espesor (medidas en centímetros) sea menor que 100, las juntas serán decisivas. En cuanto esta relación supere el valor 100, se deberá prestar una especial atención a la adherencia a la base. En las zonas próximas a este valor deberán considerarse los dos factores.
5. La selección de un material pétreo determinado debe partir de un análisis de sus características en función de su experiencia de uso y de los ensayos previos. Deberán considerarse en primer lugar los materiales cuya experiencia de uso haya demostrado su eficacia o buen comportamiento. En el estado actual de conocimientos los materiales pétreos con alto contenido de sílice en su composición son los más adecuados.
6. La resistencia al pulimento no garantiza necesariamente que el pavimento mantenga un comportamiento eficaz contra el deslizamiento a lo largo de toda su vida útil, pero estos dos factores serán decisivos en todo pavimento urbano de piedra natural y no tan solo en aquellos que deban soportar tráfico a velocidades mayores de 50 km/h.
7. Sobre las características propias del material, deben garantizarse las condiciones de textura y estabilidad de los elementos que se utilizarán.
8. El tamaño de los elementos de pavimentación y su sujeción a las tolerancias establecidas son factores importantes para garantizar la uniformidad de la anchura de las juntas y del espesor del lecho de apoyo.
9. Las pequeñas fisuras en los elementos de piedra se descubrirán al humedecerlos.
10. Las superficies rugosas mejoran la adherencia de los neumáticos sobre todo en suelos mojados, pero las texturas intermedias favorecen mejor la resistencia al deslizamiento. Frente a volúmenes importantes de tráfico la superficie de las caras laterales de los elementos de piedra utilizados debe ser de corte de sierra con una texturización posterior mediante bujarda o chorro de arena que garanticen una mejor adherencia.
11. La resistencia al deslizamiento es importante en todos los pavimentos, no tan solo en aquellos sujetos a tráfico de vehículos. A lo largo de la vida del pavimento deben realizarse los ensayos adecuados que garanticen el mantenimiento de esta resistencia.
12. Antes de ensayar sistemáticamente un material pétreo para su utilización en pavimentación es aconsejable analizar los ensayos conocidos.
13. Los pavimentos flexibles tendrán deformaciones significativas al someterlos a cargas de tráfico importantes por lo que no se recomiendan en estos casos.
14. Los pavimentos rígidos pueden presentar fallos localizados frente a cargas puntuales singulares. También pueden fallar frente a cargas repetidas más reducidas.
15. La carga real que deberá soportar un pavimento será siempre una combinación de la carga que discurre sobre él y de las condiciones de contorno: pendientes, giros, anchura de carril.
16. La seguridad y longevidad de un pavimento descansan sobre un buen drenaje.
17. La anchura de los carriles determinará diferentes riesgos en la aparición de roderas –tanto mayores cuando nos situemos en una anchura de carril en el entorno de los 3 metros. Tampoco debe subestimarse el tráfico sobre las áreas peatonales.
18. Debe prestarse especial atención al aparejo de colocación de las piezas, en especial cuando se utilicen esquemas de construcción flexible.
19. Las actuaciones de recocado sobre firmes ya existentes exigirán siempre un análisis previo de sus características.
20. En la medida en que sea posible los servicios urbanos se establecerán siempre bajo las áreas de circulación peatonal. La relación previa con los operadores de servicios públicos es esencial en cualquier proyecto.
21. En el proyecto de los límites del pavimento, de los encuentros con otros y de las estructuras de apoyo del mobiliario urbano, los detalles son esenciales y deben estudiarse siempre las juntas de movimiento que sean necesarias.
22. Los cálculos de un pavimento deben partir siempre de unas características conocidas de los elementos a utilizar.

23. Antes de utilizar cualquier método de cálculo éste deberá haberse contrastado con otros ejemplos en servicio. Las recomendaciones de uso deberán incluir los aspectos que han servido de base a dichos cálculos.

24. El empleo de mano de obra experimentada y cualificada en la colocación de pavimentos de piedra en pavimentos urbanos es de una importancia primordial. La demostración de esta calificación y experiencia con avales oficiales a ser posible, deberá ser elemento clave en la adjudicación y en el seguimiento de las obras.

25. Para conseguir la uniformidad de juntas y tamaños y el mantenimiento de las tolerancias establecidas en el proyecto, se requerirá casi siempre una adecuada selección previa de los materiales que lleguen a la obra.

26. La estructura de apoyo debe ser siempre compatible con las características del acabado superficial. Una capa de acabado flexible, por ejemplo, requerirá siempre de una base de apoyo también flexible. La compactación correcta de los materiales de la base de apoyo es crítica para asegurar la uniformidad de las condiciones de apoyo del acabado superficial. El perfil de acabado de la base deberá seguir al del acabado superficial evitando tolerancias de más de 5 milímetros en una longitud de tres metros en cualquier dirección. Las construcciones flexibles deberán acotarse siempre mediante elementos rígidos en todos sus límites. Un sistema rígido debe apoyarse también sobre una estructura rígida. En las bases granulares estabilizadas con cemento debe garantizarse su expansión y contracción. En las bases de aglomerados bituminosos debe garantizarse la compactación para que no aparezcan deformaciones secundarias significativas bajo las cargas de tráfico.

27. Cualquier acabado superficial de piedra construido como un elemento flexible requerirá un recebo posterior de las juntas cuando se haya estabilizado por las condiciones del tráfico y meteorológicas. En el relleno de las juntas de un pavimento de placas de piedra debe evitarse el uso de morteros de cemento.

28. En los pavimentos sometidos al tráfico de vehículos en que se utilice un acabado superficial de cubos, éstos deberán aparejarse según modelos en arco (o Bogen). Cuando se utilicen elementos más estables podrán organizarse aparejos a rompejuntas, con la dimensión mayor del elemento siempre perpendicular al sentido del tráfico.

29. La rigidez aparente de un buen rejuntado no sustituirá nunca la necesidad de estabilidad del conjunto que parte siempre de una buena compactación. Las caras laterales de los elementos procedentes del corte de sierra deberán texturizarse posteriormente mediante la bujarda o chorro de arena para mejorar la adherencia.

30. La uniformidad y continuidad del espesor de la base es crítica para garantizar la rigidez del apoyo de los elementos de acabado superficial. La base debe compactarse a su nivel óptimo en función de la granulometría.

31. En la pavimentación mediante cubos, adoquines y bloques, el espesor, resistencia y anchura de las juntas

serán decisivos en su comportamiento a las cargas de tráfico. Se deberá definir la profundidad del relleno de las juntas con mortero.

32. En los sistemas de construcción rígidos el plazo para su apertura al tráfico será clave. La resistencia mínima a compresión del mortero de las juntas puede ser un criterio para la puesta en servicio de la obra.

33. El mantenimiento deberá considerarse ya desde la etapa de proyecto. Pueden evitarse muchos problemas si se consideran, presupuestan y prevén los costos del mantenimiento cuando se aprueba la construcción del pavimento.

34. Deberá establecerse un manual de mantenimiento que prevea los aspectos técnicos y de gestión u que deberá actualizarse y revisarse periódicamente.

35. A falta de un marco legislativo adecuado, la firma de convenios con las empresas suministradoras de servicios públicos puede controlar sus actuaciones y mejorar el mantenimiento.

36. Para garantizar el mantenimiento se aconseja disponer un acopio de al menos un 10% del material utilizado.

37. El historial actualizado del comportamiento del pavimento y de sus fallos ayudará a garantizar los mejores tratamientos de mantenimiento y a conseguir reducir sus costes.

38. La textura de los elementos de piedra tenderá a perderse aumentando las posibilidades de deslizamiento. Un programa de mantenimiento deberá prever la retexturización periódicamente.

Aspectos básicos de buena práctica a partir de los estudios de la Society of Chief Officers of Transportation in Scotland, (sin fecha, ca. 2001) Traducción Ignasi de Lecea 2002

## MOBILIARIO URBANO Entre la globalización y la identidad

Ignasi de Lecea

Los ciclos de los procesos urbanos son normalmente largos. Constituyen una mínima excepción aquellas actuaciones cuyo ciclo de vida completo haya transcurrido durante una sola generación. El mobiliario urbano, sin embargo, tiene una vida más corta, igual como sucede con el mobiliario de las casas, y sus ciclos funcionales, culturales productivos con apreciables desde una generación de una forma mucho más evidente que en cualquier otro de los elementos de la ciudad. El paso de la autarquía a la globalización, de la artesanía a la producción industrial informatizada, de la cantidad a la calidad y al confort, puede apreciarse de un modo mucho más preciso en el análisis de diferentes elementos del mobiliario urbano que se muestran en las ilustraciones que acompañan este artículo. Los 20 años que recorre la exposición, trasladados al mobiliario, engloban, en muchos casos, un ciclo de varias generaciones. Este texto se plantea como un conjunto de narraciones breves, de visiones sectoriales y puntuales que esta historia entera haya podido sugerir. Tratando de subrayar miradas puntuales que quizá se perderían en una descripción histórica pormenorizada.

Siguen, pues cinco capítulos, cinco visones parciales sobre el uso y el abuso en la ocupación del espacio, la producción-diseño-mantenimiento del mobiliario urbano, la ciudad como escaparate publicitario, los elementos primarios de urbanización y las funciones del mobiliario urbano como representación y emblema colectivo.

### EL ESPACIO PÚBLICO NO ES UN ALMACÉN DE TRASTOS

En el conjunto de la ciudad de Barcelona se pueden encontrar 1.100 marquesinas de autobús, 600 paneles de información municipal, del metro y ferrocarriles, 400 columnas de expresión libre y 396 quioscos de prensa, todos ellos elementos que incorporan publicidad. Veríamos también 767 quioscos de la ONCE,

147 quioscos de venta de helados, 1.607 buzones de correos y 2.815 soportes de teléfonos, todos ellos aguantando sus imágenes de marca.

Además, papeleras, bancos, fuentes, jardineras y juegos infantiles, astas de bandera, ventiladores de las estaciones transformadoras, escaleras y ascensores de acceso al metro y a los aparcamientos subterráneos; sanitarios, quioscos de flores y de golosinas; tableros de anuncios municipales, faroles, semáforos y señales; postes en los accesos al metro y a los ferrocarriles, postes de las paradas que no pueden tener marquesina, aparcamientos de bicicletas, contenedores de basura y finalmente buzones para la recogida neumática de basuras, veladores, sombrillas y decenas de otros elementos no citados, hasta un total de unos 500.000 elementos, 1 por cada 2 m y medio de calle. Todo ello compitiendo con los supuestos protagonistas de la ciudad, como las plazas y los edificios, las esculturas y los monumentos.

Si investigáramos, aún encontraríamos más elementos y mensajes, unos de carácter permanente, otros de carácter temporal, como las campañas electorales o las ferias. Uno por uno, todos han tenido una justificación que avalara el uso de un trozo de la ciudad, y una buena mayoría aún la tienen. Pero esta ciudad es un bien escaso de un uso creciente, y cada nueva utilización del espacio público requiere una clara justificación de su necesidad y de no poder encasillarse en el ámbito del dominio privado.

Es fácil señalar que algunos de estos elementos, como las más de 11.000 mesas, sillas y sombrillas de los veladores se inscriben en la imagen vital de la ciudad mediterránea, y es cierto pero también lo es la tentación de resolver de manera fácil, en este dominio público de todos, temas que podrían encontrar otras soluciones fuera de este ámbito. El espacio público de la ciudad no puede ser un almacén de trastos.

Como mínimo sería conveniente que el almacén estuviera ordenado, que se pudiera circular por él sin ir tropezando con todos estos elementos. La "Instrucción de la Alcaldía sobre la instalación de elementos urbanos en los espacios públicos de la ciudad" de 1991 que

regula en función de la anchura de la acera qué elementos de mobiliario se pueden llegar a colocar y en qué posición, tiende a garantizar a los peatones un paso útil de cómo mínimo 1,40 m y ha representado un instrumento decisivo en la ordenación del mobiliario colocado en los últimos años. También ha permitido una imagen más ordenada y un tráfico más confortable para los peatones, al tiempo que ha constituido la base de regulaciones parecidas en muchas otras ciudades.

Hasta aquí ha sido una foto fija, la imagen del mobiliario urbano de la ciudad de hoy en día, pero es parte de una realidad mucho más dinámica. Desaparecieron casi todos los limpiabotas, pero la liberalización de los servicios públicos provocará demandas de nuevos soportes telefónicos, de nuevos buzones, de nuevos armarios de conexión. ¿Tendremos que quitar algo a cambio? Y si es así ¿Qué es lo que tendremos que sacar?

#### SOBRE EL DISEÑO

La tradición del siglo XIX sobre el proyecto y la construcción del espacio urbano y de sus elementos se había perdido absolutamente en los últimos 70 años. Paradigma de aquel estado de cosas son los productos de mobiliario urbano en uso: aquellos bandos de tubo y cuatro maderas, pintados de verde, enmascarados como presunta vegetación. Aquellos juegos infantiles también de tubo, que son elementos de los que cada vez queda menos rastro, y que se asocian a los periodos más tristes de nuestra historia. De poco habían servido las míticas lecciones de Federico Correa sobre el banco en la Escola D'Arquitectura de Barcelona. Los nuevos proyectos en la ciudad que se despliegan a partir de 1980 se encuentran ante una falta absoluta de elementos industriales de calidad. Así se configuran tres primeras actitudes iniciales. Una, la recuperación de los moldes ya lejos de polvo de diseños del siglo XIX: el banco romántico, las viejas fuentes concebidas para llenar cubos y no tanto para beber, y alguna farola de hierro colado. La segunda, el diseño de un mobiliario específico para cada proyecto, entendido como una parte de la composición global y menos como mueble, como objeto que probablemente tendrá un periodo de obsolescencia mucho más corto que el del apoyo donde se inserte. Finalmente, es el

propio Ayuntamiento quien asume el papel de promotor de nuevos diseños específicos, ya sea desde los propios servicios municipales, ya mediante encargos a diseñadores.

Aunque hemos prescindido en este artículo de una descripción histórica pormenorizada no se puede dejar de lado que la mitad del periodo 1979-2000 viene caracterizado por estos rasgos generales. En Barcelona el punto de inflexión significativo que marca la entrada a una visión contemporánea del mobiliario es el excelente conjunto de marquesina de autobús y paneles de información diseñado, en 1986, por Josep Lluís Canosa, José Antonio Martínez Lapeña y Elías Torres. No es de ningún modo casual que este punto de inflexión esté caracterizado por la primera asociación entre mobiliario urbano y explotación publicitaria que se dio en nuestra ciudad. Esta simbiosis será objeto de un capítulo aparte.

Dicho punto de inflexión, que ahora cumple catorce años, se produce con un diseño que es a la vez minimalista y contundente. La apuesta decidida y valiente por el uso del color, la renuncia a los estereotipos de las marquesinas voladas, adoptando una imagen más cercana a la cabaña de cuatro palos, la utilización del acero inoxidable, del cristal y del poliéster reforzado con fibra de vidrio son cualidades de una nueva forma de afrontar el diseño del mobiliario urbano de la ciudad. Una nueva manera que, cumplimentando las exigencias funcionales, aporta una nueva imagen, libre de toda referencia histórica, donde los condicionantes de un buen mantenimiento está perfectamente presentes y donde se percibe una primera intuición de atender los principios de sostenibilidad mediante el uso de materiales de gran durabilidad sin muchas manipulaciones.

En este punto de cambio aparece también el inicio de una nueva relación entre el diseñador, el productor y este doble cliente que por un lado es la ciudad –los servicios municipales de mobiliario y las compañías de transporte en este caso– y, por el otro el concesionario de la explotación publicitaria y del mantenimiento. Esta línea se despliega con los diseños posteriores de la columna de expresión libre de Tonet Sunyer y en el quiosco de periódicos de Moisés Gallego y Franc Fernández.

Todos estos elementos han partido de una primera intervención del Ayuntamiento de Barcelona que ha impulsado los concursos iniciales, se han desplegado después con la intervención de la industria y de los concesionarios, y han llegado a traspasar las fronteras de la ciudad y del país. Pero en el clima de estos nuevos productos se ha llegado más allá: los diseñadores y la industria, trabajando en esta línea, han empezado a producir productos de gran calidad funcional y formal, preocupados por un mantenimiento sencillo, con materiales con la más mínima manufactura y la máxima durabilidad y que empiezan a tener una gran difusión internacional.

Se ha señalado un punto de inflexión y ya se puede intuir otro nuevo una generación más tarde: el proyecto de nueva farola del Eixample de Joan Roura, Eulàlia Sandoval y Sonsoles Llorens. Un proyecto que surge a partir de un concurso de ideas y que presenta un punto de encuentro con las viejas farolas de la ciudad desde un diseño netamente contemporáneo que subraya la preocupación por el mantenimiento y por una producción sostenible pero también la voluntad de mantener la memoria y crear un nuevo elemento representativo de la ciudad.

#### Los elementos primarios de urbanización

En el mismo campo de análisis del mobiliario urbano se suelen introducir aquellos elementos no tan móviles, que son las piezas del proyecto de urbanización, de la construcción del suelo de la ciudad: como ejemplos, los bordillos, los pavimentos, los desagües.

Son elementos de una duración mayor que los más móviles. A partir de los grandes procesos urbanizadores que se producen en el siglo XIX en las ciudades europeas se consolidan grandes áreas urbanizadas. Los elementos que se escogieron entonces irán consolidándose como marco inevitable de referencia de las sucesivas actuaciones que irán configurando una imagen urbana propia, que será ya muy difícil de alterar en su globalidad. Teniendo en cuenta que hoy en día en Barcelona ya hay más de 5 millones de metros cuadrados de panot

construido, tendremos un ejemplo claro de esta situación.

Después de una primera etapa de proyectos puntuales, limitados en sí mismos, el proceso de estos últimos 20 años recoge una nueva mirada a la ciudad como proyecto global, la necesidad de analizar su tradición y de incorporar las consecuencias que se derivan de nuevas exigencias de confort y de accesibilidad, y de asumir nuevas tecnologías en el tratamiento de los materiales, en un proceso que seguramente no se acaba de cerrar nunca y que tiene que ser respetuosos y coherente con la ciudad ya construida.

La reurbanización de la Rambla de Catalunya fue, en 1990, la primera intervención urbana donde se puso especialmente de relieve esta preocupación. La nueva urbanización de la avenida Madrid (1995-1999) representa una segunda etapa, síntesis de los trabajos desplegados en este campo hasta ahora. Ambos proyectos parten de la voluntad de construir, por encima de todo, una parte paradigmática de la ciudad que trasciende su individualidad, un modelo de cómo construir la ciudad que se diría de siempre, con la tecnología y la sensibilidad actuales.

En esta línea podemos observar que, sin una alteración aparente de códigos y de materiales, se ha producido a lo largo de este tiempo la transformación del bordillo esculpido a mano y cada vez más degradado en un bordillo cortado a máquina con un corte romboidal que busca un máximo aprovechamiento del material. Se han consolidado los nuevos vados de vehículos y de peatones, derivados de tradiciones italianas y la vieja rígola blanca característica de la ciudad de ha ampliado de 20 a 30 cm para que quepan en la rígola las nuevas rejillas de desagüe de las bocas de las alcantarillas, más seguras para los ciclistas ya que disponen las estrías perpendiculares a la dirección de la calle. La recuperación y readaptación de los bordillos buzón ha permitido enviar más fácilmente las aguas de escorrentía al sistema de alcantarillado. Los nuevos alcorques y, finalmente, los hitos que limitan el acceso de los vehículos a la acera, consolidados después de numerosas pruebas.

El sistema de elementos primarios de urbanización, bordillo, badenes, panot, rígola,

boca de alcantarilla, alcorques e hitos siempre tendrán que estar abiertos a nuevas necesidades o requerimientos, como la reciente aparición de las chinchetas de protección en las calles con doble sentido de circulación, pero al mismo tiempo tendrá que mantener la coherencia con el resto de elementos preexistentes que han ido configurando una imagen del paisaje de la ciudad de la caracteriza ante todas las demás.

#### ANUNCIOS, QUIOSCOS, MONUMENTOS

En este gran conjunto de cosas que se ha venido denominando mobiliario urbano, nada puede caracterizar mejor los últimos veinte años en las ciudades europeas que la publicidad en el medio urbano. Toda imagen urbana incorpora ya elementos o mensajes publicitarios. La publicidad de colores brillantes desdibuja no tan sólo los monumentos que se habían convertido en los hitos urbanos de la ciudad anterior sino también todos aquellos elementos cuya forma pretendía una configuración singular. El monumento contemporáneo, que ya no puede competir con estos mensajes publicitarios, o bien se incorpora a los soportes publicitarios como ocurre con algunas obras de Hans Haake o de Félix González-Torres, o bien se acerca al suelo y a la poética, como las esculturas de Mario Merz y Lothar Baumgarten en la Barceloneta.

Al mirar esto de cerca el panorama se complica, la publicidad se encuentra ante la necesidad de justificarse éticamente para ocupar el espacio público y se presenta cada vez más simbolizada con elementos de utilidad reconocida o aparente: la marquesina de autobús-publicidad, el termómetro-reloj-publicidad. Pero a la vez esta publicidad garantiza el mantenimiento y limpieza de los elementos de apoyo, punto de coincidencia entre los explotadores del elemento y el conjunto de los ciudadanos. La publicidad permite rentabilizar, modernizar, mantener y limpiar elementos que en aplicación de las leyes estrictas del mercado plantearían algunas dificultades, como en el caso de los quioscos de prensa o los soportes telefónicos en determinadas zonas poco comerciales. Al mismo tiempo, los soportes telefónicos, los

buzones, los elementos técnicos de las compañías eléctricas o de telecomunicaciones se convierten también en soportes de la propia marca, anuncios permanentes de la compañía explotadora del servicio. Y así cualquier elemento de mobiliario urbano se convierte en un soporte publicitario potencia que tendrá garantizado su mantenimiento y limpieza y que será fuente potencial de ingresos para la ciudad y que será fácilmente aceptado en tanto que la incorporación de la publicidad le garantizará un nivel de mantenimiento y de limpieza que antes no tenía. Los elementos de mobiliario urbano, cuya simbiosis con los mensajes publicitarios aún no ha sido socialmente asumida, como ocurre con los bancos, y que frecuentemente se ofrecen como compensación en las concesiones de otros soportes publicitarios, se incorporan a otra escala de producción muy diferente de la de los antiguos bancos de producción preindustrial.

Parece que en la actualidad estamos lejos de llegar a un nivel de saturación publicitaria y consiguientemente esta tendencia será la que marcará el despliegue del mobiliario urbano en las ciudades europeas en los próximos años, sólo interrumpida cuando los errores de saturación puntual de sectores centrales de la ciudad o de colocación agresiva, como la de los *chirimbolos* madrileños, marcan puntos de inflexión en el proceso. El último concurso para la explotación publicitaria del mobiliario urbano de Barcelona demuestra, sin embargo, que la contención y el orden en la explotación publicitaria del espacio urbano no son contradictorias con un buen rendimiento económico.

En la visión intuitiva que ha caracterizado la transformación de Barcelona en estos últimos veinte años no es de extrañar, pues, que la ordenación publicitaria situada o vista desde el espacio urbano de la ciudad constituyera una de las primeras actuaciones del nuevo consistorio democrático.

Las marquesinas de autobús y los paneles de información municipal (PIM) marcan en 1986 la primera incursión de Barcelona en el mobiliario urbano como soporte publicitario, a la que se añaden inmediatamente la nueva columna de expresión libre en 1987, los quioscos de prensa iniciados en 1996 y aprobados definitivamente

en 1997 y 1997 y el nuevo concurso de marquesinas, también en 1998.

#### RECUPERANDO EL PATRIMONIO DEL PASADO Y PREPARANDO EL FUTURO: LAS FAROLAS

El año pasado finalizó la reconstrucción de las farolas modernistas de Pere Falqués en el paseo de Lluís Companys y también se desarrolló el concurso de ideas para una nueva farola en el Eixample. La coincidencia en el tiempo de estos dos acontecimientos refleja, en su complementariedad, una línea clara de actuación del Ayuntamiento de Barcelona; recuperar y restaurar el patrimonio del pasado e ir desplegando nuevos elementos que se conviertan en patrimonio del futuro.

Las farolas de Gaudí en la plaza Reial y en el Pla del Palau, las de Falqués en el Cinc d'Oros, en el paseo de Gràcia y en el paseo Lluís Companys son muestras del buen trabajo de nuestros arquitectos del Modernisme, que supieron conjugar en el alumbrado público las nuevas tecnologías: la luz de gas y después la luz eléctrica, con un diseño en la vanguardia de su época.

La evolución de la tecnología y de los gustos cayó sobre estas magníficas piezas: las farolas del Cinc d'Oros en el nuevo emplazamiento de la renovada avenida Gaudí, del 1988 al 1991 se restauraron las farolas del paseo de Gracia, que, con las obras de arreglo del primer tramo del paseo, han recuperado su función, y desde el 1991 hasta el 98 se han ido reconstruyendo las del paseo de Lluís Companys. Esta tarea se ha completado con la restauración reciente de las farolas de Gaudí del Pla del Palau y de la plaza Reial, lo cual ha permitido redescubrir su policromía original.

Noventa años después de que Pere Falqués, arquitecto municipal del Ajuntament de Barcelona, proyectara las nuevas farolas para el Paseo de Gràcia y después de un largo periodo en que la mayoría de las farolas de la ciudad se implantan sólo sobre bases de funcionalidad y de economía, se plantea el objetivo que recogió el alcalde Pasqual Maragall en su conferencia de balance del año 1994: En el próximo mandato... es necesaria... una farola para el Eixample con tipología

uniforme... y que optimice el rendimiento energético.

Esta propuesta surge después de una etapa de investigación sobre nuevos modelos de farolas, a partir de entender la iluminación no tan sólo como una necesidad funcional, sino también de considerar la importancia del soporte en la configuración de los distintos espacios urbanos, como lo habían hecho nuestros antecesores, y de entender la importancia de la luz en la configuración del espacio en la noche. En esta línea, los servicios técnicos municipales y del IMPU, arquitectos e ingenieros, en un debate enriquecedor y nunca cerrado del todo, producen excelentes modelos, como los que se sitúan inicialmente en el parque Joan Miró, en la Rambla, en las nuevas rondas, en el Portal de l'Àngel o en la Meridiana y, últimamente, en el tramo cubierto de la calle Brasil.

Sobre estas bases, y con la colaboración de la Direcció de Serveis d'Arquitectura i de los Serveis d'Enllumenat, ProEixample convocó una primera fase de un concurso internacional de ideas a fin de avanzar en la definición de esta farola. La propuesta que ha merecido el primer premio, y que ya se ha comentado antes, presenta una solución innovadora de una farola de calle, y no de carretera, conectada con la tradición de las farolas históricas de la ciudad pero en un lenguaje y unos materiales claramente contemporáneos, insertando la innovación en el marco físico y cultural de la tradición. Un nuevo elemento de iluminación que, respondiendo a un diseño contemporáneo, permitirá reducir los gastos de mantenimiento, mejorará la calidad de la iluminación y disminuirá la contaminación luminosa. El Eixample de Barcelona tendrá así la primera farola del siglo XXI.

Artículo publicado en DISEÑO de la CIUDAD octubre-2000 (pp. 9-16)