

Criterios para reducir el impacto ambiental asociado a la Urbanización

José Molina Terrén.

Profesor de Formación Profesional, departamento de Edificación y Obra Civil, Instituto Joan Miró. Madrid, España.

Valsaín, Segovia, España, abril de 2000

Introducción

La continua extensión de las periferias urbanas y el progresivo abandono de sus cascos históricos, **es cualquier cosa menos sostenible**, y tampoco tiene mucho de racional ni meditado. Lamentablemente, esto es una constante en nuestra ordenación del territorio y, por tanto, de la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de nuestra sociedad.

Cualquier sistema que pretenda la gestión sostenible del territorio debería proscribir la vulgar acepción de **urbanizar**[1], puesto que es una actividad que causa desmedido impacto ambiental, al consistir básicamente en eliminar suelo rústico mediante un desproporcionado consumo de recursos escasos.

Es por ello que, dentro de un marco económico que tenga la pretensión de perdurar[2], la única propuesta urbanística sensata consiste en limitar drásticamente la expansión del suelo urbano y mejorar la gestión y calidad del existente, conservándolo y rehabilitándolo con materiales y técnicas que causen mínimo impacto ambiental.

Y estos materiales y técnicas de urbanización deben:

- responder a un **diseño estricto** y a un programa riguroso
- implicar en su ejecución **mínimos consumos energéticos**
- posibilitar un **sencillo mantenimiento** de elementos e infraestructuras
- permitir **soluciones duraderas**[3]
- colaborar en la **gestión de residuos**, especialmente, aquellos voluminosos[4].

Este texto recoge criterios de diseño y propuestas sobre materiales y técnicas constructivas cuya utilización reduciría significativamente el impacto ambiental asociado a la práctica urbanizadora convencional.

Breve descripción de dificultades para esta práctica

Quien desee demostrar una mínima sensibilidad ecológica en la práctica urbanizadora deberá afrontar una serie de dificultades, fácilmente evitables en caso de optar por una práctica convencional. Brevemente son enumeradas en esta relación:

- **absoluta falta de sensibilidad ecológica** en este ámbito de la técnica. Mientras que en temas de edificación es posible encontrar algún ejemplo y bibliografía (arquitectura bioclimática, construcción con tierra, materiales respetuosos con el medio, etc...) en temas relacionados con urbanización el panorama es desolador en estos aspectos.
- **Normativa urbanística** ignorante de cualquier planteamiento ecológico, que impide a menudo la aplicación de soluciones de menor impacto ambiental. Por ejemplo, es habitual que las normas de urbanización de los documentos de planeamiento establezcan obligatorios y sobredimensionados anchos mínimos y/o materiales para bordillos y pavimentos de elevado coste energético.
- **Universalización y simplificación de técnicas constructivas**[5] que hacen difícilmente viables aquellas propuestas que requieren mayor planificación de trabajos y especialización de tijos, por ejemplo, a cualquier empresa constructora alarma un proyecto de urbanización que contemple diversas secciones de firme según explanadas, diversos pavimentos según tipo de tráfico o materiales poco frecuentes.
- **Mínimo desarrollo de productos**[6] que permitan soluciones alternativas, junto a progresiva pérdida de oficio y gama de productos que permitan soluciones tradicionales; por ejemplo, son anecdóticas las empresas dedicadas a suministrar áridos reciclados o ejecutar avenamientos de terrenos, y cada vez es más difícil encontrar canteros o empedradores para ejecutar pavimentos de piedra.
- **Baja repercusión de la urbanización en el precio de edificios**[7], ridícula en comparación con la repercusión de la especulación o la financiación, aspecto que condiciona cualquier propuesta de urbanización alternativa, ya que aunque ésta implique menores costos de ejecución y mantenimiento, difícilmente procurará mayor rapidez ni facilidad de ejecución, factores decisivos para quienes promueven este tipo de obras.
- **Complicación de proyecto y obra**, al ser requisito imprescindible mayor competencia técnica de proyectistas, directores, promotores y contratistas de las obras, así como mayor definición de programas y estudios previos, por ejemplo, un pliego de condiciones técnicas que defina materiales y técnicas no convencionales requiere más cantidad y calidad de trabajo; y un trazado viario con diversas secciones y firmes requiere un minucioso estudio geotécnico para identificar capacidades portantes de explanadas y suelos aprovechables en capas de firme, así como un estudio de tráfico que establezca previamente las intensidades de circulación.

Criterios sobre diseño, dimensionado, materiales y técnicas

A pesar de esta patética situación de partida esbozada, estas páginas tienen por objeto establecer unos **criterios para reducir de manera apreciable el impacto ambiental** que causan las labores de urbanización convencional. Tal vez dentro de unos años, si la voluntad de perdurar o sostenerse durante un tiempo más largo inquieta algo más a nuestra sociedad, habrá páginas que establezcan de forma rigurosa unos certeros **criterios de urbanización sostenible**, y quizá, si la sostenibilidad adquiere rango de ley, a

partir de estos criterios se establezcan **normas de urbanización** que, sin necesitar apellido, contemplen el consumo prudente de recursos, la reutilización sistemática de productos y el reciclaje sencillo de residuos.

Estos nueve criterios son:

- dimensionado estricto de calles
- dimensionado estricto de firmes
- integración de alcorques en bandas de aparcamiento
- integración de tendidos y elementos urbanos en edificación
- compensación y reutilización de tierras
- reducción del abuso de productos cementosos
- reducción del abuso de productos bituminosos
- utilización de áridos marginales
- recuperación de técnicas tradicionales

Dimensionado estricto de calzadas y franjas de aparcamiento

El diseño cualquier urbanización es determinado radicalmente por la sección de sus calles. De los **anchos de calzada, franjas de aparcamiento y acera** dependen las superficies pavimentadas y de los gruesos de capas interiores del firme dependen los volúmenes de áridos y hormigones aportados. La pavimentación y unidades de obra asociadas (sub-bases, bases, bordillos, etc...) constituyen el capítulo más importante del presupuesto de cualquier urbanización, importancia que aumenta cuanto menor es la densidad de viviendas.

La sencilla decisión de ancho para el carril de una calzada tiene una repercusión inmediata en la cantidad de recursos consumidos. El ancho más utilizado para carriles de nuevas calzadas urbanas es 3,50 metros[8], a pesar de ser contraproducente ya que hace cómoda una circulación a velocidad muy superior a la deseable en este tipo de vías. Un diseño estricto con ancho de 2,75 metros permite adecuadas vías urbanas y significa una reducción del 21% de la superficie destinada a calzada, además de otras bondadosas consecuencias: reducción de la velocidad cómoda de circulación, del impacto acústico de una rodadura más rápida y del sobrecalentamiento ambiental que producen estas superficies en los espacios urbanos durante periodos cálidos. Lo mismo ocurre con el ancho de una franja para estacionamiento de turismos en hilera, habitualmente de 2,25 metros, a pesar que un ancho estricto de 2 metros (los turismos no sobrepasan un ancho de 1,85 metros) permite un correcto estacionamiento en áreas residenciales (sólo dificulta el estacionamiento de vehículos industriales y colectivos) y reduce un 11% la superficie destinada a este fin.

Este sencillo criterio de diseño en planta permite fácilmente reducir un 17% de la superficie destinada a calzadas y aparcamientos asociados[9], y, dado que el espesor de bases y sub-bases es mayor en calzadas, el ahorro en volúmenes de material necesario representa mayor porcentaje.

Es por este simple argumento por lo que un dimensionado estricto[10] debiera convertirse en exigencia básica en aquellos planes urbanísticos y proyectos de urbanización que contemplen medidas reductoras de impacto ambiental.

Dimensionado estricto de firmes

La construcción de firmes urbanos es uno de los ámbitos de la técnica menos influenciado por los criterios de sostenibilidad. De hecho, se caracteriza por el uso casi exclusivo de productos de alto coste energético, como el cemento, de productos no renovables, como los ligantes bituminosos, y de productos extraídos de parajes naturales de alto valor paisajístico, como los yacimientos de áridos en márgenes fluviales. Además de basar sus soluciones en estos productos, éstos son empleados de forma bastante generosa, siendo habitual el sobredimensionado de capas de firmes principalmente por tres razones:

- primar exclusivamente la rapidez de las obras, razón que lleva a aumentar espesores de bases y sub-bases en lugar de proceder a la mejora de explanadas naturales, acción que permite reducir a grosores estrictos estas capas, mediante procesos físicos o químicos (estabilización con cal, cemento o cenizas).
- Faltar un detallado estudio geotécnico del terreno, que además de identificar las características de las explanadas informe sobre la calidad de suelos aprovechables para bases, sub-bases y terraplenes en el propio ámbito; razón que hace frecuente el sobredimensionado de firmes para obtener secciones válidas para casi cualquier explanada.
- Faltar un adecuado estudio de cargas de tráfico, razón que convierte en norma el sobredimensionado de firmes para obtener secciones válidas para casi cualquier intensidad de tráfico urbano, con el único afán de que pueda determinarse posteriormente cualquier régimen de circulación

Es habitual en proyectos de urbanización de planes parciales enteros, observar que sólo se ha considerado una explanada tipo, que los firmes son idénticos en toda calzada sea cual sea el tipo de tráfico, y que tampoco varía la pavimentación de calzadas y franjas de aparcamiento. Esta brutal simplificación constituye un injustificable gasto de recursos.

Es por esto que una actuación responsable en términos ambientales exige disponer de detallados estudios geotécnicos del terreno y estudios de cargas de tráfico, de manera que sea posible proceder a un dimensionado estricto de las capas de firme, promoviendo la diferenciación de firmes y pavimentos según condiciones de uso, características de explanada y cargas de tráfico.

Integración de alcorques en franjas de aparcamiento

Los espacios destinados a plantación de alineaciones arbóreas en calles suelen ser de dimensiones mínimas, próximas a un cuadrado de 80 cm de lado interior, de las que resulta una superficie útil de 0,5 m², habida cuenta de la merma que produce el recibido de bordillos. Esto y la excesiva compactación de la explanada (el cajado y compactación es realizado para todo el ancho de vía) dificulta enormemente el arraigamiento y crecimiento de especies arbóreas. Además supone una desproporción de bordillo por superficie de alcorque (aproximadamente 5 m/m², algo menos en caso de coincidir uno de los lados con el límite de calzada) y obliga a un incómodo zizagueo de las canalizaciones subterráneas de los servicios urbanos, sobre todo el alumbrado público y red de riego, que son los más cercanos a la calzada. Un diseño mucho más eficiente de alcorques pasa por ubicarlos en la franjas de aparcamiento asociadas a la mayoría de calles urbanas. Esta situación ofrece las siguientes ventajas:

- permite un mejor crecimiento aéreo del árbol, al aumentar la distancia con respecto a las fachadas, lo que posibilita operaciones menos frecuentes de poda y formación de copas mucho más voluminosas[11], con el consecuente beneficio de sombra para la edificación.
- Ofrece una mayor superficie de plantación sin restar espacio de acera, permitiendo mejor crecimiento subterráneo del árbol y el consecuente ahorro de riego de arraigamiento y mantenimiento, puesto que el sistema radicular de la planta profundiza en menos tiempo y cuenta con mayor superficie de captación. En caso de aparcamiento en hilera puede disponerse un alcorque rectangular aprovechando todo el ancho de franja, con dimensiones interiores de 90x190 cm, dispuesto cada dos plazas (alineación a 11 m).
- Evita los quiebros en el trazado de canalizaciones subterráneas, puesto que de esta forma todo el ancho de acera es apto para trazado lineal y paralelo de las mismas.

El ahorro de recursos que produce esta alternativa repercute principalmente en el posterior consumo energético de la edificación, ya que, en cuanto a urbanización -pese a que la relación de bordillo y superficie de alcorque es menor (aproximadamente 3 m/m²)- es necesaria más longitud de bordillo aunque menos superficie de pavimentada. Para mayor eficiencia de las plantaciones es preciso una correcta elección de la especie (caduca, de porte adecuado a alineación y moderado consumo hídrico), una adecuada presentación (planta sana, ramificada a 2 metros de altura de fuste, y en cepellón repicado y enfardado) y una cuidadosa plantación (época propicia, hoyo de volumen vez y media el del cepellón, desmenuzamiento de fondo y laterales de excavación, relleno con compost y estiércol en proporción 3:1, respeto de orientación en vivero y varios riegos de arraigamiento).

Integración de tendidos y elementos urbanos en fachadas

Canalizar enterrados los tendidos de telecomunicaciones es una solución bastante cuestionable, ya que requiere mucho menor coste energético su canalización aérea sujeta a fachadas (o a postes allí donde no haya edificación). Esta ha sido la solución empleada hasta hace poco para tendidos eléctricos y telefónicos, y de esta manera se suministran todavía estos servicios en gran parte de los cascos urbanos[12]. Sin embargo, prácticamente en todas las ciudades se opta por la canalización subterránea de las recientemente obligatorias infraestructuras de telecomunicación, quizá por eso de que hacer zanjas y luego taparlas es una bendición para la economía nacional.

Ubicar las distintas infraestructuras urbanas que discurren bajo aceras, respetando las distancias recomendadas entre ellas, requiere un ancho mínimo de 5 metros. Si a los servicios básicos (baja y media tensión eléctrica, agua potable, telefonía, gas natural, alumbrado público y red de riego) sumamos los especiales (regulación de tráfico y alta tensión eléctrica) y añadimos uno nuevo (cables para telecomunicaciones), será necesario o prever aceras mayores o bien hacer mayores chapuzas que las actuales. Dado que no suele existir suficiente espacio bajo acera para todas las canalizaciones, que consume menos recursos la ejecución de canalizaciones aéreas y que éstas son mucho más fáciles de mantener, debe promoverse este tipo de tendidos.

Y de igual forma, para buen número de elementos (señales, buzones, quioscos, máquinas expendedoras de boletos de aparcamiento, báculos y armarios para alumbrado y señalización, etc...) que dificultan el recorrido peatonal de aceras y/o que complican las canalizaciones subterráneas (alumbrado y semaforización) puede promoverse su integración en la edificación. Esto evitaría problemas y reduciría el

número de tendidos subterráneos, a la vez que procuraría mayor durabilidad a estos elementos urbanos (que dejarían de ser exentos y quedarían protegidos). Esta propuesta necesita ser prevista en los documentos de planeamiento, ya que es preciso regular cesiones de mínimos espacios[13] y ciertas servidumbres en las fachadas[14].

Figura 1: Secciones de viario con y sin integración de tendidos y elementos urbanos en fachadas

Compensación y reutilización de tierras y residuos

Toda obra de urbanización contempla transportes de grandes volúmenes de tierras, que son realizados mediante camiones basculantes, puesto que la magnitud de las obras no obliga la utilización de máquinas más eficientes para estos fines como las mototraíllas. Aunque constituye un manifiesto despropósito, es común en estas obras enviar a vertederos tierras y residuos vegetales obtenidos en operaciones de desbroce[15], tierras excedentes de labores de explanación y desmonte[16], y escombros producidos en labores de demolición. Y posteriormente, son recibidas tierras aptas para terraplenados[17], áridos para capas granulares y, por último, tierras vegetales y mantillos para aporte en alcorques y zonas verdes. Todo esto dispara el consumo combustible fósil, sin aportar ninguna mejora sustancial a las obras realizadas, pero simplificando el proceso. Y este consumo es evitable alterando estas prioridades de los proyectos y planes de las obras:

- proceder a la mejora de la explanada natural, acción sencilla y que permite reducir a grosores mínimos estas capas, mediante procesos físicos o químicos (estabilización con cal, cemento o cenizas) en vez de primar exclusivamente la rapidez de las obras, razón que lleva a aumentar espesores de bases y sub-bases.
- Proyectar el trazado en alzado de vías ajustado al relieve existente, definiendo las rasantes de las que resulte mínimo volumen de tierras extraídas y aportadas, compensación casi siempre posible.
- Elegir entre las soluciones de firme posibles aquella que permita la mayor utilización de suelos y áridos existentes en el ámbito, reduciendo al mínimo el aporte de material exterior.
- Organizar las obras disponiendo de espacios para acopio de las tierras vegetales extraídas, reduciendo el transporte tanto desde su posición original como hasta su posición final.
- Producir en la misma obra la enmienda orgánica necesaria para las labores de plantación y mejora de suelos, procediendo a compostar los materiales originados en labores de desbroce, tala[18] y extracción de tocones, ya que este proceso puede fácilmente hacerse coincidir con la duración habitual de las obras y, sin sofisticada técnica, puede producir un compost que cumpla satisfactoriamente las mismas funciones que el mantillo.
- Reutilizar los escombros generados en labores previas de demolición en la misma obra, puesto que convenientemente triturados y cribados pueden ser adecuados sustitutos de capas granulares para firmes y encachados.

Con estas cinco operaciones es posible reducir de forma notable el volumen de tierras movidas e, incluso, evitar el transporte a vertedero, procurando un significativo ahorro de recursos sin menoscabo de calidad.

Reducción del abuso de productos cementosos

Las mezclas de cemento con distintos áridos (hormigón, suelocemento, gravacemento y mortero) son los materiales más utilizados en la ejecución de vías urbanas, a pesar de su elevado coste ambiental y de existir materiales alternativos para todas las aplicaciones donde son empleados, excepto en recibido de bordillos y elementos verticales. Hasta la introducción a principios de siglo de los primeros productos de hormigón en urbanización (baldosas hidráulicas para pavimento de aceras) todas las calles eran de piedra en nuestras ciudades, y cualquier paseo por un casco histórico demuestra que la introducción del cemento en estas labores ha traído consigo una merma en la calidad y en la durabilidad del espacio urbano. Los productos cementosos sólo aportan rapidez a las obras de urbanización, y ello por que su abuso ha convertido en marginales el resto de productos cuyo uso causa menor impacto:

- en pavimentos de acera como baldosas hidráulicas, losas de terrazo, hormigones continuos, etc... es perfectamente evitable el uso de cemento sustituyendo estos productos por adoquines y losas de piedra natural, que aún con mayor precio de suministro son superiores en términos de calidad, vida útil y mantenimiento.
- En elementos lineales prefabricados de hormigón como bordillos, ríngolas, caces, etc... es igualmente evitable sustituyendo estos productos por piezas labradas de piedra natural, que, de igual manera, aún con mayor precio de suministro son superiores en términos de calidad, vida útil y mantenimiento.
- En estabilización de suelos, utilizando cal o cenizas, si se opta por consolidación del terreno por medios químicos, o por estabilización por medios mecánicos.
- En capas de firmes como gravacemento, hormigón magro u hormigón, con la elección de firmes flexibles, que utilizan capas granulares como bases y sub-bases del pavimento. Además de reducir el coste energético del firme[19], los firmes flexibles tienen mejor mantenimiento, razón por la que los firmes rígidos han dejado de ser utilizados en carreteras y autovías desde hace una década, quedando relegados a vías urbanas por la única razón de sencillez de ejecución en obras de pequeña escala.

Para reducir este abuso de productos cementosos en la ejecución de calzadas basta con **optar por firmes flexibles o articulados** y **sustituir prefabricados de hormigón** por sus equivalentes en **piedra natural** de canteras próximas al ámbito de actuación. En lo que atañe a pavimento de aceras, es apreciable la reducción que significa el uso de **junta seca** frente a **junta húmeda** para recibido de piezas. Aunque es común recibir cualquier pieza rígida con mortero sobre una solera de hormigón en masa, esto supone un elevado consumo de cemento y complica el mantenimiento de las canalizaciones urbanas que discurren bajo aceras. Alternativa a esto es el tradicional asiento de losas o adoquines de sobre cama de arena, extendida a su vez sobre el terreno o relleno de zanjas previamente compactado. Esta unión seca, sin otro tipo de mezcla que la necesaria para rejuntado, hace mucho menos costoso el mantenimiento de canalizaciones enterradas, al ser más sencillo el levantado de pavimento y posible la posterior reposición de la misma pieza.

Reducción del abuso de productos bituminosos

De la misma forma que el cemento ha marginado al resto de productos utilizados en pavimentación de aceras, los ligantes bituminosos han hecho casi desaparecer al resto de productos utilizados en pavimentación de calzadas, hasta el punto que los antiguos pavimentos pétreos existentes en nuestras ciudades han sido cubiertos por mezclas bituminosas. La razón con la que se justifica esto es el impacto acústico producido por los pavimentos articulados (adoquines y enlosados), pero una razón más cierta es

que, al igual que el cemento, los ligantes derivados del petróleo han sido producidos de forma masiva hasta convertirse en los indicadores del sector de la construcción. Al ser productos de bajo valor de producción, en una economía poco interesada por criterios de sostenibilidad y garante de intereses de compañías transnacionales, estos productos bituminosos se han convertido en omnipresentes y no es posible encontrar otros sustitutos que los tradicionales adoquines pétreos y los modernos de hormigón. Aunque es poco factible la pavimentación de una extensa red de calzadas con adoquines de piedra, sí es una opción clara como pavimento en áreas de moderada velocidad, como:

- **frangas de estacionamiento** y playas de estacionamiento de cualquier tipo.
- **Calzadas de coexistencia** y de **tráfico local** con velocidades máximas de 20 km/h.
- **Senderos peatonales** en espacios libres (muchas veces ejecutados con aglomerados bituminosos)

Un cálculo simplificado, pero efectivo, para evaluar el impacto ambiental de distintas soluciones de firme es aquel que cuantifica la energía incorporada en los materiales que configuran las sucesivas capas del firme. Un ejemplo sencillo es el analizado a continuación, consistente en estimar[20] la energía incorporada por metro cuadrado de 4 soluciones válidas[21], para calzadas de tráfico medio[22] sobre explanada deformable[23]:

rígido	flexible	adoquín hormigón	adoquín granito
166 kWh/m ²	94 kWh/m ²	45 kWh/m ²	24 kWh/m ²

Figura 2: Energía incorporada por metro cuadrado de 4 soluciones para calzadas de tráfico medio

Utilización de áridos marginales

Los firmes admiten razonablemente bien la utilización de áridos marginales[24] en su construcción, y han sido ampliamente ensayadas las capas compuestas por áridos reciclados a partir de escombros y neumáticos, y por **desechos mineros e industriales**, como escorias, cenizas o inertes mineros.

La utilización de **áridos de escombro triturado** en la ejecución de bases y sub-bases de firme comenzó en la posguerra europea, donde su empleo fue exitoso y masivo, aunque desapareció a medida que fue reduciéndose el volumen de ruinas y cuando la menor escasez energética permitió volver a anticipar residuos.

Como inconveniente presentan el requisito de mayor energía de compactación que los áridos naturales y de machaqueo, así como su precio, mientras que no cambie la política de gestión de residuos (con nuestro ridículo canon de vertido de escombros es poco viable triturar y comercializar áridos provenientes de escombros).

En países como Dinamarca y Suiza, donde han sido promovidos serios programas de reducción de escombros (multiplicando la tasa de vertido y obligando a separar en origen las fracciones de madera, metal y plástico), son utilizados los componentes originados en las labores de demolición, restauración y construcción[25] (principalmente fracciones cementosas, cerámicas, pétreas y yesíferas) como áridos para ejecución de capas de firme y **encachados**, así como para **relleno de zanjas**.

Los áridos reciclados provenientes de la trituración de neumáticos usados son utilizables en la ejecución de **pavimentos** de calzada. Con ellos se elabora el denominado **asfalto cauchutado** o asfalto modificado con goma, mezcla de betunes o asfaltos naturales con áridos minerales y hasta un 15% de gránulo o harina de neumático.

Es una técnica viable y contrastada, tanto para vías urbanas como interurbanas, desarrollada principalmente en Alemania y Norteamérica. La mayor bondad de este tipo de pavimento es la reducción de un residuo voluminoso que hipoteca grandes extensiones de terreno suburbano. Pero además, en comparación con los asfaltos convencionales, los asfaltos cauchutados tienen mejor comportamiento al desgaste, reducen el nivel sonoro de la rodadura, ocasionan menos deslumbramiento y tienen un comportamiento más seguro en presencia de agua. Como inconvenientes cabe señalar peor envejecimiento para cargas de tráfico elevadas y la complicación que supone su elaboración en plantas asfálticas convencionales, habituadas a trabajar composiciones fijas de mezclas bituminosas y poco entusiasmadas por este tipo de novedades.

En Alemania es utilizado este asfalto para áreas residenciales, buscando la atenuación del impacto acústico, y en Estados Unidos es empleado en autovías, buscando un uso extensivo que permita reducir el volumen de los cementerios de neumáticos (de hecho, desde 1997 el 20% de las autovías con financiación federal de cada estado debe contener al menos un 1% de goma en la capa de pavimento).

Los **inertes mineros** han sido utilizados como **material de terraplenado** en aquellas zonas donde su volumen crea serios problemas ambientales, y las **cenizas volantes** (residuos de centrales térmicas) y **escorias siderúrgicas** (residuo de altos hornos) han sido usadas en bases de firmes semirrígidos (gravaescoria y gravacenza), en zonas próximas al origen de estos residuos.

Recuperación de técnicas tradicionales

Las técnicas con que fueron realizadas las labores de urbanización hasta hace relativamente poco estaban basadas en materiales pétreos y uso intensivo de mano de obra, aspectos que hacen a estas técnicas tradicionales mucho más respetuosas con el medio. Esto obedece a dos sencillas razones: por una parte, el coste energético de elaboración de productos pétreos es del orden de diez veces menor que sus equivalentes prefabricados en hormigón, y por otra, el alimento de los trabajadores suele tener un origen renovable mientras que el combustible de las máquinas suele ser fósil. A pesar de tener un elevado porcentaje de población desocupada, parece un desatino proponer técnicas que requieran mayor mano de obra. Sin embargo, buscando reducir el impacto sobre el medio natural es altamente recomendable proponer técnicas que utilicen mayor cantidad de jornales, mayor grado de oficio y materiales cuya elaboración necesite menos energía, y entre estas técnicas, en labores de urbanización, son ejemplos los:

- **avenamientos del terreno**, como alternativa a drenes lineales de hormigón poroso o cloruro de polivinilo ranurado: el drenaje del agua infiltrada en el terreno ha sido tradicionalmente resuelto con zanjas rellenas de árido filtrante por las que discurre el agua por gravedad, y actualmente en éstas se incluye un tubo drenante de materiales de alto coste energético, sólo por que es más sencillo dar pendiente al tubo que al fondo de la excavación.
- **Solados de piedra**, como enlosados, adoquinados y enripiados, colocados sobre cama de arena, así como elementos auxiliares de encintado.
- **Caces de piedra**, en calles estrechas de tráfico de coexistencia es factible recurrir a la técnica de recoger las aguas pluviales hacia el centro, donde se sitúa un caz que evacue superficialmente las

aguas precipitadas, lo que supone un considerable ahorro de red de alcantarillado en estos tramos, sobre todo, en caso de tejido separativo.

- **Mamposterías ciclópeas y engavillonadas**, como elementos de contención de tierras y sustituyendo a muros y costras de hormigón armado.

Este breve listado basta para sugerir la amplia gama de soluciones tradicionales que pueden ser aplicadas, y para intuir que además de causar menor impacto ambiental suelen tener mejor apariencia y mayor durabilidad que las soluciones habituales de la práctica urbanizadora.

Fecha de referencia: 23-11-2000

1: El diccionario de la lengua española define urbanizar como "convertir en poblado una porción de terreno o prepararlo para ello, abriendo calles y dotándolas de luz, pavimento y demás servicios municipales".

2: Lo alarmante de una economía no sostenible no es tanto el agotamiento de recursos como la generación de residuos, por lo que cualquier planteamiento sostenible debe contemplar, por este orden: **reducir** consumos, **reutilizar** productos, y **reciclar** residuos, y, en materia de urbanización, esta receta exige no aumentar el suelo urbano y adecuar el existente, al menos en aquellas ciudades donde la población disminuye.

3: En materia de urbanización es mucho más recomendable la cualidad de **longevo** que la de **reciclable**: un bordillo de granito no es reciclable pero dura varios siglos, mientras que un bordillo de plástico puede ser reciclado, pero dura poco en condiciones normales, y pocos días si tiene lugar un acto vandálico, argumento sencillo que ejemplifica como un material reciclable puede significar mayor impacto ecológico.

4: Los residuos urbanos voluminosos más representativos son los escombros y los neumáticos, caracterizados por requerir grandes superficies suburbanas para su vertido y ser reutilizables en obras de urbanización.

5: lamentablemente las técnicas habituales de la práctica urbanizadora consisten, básicamente y haciendo uso del refranero popular, en *matar moscas a cañonazos* y *hacer la o con un canuto*.

6: en ferias del sector de la construcción y relacionado con material de urbanización, es habitual encontrar novedades como *máquina que sustenta bordillos por aspiración con la que puede prescindir de uno de los operarios habituales*, pero resulta difícil encontrar alguien que suministre áridos marginales.

7: En nuevos barrios metropolitanos donde el precio de venta alcanza las 250.000 pesetas/metro cuadrado construido, la repercusión de urbanización roza las 5.000 pesetas/metro cuadrado construido, es decir, un 2% del precio final del producto, poco más que la repercusión de honorarios de notarios y registradores.

8: El ancho de carril de 3,50 m es adoptado en carreteras cuando se requieren velocidades de proyecto

comprendidas entre 80 y 100 km/h, por lo que el uso de ese ancho en calzadas urbanas de tráfico local es, cuanto menos, exagerado.

9: En un proyecto de urbanización residencial tipo, que no incluya estructuras e infraestructuras especiales, el porcentaje del presupuesto destinado a ejecución de firmes alcanza el 30% una vez descontadas las unidades de obra de acera y alcorque, por lo que no es arriesgado estimar que un dimensionado estricto de calzadas y aparcamientos significa un ahorro próximo al 5% del presupuesto total, cifra de la que puede presumirse groseramente el consecuente ahorro de recursos.

10: Estricto significa "**enteramente ajustado a la necesidad**", aunque etimológicamente se refiere a apretado.

11: La deformación radical de muchos árboles de alineaciones urbanas es debida a una defectuosa poda y/o a plantación muy próxima a fachadas; esto impide un desarrollo natural de copa y hace peligrosos algunos ejemplares cuya estructura de ramificación es aberrante.

12: En las grandes ciudades norteamericanas los tendidos de telecomunicaciones discurren por fachada, y la señalización, iluminación y semaforización suelen ser suspendidas de catenarias ancladas a fachada.

13: Como aquellos que por contrato privado son utilizados para albergar cajeros automáticos, máquinas de fotografía instantánea, expendedoras de refrescos, cintas de vídeo de alquiler, preservativos, etc...

14: Como ocurre en nuestras ciudades en tiempos navideños, cuando cuelgan grandes conjuntos de bombillas de colores en cables anclados a fachadas.

15: Unidad de obra típica en proyectos de urbanización y que no falta en ninguna base de precios es "**m2 de despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero**", a pesar de que algún día será considerada delito ecológico.

16: otra típica es "**m3 de excavación no clasificada en explanación, incluso carga y transporte a lugar de empleo o vertedero**", de la que se deduce que es habitual ignorar el tipo de terreno y su posibilidad de reutilización.

17: Otra más es "**m3 de terraplenado, incluso extendido y compactado con material procedente de préstamos o de la propia excavación**", de la que cabe el mismo comentario que en la anterior.

18: Es preferible conservar en su emplazamiento toda especie autóctona ejemplar y, en todo caso, extraer con suficiente cepellón y transplantar a lugar próximo, en lugar de talar; aunque huelgue el comentario, sigue habiendo tala indiscriminada previa -nocturna si afecta a ejemplares protegidos- o usándose un ejemplar centenario para sacudir el cazo de una retroexcavadora y así dejarlo limpio al final de cada

jornada.

19: Véase análisis cuantitativo de costes energéticos en el apartado siguiente.

20: Considerando como valores de energía incorporada los siguientes: **mezclas bituminosas 0,4 kWh/kg, hormigones 0,2 kWh/kg y áridos y piedra 0,02 kWh/kg.**

21: Según el manual "Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano" editado por el Ministerio de Fomento en 1996, que recomienda directamente las tres primeras soluciones y permite la cuarta procediendo a una estabilización de explanada, siendo el único cambio el asiento sobre cama de arena en lugar de cogido con mortero, ya que dicho manual no recoge esta técnica tradicional de colocación del adoquinado de piedra.

22: Tráfico para una intensidad media diaria de 15 a 50 vehículos pesados, utilizado en calles colectoras con servicio regular de autobuses de baja intensidad.

23: Suelo tolerable con índice CBR comprendido entre 3 y 5.

24: Como áridos marginales son denominados los áridos artificiales originados como subproductos industriales o procedentes de labores de reciclado.

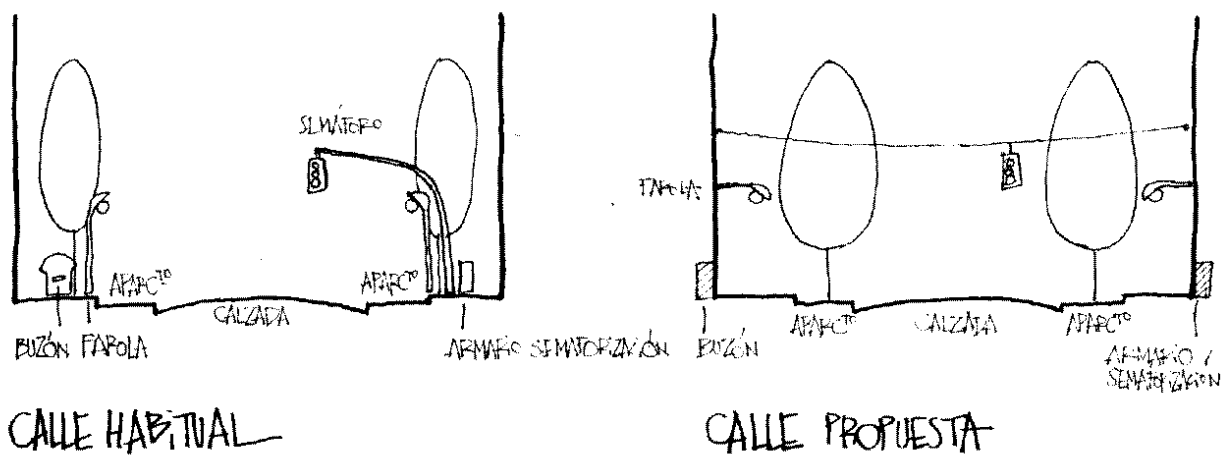
25: Según datos centroeuropeos, la **demolición** de edificios genera **900 kg/m²**; la **rehabilitación** de edificios, **10 kg/m²**, y la **construcción** de nuevos edificios, aunque resulte paradójico, **15 kg/m²**.

Boletín CF+S > 14 -- Hacia una arquitectura y un urbanismo basados en criterios bioclimáticos >
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/ajmol.html>

Criterios para reducir el impacto ambiental asociado a la Urbanización >
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fajmol/i1ajmol.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Figura 1: secciones de viario con y sin integración de tendidos y elementos urbanos en fachadas



Criterios para reducir el impacto ambiental asociado a la Urbanización >
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fajmol/i1ajmol.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Figura 2: energía incorporada por metro cuadrado de 4 soluciones para calzadas de tráfico medio

