

O uso sustentable da auga e a súa relación co territorio nos campus universitarios de Elviña e A Zapateira da Universidade da Coruña

Juan Cagiao Villar; Manolo Soto Castiñeira; Xosé Lois Martínez Suárez; Jesús Manuel Giz Novo; María José Servia García; Elvira Sahuquillo Balbuena; Flavia Piñeiro Ces

Índice

1. Resumo
2. Introducción
3. Ámbito de estudo
 - 3.1. O territorio
 - 3.2. A evolución histórica
4. Obxectivos
5. Metodoloxía
 - 5.1. Coñecemento dos fluxos e masas de auga
 - 5.2. Diagnose da situación actual e definición da situación obxectivo
 - 5.3. Definición de estratexias
 - 5.4. Ferramentas
 - 5.5. Programa de seguimento ambiental
 - 5.6. Programa de divulgación
6. Estado da arte das distintas disciplinas implicadas
 - 6.1. As concas naturais. Indicadores biolóxicos da calidade da auga
 - 6.2. Saneamentos ecolóxicos
 - 6.3. Xestión do escurramento urbano
 - 6.4. Emprego sostible da auga en instalacións

1. Resumo

SOSTAUGA é un proxecto estratéxico da Universidade da Coruña (UDC) que persegue por en valor a auga e os ecosistemas asociados no ámbito dos campus de Elviña e da Zapateira. Trátase, por tanto, de preservar e potenciar un elemento chave do patrimonio sociocultural e ambiental deste territorio mediante o seu estudo técnico e o desenvolvemento posterior dunha serie de accións propostas. Pero, ademais, ao nacer este proxecto desde a universidade, as actuacións derivadas deben ser exemplares, de modo que favorezan a educación ambiental e a sensibilización de toda a comunidade académica e do seu ámbito de influencia.

Velaquí os obxectivos xerais do proxecto:

- a) Conseguir un axeitado estado ecolóxico dos fluxos e masas de auga existentes nos campus a seguir as directrices da Directiva marco da auga da UE. Este obxectivo ten claras implicacións no planeamento urbanístico, xa que o deseño dos futuros usos do solo deberá realizarse desde unha perspectiva ambiental de respecto ao recurso auga e ao medio natural en sentido amplo.
- b) Avanzar cara a unha xestión sustentable da auga na que se alcance a máxima autosuficiencia posible na demanda do recurso mediante a implementación de medidas de aforro no consumo, a redefinición sustentable dos actuais usos da auga segundo a súa calidade, a optimización do aproveitamento das augas residuais urbanas tanto no tempo seco como de chuvia, e, finalmente, a minimización das perdas que puideren producirse nos sistemas infraestruturais de transporte.
- c) No plano cultural, favorecer a potenciación das oportunidades únicas que ofrece a existencia de cursos fluviais, zonas húmidas e mananciais no ámbito de estudo, a intentar renaturalizar no posible estes elementos e intensificar a conectividade ecolóxica entre eles para mellorar os índices de biodiversidade; ao mesmo tempo, este obxectivo debe ir da man dun proceso de integración dos núcleos poboacionais orixinais da zona na propia dinámica dos campus, para recuperarmos así un patrimonio natural e paisaxístico existente no pasado herdado dunha rica cultura ancestral da auga.
- d) Promover a divulgación dos resultados do estudo no ámbito universitario local e galego, así como na sociedade en xeral, con dúas finalidades principais: a concienciación da necesidade dun desenvolvemento sostible en relación co ciclo da auga e a súa vinculación co planeamento urbanístico e territorial, e a extrapolación da metodoloxía do estudo xunto cos resultados obtidos ás prácticas de deseño dos servizos urbanos relacionados co ciclo da auga nas cidades.

O documento estrutúrase en cinco partes:

Introdución, onde se sinala a transcendencia do desenvolvemento sostible e a obriga moral da universidade como institución que debe liderar este pensamento, así como a liña de actuación da UDC no caso do recurso da auga a través do proxecto SOSTAUGA.

Ámbito de estudo, en que se fai unha revisión breve da historia do lugar sobre o que se centra este traballo nos últimos tempos, a intentar deste xeito analizar a posibilidade de recuperar aquelas boas prácticas, sustentables na súa concepción primaria, no deseño do modelo futuro da UDC para a auga e os ecosistemas que dependen del.

Obxectivos, onde se definen estes e se adiantan algunhas posibles solucións suxeitas á súa análise posterior.

Metodoloxía, en que se propón a metodoloxía que será empregada no estudo. Nela podemos diferenciar unha fase de corte máis explorativo, para obtermos datos de campo e coñecer así adecuadamente o sistema que vai xestionarse, e outra de tipo propositivo con base en solucións concretas resultado de definir as estratexias relacionadas coa Directiva marco da auga e o Plan nacional de restauración de concas. Neste mesmo punto avánzase tamén a necesidade de elaborar un programa de seguimento ambiental e de divulgación.

Estado da arte das distintas disciplinas implicadas no estudo, onde se explican brevemente as tecnoloxías máis recentes e se especifican para cada unha delas os obxectivos parciais que se pretende conseguir:

- Estudo das concas naturais mediante indicadores biolóxicos da calidade da auga, en consonancia coa Directiva marco da auga e os plans de restauración de ríos nos ámbitos estatal e galego.
- Saneamentos ecolóxicos segundo os obxectivos de desenvolvemento do milenio da UNESCO.
- A xestión do escurramento urbano e o aproveitamento das augas da chuvia.
- A utilización sustentable da auga nas instalacións e os edificios dos campus.

2. Introdución

O ano 1987 considérase un fito na literatura do desenvolvemento sostible porque se presenta na Comisión Mundial sobre Medio e Desenvolvemento o documento *O noso futuro común* (Informe Brundtland¹). Nel defínese por vez primeira de forma xeral o concepto de desenvolvemento sostible como «o desenvolvemento que satisfai as necesidades actuais das persoas sen comprometer a capacidade das futuras xeracións para satisfacer as súas». O desenvolvemento sostible formúlase como meta: «estamos

a ver que se require un novo modelo de desenvolvemento, un que supoña un progreso humano sostido non apenas nuns poucos lugares para uns poucos anos, senón para todo o planeta nun futuro afastado».

Neste sentido, a comunidade académica está cada vez máis obrigada a achegar solucións aos problemas da sostibilidade. A mensaxe de maior calado que emerxe das discusións a partir do Cumio de Xohannesburgo de 2002² é que a comunidade científica ten que complementar o seu papel histórico como identificadora dos problemas da sostibilidade cun maior achegamento ao seu desenvolvemento para traballar en solucións prácticas a eses problemas.

Para a Conferencia de Reitores das Universidades Españolas (CRUE³), o concepto de ambientalización das universidades refírese á xestión e sensibilización ambiental, e debe afectar dun modo radical á universidade en todos os seus ámbitos, desde como teñen que concibirse os espazos a como se xestionan os residuos. É dicir, o aspecto ambiental debe de afectar de maneira transversal a vida das universidades (CRUE, 2003; Alba e Benayas, 2006). Con ese obxectivo, a propia CRUE sinalou as seguintes catro grandes áreas de traballo¹:

- i. Xestión ambiental
- ii. Ambientalización (sensibilización e participación ambiental)
- iii. Seguridade e prevención de riscos laborais
- iv. Ordenación territorial e urbanística

A definición dun sistema de indicadores de sustentabilidade para as universidades españolas é un obxectivo que está na actualidade sobre o papel (Alba e Blanco, 2007). Na actualidade, diferentes universidades españolas e doutros países (véxase, por exemplo, Penn State, 2000) empregan, entre outros, indicadores relacionados co uso sustentable do territorio e a conservación dos recursos naturais e socioculturais existentes nos campus ou áreas en que se implantan¹.

A Vicerreitoría de Infraestruturas e Xestión Ambiental (VIXA) da Universidade da Coruña (UDC) vén impulsando unha nova liña de actuación, especialmente no referido ás infraestruturas e á xestión do espazo dos campus universitarios. Nese sentido, son varios os proxectos en marcha ou xa realizados. Para a Universidade da Coruña, a planificación dos usos do espazo nos campus ha de ter en conta elementos tales como a preservación dos recursos naturais e socioculturais preexistentes, a presenza de especies autóctonas e o índice de biodiversidade sostible no contorno axardinado e agroforestal. Alén diso, as actuacións teñen que ser exemplares e favorecer a educación ambiental e sensibilización de toda a comunidade universitaria.

Para lograr estos objetivos tan ambiciosos, resulta necesario acadar paralelamente unha xestión sostible da auga xa que este recurso é o soporte físico que alimenta o resto dos ecosistemas citados. Sen el, o resto non é posible.

A liña de traballo que se propón é a das directrices da Directiva marco da auga (DMA⁴). O porqué disto é que se trata dunha directiva fundamentalmente ambientalista que persegue a consecución dun bo estado ecolóxico das augas.

O obxecto da devandita directiva é establecer un marco para a protección das augas superficiais continentais, as augas de transición, as augas costeiras e as augas subterráneas. Xa que logo, trátase dunha directiva con implicacións claramente ambientais, mais tamén de carácter territorial, posto que o marco de protección debe implicar criterios de actuación relacionados coa ordenación do territorio e o planeamento urbanístico.

A DMA promove un uso sustentable da auga baseado na protección a longo prazo dos recursos hídricos dispoñibles e na mellora do estado dos ecosistemas acuáticos, así como, no tocante ás súas necesidades de auga, dos ecosistemas terrestres e as zonas húmidas directamente dependentes dos anteriores.

Así mesmo, fai referencia expresa ao feito de vincular o desenvolvemento urbano ao ciclo da auga na súa expresión local para atinxir, na medida do posible, a autosuficiencia da demanda no marco dunha xestión sostible das conchas. Para isto resulta necesario o estudo dun modelo integral de xestión da auga que non só faga referencia aos cursos naturais e ecosistemas asociados, senón que se preocupe ademais do abastecemento e da xestión dos sistemas de drenaxe e saneamento, especialmente en tempo de chuvia, polas implicacións ambientais que teñen.

A continuación pásase a describir o sistema obxecto de estudo e a metodoloxía que se formula para acadar os obxectivos comentados.

3. Ámbito de estudo

3.1. O territorio



Vista aérea da zona de estudo: campus de Elviña e A Zapateira da UDC, o xacemento castrexo e os núcleos de Castro e San Vicente (⁵)

O campus de Elviña, incluída a área que hoxe se coñece como A Zapateira, sitúase no cinto periurbano da cidade da Coruña, de tal forma que no seu espazo e nas zonas máis próximas pode observarse o resultado do avance urbano sobre o medio rural. Este avance é, polo xeral, pouco respectuoso co contorno natural e social preexistente, e o campus de Elviña non é unha excepción. O proceso urbanizador avanza de forma irregular e asemade implacable sobre os seus elementos singulares máis valiosos (terras de cultivo, ríos, zonas húmidas, puntos de interese etnográfico ou paisaxístico etc.) a xerar espazos marxinais que se caracterizan por seren lugares de acumulación de refugallo ou de simple abandono. As áreas forestais aparecen dominadas por especies de crecemento rápido, alóctonas, e en que non se fan prácticas silvícolas de mantemento coa única excepción da recente reforestación do monte da Fraga.



Outra vista aérea da zona de estudo coa parte baixa do campus de Elviña no primeiro plano e o campus da Zapateira nunha cota superior unido mediante un vial de recente creación.

Con todo, na área correspondente ao campus de Elviña identifícanse aínda valiosos recursos que son restos dos valores naturais e socioculturais preexistentes ao actual proceso urbanizador. Este campus conta cunha área forestal duns 25 000 m² e unha superficie agrícola aínda en uso dunha dimensión mesmo maior; ademais, dous ríos nacen e se conforman neste espazo xunto con varios mananciais. No seu interior mantéñense prácticas agrícolas tradicionais, núcleos rurais (verdadeiras aldeas) e diversos recursos etnográficos. Próximo ao campus atópase o recinto do Castro de Elviña, cuxa área de influencia se interna no propio campus.

Rodeada polos montes da Zapateira e polos altos en que se sitúa o xacemento do Castro de Elviña (montes de Mesoiro), a paisaxe do val de Elviña foi unha extensa área de terras de cultivo e prados aberta cara ao norte e vertebrada polos ríos de Castro (ou do Lagar) e o regato de Elviña, como pode observarse do sur ao norte desde o seu nacemento no monte da Zapateira até desembocar na conca do río Monelos, na zona

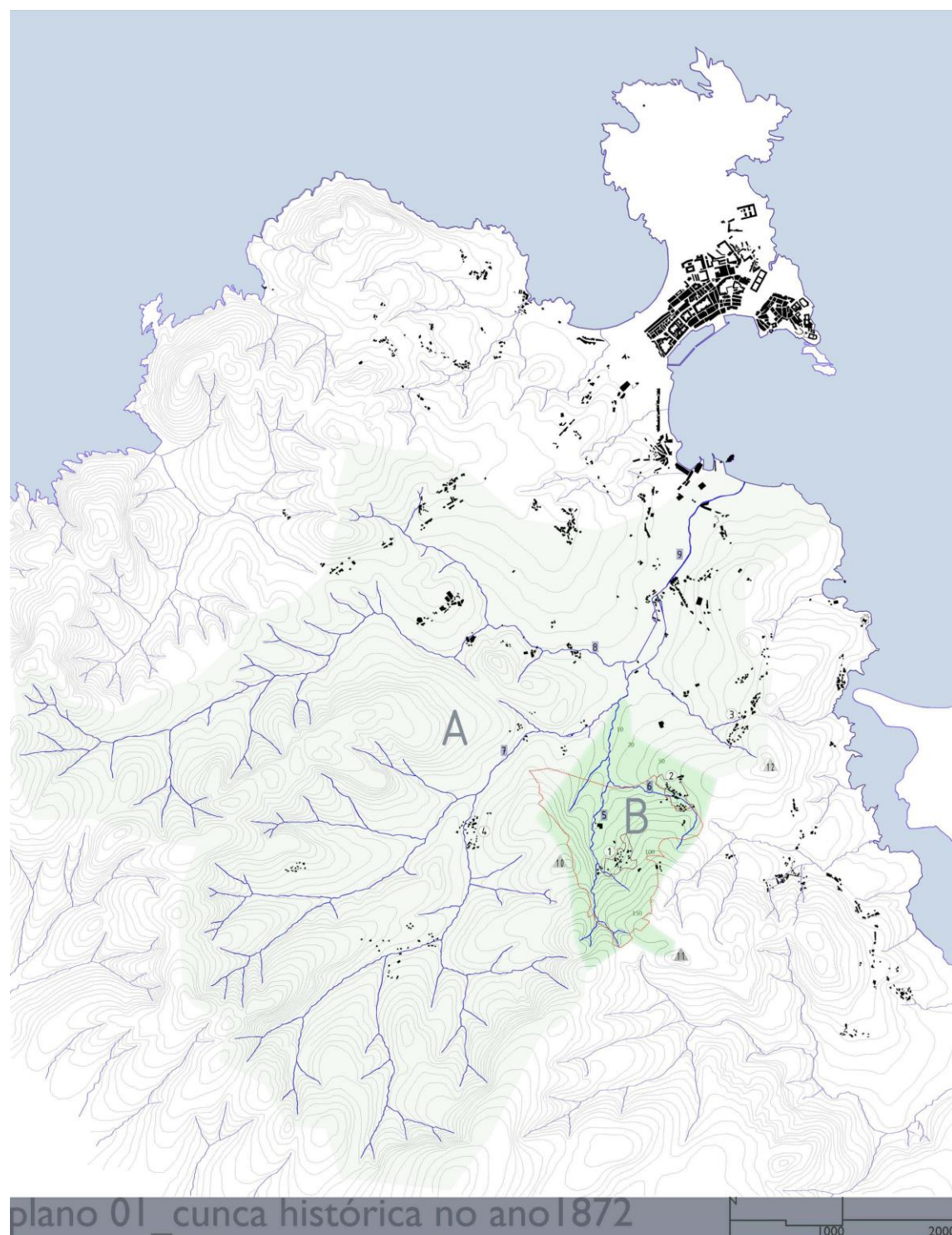
da Ponte da Pedra, chaira pantanosa de relevancia territorial xa desde os tempos castrexos.

Se mirarmos augas abaixo, na marxe esquerda atópase o xacemento castrexo de Elviña, nos montes de Mesoiro, cunha elevación duns 113 metros sobre o nivel do mar. Na marxe dereita foi onde se desenvolveron a media encosta os núcleos de Castro (con orientación NO arredor da cota 70) e o de San Vicenzo de Elviña (na cota 50), vinculado ás augas do regato de Elviña, que levan dirección SE-NO e se xuntan coas augas do río de Castro despois dun traxecto duns 1300 metros. Este regato é hoxe de escasa sección e mínimo caudal debido ao exceso da urbanización levada a cabo nas últimas tres décadas no lugar de Penarredonda e nos altos da Zapateira.

Este vasto ámbito estaba vertebrado por percorridos de carácter territorial que conectaban entre si os diferentes asentamentos rurais, situados polo xeral na metade da ladeira, na zona susceptible de ser edificada, xa que é onde xorden os mananciais das augas que baixan das zonas máis altas, nunha posición próxima ás terras máis fértiles. As características dos asentamentos de carácter rural van ligadas directamente á paisaxe agrícola sobre a que se pousan. A posición de cada elemento, de cada uso, de cada ámbito, ten que ver coas especificidades do terreo.

Os terreos de cultivo forman parte dos núcleos rurais tanto como o seu patrimonio arquitectónico, a constituíren ambos un conxunto inseparable intimamente ligado ao relevo do terreo sobre o que se asentan e ao discorrer das augas dos ríos. Nunha sociedade baseada na economía agraria, os usos do solo estaban perfectamente delimitados pola súa posición topográfica: os terreos a media ladeira dedicábanse a zonas de cultivo; as terras máis baixas, no fondo dos vales, eran destinadas normalmente a prados e aos cultivos que máis auga precisaban; e as terras máis altas no monte, a partir da cota 100, empregábanse para o cultivo extensivo de cereais, a gandería e o aproveitamento forestal... É a configuración que se dá en toda a cornixa norte da comunidade galega, a comarca coruñesa e Bergantiños, que corresponde a zonas de gran valor paisaxístico e ambiental.

No plano n.º 1 pode observarse a conca histórica obxecto de estudo correspondente a 1872, e a súa relación co resto do territorio, en especial coa cidade da Coruña. A existencia dunha rica e densa rede hidrográfica era unha característica dominante do territorio, o que propiciou a case perfecta correlación co asentamento dos núcleos poboacionais.



plano 01 cunca histórica no ano 1872

- NUCLEOS 1. Castro 2. San Vicenzo de Elviña 3. Eiris 4. Mesoiro
 - RÍOS 5. Río Lagar (ou de Castro) 6. Regato de Elviña 7. Río de Mesoiro 8. Río da Grela 9. Río de Monelos
 - ▲ MONTES 10. Montes de Mesoiro (Castro de Elviña)-113 m 11. Altos do Penasquedo-192 m 12. Alto de Eiris-92 m
- A** CUNCA GLOBAL (Ámbito aprox.=21,6 km²)
B SUB-CUNCA DE ESTUDIO (Ámbito aprox.=1,76 km²)
 — LÍMITE PLAN PARCIAL CAMPUS 1990 (Ámbito aprox.=1,00 km²)
 - - - - - ÁMBITO NÚCLEOS CUNCA DE ESTUDIO

Plano nº 1 Cunca histórica no ano 1872

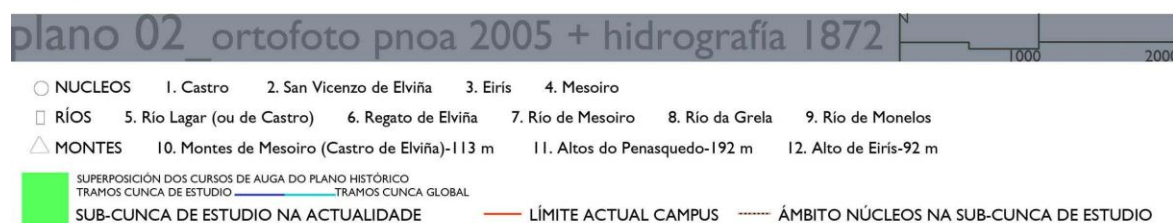
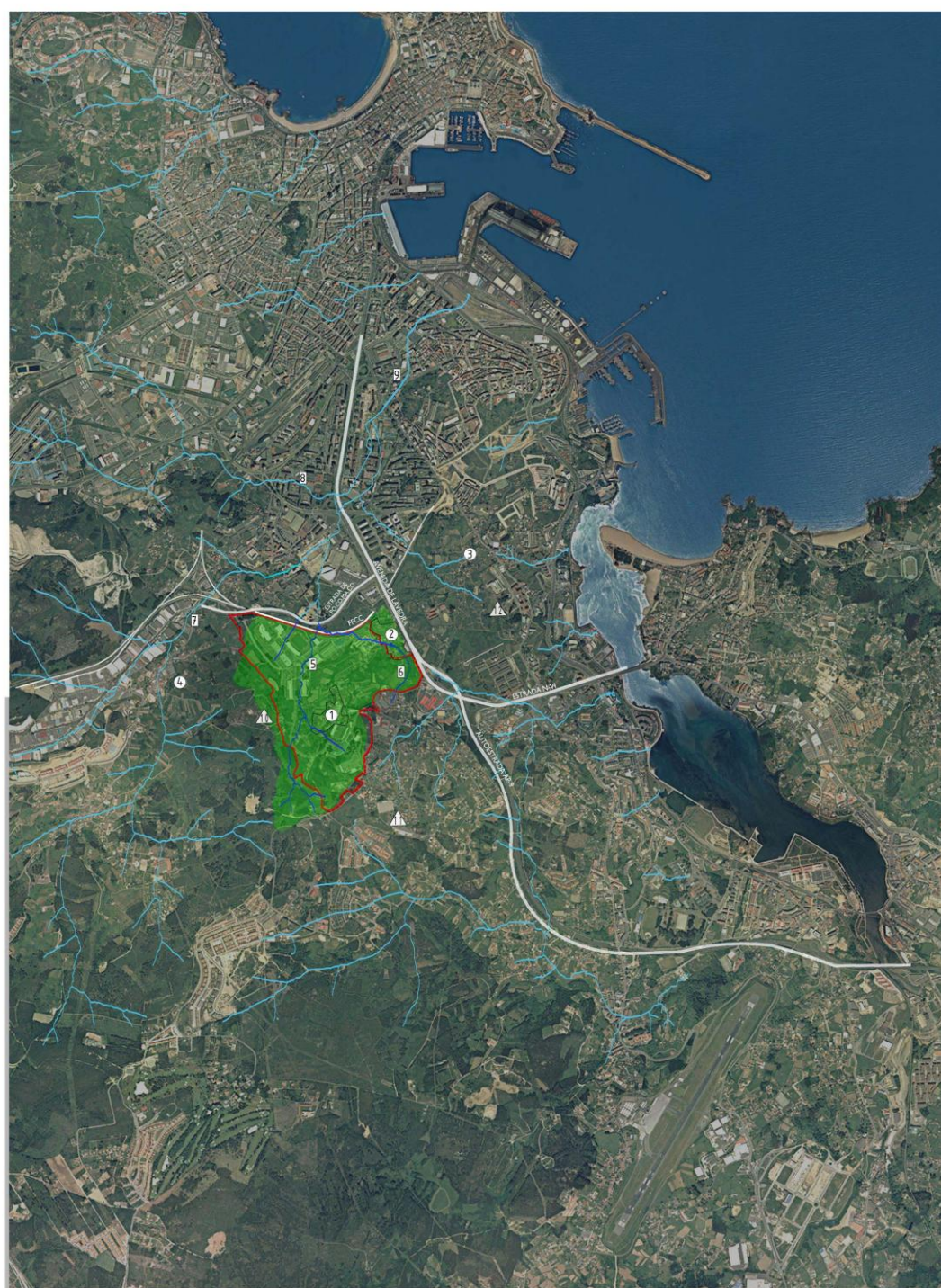
A conca global (A), á que pertence a conca obxecto de estudo (B), ten unha superficie de aproximadamente 21,6 km², mentres que a conca obxecto de estudo tiña orixinalmente unha superficie aproximada de 1,76 km².

Neste mesmo plano pode observarse o límite do plan parcial do campus no ano 1990, cunha superficie aproximada de 1 km².



Vista do campus de Elviña. Ao fondo a cidade da Coruña (5)

No plano n.º 2 pode observarse a ortofoto do PNOA (2005) superposta á rede hidrográfica de 1872.



Plano n.º 2 Ortofoto do PNOA (2005) e a hidrografía no ano 1872

Como pode intuírse pola edificación existente na actualidade, os únicos tramos de río que conservan certo grao de naturalidade son os que cruzan o ámbito de estudo, posto que o resto están practicamente soterrados polo proceso imparable da urbanización expansiva da cidade da Coruña e os seus arredores. Este feito reforza a idea da necesidade de protexer e potenciar os escasos tramos fluviais que aínda non foron totalmente antropizados, sen renunciar a estudar posibles procesos de renaturalización de concas dentro do propio ámbito do campus.

Neste mesmo plano poden observarse os grandes eixes das infraestruturas lineais da avenida de Lavedra (ou de Alfonso Molina) e a autoestrada A9, a estrada de Pocomaco (actualmente ampliada na súa sección) e a liña de ferrocarril Coruña-Santiago-Ourense. Estas infraestruturas lineais, entre outras cousas, delimitan fortemente o noso territorio e modifican a rede de drenaxe natural. De feito, se compararmos os planos n.º 1 e n.º 2, pode observarse como a avenida de Alfonso Molina bisela parte da conca, xa que fai de elemento vertebrador, e as súas beiravías de drenaxe recollen parte das augas que antano vertían ao regato de Elviña. O mesmo se podería dicir da liña de ferrocarril a respecto do río Lagar (ou de Castro).

No plano n.º 3 pode observarse a ortofoto do PNOA do ano 2005 superposta á rede hidrográfica da zona de estudo correspondente tamén ao ano 2005. Destácanse en azul escuro os tramos de río que discorren pola superficie e en azul máis claro aqueles que están soterrados.

Neste mesmo plano pode verse o que se comentou anteriormente acerca da redución da conca obxecto de estudo debido á avenida de Lavedra, cando pasou de ter unha superficie orixinal de 1,76 km² a 1,20 km², é dicir, unha redución de 0,56 km², o que representa un 32% de redución da conca de drenaxe orixinal.

O plano n.º 4 presenta os distintos ámbitos do planeamento tanto do campus como das principais unidades do contorno, isto é, o plano parcial de Someso (arestora xa en execución), o parque ofimático e os ámbitos de protección do Castro de Elviña e do núcleo de San Vicenzo de Elviña, ambos BIC. Para alén disto, pode ollarse o trazado tanxencial da 3.ª rolda xunto cos principais eixes de comunicación xa existentes, a avenida de Alfonso Molina e a liña de ferrocarril Santiago-Ourense.

Cabe salientar a actual situación de presión urbana que se exerce sobre o campus universitario, motivo adicional polo cal cómpre preservar os escasos valores naturais que aínda quedan nesta zona.



plano 03 ortofoto pnoa 2005 + hidrografia 2005

- NUCLEOS 1. Castro 2. San Vicenzo de Elviña
- RÍOS 5. Río Lagar (ou de Castro) 6. Regato de Elviña 7. Río de Mesoiro
- △ MONTES 10. Montes de Mesoiro (Castro de Elviña)-113 m
- SUPERPOSICIÓN DOS CURSOS DE AUGA DO PLANO HISTÓRICO
CURSOS DE AUGA NATURAIS TRAMOS CANALIZADOS
- SUB-CUNCA DE ESTUDIO NA ACTUALIDADE (1,2 km²) — LÍMITE ACTUAL CAMPUS — ÁMBITO NÚCLEOS NA SUB-CUNCA DE ESTUDIO

Plano n.º 3 Ortofoto do PNOA (2005) e a hidrografía do ano 2005

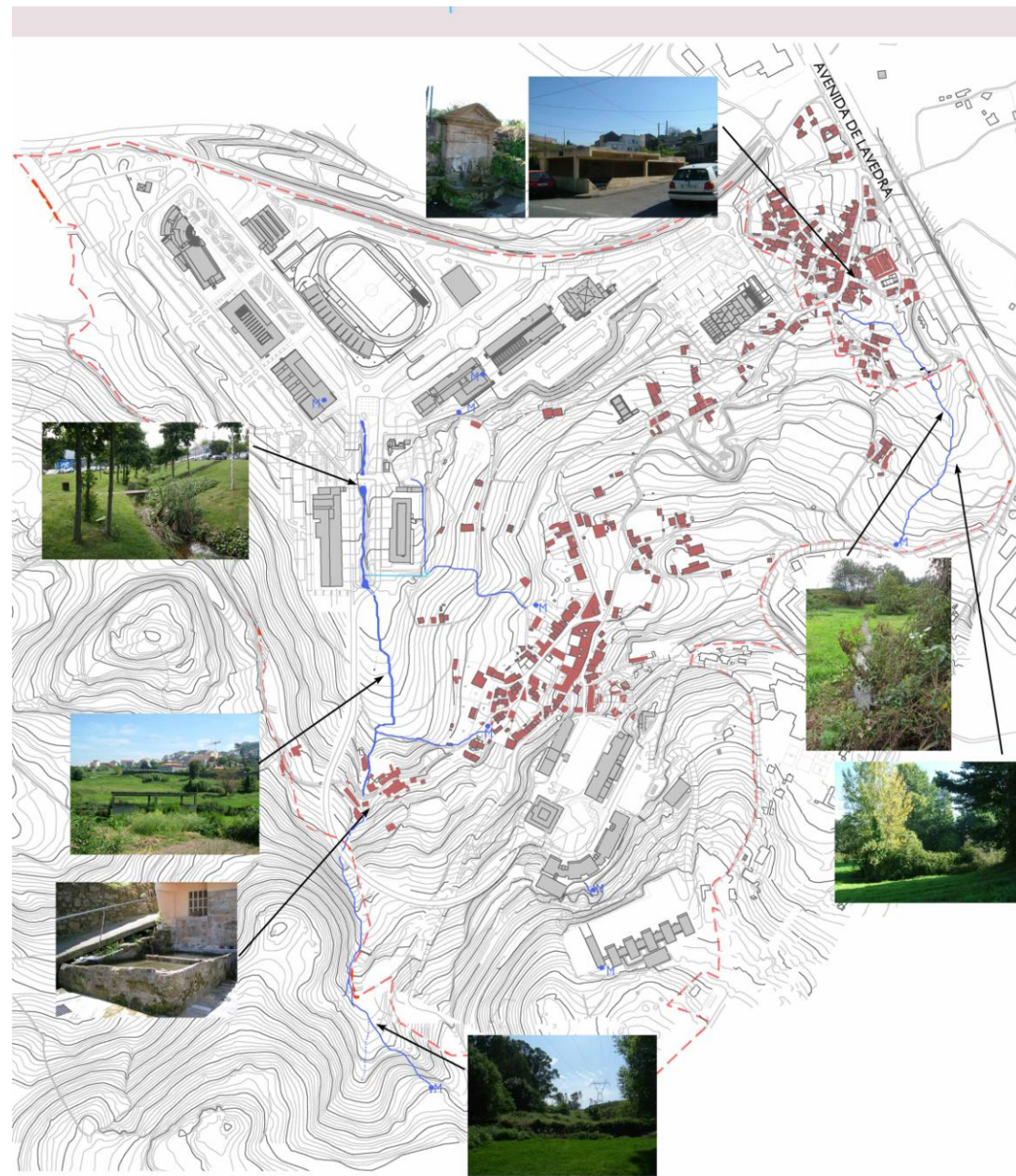


plano 04 planeamento e ámbitos de protección

- NUCLEOS 1. Castro 2. San Vicenzo de Elviña
- RÍOS 5. Río Lagar (ou de Castro) 6. Regato de Elviña 7. Río de Mesoiro
- △ MONTES 10. Montes de Mesoiro (Castro de Elviña)-113 m
- CAUCES NATURAIS — TRAMOS CANALIZADOS
- SUB-CUNCA RÍO LAGAR E REGATO DE ELVIÑA NA ACTUALIDADE
- ÁMBITOS DE PROTECCIÓN A. B.I.C. Castro de Elviña B. B.I.C. San Vicenzo de Elviña
- PLAN PARCIAL SOMESO
- PLAN PARCIAL PARQUE OFIMÁTICO
- PLAN PARCIAL CAMPUS

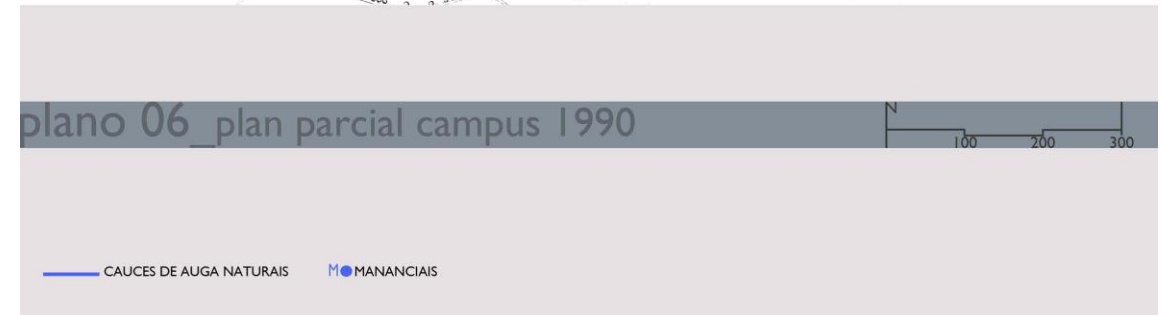
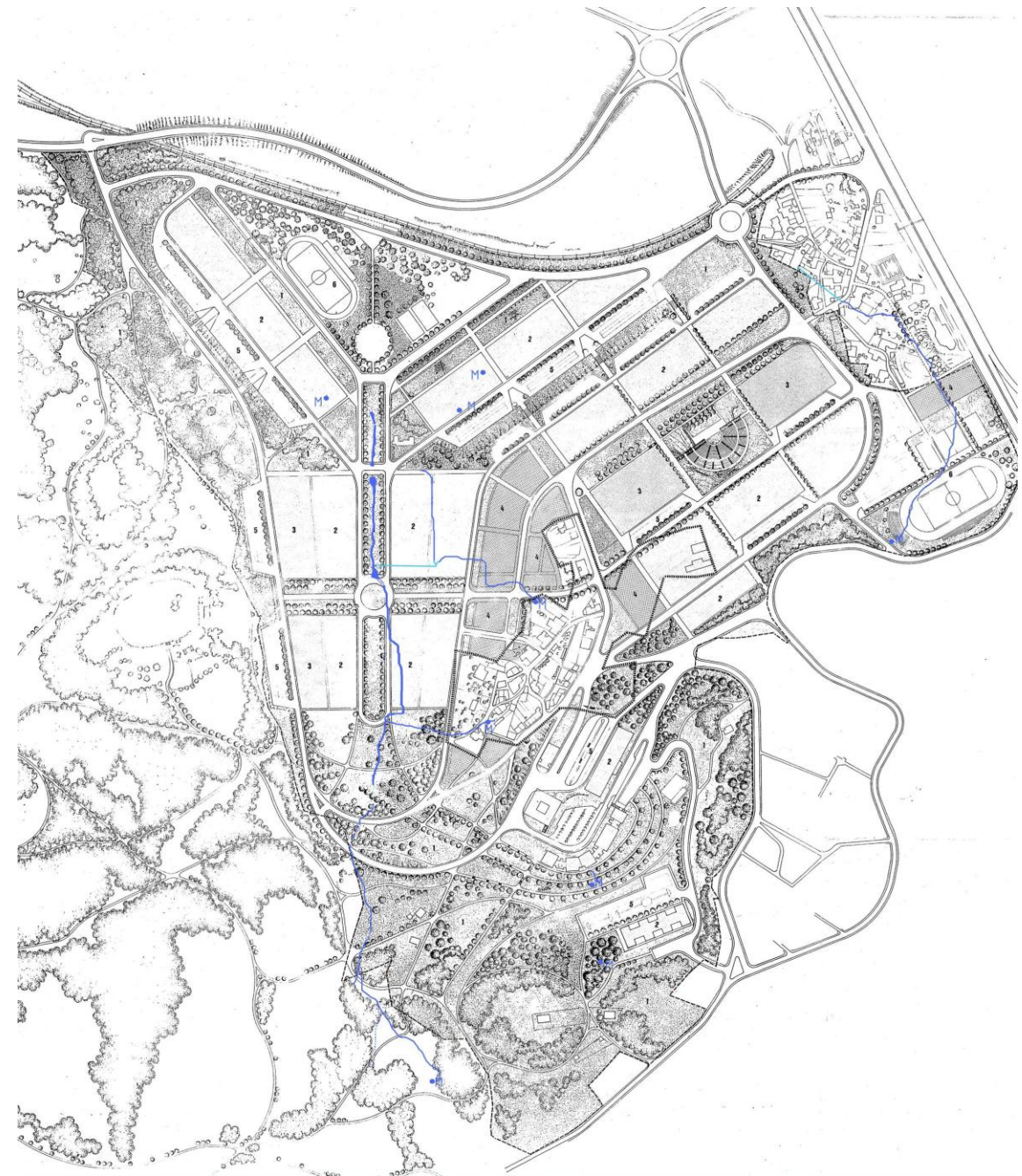
Plano n.º 4 Planeamento e ámbitos de protección

No plano n.º 5 poden observarse algunhas imaxes actuais do campus en relación cos cursos fluviais e as súas paisaxes.



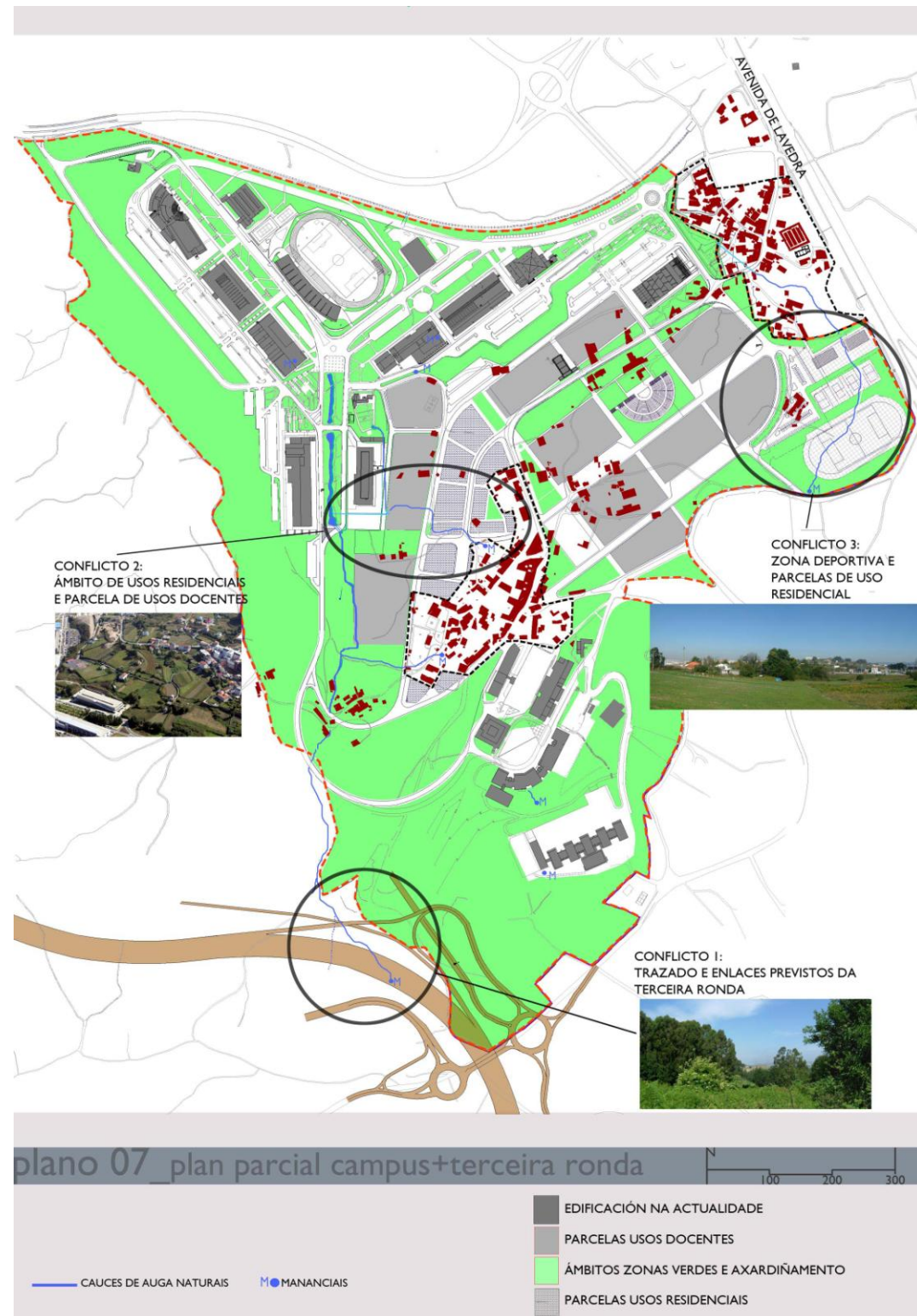
Plano n.º 5 Campus, estado actual

No plano n.º 6 obsérvase o plano parcial dos campus de 1990.



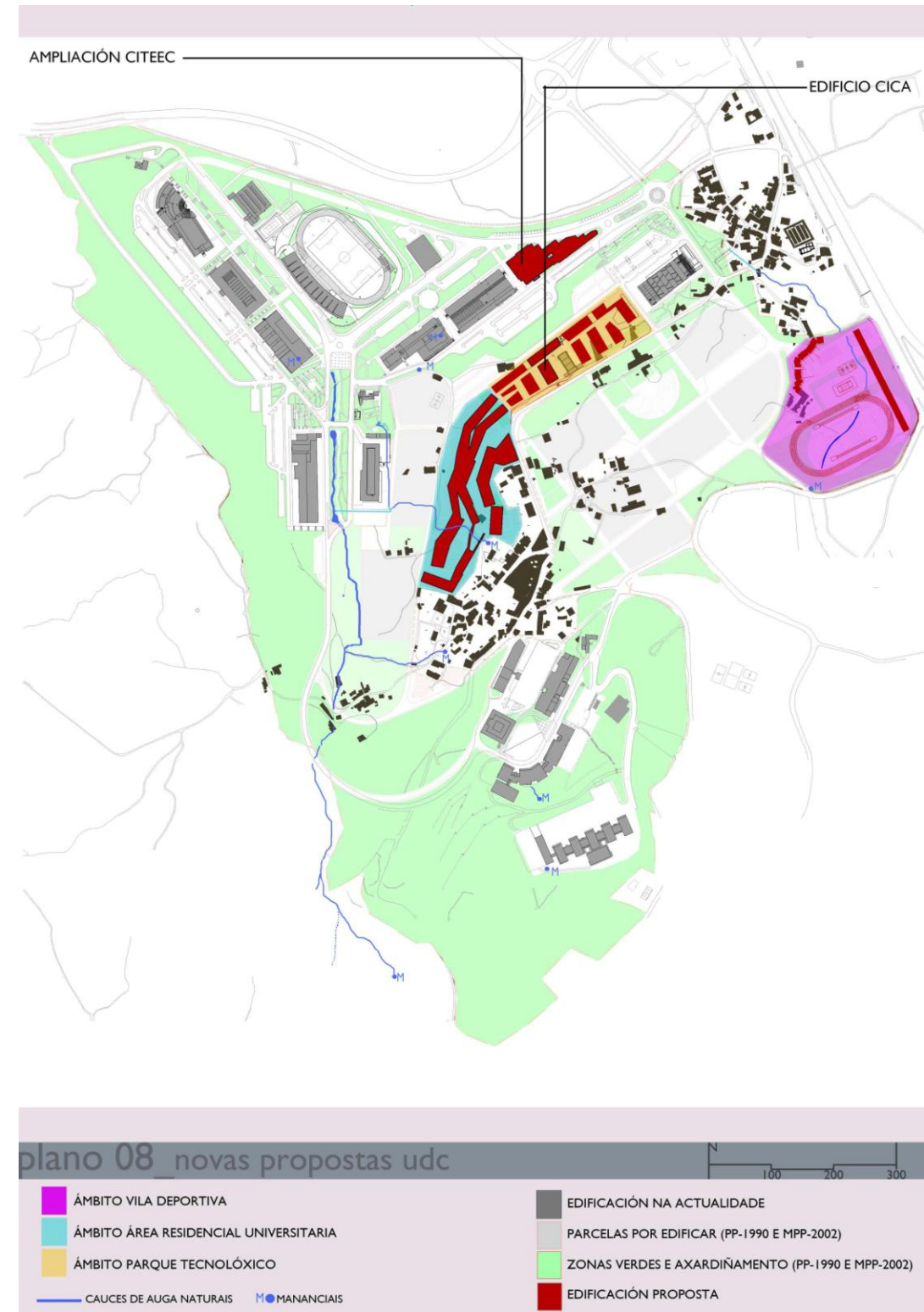
Plano n.º 6 Plan parcial do Campus do ano 1990

No plano n.º 7 pode verse o plano parcial de 2002 e as zonas de conflito territorial e ambiental cos actuais cursos fluviais.



Plano n.º 7 Plan parcial do Campus e a terceira ronda

No plano n.º 8 resúmense as novas actuacións propostas desde a UDC, moito máis respectuosas cos cursos fluviais.



Plano n.º 8 Novas propostas da UDC

O plano n.º 9 resume a rede de saneamento dos campus.

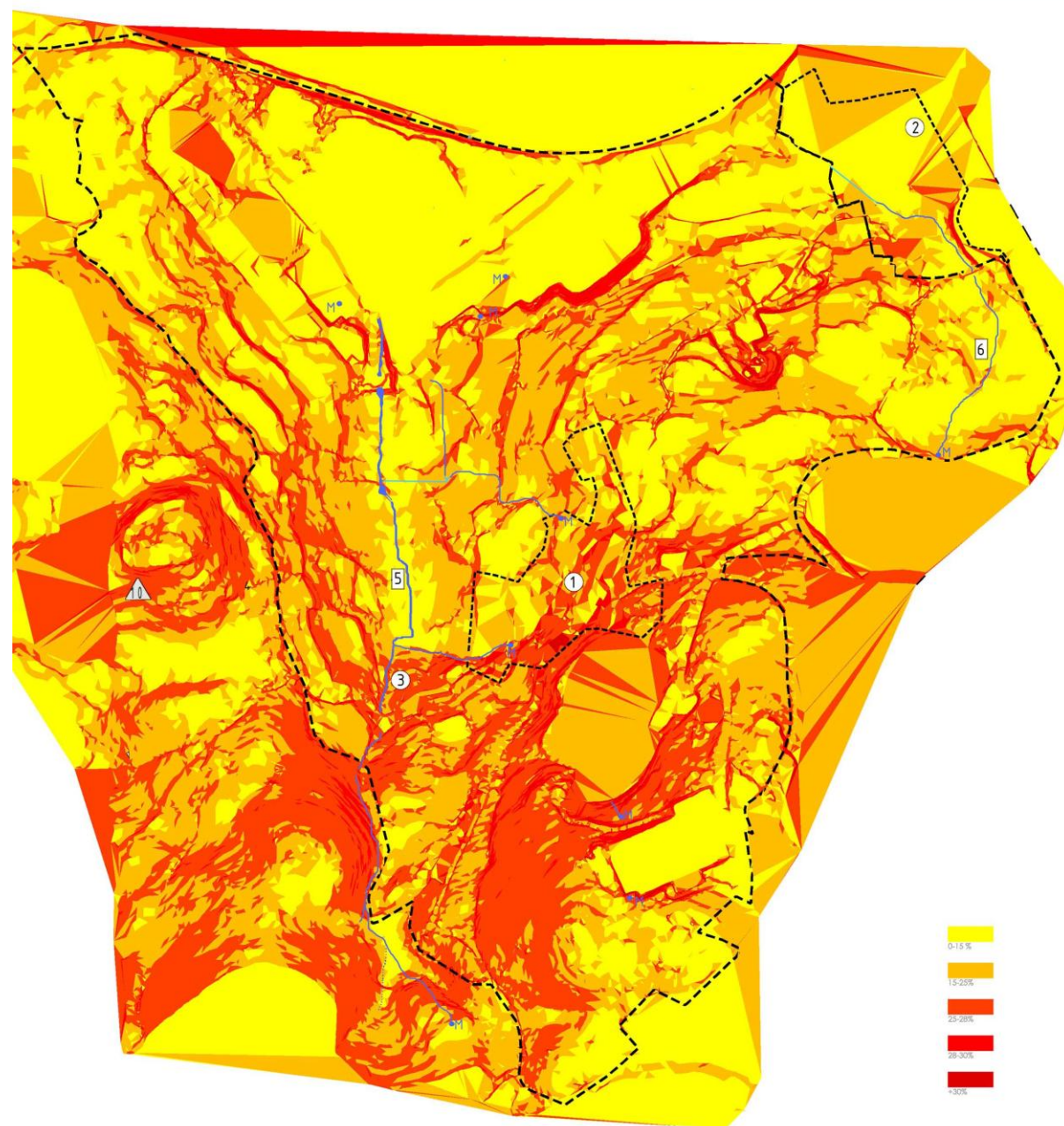


Plano nº 9 Rede de saneamento

Malia esta rede dispor nalgunhas zonas dunha tipoloxía separativa, o feito é que a medida que se avanza cara a augas abaixo vai converténdose nunha rede unitaria, polo que, en termos prácticos, pode dicirse que a tipoloxía é unitaria en xeral. Este é outro tema que cómpre revisar, dado que manter unha rede separativa, cando remata por converterse nunha unitaria, non é desde logo o máis doado.

Por outra banda, nos campus xorden varios mananciais, tal e como se pode comprobar no plano n.º 9, cuxas augas rematan na rede de saneamento, ao igual que o fan as augas dos cursos fluviais. A vertedura final prodúcese por detrás do Pavillón de Estudantes cara a augas abaixo e atravesa o terraplén da liña de ferrocarril.

A continuación preséntase o plano n.º 10, de pendentes, que nos indica a escasa superficie horizontal axeitada para a edificación e as vías de comunicación en xeral. Este feito, á parte de implicacións urbanísticas, ten outras relacionadas coa hidroloxía subterránea e superficial, a cobertura dos solos e os procesos erosivos que teñen lugar neles, as infraestruturas hidráulicas de transporte de augas potables e residuais etc.



Plano n.º 10 Pendentes

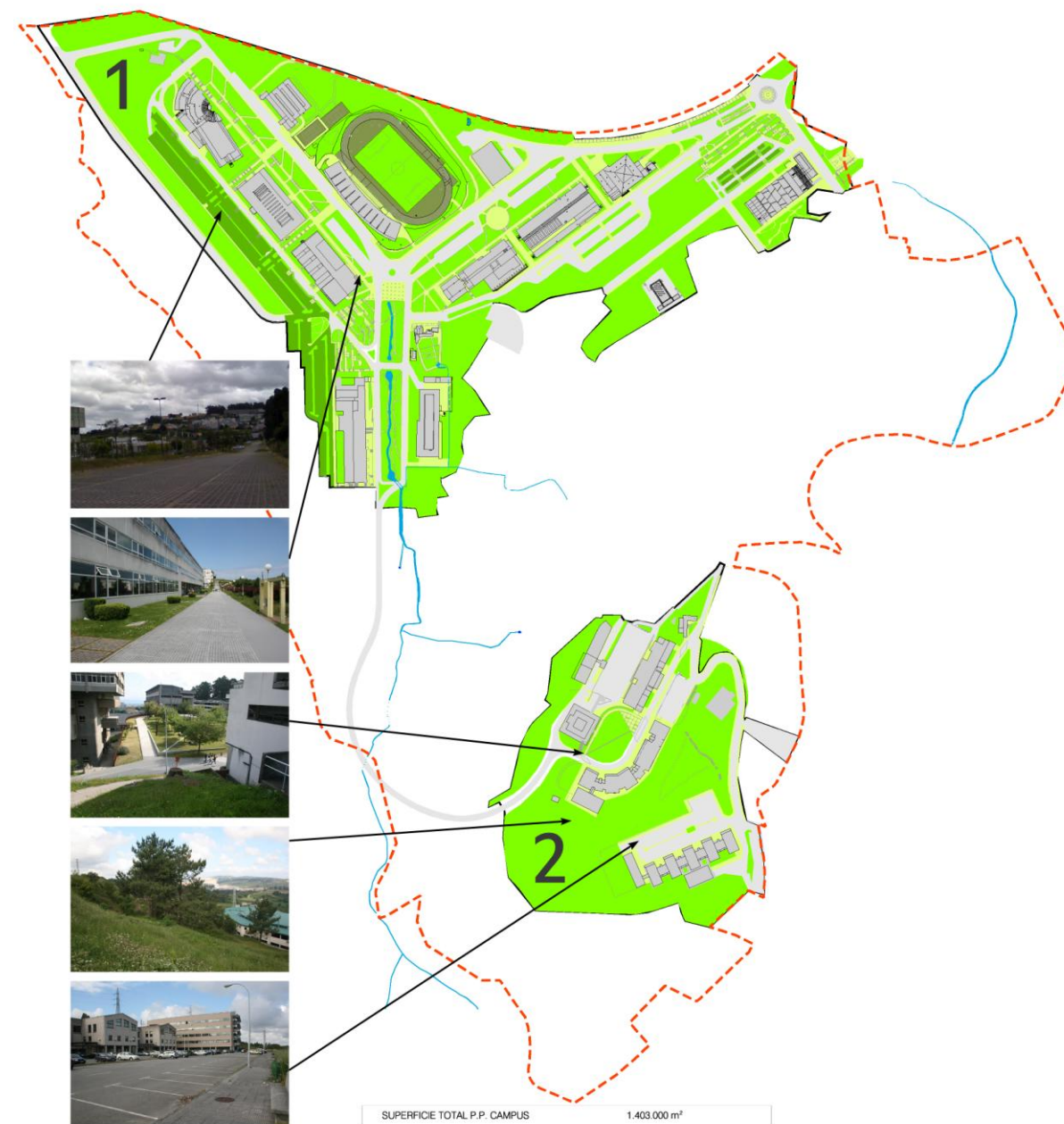
O plano n.º 11 resume os principais usos do solo distinguindo entre os de monte, prados, terreos cultivados e incultos, hortas, edificación, viarios con solo pavimentado e camiños sen pavimentar. Esta discretización de usos resultará fundamental, entre outros factores, á hora de estimar a mobilización da contaminación depositada na superficie do campus en tempo de chuvia.

No plano n.º 12 de coberturas do solo preséntase un esquema que resume as principais magnitudes de tipos de superficie no campus, distinguindo entre zonas verdes (axardinamento, pavimento peonil, tráfico rodado), aparcadoiros, edificación, pistas deportivas e aparcadoiros con solo drenante.

As superficies máis potencialmente xeradoras dunha contaminación susceptible de ser lavada polo escorrimento (tráfico rodado, aparcadoiros e edificación) suma xa preto da metade do total, o cal representa un índice suficientemente significativo desde un punto de vista ambiental, xa que esta contaminación pode provocar episodios moi tóxicos para a vida nos sistemas acuáticos receptores e, por tanto, nos ecosistemas que dependen deles.



Plano n.º 11 Usos do solo



SUPERFICIE TOTAL P.P. CAMPUS 1.403.000 m²

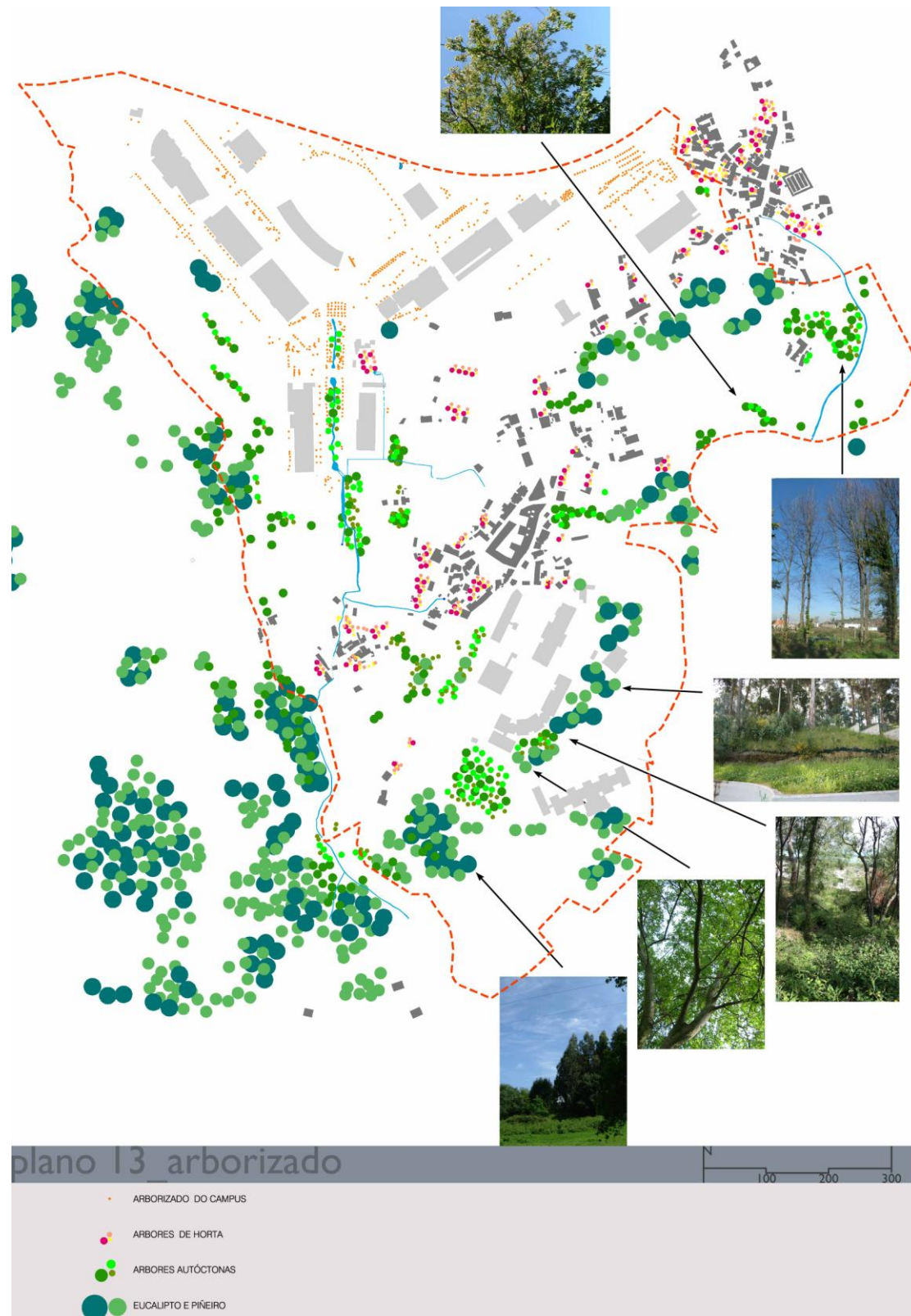
	ÁMBITO ELVIÑA	ÁMBITO A ZAPATEIRA
ZONA VERDE - AXARDIÑAMENTO	135.526 m ²	64.326 m ²
PAVEMENTO PEONIL	39.053 m ²	10.396 m ²
TRÁFICO RODADO - APARCADOIROS	72.463 m ²	26.901 m ²
EDIFICACIÓN	44.243 m ²	16.565 m ²
PISTAS DEPORTIVAS	10.331 m ²	-----
APARCADOIROS SOLO DRENANTE	12.990 m ²	-----
SUPERFICIE TOTAL	314.606 m ²	118.192 m ²

plano 12 coberturas do solo

1. ÁMBITO ELVIÑA
2. ÁMBITO A ZAPATEIRA

Plano n.º 12 Coberturas do solo

Finalmente, o plano n.º 13 presenta un esquema do arborizado en que se diferencia entre o do campus, as árbores de horta, as autóctonas e eucalipto e piñeiro.



3.2. A evolución histórica

Desde finais do século XIX, co pulo das novas industrias creadas na periferia urbana da cidade da Coruña e a importancia que gradualmente vai adquirindo o seu porto, a cidade irá medrando a seguir o trazado das principais estradas de acceso. Da implantación dun novo modelo económico que xa non se basea principalmente na agricultura, senón que se apoia nos emerxentes sectores secundario e terciario, resulta o trazado de importantes infraestruturas de comunicación a nivel supraurbano, como a liña ferroviaria vinculada ao tráfico portuario de principios do século XX e a avenida de Alfonso Molina ou a avenida de Lavedra na década dos cincuenta.

Deste xeito, o val de Elviña e o propio núcleo de San Vincenzo ficarían para sempre confinados entre uns límites impostos secamente pola expansión da cidade. Ambos os eixos provocaron operacións de desmonte e recheo considerables no bordo do asentamento, como son patentes nos taludes na zona onde se atopa a gasolinera, e convertéronse en barreiras case infranqueables para os residentes na pequena aldea. Os camiños tradicionais entre os distintos núcleos da daquela periferia da cidade, como o camiño de Eiris e o de Someso-Martinete, foron atravesados e cortados por estas novas vías de comunicación que impuxeron unha nova orde territorial.

Concibida como principal acceso á cidade, a avenida de Lavedra convértese a partir dos anos sesenta no eixo vertebrador do crecemento e a expansión do solo urbano: enlaza cos grandes polígonos industriais e comerciais a escala territorial mediante as conexións co Polígono da Grela-Bens e o de Pocomaco, así como a través da situación no sentido da saída da cidade de instalacións como a fábrica de Coca Cola -distribuidora para todo o norte de España-, os concesionarios da SEAT, Mercedes e Ford, e os primeiros grandes centros comerciais.

Tamén servirá de soporte dos primeiros polígonos residenciais, o de Elviña e o Barrio das Flores, desenvolvidos en fases sucesivas entre os anos sesenta e oitenta, e o de Matogrande na década dos noventa. A avenida favoreceu, así mesmo, as actuacións extensivas de vivendas unifamiliares no monte da Zapateira e as dotacións educacionais de nova creación, que pasan a ocupar parcelas próximas, como o Instituto de Formación Profesional Acelerada de Someso ou as instalacións do Campus Central da UDC. Equipamentos privados, como os colexios dos maristas e das xesuitinas abandonan a súa tradicional posición na cidade por presións urbanísticas e pasan a instalarse neste ámbito.

Na actualidade hai outros dous grandes polígonos que están a aparecer no val de Elviña, en ambas as marxes da avenida: o de Someso e o parque ofimático, que achegarán en conxunto máis de 4000 vivendas e decenas de miles de metros cadrados

de uso terciario, así como novos centros comerciais e importantes infraestruturas de enlace⁵.



FOTOPLANO VOO AMERICANO (1954). A AVENIDA DE LAVEDRA SUPUXO UNHA NOVA ACCESIBILIDADE DE CARÁCTER TERRITORIAL QUE CONDICIONOU INEVITABLEMENTE A EXPANSIÓN DA CIDADE. OS ELEMENTOS SITUADOS AO SEU REDOR SON REFERENTES A ESCALA SUPRAURBANA QUE TRANSFORMAN A ESTRADA NA «PORTA DE ACCESO E ESCAPARATE» DA CIDADE. ABAIXO, A AVENIDA EN 1957⁵



Fotografía da avenida de Alfonso Molina do ano 1957



Avenida de Alfonso Molina na actualidade (2007). Parte dos terreos da súa marxe dereita (sentido cara a augas abaixo), onde se situará o futuro parque ofimático, formaban parte da conca orixinaria do regato de Elviña na marxe dereita

4. Obxectivos

Os obxectivos do estudo gardan unha relación directa co que promulga a Directiva marco da auga 2000/60/CE e o Plan nacional de restauración de concas do Ministerio de Medio Ambiente de España.

- Acadar un adecuado estado ecolóxico das masas de auga existentes nos campus, fundamentalmente no que se refire aos cursos fluviais mencionados xa na parte introdutoria deste documento, así como ás distintas fontes e mananciais que xorden na área de estudo. Consegui-lo este obxectivo posibilitará, á súa vez, a axeitada saúde ecolóxica dos distintos ecosistemas asociados ao ciclo natural da auga e potenciará así a súa desexada biodiversidade. Neste sentido, cabe dicir que a integridade do sistema fluvial dos campus está seriamente danada e, xa que logo, habería que estudar a posibilidade de «reconectar» os tramos de río entre si e tamén coa conca principal de que eran afluentes nun principio. Esta restauración do sistema acuático no campus pode acadarse, por exemplo, con técnicas baseadas no aproveitamento das augas de escorrente procedente dos tellados das edificacións e instalacións existentes, de xeito que se incorporen ás concas fluviais mediante un sistema natural ou artificial de pequenas canles a partir dunha serie de estanques e zonas húmidas.

Este obxectivo debe ter implicacións no planeamento urbanístico do campus, xa que a planificación dos futuros usos do solo para o desenvolvemento da universidade debe facerse desde unha perspectiva ambiental de respecto ao recurso da auga e ao medio natural en xeral.

- Atinxir unha xestión sostible da auga no sentido de se achegar ao máximo á autosuficiencia da demanda do recurso, ademais de cumprir cos requisitos legais de vertedura segundo a lexislación vixente e acadar elevados niveis de prevención da contaminación química e difusa. Por tanto, debe vincularse o desenvolvemento urbano dos campus ao ciclo da auga na súa expresión local, para alcanzar, na medida do posible, a autosuficiencia da demanda no marco dunha xestión sostible da conca.

- Nun plano esencialmente de tipo cultural, favorecer a potenciación das oportunidades únicas que ofrece a existencia de cursos fluviais, zonas húmidas e mananciais dentro do ámbito de predominancia urbana. Ao mesmo tempo, este obxectivo deberá ir da man dun proceso de integración dos núcleos poboacionais

orixinais na vida universitaria dos campus e de recuperación dun patrimonio natural e paisaxístico rico e diverso ligado a unha cultura ancestral da auga.

- Finalmente, promover a divulgación dos resultados do estudo no ámbito universitario e na sociedade en xeral con dúas finalidades principais: a concienciación da necesidade dun desenvolvemento sustentable no que ten a ver co ciclo da auga e a súa vinculación co planeamento urbanístico e territorial, e a extrapolación da metodoloxía de estudo xunto cos resultados obtidos ás prácticas de deseño dos servizos relacionados co ciclo da auga en contornos urbanos.

A consecución destes obxectivos loxicamente redundará na minimización da pegada ecolóxica dos campus.

5. Metodoloxía

A continuación preséntase a metodoloxía empregada para acadar os obxectivos comentados na epígrafe anterior.

5.1. Coñecemento dos fluxos e masas de auga

Fluxos de procedencia externa

i. Auga potabilizada para abastecemento de edificios e rega

ii. Ríos e mananciais que nacen fóra do ámbito dos campus da UDC e que os atravesan

Neste sentido, faise necesaria a inclusión dos fluxos externos á conca de estudo xa que desde un punto de vista ambiental os fluxos naturais poden carrexar certa contaminación de fóra que haberá que ter en conta á hora de formular as posibles estratexias de descontaminación.

Por outra banda, e no que se refire ao abastecemento de auga potabilizada para o consumo humano, haberá que coñecer a demanda real para analizar a situación actual e fixar os obxectivos de redución propios dunha xestión sostible da auga.

Fluxos de procedencia interna

- i. Ríos, mananciais e pozos que nacen dentro do ámbito dos campus da UDC.
- ii. Augas residuais xeradas pola propia actividade dos campus, é dicir, as augas fecais, os refugallo dos laboratorios, as operacións de limpeza e mantemento etc. Neste sentido, faise necesario coñecer axeitadamente a rede de saneamento existente e a súa relación co medio receptor polo tema das verteduras.
- iii. As augas de escurramento que circulan polas canles de drenaxe, fundamentalmente as beiravías dos viais. Estas augas de escurramento, en xeral moi contaminadas pola limpeza que fan da superficie impermeable dos campus (tellados, viais, aparcadoiro...), rematan por introducirse na rede de drenaxe, que ben pode ser de tipo unitaria, en que se mestura coas augas fecais, ou ben de tipo separativo, en que existe unha rede propia de pluviais.

En calquera dos dous casos faise necesario coñecer ben a devandita infraestrutura, así como a súa relación co medio receptor, debido sobre todo aos alivios que se producen en tempo de chuvia e que tan prexudiciais efectos teñen desde o punto de vista ambiental sobre a biocenose dos ecosistemas acuáticos receptores.

Para isto, faise necesario:

Unha axeitada representación gráfica dos distintos fluxos tanto en planimetría como en altimetría. Haberá que representar a orixe, o percorrido, as infraestruturas asociadas e o destino de cada fluxo, para alén dos usos do solo que os alimentan, como a edificación, os viais, os aparcadoiros, as zonas verdes, cultivadas etc., dado que a contaminación específica que pode achegar cada un deles non é a mesma.

A ferramenta máis axeitada para cumprir co anterior obxectivo parcial é un sistema de información xeográfica ou SIX. Doutra parte, nas infraestruturas asociadas, haberá que ter en conta cando menos os seguintes elementos:

- Rede de sumidoiros
- Pozos de bombeo das augas pluviais e sistemas filtrantes
- Pozos de bombeo das augas fecais
- Alxibes contra incendios
- Alxibes de abastecemento
- Foxas sépticas

Unha vez se teña perfectamente representados os distintos fluxos de auga, naturais e antropizados, cómpre desenvolver un proceso de caracterización destes, xa que será básico á hora de formular estratexias aplicables ao caso que nos ocupa. Esta caracterización deberá ser tanto cuantitativa como cualitativa.

A caracterización cuantitativa fai referencia ao réxime de caudais de cada un dos fluxos, mentres que a cualitativa reflectirá a calidade da auga.

Para acadar estes obxectivos será preciso realizar campañas de campo coa monitorización dunha serie de seccións de control e a análise posterior en gabinete dos datos obtidos. No caso da caracterización cualitativa, ademais haberá que realizar unha análise de mostras en laboratorio para medir as concentracións de contaminantes presentes nas augas.

No deseño das campañas de campo hai que ter presente a estacionalidade naqueles parámetros que así o precisaren. Máis adiante especificáanse os criterios en que se debe basear a devandita caracterización.

5.2. Diagnóstico da situación actual e definición da situación obxectivo

O seguinte paso é establecer unha ferramenta de avaliación da situación actual da xestión da auga nos campus mediante o emprego dun sistema de indicadores. Isto permitiranos avaliar onde estamos e o que precisamos facer para colocarnos na situación obxectivo. Por tanto, este sistema de indicadores deberá servir tamén para definir a devandita situación obxectivo, e poder así medir os avances producidos de cara ao seu logro.

O sistema de indicadores deseñado debe responder aos retos formulados anteriormente, é dicir, estar en consonancia coa Directiva marco da auga, pero ademais deberá ter en conta tamén o Plan nacional de restauración de ríos do Ministerio de Medio Ambiente, que promulga, entre outros, os seguintes:

- *A xestión e conservación dos cursos fluviais deberán estar baseadas nos conceptos de integridade (presenza nun ecosistema de todos os elementos e procesos que lle son propios, e como consecuencia, a capacidade de perpetuar o seu funcionamento no tempo e de poder recuperarse tras unha perturbación) e saúde ecolóxica (capacidade do ecosistema para soster a súa estrutura e función ao longo do tempo de forma compatible con certo grao de estrés externo). Enténdese que un ecosistema cun bo nivel de integridade ou saúde ecolóxica constitúe un capital natural, xa que algunhas das súas funcións ecolóxicas xeran beneficios á sociedade, teñan ou non valor económico no mercado.*

- *A escala da paisaxe, a saúde do ecosistema debería implicar o mantemento dos bens e servizos proporcionados por todos os elementos do mosaico. Unha paisaxe en bo estado de saúde é capaz de proporcionar bens e servizos ambientais derivados tanto dos ecosistemas naturais como dos seminaturais e artificiais sen que isto comprometa o seu futuro. O ciclo da auga representa o proceso chave sen o cal o resto de procesos e os servizos asociados non están garantidos.*
- *Para asegurar o anterior haberá que definir os espazos protexidos dentro da unidade de xestión a través do seu planeamento urbanístico. O obxectivo final é manter a sostibilidade do fluxo de bens e servizos dos ecosistemas, tanto protexidos como non.*

Tal e como se comentou na introdución deste documento, incorporaranse ao sistema de indicadores os avances que se están a facer nas universidades españolas a través do Grupo de Traballo sobre Calidade Ambiental e Desenvolvemento Sostible da Conferencia de Reitores das Universidades de España (CRUE). Así, cabe salientarmos cando menos os seguintes indicadores de sustentabilidade en relación coa xestión da auga:

- Taxa unitaria de consumo de auga
- Porcentaxe (%) de augas depuradas
- Porcentaxe (%) de reutilización
- Taxa de infiltración de augas pluviais
- Bioindicadores do estado ecolóxico das augas

5.3. Definición de estratexias

Unha vez perfectamente caracterizadas as situacións actual e obxectivo da xestión da auga nos campus da UDC a través do sistema de indicadores deseñado para os efectos, cómpre formular un abano de posibles estratexias de actuación para acadar os obxectivos fixados.

Para isto, a UDC conta entre o seu persoal docente e investigador cunha serie de especialistas nas distintas áreas de coñecemento que son necesarias para a correcta realización do estudo.

A continuación faise un adianto das liñas de traballo máis importantes, aínda que, loxicamente, co desenvolvemento do estudo e a obtención dos resultados de campo poderán abrirse novas perspectivas que non se consideran de partida. Ao final do documento descríbese brevemente o estado da arte nas distintas áreas de estudo:

as concas naturais, os saneamentos ecolóxicos, a xestión do escurramento urbano e as principais técnicas de optimización do consumo de auga en instalacións e equipamentos.

Desde a perspectiva da Directiva marco da auga:

– Optimización da demanda pública a partir de medidas de aforro nos distintos centros de consumo dos campus. Neste sentido, poden citarse algunhas das posibles actuacións:

- Instalación de cisternas de descarga interrompida nos inodoros. Esta medida supón un aforro de auga da orde do 50% se a súa utilización é a correcta.
- Implementación de billas temporizadas, inodoros con sistemas de descarga interrompida ou dupla, perlizadores etc.
- Campañas de sensibilización, fundamentalmente entre o estudiantado.

– Redefinición sustentable dos actuais usos da auga en función da súa calidade

Tal e como se comentou con anterioridade, os campus da UDC conta con numerosos mananciais cuxas augas rematan na rede de sumidoiros. Xa que logo, unha primeira estratexia é a de separar en orixe estes fluxos de auga natural e destinalos aos usos propios da calidade que teñen. Para isto, proponse analizar a posibilidade de construír unha rede propia de auga natural procedente de mananciais e fontes co fin de optimizar a súa distribución polos campus en función da nova redefinición de usos que se fixer.

– Optimización do aproveitamento das augas residuais urbanas

a) Análise do aproveitamento das augas pluviais procedentes do escurramento e as residuais que se xeran no ámbito dos campus mediante técnicas de xestión do escurramento urbano e de reutilización das augas residuais. Neste sentido, haberá que estudar a viabilidade de facer unha depuración o máis sustentable posible das augas residuais e sempre co enfoque da posibilidade de reutilizar unha porcentaxe en función dos usos previstos. Este feito levaría aparelado o deseño e a construción dunha rede de augas reutilizadas nos campus.

b) Na parte dedicada á depuración, haberá que ter en conta as augas procedentes de laboratorios docentes e outros centros de investigación dos campus que poden carrexar substancias perigosas ou que dificulten o proceso biolóxico dos posibles sistemas de depuración de augas previstos.

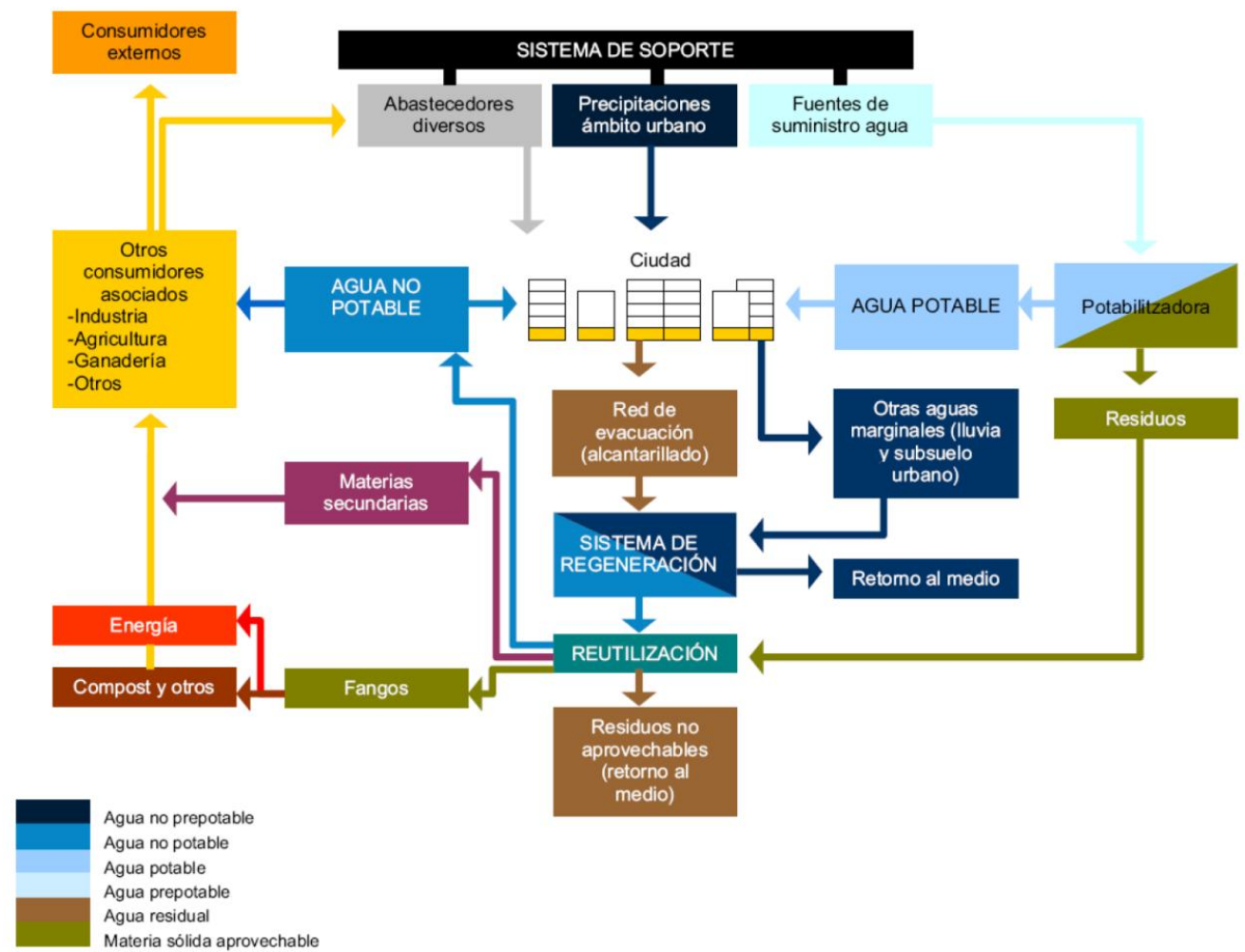
c)

– Minimización das perdas dos sistemas infraestruturais

Procederáse a realizar un levantamento completo das redes de saneamento e de abastecemento, así como unha inspección do seu estado tanto exterior como interior. Toda a información será introducida nun SIX acompañada dunha reportaxe en vídeo e fotográfica. Unha vez feita esta campaña de recoñecemento, estudaranse as posibles solucións dirixidas á optimización das redes, así como á minimización das posibles perdas e/ou infiltracións nelas: na de abastecemento estas medidas presentan unha clara sinerxía co obxectivo da minimización do consumo, e na rede de saneamento os resultados que se atinxiren terán un efecto notable no aspecto ambiental, por exemplo na calidade das augas do subsolo, mais sobre todo nos períodos de chuvía en que se poden producir alivios prexudiciais aos medios acuáticos receptores, tanto de se tratar dunha rede unitaria como separativa.

Toda esta información deberá servir, así mesmo, para desenvolver os pregos de condicións técnicas que teñen que incluír os procesos de contratación de obras por parte da UDC, tanto no que afecta ao deseño e á execución das redes interiores e exteriores aos edificios como ao deseño das propias edificacións e instalacións.

No seguinte esquema, a título orientativo, preséntanse os distintos fluxos de auga e materia sólida nun ámbito urbano, en que se intenta pechar ao máximo o ciclo da auga.



Desde a perspectiva da restauración de concas naturais

Atendendo á política de restauración de concas do Ministerio de Medio Ambiente, que por outra banda está en perfecta sintonía coa Directiva marco da auga, será necesario determinar a saúde ecolóxica dos diferentes cursos fluviais mediante unha análise de presións e os posibles efectos destas, como por exemplo:

- A invasión de ribeiras propia do proceso urbanizador, da agricultura, da gandaría, as plantacións arbóreas etc.
- Cambios no réxime hídrico
- Obstáculos na conca

- A alteración da dinámica natural e a morfoloxía dos cursos fluviais.
- A desconexión do nivel freático.
- As verteduras puntuais e a contaminación difusa urbana e rural.

Por exemplo, nos campus hai instalados un número elevado de travesas de tren antigas tratadas con creosota, substancia que contén hidrocarburos aromáticos canceríxenos. Na actualidade están a retirarse en moitas partes do mundo e sería necesario facer un estudo do risco ambiental potencial e de contaminación das augas naturais.

- A deterioración da calidade da auga
- A indefinición do dominio público hidráulico, para o que haberá que definir os ámbitos de protección territorial como espazos de liberdade fluvial, é dicir, a zona fluvial, o sistema hídrico e as zonas inundables
- A paisaxe natural, artificial, os seus encontros, os equilibrios co urbano, o rural

Para a análise das concas fluviais faise necesario realizar campañas de caracterización de parámetros biolóxicos, hidroxemorfolóxicos e fisicoquímicos, ademais da caracterización dos distintos ecosistemas asociados.

5.4. Ferramentas

Para pór en práctica a análise das posibles estratexias que se seguirán, requirirase, entre outras cousas, elaborar ferramentas de simulación por ordenador que permitan formular distintos escenarios e avaliar as consecuencias derivadas a baixo custo.

Estas ferramentas, unha vez calibradas e validadas, servirán tamén como elementos de xestión á hora de tomar calquera decisión de actuación no campus da UDC que repercuta sobre o ciclo da auga, como por exemplo as decisións relacionadas co planeamento, a tipoloxía edificatoria, as instalacións dentro e fóra dos edificios etc.

Servirán, por tanto, para cruzar as distintas políticas de actuación en materia de infraestruturas e medio, e analizar así posibles sinerxías e/ou efectos contraditorios entre elas.

5.5. Programa de seguimento ambiental

Elaborarase un programa de seguimento ambiental co fin de analizar os avances acadados nas distintas estratexias formuladas cara á consecución dos obxectivos fixados.

O programa deberá ser coherente co sistema de indicadores ambientais deseñado.

5.6. Programa de divulgación

Elaborarase un programa de divulgación da xestión sustentable da auga da UDC con difusión tanto no contorno universitario como no espazo exterior, en particular no contorno máis inmediato, que é o propio da cidade da Coruña.

6. Estado da arte das distintas disciplinas implicadas

6.1. AS CONCAS NATURAIS. INDICADORES BIOLÓXICOS DA CALIDADE DA AUGA

O campus de Elviña conta con dúas concas naturais, o río Lagar e o regato de Elviña. Son concas pequenas e alteradas, onde ademais cultivos e xardíns invaden as ribeiras, mais nas cales son aínda viables traballos de restauración que permitirían a súa recuperación e protección. Estas concas resultan moi valiosas pola súa situación, xa que a cidade da Coruña non conta no seu casco urbano con medios acuáticos naturais, debido a que a maior parte deles foron canalizados e drenados ao longo da historia. Por isto, a recuperación dos regatos do campus suporá a protección dos case últimos medios acuáticos naturais que aínda se conservan arestora na cidade, o que engadirá interese á hora de seren empregados en programas de educación e divulgación ambiental.

En consonancia co recollido na Directiva marco da auga, é importante determinar non só a calidade química da auga destas concas, senón tamén a calidade biolóxica que permita determinar a estrutura da súa biocenose. Para isto deben empregarse indicadores biolóxicos de calidade, como a composición e abundancia da flora acuática e das beiras dos cursos de auga, ou da fauna bentónica de invertebrados. Serán precisamente estes grupos biolóxicos os que se empreguen nas actividades docentes e de divulgación.

Loxicamente, para atinxir unha axeitada clasificación dos cursos fluviais do campus, haberá que determinar as presións que sofren e que gardan relación co seu réxime de caudais, a estrutura do seu hábitat, a calidade da auga (comentada antes), as fontes de alimento e as interaccións bióticas. Todos estes aspectos terán que ser avaliados de cara a obter un axeitado plan de restauración dos ríos e un modelo de xestión deles.

Obxectivos

Os principais obxectivos que se pretende acadar son estes:

- A restauración da vexetación acuática e de ribeira
- A restauración das canles (eliminación de verteduras e permeabilización de certos tramos) de forma que se permita a recolonización do medio por parte da flora e dos macroinvertebrados acuáticos
- A elaboración de programas de monitorización dos parámetros ecolóxicos (fauna e flora acuáticos e de ribeira)
- O deseño e emprego dos programas de seguimento ambiental para a docencia práctica do alumnado da UDC de diversas materias curriculares
- A colaboración en programas de voluntariado ambiental, dirixidos tanto ao alumnado da UDC como a diversos colectivos cidadáns, que poderán ser coordinados pola Oficina de Medio Ambiente da UDC

A vexetación acuática e a de ribeira xogan un papel fundamental nos medios acuáticos de augas correntes, pois a escaseza de produtores primarios neles fai que as cadeas tróficas dependan case por completo das achegas da vexetación. Por isto, o deseño do proxecto de restauración dos regatos debe ser a primeira tarefa que se realice. Na actualidade o Ministerio de Medio Ambiente ofrece unha guía metodolóxica de proxectos de restauración (<http://www.restauracionderios.org/pnrr/metodologia0.htm>) co fin de facilitar a redacción das memorias técnicas dos proxectos.

Paralelamente debe establecerse unha rede de monitorización dos parámetros ecolóxicos, coa recollida periódica de información sobre parámetros florísticos, faunísticos e hidrolóxicos, o que permitirá ver a evolución do ecosistema desde o inicio dos traballos e facer un seguimento periódico do seu estado. Na actualidade existen protocolos normalizados para a recollida dos datos, como os publicados pola Confederación Hidrográfica do Ebro na seguinte páxina web:

<http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/Calidad/dma/indicadoresbiologicos/protocolos.htm>.

Aínda que os regatos precisan das actuacións mencionadas, certas materias impartidas en titulacións da UDC empregan estas conchas para a docencia práctica dos alumnos. As melloras que se realicen permitirán aumentar a calidade destas prácticas, e mesmo ampliar o número de materias que empreguen estes recursos na súa docencia.

A vexetación acuática, a de ribeira e os macroinvertebrados bentónicos acuáticos teñen sido recomendados como indicadores da calidade dos medios acuáticos desde antigo. Tanto é así que na actualidade estes grupos biolóxicos son empregados en numerosos programas de educación ambiental. Así, dentro da Estratexia nacional de restauración de ríos, o Ministerio de Medio Ambiente desenvolve o Programa de voluntariado en ríos, onde numerosas asociacións traballan a prol da conservación do patrimonio natural e cultural dos ríos, e son frecuentes os documentos que fan referencia ao uso destes bioindicadores. Por isto, o coñecemento da fauna e da flora acuáticas e de ribeira dos campus permitirá á UDC promover a colaboración con asociacións interesadas na educación ambiental.

Métodos para a avaliación do estado dos ríos

• Avaliación biolóxica

Os actuais programas de monitorización de ríos veñen da teoría da integridade ecolóxica, a cal di que un ecosistema mantén a súa integridade só cando o patrón dos procesos internos e externos e as interaccións entre os atributos do ecosistema producen unha comunidade biótica que corresponde aos hábitats específicos da rexión no seu estado natural (Karr, 1981).

Existen fundamentalmente tres metodoloxías para a avaliación biolóxica:

- a) A aproximación métrica simple baseada nun simple parámetro para cada indicador, por exemplo, a riqueza de especies, a densidade de individuos, a semellanza e diversidade das comunidades (índice IBMWP, índice ASPT, índice da fauna fluvial danés ou índice biótico belga etc.) etc.
- b) A aproximación multimétrica, a cal agrega diversas métricas, como por exemplo o índice de integridade biótica para macroinvertebrados ou para vida piscícola.
- c) A aproximación multivariante, baseada nas medidas das relacións matemáticas entre mostras (similaridade na estrutura de dúas comunidades) para dúas ou máis variables (por exemplo, a presenza cualitativa/ausencia de especies, a abundancia cuantitativa ou biomasa das especies) –coeficiente de similaridade de Jaccard, análises tipo clúster, análise discriminante, técnicas de ordenación, modelos lineais

xeneralizados, regresións loxísticas e modelos bayesianos (Lapinska, 2004; Dahl, 2004).

A elección do modelo de aproximación e a súa aplicación depende do número de factores estresantes que afectan ao medio e dos obxectivos formulados para o estudo en cuestión.

- Avaliación física e xeomorfolóxica

A calidade do hábitat condiciona e supón o soporte para os procesos biolóxicos e as dinámicas dos ecosistemas que conforman o río, e por tanto os distintos métodos actuais de avaliación biolóxica xa incorporan protocolos de avaliación física para poder describir as condicións do hábitat nos indicadores de biota como, por exemplo, os métodos propostos polo Reino Unido (SERCON) ou The River Habitat Survey (RHS).

Estes métodos de avaliación física inclúen a caracterización xeomorfolóxica do leito do río, así como a do seu val, a distribución dos hábitats dentro da conca, a presenza e diversidade de substratos, vexetación, campo de velocidades, a penetración da luz e a preservación das características lonxitudinais do sistema (zonificación).

A continuación preséntanse fotografías dun punto onde se teñen desenvolvido prácticas para a toma de mostras de macroinvertebrados.



Alumnos da Facultade de Ciencias tomando mostras de macroinvertebrados no río Lagar

Algúns macroinvertebrados comúns nas augas doces galegas

6.2. SANEAMENTOS ECOLÓXICOS

O saneamento no ámbito dos campus da Coruña da UDC está a ser planificado seguindo os modelos convencionais de evacuación e centralización das augas residuais para o seu futuro tratamento nunha EDAR que se construíra en Bens. Este modelo de saneamento deberá ser complementado cando menos con medidas de prevención en orixe tendentes a alcanzar os seguintes obxectivos:

- Prevención da contaminación química, para reducir na medida do posible a vertedura á rede de sumidoiros de substancias químicas procedentes do traballo en laboratorios e outras actividades.
- Redución do consumo de auga potable, para evitar o impacto da súa detracción do medio natural e a dilución dos residuos evacuados á rede.
- A separación de pluviais co mesmo obxectivo de reducir os caudais de augas residuais.

As medidas anteriores xustifícanse ademais polo feito de que mentres os custos de depuración son proporcionais ao caudal de auga residual xerado, de forma que aumentan coa dilución, a eficiencia potencial do proceso depurativo é inversamente proporcional e diminúe coa dilución.

Para alén destes obxectivos, poden enfrontarse outros máis avanzados e que se sitúan no ámbito dun modelo de saneamento verdadeiramente ecolóxico. Por isto, presentaremos primeiro algunhas cuestións xerais sobre este modelo, para despois detallarmos propostas máis concretas.

Nova filosofía do saneamento ecolóxico (ECOSAN): pechar ciclos, reutilizar recursos

O sistema convencional de saneamento é fundamentalmente un sistema de tipo lineal, ou de fin de tubo, en que se malgasta auga de alta calidade (auga potable ou de beber) para transportar residuos e introducilos no ciclo da auga, o que ten como consecuencia diversos impactos ecolóxicos, problemas de saúde e escaseza de auga. Seguirmos este modelo é totalmente contrario aos obxectivos de desenvolvemento do milenio, afirma a UNESCO (2006). Este proceso «lineal» leva a unha perda continuada de nutrientes desde a agricultura até as augas, a través da alimentación humana.

O novo paradigma do saneamento baséase en enfoques ecosistémicos e no peche dos ciclos dos materiais (UNESCO, 2006; Novotny e Brown, 2007). Non pretende favorecer un determinado tipo de tecnoloxía, senón que se trata dunha nova filosofía que busca recuperar os recursos contidos nos residuos (materia orgánica, nitróxeno, fósforo, potasio, enerxía...) no canto da súa eliminación.

Na práctica, unha estratexia frecuente no saneamento ecolóxico consiste na recollida separada e o tratamento específico de feces, ouriños e augas grises, o que minimiza as necesidades de auga fresca para transportar os refugallos e simplifica os tratamentos de cada fracción de cara ao seu aproveitamento. Se a reutilización agrícola aparece como a opción dominante, existen moitas outras vías de aproveitamento, como a reutilización doméstica das augas grises para as cisternas, como auga de proceso para a industria, e o seu uso para a recarga de acuíferos e para fins recreativos e paisaxísticos.

A separación en orixe das correntes residuais (véxanse no Cadro I as súas características diferenciadas) pódese levar a cabo cos seguintes criterios (Lens *et al.*, 2001; UNESCO, 2006):

- Augas negras: mestura de feces e ouriños con ou sen auga de evacuación
- Augas amarelas: ouriños, sós ou mesturados con augas de evacuación
- Augas marróns: feces e augas de evacuación
- Augas grises: augas de lavadora, duchas, lavabos... (pode incluír ou non as augas da cociña, mais non os efluentes de retretes)

Cadro I. Características das principais correntes residuais xeradas no saneamento doméstico

Fracción	Características xerais
Feces	<ul style="list-style-type: none">– Hixiene como aspecto crítico: patóxenos e enfermidades infecciosas de orixe hídrico– Contén materia orgánica, e en menor proporción nutrientes– Mellora a calidade do solo e a capacidade de retención de auga– Produción media: 50 kg por persoa e ano– Precisa estabilización
Ouriños	<ul style="list-style-type: none">– Hixiene como aspecto non-crítico– Contén a maior parte dos nutrientes dispoñibles para as plantas– Pode conter hormonas e residuos de produtos farmacéuticos– Produción media: 500 l por persoa e ano– Non precisa estabilización
Augas grises	<ul style="list-style-type: none">– Hixiene: ausencia de riscos, polo xeral– Pode conter substancias moi diversas

	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo contido en materia orgánica e en nutrientes: tratamento simple - Produción media: de 25 000 a 100 000 l por persoa e ano
--	---

O tratamento específico debe definirse en función das características das correntes recollidas e das opcións de recuperación e aproveitamento dos recursos. Aparecen así distintas opcións tecnolóxicas, segundo podemos ver no Cadro II.

A xestión integral dos servizos hídricos

Moitas cidades e áreas urbanas están inmersas nun proceso de integración dos servizos de subministro de auga, xestión de augas residuais e xestión do escurremento xunto coa xestión dos residuos orgánicos e a paisaxe (Novotny e Brown, 2007). Trátase dunha resposta á necesidade de aumentar os beneficios económicos e sociais das infraestruturas e enfrontar a transición desde os sistemas lineais de «transporte rápido e eliminación» a aqueles outros de reutilización e reciclaxe dos recursos (de tipo cíclico ou en circuitos pechados) e de maior autosuficiencia. Así, as infraestruturas urbanas deben concibirse para satisfacer necesidades múltiples e xerar beneficios múltiples.

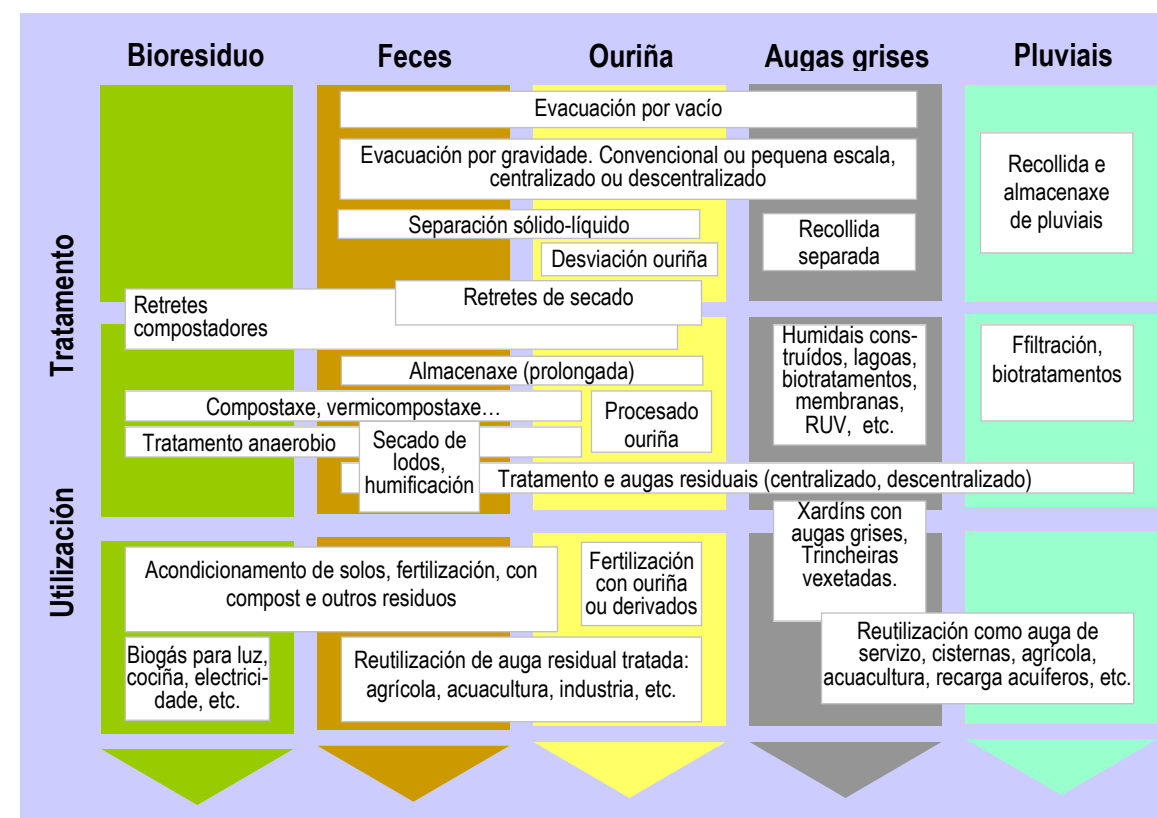
Existe entón unha demanda crecente para a recuperación e reutilización de augas. Isto crea preocupación arredor da calidade das augas recuperadas e a saúde pública, ao tempo que ofrece un enorme potencial para a sustentabilidade e un servizo menos dependente de recursos esgotables e, en ocasións, alleos. Estanse a xerar, por tanto, novas necesidades de investigación e educación, e os campus universitarios ofrecen unha oportunidade única para desenvolver, experimentar e consolidar novos modelos de uso e xestión da auga.

Cadro II. Opcións de recollida, tratamento e reutilización de augas residuais

Cómpre termos en conta a idea básica de que non todos os usos requiren auga da mellor calidade (potable). Deste modo, unha maior sustentabilidade pode definirse en función de dous indicadores: a) da proporción en que augas tratadas e augas de chuvia son reutilizadas en procesos que non requiren auga potable, tales como moitos usos de rega ou de auga para cisternas e retretes; b) da porcentaxe en que os diferentes recursos, finitos ou renovables, son recuperados e aproveitados dentro de esquemas circulares de produción.

Mais non só se debe facer o esforzo por reutilizar a auga, senón que tamén se debe pechar o ciclo dos residuos producidos –por exemplo, dos lodos acumulados no sistema de colectores de augas residuais– sempre que se cumpran os límites legais de

metais pesados e contidos nitroxenados. Así, xa existen experiencias piloto en que se aproveita este material en leiras (desconectadas do *buffer* das conchas fluviais) para producir biomasa, dado o alto contido en nutrientes que teñen estes residuos. Esta biomasa pode producir bioenergía, que reduce a emisión de CO₂ á atmosfera e, por tanto, favorece o cumprimento da Directiva comunitaria 2001/77/CE no que respecta ao emprego de enerxías renovables.



Niveis de actuación

Dentro deste concepto de saneamento ecolóxico, podemos considerar as seguintes medidas de redución do caudal e da contaminación das augas, así como de saneamento e depuración sustentables:

1. A modificación dos hábitos cotiáns de uso da auga
2. Os equipamentos de baixo consumo de auga fresca
3. O aproveitamento dos recursos contidos nos residuos e nas augas residuais

4. A recollida separada e o tratamento específico de diferentes correntes residuais e a súa reutilización total ou parcial
5. As tecnoloxías de depuración naturais e de baixo custo

A realización de campañas de redución do consumo de auga teñen no ámbito da UDC un potencial educativo e concienciador importante, no só en relación cos propios consumos internos, senón tamén na actividade cotiá dos membros da comunidade universitaria fóra xa deste ámbito. Presentan o mesmo potencial a existencia correctamente identificada, o uso e a divulgación de equipamentos de baixo consumo.

Con todo, o verdadeiro potencial de sustentabilidade nos campus da UDC aparece no tocante ás medidas do tipo 3 e 4 indicadas máis arriba, en razón do ámbito tecnolóxico e formativo en que se poderían introducir e experimentar, e tamén polo efecto multiplicador da aprendizaxe na universidade e a posterior práctica profesional das persoas tituladas.

Entre as actuacións que podemos considerar estarían as seguintes:

- Campaña de aforro de auga potable
- Campaña de prevención das verteduras e a contaminación química (refugallos químicos en laboratorios)
- Programa de introdución progresiva de equipamentos aforradores de auga
- Programa de separación das augas grises, depuración e reutilización
- Sistema de saneamento ecolóxico nun edificio da UDC que sirva como proxecto piloto e demostrativo, ligado a un proxecto de agricultura sustentable nun campus
- Instalacións demostrativas de sistemas de depuración natural (zonas húmidas construídas etc.)
- Uso ambiental e paisaxístico das augas recuperadas (augas de chuvia, augas de mananciais e drenaxes, augas residuais depuradas etc.)
- Substitución do uso de auga potable para a rega das áreas verdes por augas recuperadas ou rexeneradas

As dúas primeiras campañas, de tipo divulgativo, poden unirse nunha única cando menos naqueles ámbitos (edificios, titulacións) en que existen laboratorios. Trataríase dunha campaña de concienciación dirixida aos membros da comunidade universitaria.

A separación de augas grises é xa unha obriga tras a entrada en vigor das novas normas do hábitat galego da Consellaría de Vivenda e Solo. Tamén o Plan de abastecemento de Galicia 2005-2025 (Augas de Galicia), agora en fase de avaliación

ambiental e participación pública, considera a introdución de aparatos economizadores de auga nos edificios da administración, a promoción de actuacións piloto de rexeneración de augas residuais para a súa reutilización e campañas de concienciación social. Existe, xa que logo, un marco favorable á implantación dalgúns destes proxectos.

No referido á depuración natural, no espazo do monte da Fraga anexo á Facultade de Ciencias cóntase cunha pequena instalación de depuración con plantas macrófitas (xuncos, carrizos etc.) que entrará proximamente en funcionamento. Esta instalación ten unha finalidade investigadora, mais tamén pode empregarse como proxecto educativo e demostrativo.

Depuración natural, rexeneración para reutilización e uso paisaxístico e recreativo poden combinarse nun proxecto único. Trataríase da construción dunha zona húmida no ámbito dos campus dimensionado para a rexeneración de augas grises e deseñado con criterios de integración paisaxística e uso recreativo.

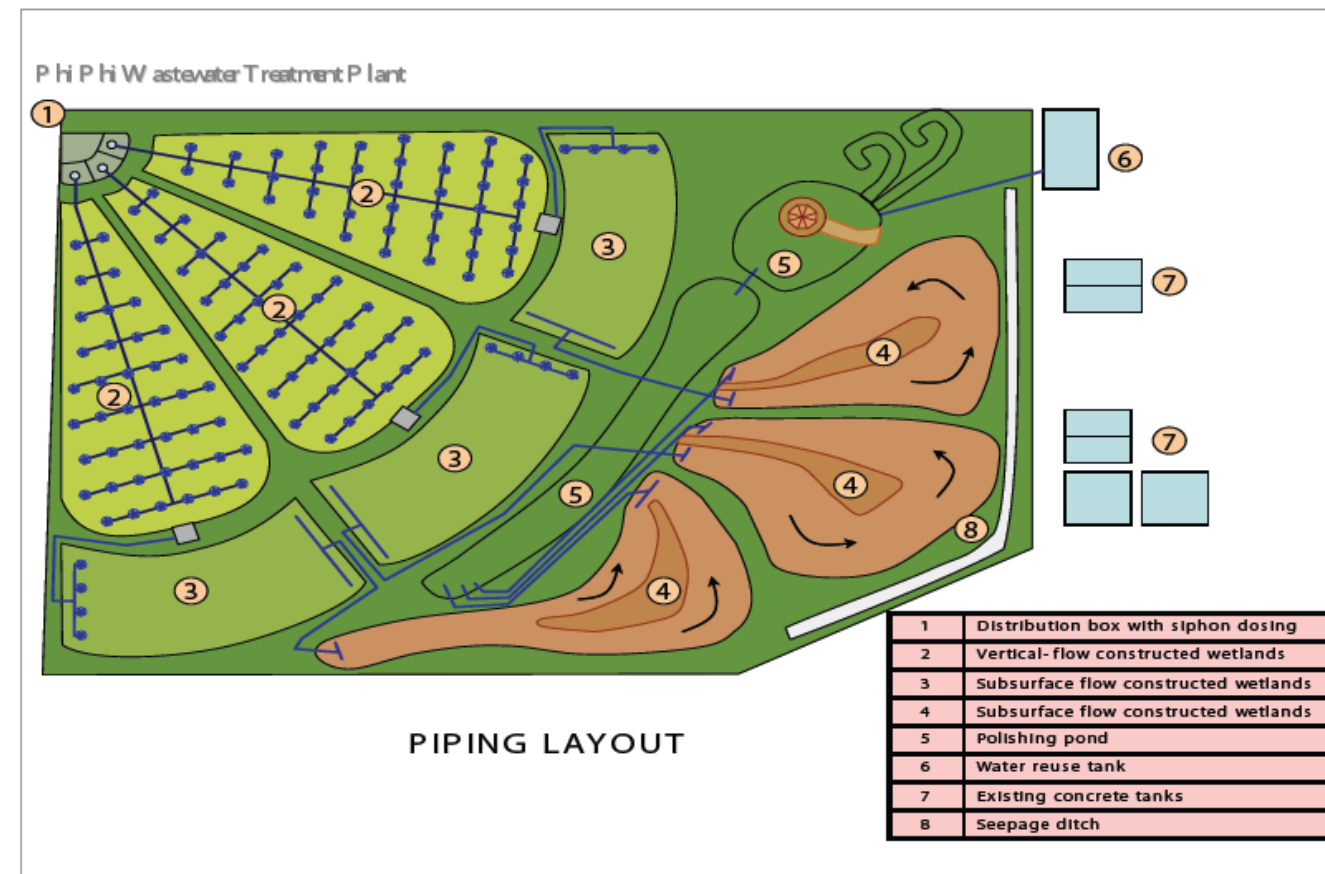
EXEMPLOS:



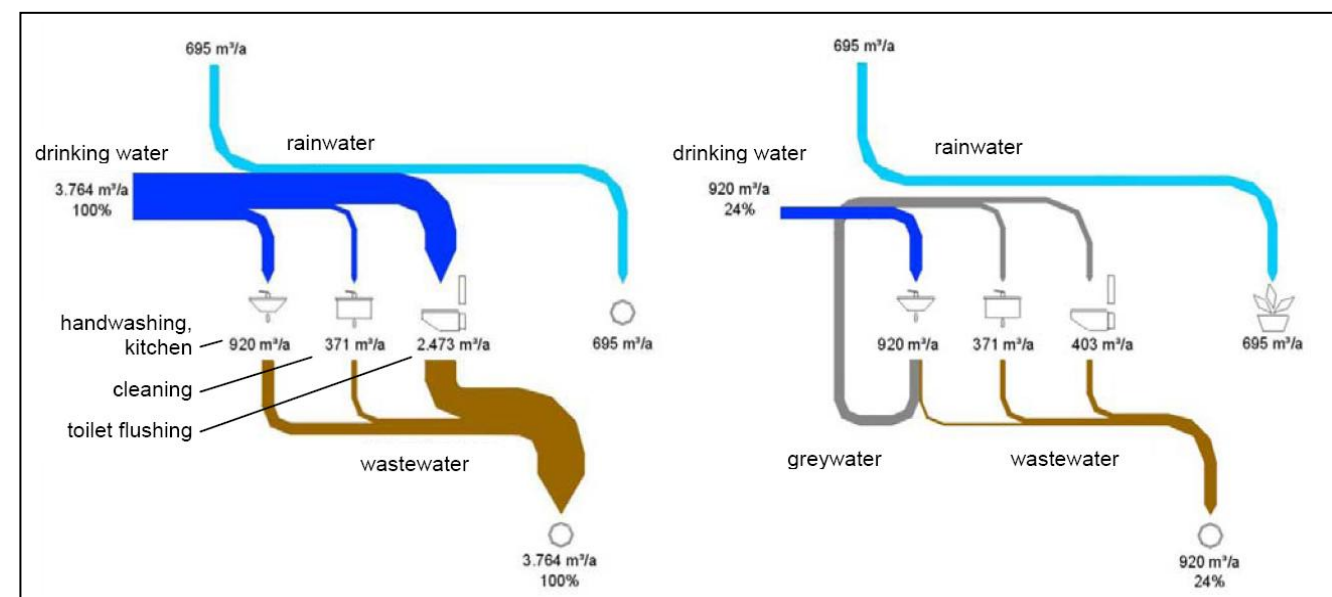
Exemplo de integración paisaxística dun sistema de depuración natural e reutilización de auga nun complexo hostaleiro (*Revista Internacional del Agua y Riego*, 26(1), 33-35)



Esquema dun sistema de depuración natural e de baixo custo. Proxecto tecnolóxico-educativo da Asociación ADEGA en colaboración co Grupo de Investigación de Enxeñaría Química Ambiental da UDC situado na Silvouta, Santiago de Compostela.



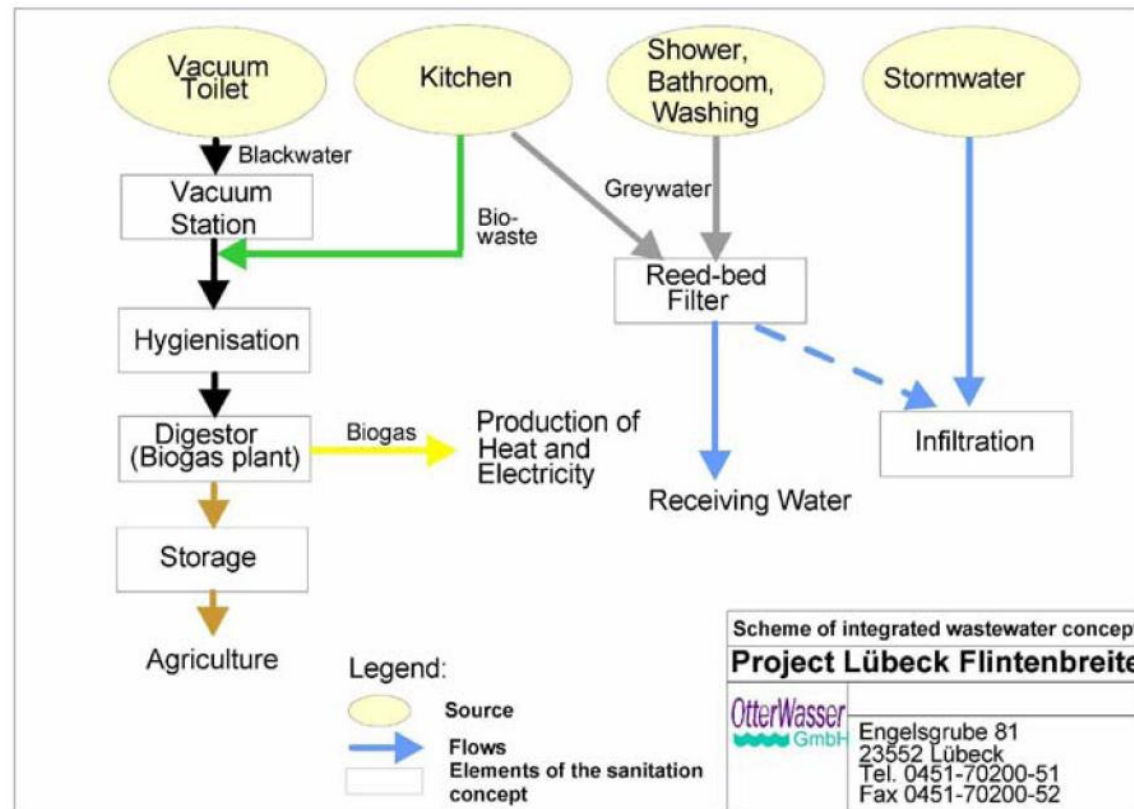
Deseño dun sistema mixto e multifunción en Tailandia dentro dun proxecto de cooperación do Goberno danés tras o tsunami de 2004 (H. Brix, SmallWater Congress, Sevilla 2007).



Balace de auga no edificio Ostarkade, no banco alemán KfW: á esquerda, co sistema convencional previo; á dereita, tras a introdución dun sistema de evacuación por baleiro e a reutilización das augas grises. Fonte: <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-ecosan-pds-001-germany-frankfurt-kfW-2005.pdf>



Equipamentos sanitarios de baixo consumo de auga e segregación de residuos en orixe para proxectos de saneamento ecolóxico (ECOSAN)



Modelo de saneamento na urbanización ecolóxica de Lübeck Flintenbreite (350 hab.), Lübeck, Alemaña. Augas negras: 4,8 l/cp.d; augas grises: 56 l/cp.d. Nutrientes con destino á agricultura: 90% N, 62% P, 78% K. Fonte: <http://www2.gtz.de/Dokumente/>

6.3. Xestión do escoamento urbano

A xestión do escoamento urbano implica o emprego de técnicas destinadas a mellorar a eficacia do sistema de saneamento e drenaxe tanto na recollida como no transporte e a depuración das augas de escoamento.

Estas técnicas poden clasificarse segundo o lugar do sistema onde se sitúan e, así, poden diferenciarse entre técnicas de control en orixe (previas á súa incorporación á rede de saneamento) ou técnicas de control augas abaixo (nos puntos previos á vertedura das augas pluviais ao medio receptor ou á súa incorporación a unha rede unitaria).

Obxectivos

Entre os principais obxectivos que se desexa acadar podemos citar os seguintes:

- Control fronte aos caudais punta e inundacións
- Redución dalgúns contaminantes específicos
- Control da calidade da auga
- Control de parámetros (recarga de acuíferos...)
- Prevención fronte á erosión (canles, solo...)
- Protección dos ecosistemas naturais

Na formulación das posibles estratexias o habitual é encadear varios sistemas na mesma conca, o que se coñece como trens de tratamento.

Este tipo de formulacións debe obrigar a deseños urbanísticos que teñan en conta a redución dos volumes de escoamento, a desconexión de áreas impermeables do sistema de drenaxe (por exemplo, os tellados) ou que favorezan a recarga dos acuíferos. Ademais, ao reducir a área impermeable tamén se consegue rebaixar os caudais punta. Desta maneira pode reducirse o volume de auga e, en consecuencia, abaratar os custos das infraestruturas.

Xestión sostible das augas de escoamento urbano

O deseño deste tipo de técnicas debe proporcionar unha aproximación sustentable, desde o punto de vista ecolóxico, ao proceso de xestión das augas de escoamento urbano. Para isto, o obxectivo é desenvolver unha estratexia integrada que inclúa

criterios físicos (fundamentalmente relacionados coa hidroloxía) e criterios químicos e biolóxicos relacionados coas cargas de contaminantes.

No ano 2004 a Axencia Medioambiental americana (US-EPA) formulou unha metodoloxía baseada nunha combinación dos criterios de calidade de auga, do hábitat e morfolóxicos para comprobar o cumprimento dos obxectivos marcados no medio receptor.

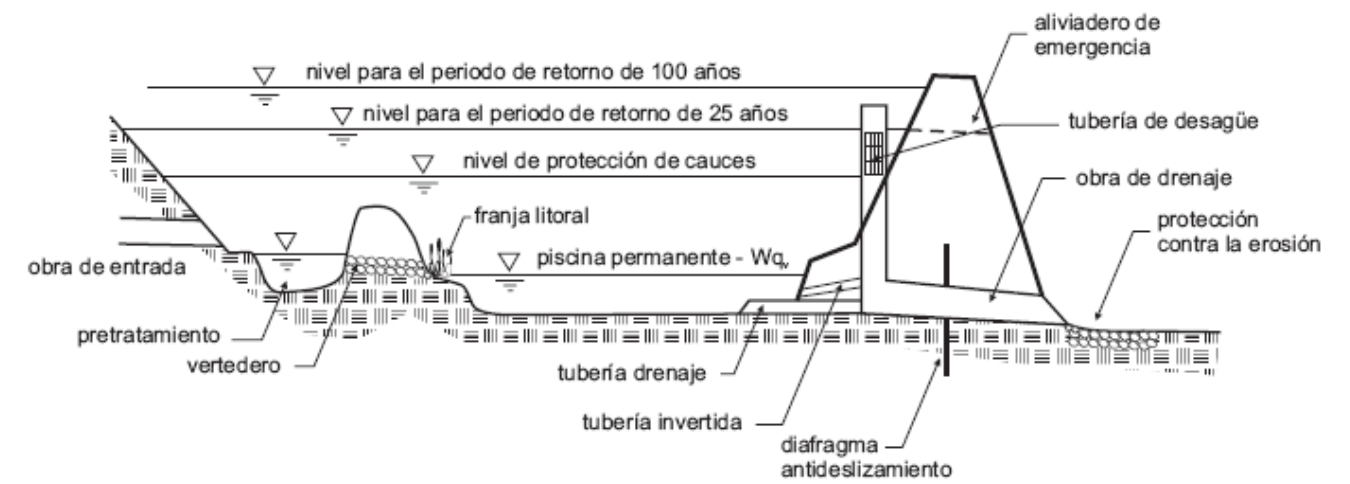
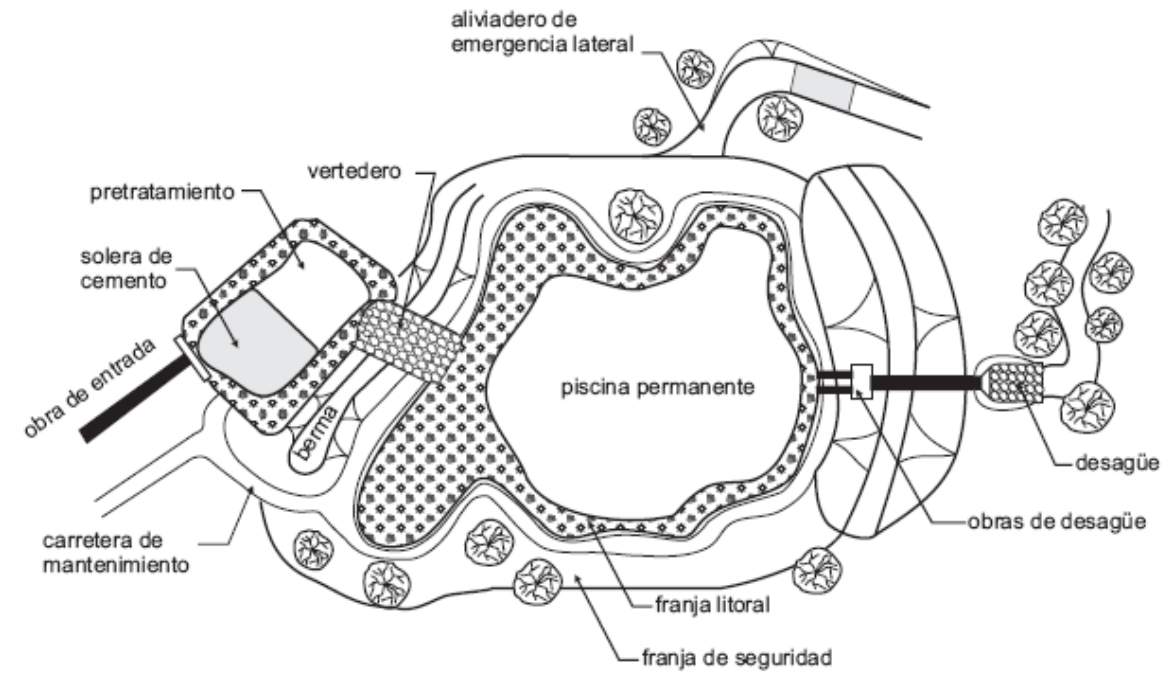
Tipoloxías

Tal e como se comentou antes, un primeiro grupo formaríano as técnicas empregadas para o control de fontes de contaminación. Estas técnicas reducen os contaminantes potenciais en orixe, antes de entraren en contacto coas augas de escurramento, mentres que o segundo grupo estaría formado polas empregadas para o tratamento das augas de escurramento urbano.

A diferenciación entre técnicas de control en orixe e técnicas de control augas abaixo ás veces é moi clara, aínda que noutros casos non o é. Por exemplo, empregar vexetación para tratar o escurramento dos tellados pode considerarse como técnica de control de fontes ou como sistema de tratamento do escurramento. En función dos obxectivos perseguidos en cada conca algunhas veces será necesario empregar unha ou varias técnicas de control en orixe, así como técnicas de tratamento augas abaixo.

A continuación cítanse algúns dos tipos adoito empregados, malia a diversidade ser ampla e estaren, ademais, en continua investigación: estanques, depósitos de retención, zonas húmidas, gabias de infiltración, biofiltros vexetais, técnicas de filtración (pavimentos filtrantes...), áreas de bioretención etc.

Velaquí esquemas e fotografías dalgúns deles.



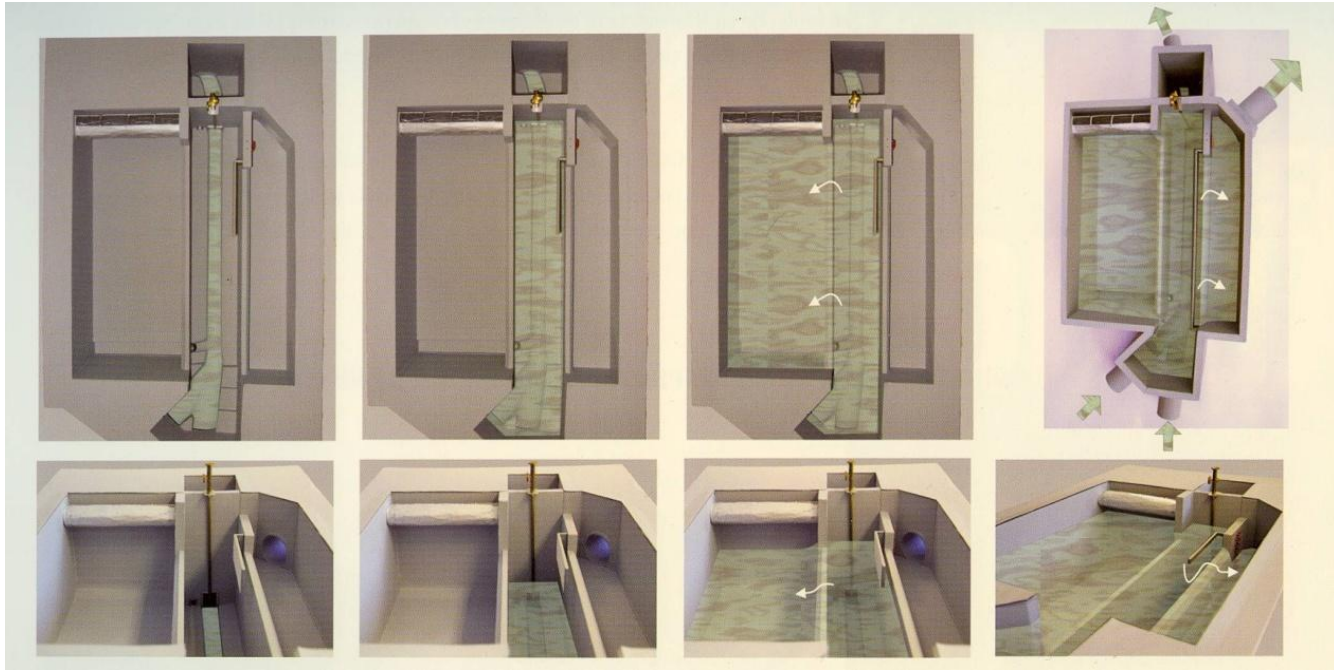
Esquema dun tanque de retención (ARC, 2001)



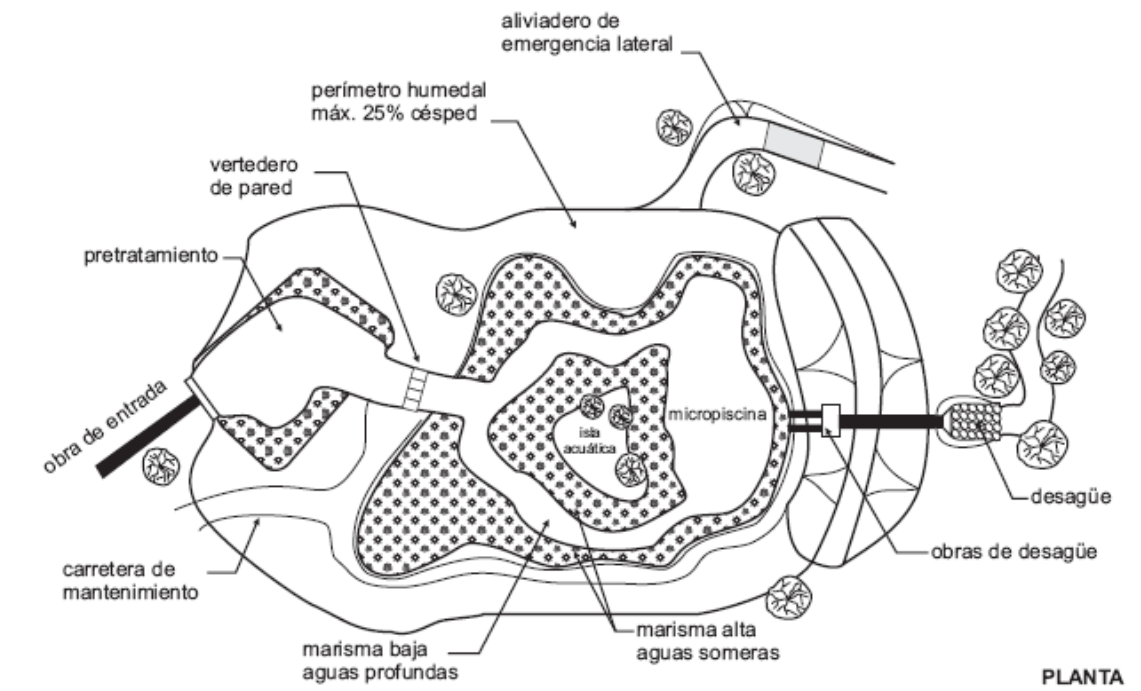
Estanque de retención integrado no contorno (cortesía de CALTRANS)



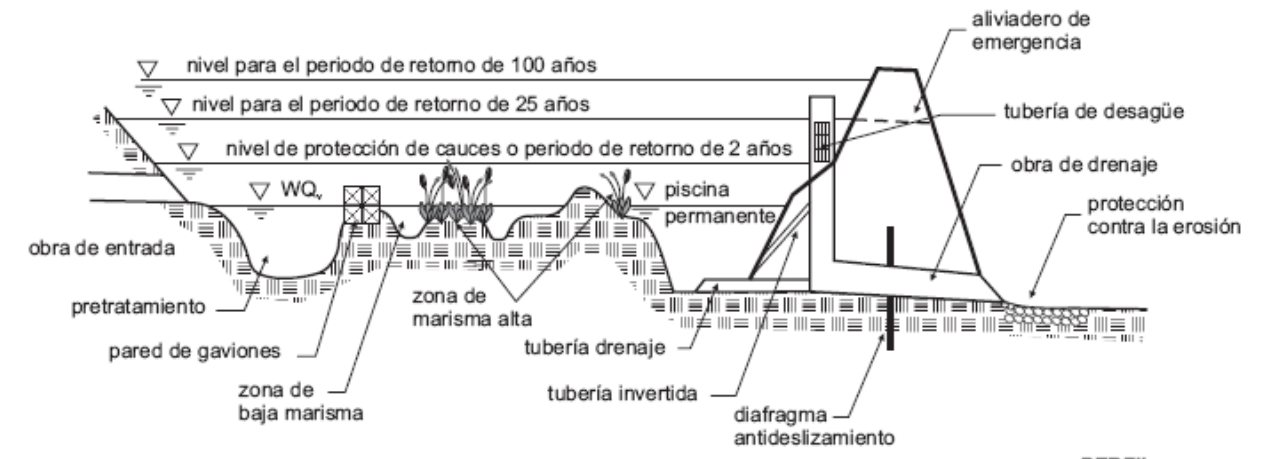
Exemplo dun tanque de retención soterrado e cun uso recreativo na superficie



Esquemática do funcionamento dun tanque de retención como solución soterrada máis propia de contornos urbanos con certa densidade (cortesía da Confederación Hidrográfica do Norte)



PLANTA

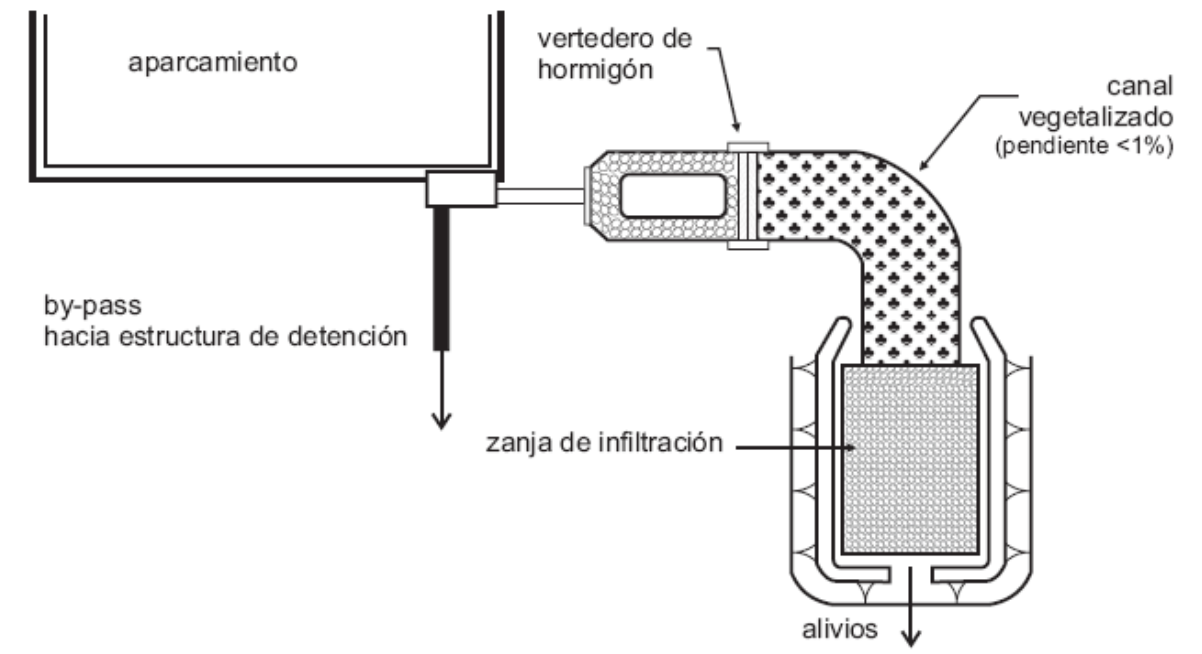


PERFIL

Esquema dunha zona húmida (MDE, 2000)



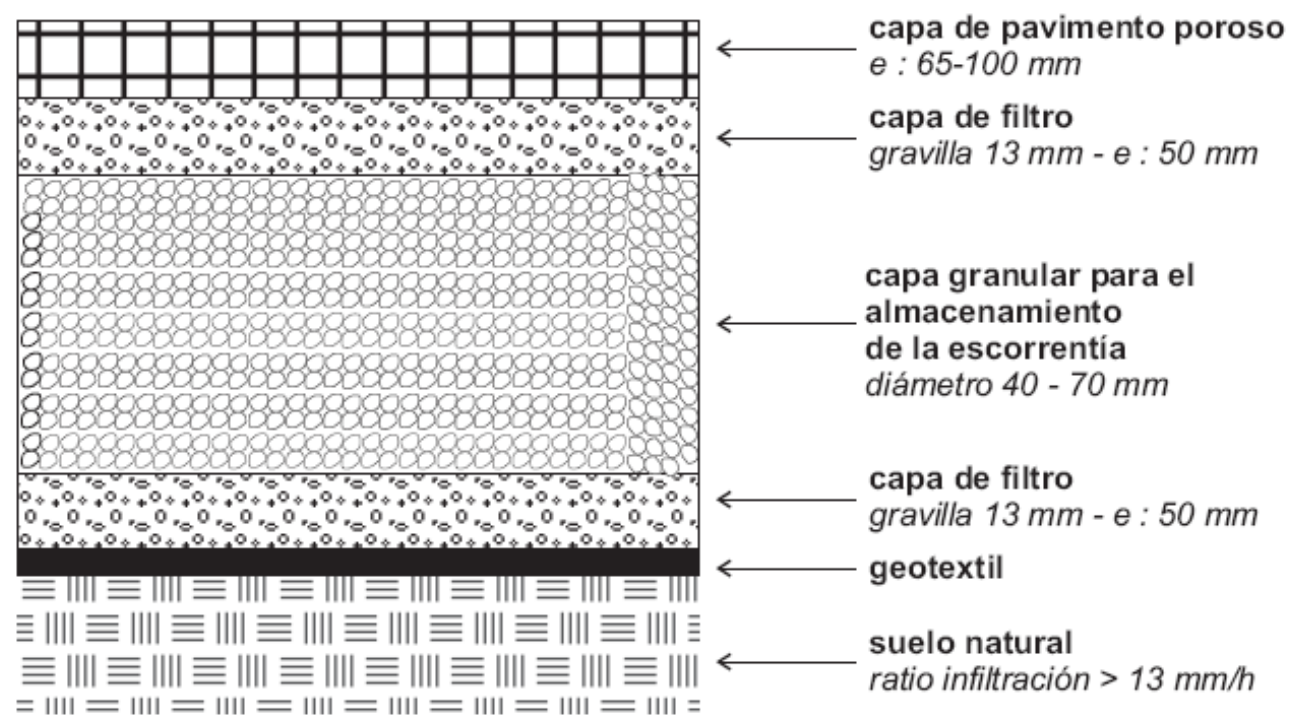
Exemplos de integración paisaxística (cortesía de CALTRANS)



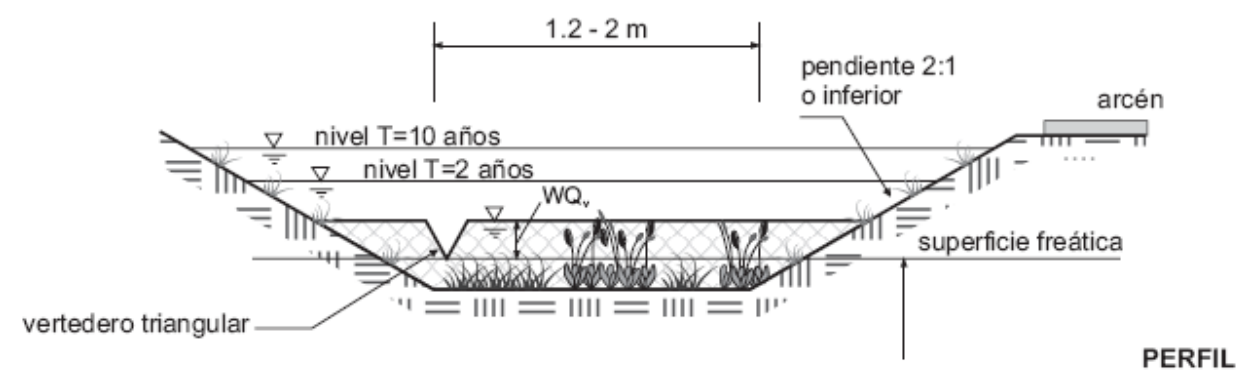
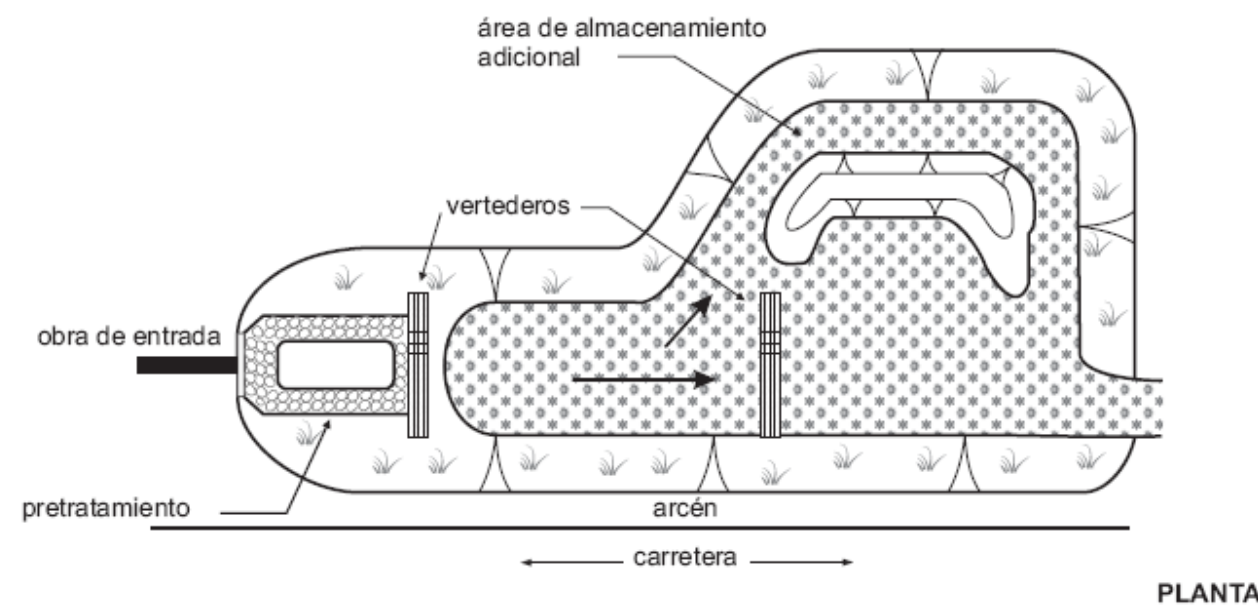
Esquema dunha gabia de infiltración aplicada a un pretratamento (NYSDEC, 2001)



Sistemas de infiltración (Bell, W.; 1995)



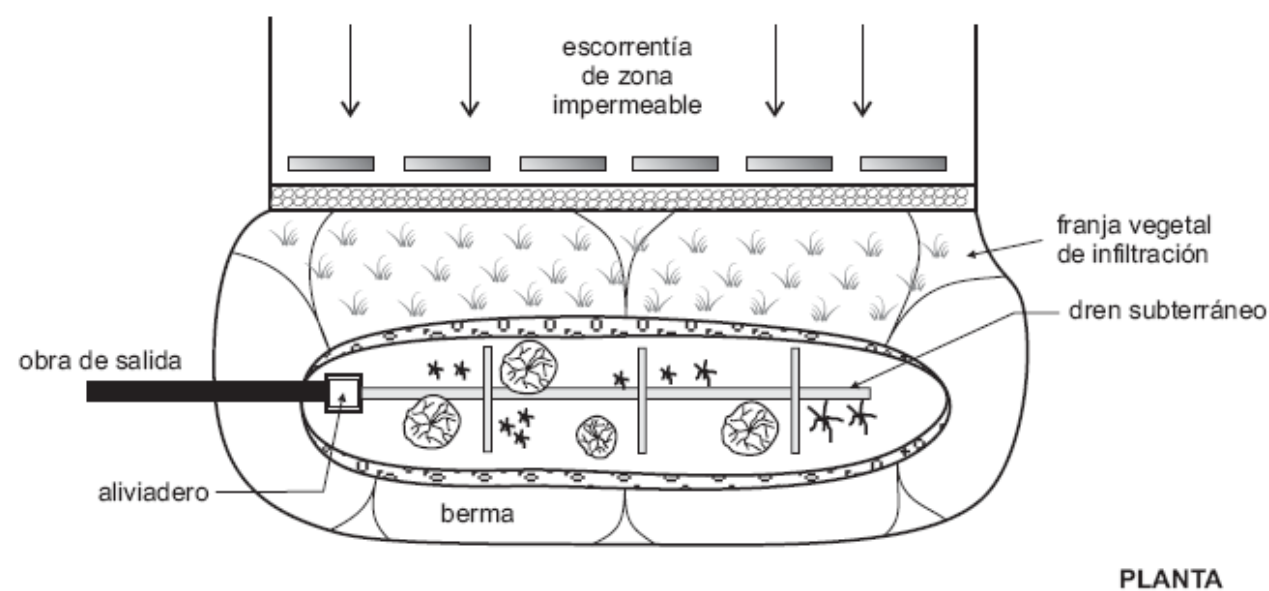
Sección tipo dun pavimento poroso (ARC, 2001)



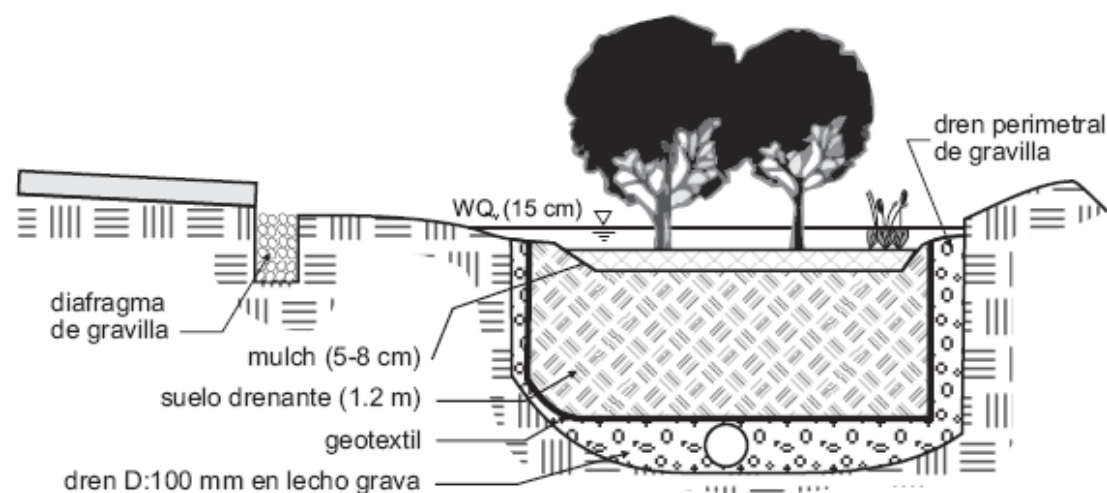
Biofiltros vexetais_Esquema dunha beiravía verde (MDE, 2000)



Exemplo de diferentes tipos de pavimentos filtrantes



PLANTA



PERFIL

Esquema típico dunha zona de biorretención (MDE, 2000)

6.4. Utilización sostible da auga en instalacións

Sistemas de aforro do consumo de auga nas edificacións e instalacións urbanas

A pesar de a comunidade autónoma galega ser unha das que máis pluviometría ten dentro de España e de que até este momento o abastecemento de auga non está a constituír un problema na nosa comunidade, nos últimos anos pode apreciarse unha tendencia á diminución das chuvias que formula a necesidade de tomar medidas, pois se a tendencia futura continúa a actual é moi probable que existan problemas de abastecemento e un incremento nos custos da auga.

As medidas aquí dispostas irán destinadas a reducir o gasto de auga ao acometer aqueles investimentos que tras un estudo de amortización foren rendíbles; outras teñen un simple carácter demostrativo pola súa compoñente ambiental, a daren así un carácter marcadamente educacional e de difusión canto aos hábitos de consumo e responsabilidade social que repercutirá alén das fronteiras da UDC.

En calquera caso, avaliaranse aquelas medidas que mesmo se arestora supoñen un custo elevado, cada vez serán máis xustificables, dado o previsible e inevitable incremento de prezo que sufrirá a auga, infravalorada hoxe, por unha maior demanda unitaria e unha maior contaminación das augas mananciais e do subsolo que obrigarán a maiores custos de tratamento de depuración, así como da enerxía necesaria para a depuración ou o bombeo.

O consumo de auga leva implícito un consumo enerxético (bombeo, depuración etc. que é outra necesidade pola que tentar racionalizalo. Na actualidade existe unha elevada malia que razoable preocupación polo quentamento global, a que ineficientes instalacións de abastecemento de auga non contribúen favorablemente (os sistemas de bombeo a presión constante, as perdas nas liñas e os elevados custos enerxéticos de depuración son algúns dos puntos que teñen moito que mellorar).

Ademais, nos países desenvolvidos o 40% da auga consumida é auga quente, o que implica que hai uns elevados custos derivados de quecer estes volumes de auga que é preciso diminuír por medio de sistemas de aforro, que non soamente aforran auga, senón tamén enerxía e sobre todo cando teñen o servizo de auga quente. Na UDC o punto de aforro en ACS non ten especial relevancia salvo nos centros deportivos, que constituíen unha pequena porcentaxe do total.

Nesta epígrafe dispóñense unha serie de medidas relativas ás instalacións de auga en edificacións e instalacións urbanas para diminuír o consumo de auga potable e, en consecuencia, a vertedura de augas residuais, así como os consumos enerxéticos que ocasionan a unha e a outra.

Entre estas medidas podemos salientar as seguintes:

A) Medidas de reutilización:

A1. Captación de auga da chuvia para aproveitala en operacións de rega e determinados usos, como por exemplo nos inodoros. Pode chegar un 45% do consumo da edificación.

Nas cidades onde se sitúan os campus da UDC, A Coruña e Ferrol, cunha media de precipitación de 1772 mm no ano 2006 e 969 mm no ano 2007, a contribución por auga da chuvia pode ser aínda maior desta porcentaxe.

A auga da chuvia ten un índice de aproveitamento do 80% no que se refire á súa captación, e ademais presenta unha serie de vantaxes:

- É extremadamente limpa fronte a outras fontes de auga doce.
- Trátase dun recurso gratuíto, aínda que a instalación de depósitos de captación deberá ser legalizada.
- A infraestrutura que comporta a captación, o aproveitamento e a depuración é sinxela.
- Ao ser unha auga moi branda redúcese moito a necesidade de xabóns e deterxentes.

USOS

Como usos posibles temos a auga para limpeza, rega, lavadoras e lavalouzas.

Pode chegarse mesmo á utilización completa de auga da chuvia baixo sistemas de depuración máis completos, mais que requirirían controis moi estritos e non se ven viables hoxe.

ANÁLISE E INSTALACIÓN

Cómpre valorar a superficie de captación segundo a pluviometría histórica da zona e, en función disto, dispor o depósito, así como unha subministración por auga de rede cando o almacenamento se esgote, a cal non deberá almacenarse no depósito da auga da chuvia en ningún caso.

COMPOÑENTES DA INSTALACIÓN

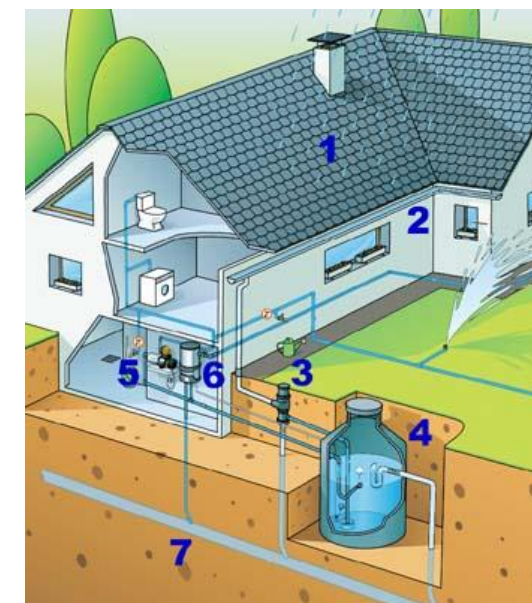
1. Cuberta ou tellado. En función do material teremos distintas calidades.
2. Canlón. Antes de levar ás baixantes levarán un bortel para evitar o paso de follas e outros elementos de gran tamaño.
3. Filtro. Para reter parte da sucidade da auga antes do seu paso á cisterna, ao depósito. Poderá disporse antes de o colocar un sistema que evacúe ao terreo as

primeiras augas despois do verán, que estarán especialmente sucias (menor mantemento do depósito e calidades de auga).

4. Depósito. Terá que estar situado nunha zona sen acceso á luz (para evitar a proliferación de algas) e de temperaturas baixas (para evitar a proliferación de microorganismos). Os elementos de que deberá constar son estes:
 - Deflector de auga de entrada (para evitar remover os pousos do fondo)
 - Sifón rebosadeiro antirroedores
 - Sistema de aspiración flotante (para coller a auga uns centímetros por debaixo da capa superficial, onde pode haber impurezas en flotación)
 - Sistemas de nivel

Os depósitos soterrados serán os indicados preferentemente. Poden disporse en zonas urbanizadas, xardíns ou prazas.

5. Bomba. Debe de ser de baixo consumo enerxético e con características ideais para auga de chuvia (ambientes ácidos en ocasións). Permitirá levar a auga aos puntos de consumo dentro da vivenda. A presión deberá ser a adecuada para un bo funcionamento dos aparellos sanitarios.
6. Sistema de xestión de auga de rede-depósito. Permite seleccionar o prioritario, pois o ideal é non encher o depósito coa auga de rede, senón abastecer de rede con algún tipo de *by-pass* de forma que ante unha chuvia o depósito estea baleiro e se recargue ao 100% coa auga da chuvia.
7. Sistema de drenaxe de augas excedentes



PREZO ESTIMADO POR VIVENDA: 3000 €

CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO E EMPREGO

Neste caso a auga haberá que captala da rede de pluviais, e terá que ser filtrada e almacenada protexida da luz, da calor e das xeadas; cumprirá bombeala á rede de distribución do uso previsto.

Deberá existir unha rede separativa de subministración para os aparatos con que sexa viable o seu uso (inodoros, urinarios).

IMPLEMENTACION

Este punto é especialmente viable para nova edificación e reforma, polo cal é importante incluír estes elementos nos pregos de condicións técnicas da UDC como requisito de deseño.

DEPURACIÓN E TRATAMENTOS

En caso de recoller a auga a nivel da rúa deberá ser depurada de terra, hidrocarburos e outros posibles contaminantes que arrastre; se a recollida é a nivel de cubertas (canlóns) poderá, polo xeral, ser almacenada directamente, aínda que haberá que facer algunhas análises de comprobación.

MAXIMIZACIÓN DA ACUMULACIÓN DE RECOLLIDA

En áreas urbanas verase como inflúen as actuacións urbanísticas nos acuíferos a diminuír a pegada urbanística no medio; neste sentido, son importantes as actuacións de integración con celas de recollida de auga, pavimentos permeables, depósitos e infraestruturas de reaproveitamento específicas. Poderá facerse unha percolación do terreo posterior ou revalorizar o contorno mediante a creación de espazos húmidos.

Aparcadoiros con superficies permeables, revalorización de cunetas, canais ecolóxicos para drenaxe de pluviais etc.

Un compoñente importante para a nova urbanización é o da xestión das augas pluviais dentro da propia parcela, para favorecer a retención e infiltración no terreo sempre que a natureza do solo o permita. Estas medidas deben ser avaliadas na fase de proxecto cun estudo técnico-económico.

Así mesmo, é importante a implementación de sistemas de drenaxe perimetrais a respecto dos muros soterrados co obxecto de recoller correctamente as augas, reducir os efectos de humidades interiores protexendo as láminas de impermeabilización etc.

A2. Reutilización de augas grises (lavabos, duchas) para rede de abastecemento a inodoros, urinarios (cisternas e fluxores). A reutilización de augas permite sacarlle un maior partido á auga da rede antes de devolvela ao medio e ofrece así unha súa

xestión máis eficiente (polo alongamento do ciclo de vida da auga). Outra posibilidade é utilizar esta auga como auga para a rega ou para a limpeza de exteriores.

Este sistema permite un aforro que pode ir do 30 ao 45% de aproveitamento por reutilización de augas.

Dado que o consumo estimado por persoa e día pode estar comprendido entre os 150 e os 250 litros de auga potabilizada, o aforro de que estamos a falar é moi importante. Desta auga, un 10% pode ser para consumo humano e, por tanto, parte do resto pode ser reutilizada directamente ou sometida a distintos tratamentos de maior ou menor intensidade.

Dos fluxos de auga utilizados nunha vivenda pode considerarse en trazos xerais:

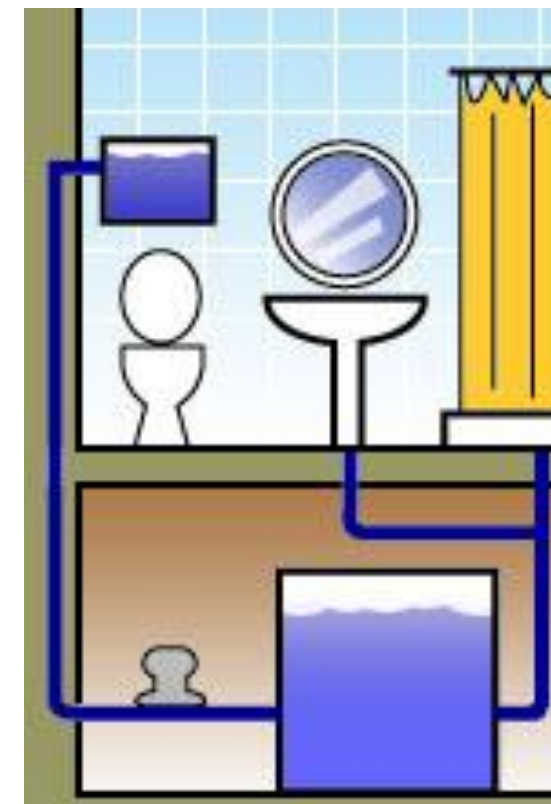
10% –para consumo humano

60% –para usos que non requiren que sexa auga potable (limpeza, rega, inodoros)

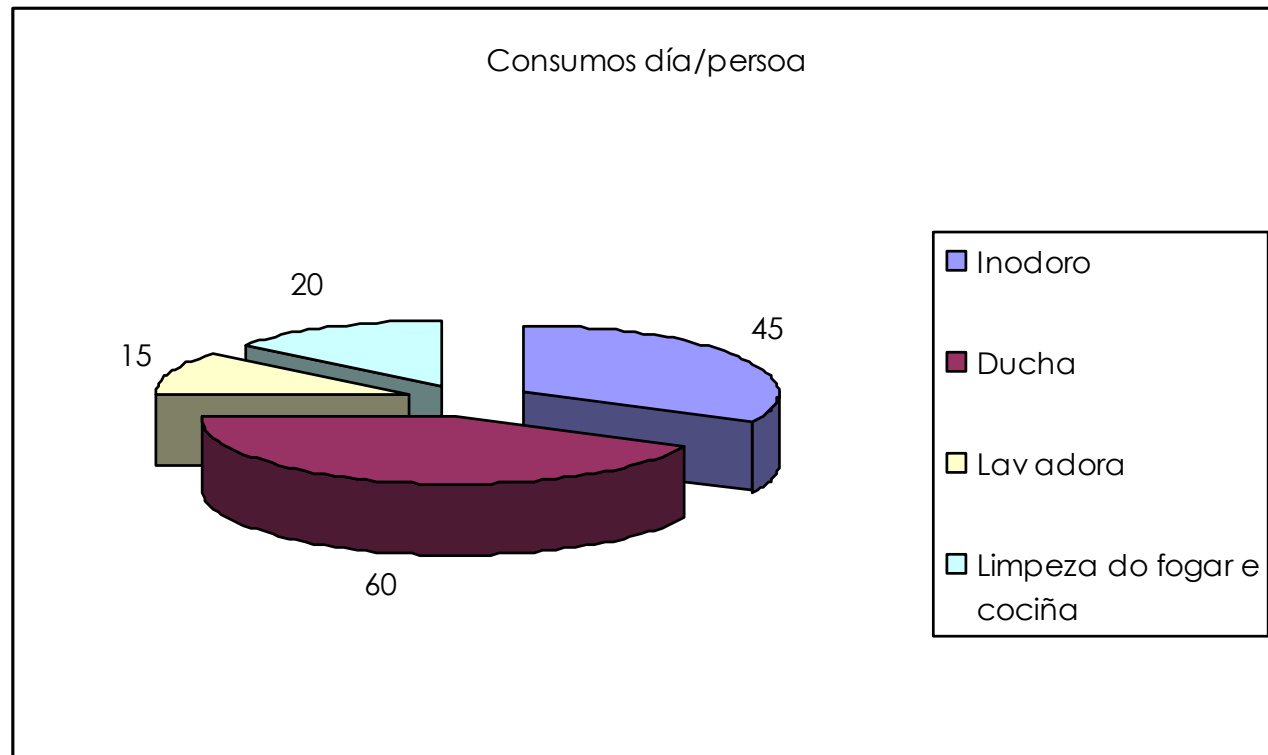
30% –augas negras con alto grao de contaminación bacteriolóxica

Esta contaminación é patóxena para o ser humano.

A reutilización destas augas e o alongamento da vida útil da auga de rede ten dúas consecuencias directas: por un lado, o aforro no consumo de auga de rede; e, polo outro, a diminución de custos e volumes de depuración precisos.



O consumo dunha vivenda pode desagregarse como comentamos a continuación:



Poden verse as evidentes posibilidades de aforro.

Estas posibilidades son aínda maiores no caso dos edificios de uso docente/administrativo, en que os inodoros e a limpeza son os maiores e unicamente os lavabos e as fontes de subministración de auga requiren ter auga potable. No caso da UDC tamén sería de aplicación a reutilización da auga de renovación do vaso da piscina da Facultade de Ciencias do Deporte e da Educación Física-INEF, tanto como parte do baleirado. Terá que ser sometida a un tratamento previo pola presenza de cloro e será posible a súa posterior reutilización en auga de rega e/ou para levar á rede de inodoros.

A auga de consumo humano debe cumprir unha serie de requisitos con vistas a que non xere ningún tipo de inconveniente para a saúde debido á súa contaminación. Esta podería ser de dous tipos:

- Contaminación biolóxica. Contrárestase con biocidas que preservan a auga de contaminantes biolóxicos até o punto de consumo. Normalmente emprégase cloro para a auga de rede e ozono para a auga envasada.
- Contaminantes químicos. De moi diversa natureza, desde metais pesados como o mercurio, que son bioacumulativos, até pesticidas, bencenos etc. Os seus efectos

poden ser inmediatos ou ben diferidos. Xa que logo, deberán disporse unhas calidades de auga que aseguren concentracións menores ao disposto legalmente en normas e regulamentos de calidade de augas para consumo humano.

O establecemento das augas de subministración separativa tamén ten inconvenientes como estes:

- A necesidade de que exista un maior control para asegurar que non se produce confusión nas redes en obras de reforma etc., xunto coa necesidade dunha axeitada sinalización nos servizos, tubaxes etc. e billas independentes segundo o abastecemento.
- Neste sentido, é preciso dotar dunha coloración as augas grises para asegurar que non se produza confusión no seu uso.
- O mantemento que levan consigo os sistemas de depuración ou desinfección en vivendas.

Doutra parte, conseguiríase reducir os consumos de augas potabilizadas para usos que non precisan tanta calidade, o que diminuíría consumo de auga limpa e custos enerxéticos de tratamento e potabilización de augas, moito máis caros que unha simple desinfección ou un filtrado.

Dado que o consumo estimado por persoa e ano para a auga dos inodoros é de 20 a 25 m³/ano, aquí pode establecerse un grande aforro con base na reutilización, con porcentaxes de reutilización ou de auga de captación superiores ao 50%.

Non é posible este tipo de reutilización con augas que conteñan graxas e aceites, que terán que ser consideradas augas fecais.

DESCRIPCIÓN DO SISTEMA

O sistema consta dos seguintes elementos:

- Sistema de captación de augas grises xa utilizadas (lavabos, duchas). Derivación a un depósito.
- Rede interior separativa de montante de augas potables para abastecemento de duchas e lavabos; outra para inodoros e urinarios.
- Sistema de bombeo, reoxixenación e introdución na rede de auga reutilizada para uso en inodoros, urinarios etc. Deberán existir unha bomba de filtrado e outra de impulsión.
- Sistema de almacenaxe. Neste caso pode ser único ou duplo:

a) Pode estar disposto a unha cota máis baixa dos puntos de utilización, dado que así a recollida de augas grises é sinxela e o abastecemento é bombeado á rede de inodoros; a depuración vai tamén nesta cota.

b) Existen tamén sistemas partidos en que a recollida de auga ten lugar nunha arqueta a nivel do terreo, mentres que a depuración se realiza a nivel de bufarda. Neste caso o bombeo prodúcese até o depósito de depuración, e despois o abastecemento é por gravidade a partir do depósito na bufarda. Haberá que conseguir a presión adecuada, polo que pode ser preciso estudar a sobrelevación para darlles presión suficiente aos andares máis altos.

– Sistema de depuración. Sistema de depuración por lámpada ultravioleta (esterilización) e filtro de argolas autolimpiable (filtración biomecánica nunha ou varias etapas).

– Kit de coloración desta auga para coñecer en todo momento a que efluente pertence.

Isto obriga a ter unha rede separativa para augas residuais interiores (negras por un lado e grises polo outro).

Un sistema de reutilización de augas grises para unha familia de catro persoas terá un custo que rolda os 1400€. A amortización deste sistema pode producirse segundo o prezo actual da auga contra os 20 anos.

A3. Depuración de augas negras para a súa reutilización na rega.

Poden preverse sistemas de depuración locais mediante fosas asépticas ou balsas de depuración natural.

Existen sistemas de depuración de augas fecais que permiten obter un bo grao de limpeza, que fai idónea a auga para a súa utilización en rega, pois nela consérvanse elementos minerais naturais como o potasio, o fósforo e o nitróxeno. En calquera caso habería que avaliar a súa idoneidade en función do uso previsto.

O sistema consta dos seguinte elementos:

1. Primeira cámara. Depósito de captación de augas negras procedentes da vivenda. Nel adoita realizarse unha decantación mecánica e quedan retidas no fondo as partículas de maior peso e volume.
2. Na segunda cámara prodúcese o mesmo proceso que na primeira, pero ademais recibe os lodos da terceira etapa de depuración.
3. Terceira cámara, onde se produce a depuración biolóxica como tal mediante unha activación de lodos en tres fases:

a) Mediante un inxector, circula aire que activa os lodos. É un proceso de entre 6 e 8 horas de duración. Isto permite activar os microorganismos e recoller as partículas en suspensión, que pasan á segunda cámara mediante bombeo.

b) Sedimentación. Nesta fase parase a inxección de aire e déixanse decantar os lodos, co que aparece unha capa de auga limpa na parte superior.

c) Bombeo. Recóllese a auga depurada e bombéase á súa rede.

A utilización destas augas para a rega permite darlles aos minerais das augas un correcto aproveitamento para a fertilización de terreos; doutro xeito serían un residuo.

Na UDC existen instalacións de laboratorios ou instalacións industriais. Deberá avaliarse cada caso, e cando se prevexan cargas contaminantes elevadas cumprirá facer un tratamento e unha depuración previos á vertedura á rede de saneamento, pois esta pode complicar a futura depuración das augas na estación depuradora de augas residuais, así como a conservación da rede e os elementos de transporte.

Canto ás salas de caldeiras de nova creación, levarán un sumidoiro para favorecer a súa limpeza; a el irá conectado un separador de hidrocarburos.

Os prezos dados aquí son prezos tipo para vivenda, para os centros da UDC habería que facer un estudo preciso e ver a viabilidade da súa implementación, dada a necesidade de máis infraestrutura ao respecto.

B) Sistemas de aforro

Normalmente o que se busca nos sistemas de aforro é que non supoñan unha mingua do confort dos usuarios e que, daquela, sexan populares e se difunda o seu uso. Arestora, grazas aos avances tecnolóxicos, isto é posible para sistemas de iluminación (lámpadas de aforro) e tamén para sistemas de abastecemento de auga, que é o caso que nos ocupa, en que podemos conseguir unha redución do caudal vertido sen supor unha diminución da sensación de benestar dos usuarios.

B1. Sistemas de aforro de consumo de auga nas instalacións

Existen varios segundo o aparello que sexa empregado:

- Cisternas de descarga dupla ou de descarga interrompida
- Billas temporizadas, perlizadores e reductores de caudal.

No caso do uso para lavabos e duchas (reductores de caudal, perlizadores), a implementación terá que valorar o aforro enerxético no consumo de combustible fósil ou electricidade para conseguir quecer a auga.

PERLIZADORES

Son sistemas que difunden a auga e crean un maior tamaño de gota, co cal non se reduce a sensación de confort, mais si o caudal empregado. O sistema funciona con base nun coador interno a que seguen unha membrana de material repelente da cal e un difusor posterior. Esta particular arquitectura consegue que non haxa obturacións debido ao efecto de freo que se produce co coador e a membrana. Finalmente dispónse un triplo filtro abovedado de aceiro inoxidable cuxas partes se tocan entre si para evitar a acumulación de cal.



Conséguese unha sensación moi agradable con base nunha gota cun alto contido en aire, que á súa vez favorece a produción de espuma. Como pode verse na figura a dificultade de paso que se lle dá á auga produce que o caudal utilizado se reduza a máis da metade.

Existen múltiples tipos de perlizadores con prezos desde 3 € até 13 €, con diferentes calidades e opcións como o antirrobo. O consumo pode pasar de 12 l/min a 5,5 l/min.

REDUTORES DE CAUDAL

Os redutores de caudal para as duchas permiten aforrar auga e enerxía sen que sexa preciso cambiar o mango da ducha. Pode chegarse a aforrar entre un 35% e un 60% segundo o modelo elixido e a presión de auga existente. Existen tamén alcahofas antirrobo con economizadores incorporados.



Redutor fixo



Redutor xiratorio

Interruptores de ducha –valorarase a súa instalación. Manteñen a temperatura cando se realiza un corte para o enxaboado (billas monomando ou ben billas termostáticas).

Unha ducha de 5 minutos consome máis de 100 litros de auga. É importante reducir os tempos de uso e concienciar da conveniencia de cortar a auga durante os enxaboados, así como ter redes de retorno que eviten o desbaldimento de auga de rede até chegar á temperatura de utilización correcta.

INODOROS

- A cisterna dun inodoro descarga sobre 9 l en cada accionamento. Con sistemas de descarga interrompida ou descarga parcial/total pode aforrarse un 20%.
- Outra alternativa é diminuír o volume de almacenamento con base nunha regulación do elemento de flotación ou ben dispondo dun volume interior da cisterna ocupado con algunha botella, pedra etc.
- Unha cisterna defectuosa supón un malgasto de 145 m³ ao ano.

PREZOS PARA LIMITADORES DE CONSUMO EN BILLAS E DUCHAS

Artigo	Cantidade	Prezo sen IVE
Billa ecolóxica para o vertedoiro	1	79,75
Billa ecolóxica para o lavabo	1	69,95
Billa ecolóxica para o bidé	1	69,95
Billa ecolóxica para a bañeira/ducha	1	74,5
Perlizador de prezo económico	1	2,58
Perlizador Sanicus	1	5,17
Perlizador antirrobo	1	10,34
Redutor de caudal para a ducha fixo	1	10,52
Redutor de caudal para a ducha xiratorio	1	79,75
Cisterna de descarga interrompida	1	12,95
Cisterna de descarga dupla	1	37,95
Conxunto de desaugadoiro manual metálico en latón cromado	1	9,95
Piña de ducha antirrobo con chave especial	1	35,95

OUTROS DISPOSITIVOS E CRITERIOS DE AFORRO

BILLAS DE AFORRO

Os cabezais tradicionais instalados en España consomen sobre 12 l/min a unha presión de 4 atmosferas; os cabezais ecolóxicos, pola súa vez, teñen unha serie de características que permiten aforrar até o 65% de auga nunha utilización responsable.

Unha billa ecolóxica dispón de distintos sistemas de aforro de auga entre os que podemos destacar estes:

- Sistema de apertura en frío. A auga quente soamente se abre do medio cara á esquerda no monomando, o pedimento de auga quente debe ser premeditado.
- Sistema de apertura en dous tempos. A billa incorpora unha resistencia na metade do seu percorrido para dar o 50%; a partir de aí podemos chegar ao 100%.

- É importante tamén que os mandos teñan un sistema de redución de caudal por resistencia no accionamento.
- Cando exista instalación de ACS deberá equiparse con billas termostáticas para axustar a temperatura de mestura adecuada.

Na utilización das billas monomando o 90% das ocasións a maneta levántase verticalmente até o seu tope; isto supón un consumo do 100% do seu caudal máximo, mentres que a regulación da temperatura se realiza unha vez iniciado o lavado. Coa resistencia a medio percorrido da billa ecolóxica bastará ese caudal na maior parte das ocasións.

BILLAS TEMPORIZADAS

- Unha vez postos en marcha os sistemas de billas temporizadas estas deberán ser axustadas para non se estenderen a máis de 15 s de subministración.
- Co fin de permitir unha longa vida destes sistemas de aforro de auga, dun custo superior aos tradicionais, deberá limitarse a presión de entrada da auga a 3 kg/cm². Para isto pedirase unha lectura de presión na acometida da edificación.
- Unha billa que gotea malgasta 35 m³ de auga ao ano.

CRITERIOS ORGANIZATIVOS DENTRO DA UDC

- Alén dos sistemas de aforro en instalacións existen outros criterios que levan a diminuír o consumo de auga, tanto na edificación como na urbanización dos campus. Entre estas medidas cómpre destacar a escolla da vexetación para se dispor nas zonas verdes. Tentarase que sexa vexetación autóctona e de baixo consumo de auga de rega, a se evitar o céspede en favor de especies con máis forza, que ademais abaratan os custos de mantemento. Buscarase ademais a plantación de especies que non sexan invasivas.
- No caso de refrixeración por efecto de barreiras de auga (efecto evaporativo) esta auga terá que ter unha orixe non-potable e procederá, por tanto, da captación de auga da chuvia ou de augas grises tratadas para evitar a súa contaminación. En calquera caso estes sistemas, que traballarían por un higrómetro-termómetro, deberán ter un contador do caudal de auga para ter constancia de cando é de aplicación.
- Dadas as características dos mananciais na área de Elviña-A Zapateira, haberá que estudar a posibilidade de captar augas mananciais para o seu tratamento na mesma zona (rega, control térmico etc.).
- Cumprirá potenciar a refrixeración por circuitos pechados, sen refrixerar con auga de rede (laboratorios de docencia, investigación etc.).

- Medidas de concienciación, formación e información. Accións tan sinxelas como a transmisión á comunidade universitaria da existencia de cisternas con descarga interrompida deben ser notificadas para os usuarios aplicaren estes avances ao seu uso diario. É dicir, existen aparellos de descarga interrompida, mais é preciso darlle publicidade, pois a simple vista son iguais aos tradicionais.
- Haberá que dispor contadores para as cafetarías e emitir a factura correspondente en función do seu consumo; este será un tema que cumprirá revisar periodicamente. Así as concesións han preocuparse polo caudal de auga empregado; doutra maneira o descoido é moi probable, ao non sufragaren o gasto das subministracións.
- Cómpre non usar o inodoro como unha papeleira, pois en cada descarga empréganse uns 10 litros; hai que tratar de utilizar papeleira.
- Respectar os horarios de rega –preferentemente pola noite– e empregar sistemas de aforro de auga, goteo ou multigoteo (con temporizacións).
- Na urbanización e disposición de vexetais deberán instalarse sistemas que permitan o estancamento da auga da chuvia nesa franxa vexetal para diminuír as necesidades de rega. Ademais, as plantas deberán estar dispostas de xeito que permitan unha adecuada economía na rega, é dicir, as plantas con necesidades semellantes estarán dispostas unhas preto das outras.
- As piscinas deberán estar cubertas cando non se utilicen, para evitar as perdas tanto térmicas como de auga por evaporación. Así mesmo, terán que evitarse os baleirados da piscina, o mantemento de vasos, a limpeza etc. Para isto poden empregarse sistemas de depuración como a electrólise salina ou sistemas de depuración de circuíto pechado. Reducirase o consumo de auga, así como os custos de desinfección.
- Terán que realizarse implementacións progresivas de sistemas de aforro nas instalacións, en campañas anuais por centros.
- Nos equipos de consumo de auga instalados (lavalouzas, lavadoras etc.) deberá buscarse a etiquetaxe con eficiencia A en consumo de auga, que se apoiará coa eficiencia A no consumo enerxético e a posibilidade de carga parcial. Estamos a falar dos electrodomésticos de triplo A.
- É importante neste aspecto controlar os consumos de auga das concesións das cafetarías, que hoxe non pagan directamente a auga, senón sobre a cota de concesión; xa que logo, o consumo variable de auga non afecta aos seus beneficios e dependendo da responsabilidade ambiental de cada concesionario pode terse un criterio de aforro ou de desbaldimento da auga, tanto na equipación das cociñas como no usos directos polo persoal.
- O establecemento de consumos medios por usuario pode permitirnos detectar consumos esaxerados por centro, o cal permitirá centrar o estudo nese caso concreto. Daquela é moi importante a xestión e o mantemento da instalación durante o seu uso.
- Cómpre dispor dunha boa sectorización da instalación, con chaves de corte situadas de forma periódica, o que permite en caso de necesidade de mantemento, novos mecanismos, e así non ter que baleirar unha parte moi grande da instalación co conseguinte malgasto de auga.
- Deberán colocarse redutores de presión instalados despois do contador para limitar a presión a 3 bares, con vistas a evitar avarías nos aparatos sanitarios que producirían perdas de auga.
- Todas as instalacións de calefacción e de auga levarán cadanseu contador telexestionado. No caso das instalacións de calefacción, alén do aforro de auga, esta medida controla a auga vertida ao circuíto polo mantedor, que reduce a vida útil das instalacións pola chegada de osíxeno.
- Os aseos serán realizados preferentemente en cotas que permitan levar o saneamento de augas grises e negras á rede de saneamento por gravidade, para evitar os custos da elevación de caudais á cota da rede. Canto ao tema das canalizacións de augas mananciais, cómpre buscar os medios ou sistemas canalizados para que a pesar de ter sistemas de bombeo para a seguridade da instalación non sexa o bombeo o único sistema de limitar a altura de auga nos pozos.
- Haberá que empregar materiais ecolóxicos na realización das redes de saneamento das edificacións, polipropileno en lugar de PVC. As redes de ventilación deberán ser realizadas tamén con este criterio, o co obxecto de diminuír a presenza de materiais de alto custo enerxético.
- Terá que se lle encargarse periodicamente un plan de mantemento ao persoal das conserxarías dos centros ou ao persoal propio de mantemento da UDC para a revisión de elementos con posibles fugas de auga (cisternas, fluxores, urinarios e billas, así como tamén a correcta temporización de billas). Os usuarios deberán dispor dunha ferramenta web en que poidan solicitar a reparación deste tipo de elementos, que será a WEB SAU-MANTEMENTO. Esta web disporá dun xestor, así como de alguén que a actualice de forma constante e introduza contidos atractivos para a comunidade universitaria e o público en xeral.

- Deberá valorarse a inclusión de temas de divulgación –folletos informativos, campañas etc.

B2. Xestión das redes para controlar as fugas

- Na UDC un sistema de contadores monitorizados permitiría detectar consumos en momentos en que non deberían producirse (fins de semana, días festivos) e fugas en tubaxes inaccesibles, soterradas etc. Os contadores terán que contar con saída por pulsos para a súa integración nun sistema informático que permita a recollida remota de datos e o seu tratamento informático. Os contadores serán tamén de volume, moito máis eficientes na súa medición que os de velocidade.
- Cómpre instalar dispositivos antifugas –para instalar en lavalouzas e lavadoras e que impiden as inundacións en caso de rotura de tubaxes flexibles– que se prescribirán en laboratorios e cociñas.

Para a elaboración deste documento tivéronse en conta as bases do Grupo de Traballo da CRUE canto á calidade ambiental e o desenvolvemento sustentable.

Lexislación

REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de decembro, polo cal se establece o réxime xurídico da reutilización das augas depuradas

DECRETO 262/2007, de 20 de decembro, polo cal se aproban as normas do hábitat galego

REAL DECRETO 1138/1990, de 14 de setembro, polo cal se aproba a regulamentación técnico-sanitaria para o abastecemento e control da calidade de augas potables de consumo público

REAL DECRETO 606/2003, de 23 de maio, polo cal se modifica o REAL DECRETO 849/1986, de 11 de abril, polo cal se aproba o regulamento de dominio público hidráulico e este último

REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febreiro, polo cal se establecen os criterios sanitarios da calidade de auga de consumo humano.

TERMOS E DEFINICIÓNS. RESUMO

- Aforrar auga axuda a paliar o efecto invernadoiro, dado o aforro de enerxía que supón levala en correctas condicións até os puntos de consumo.
- Obxectivo do estudo: alongar o máximo posible o ciclo da auga.
- Auga potable: só é necesaria como moito para o 50% dos usos que facemos dela hoxe.

PREGO DE CONDICIÓNNS TÉCNICAS NA EXECUCIÓN DE NOVAS OBRAS

- Deberán existir redes separativas para augas grises e augas negras; os vertedoiros consideraranse como augas negras.
- A disposición de aseos e puntos de utilización da auga terá en conta a cota de saneamento para evitar na medida do posible o bombeo á rede de saneamento, que terá que producirse, sempre que for posible, por gravidade; no caso de que non poida ser así, cumprirá producir unicamente un bombeo do efluente mínimo e realizar o do resto do edificio por gravidade.
- Para as augas mananciais terase o mesmo criterio, e aínda que se contemple a creación de pozos de drenaxe, nestes pozos o bombeo realizarase por seguridade máis que como medida continua, para evitar así custos enerxéticos de bombeo.
- Dispor sistemas de aproveitamento de augas de chuvia ou mananciais tal e como esixen as normas do hábitat galego para o seu uso preferente en inodoros ou rega.
- Dispor sistemas de aproveitamento de augas grises tal e como esixen as normas do hábitat galego para o seu uso preferente en rega ou inodoros.
- Avaliar a disposición de sistemas de depuración de augas residuais para o seu posterior uso en rega dada, a idoneidade destas augas para este emprego pola presenza de minerais naturais como o nitróxeno, o potasio ou o fósforo.
- Canto ás salas de caldeiras de nova creación, levarán un sumidoiro para favorecer a limpeza, ao cal irá conectado un separador de hidrocarburos.
- En cada un dos sistemas de abastecemento deberá disporse un contador volumétrico con saída por pulsos para poder integrar no sistema de xestión centralizada da UDC e valorar a validez destes sistemas.
- Todos os aparellos sanitarios deberán levar sistemas de aforro tales como estes:
 - Cisternas de descarga dupla ou de descarga interrompida
 - Billas temporizadas, perlizadores e reductores de caudal
 - Interruptores para ducha ou billas termostáticas para manter en todo momento a temperatura uniforme
 - Billas ecolóxicas nas novas dotacións con sistemas de resistencia a partir do subministro do 50% do caudal e ACS soamente do medio para a esquerda
- Aqueles sistemas de aforro propensos a seren furtados deberán dispor de sistemas antirroubo; haberá que consultar co SAU a necesidade destes sistemas de antirroubo.

- Non se admitirá a refrixeración de equipos ou procesos por circuitos abertos de auga refrixerados por subministración continua de auga de rede (laboratorios de docencia, investigación etc.).
- Todas as cafeterías ou concesións independentes do uso xeral dos centros disporán de contadores e facturarán en función do seu consumo; isto revisarse periodicamente. Desta forma, as concesións preocuparanse polo caudal de auga empregado; doutra maneira o descoido é moi probable, ao non sufragaren o gasto das subministracións.
- Os sistemas de rega automática deberán levar temporizadores para programar os horarios de rega –preferentemente pola noite– e utilizar sistemas de aforro de auga, goteo ou multigoteo (con temporizacións), tanto pola saúde das plantas como do aforro de auga.
- Nos novos espazos urbanizados cómpre instalar sistemas que permitan o estancamento da auga da chuvia nas franxas vexetais para diminuír as necesidades de rega. Ademais, as plantas terán que estar dispostas de forma que permitan unha adecuada economía na rega, é dicir, plantas con necesidades semellantes estarán dispostas unhas preto das outras.
- As piscinas contarán con mantas térmicas para tapalas cando non se usen, para evitar as perdas tanto térmicas como de auga por evaporación. Cómpre evitar os baleirados da piscina, o mantemento de vasos, a limpeza etc., para o que se utilizarán sistemas de depuración como a electrólise salina ou sistemas de depuración de circuito pechado. Reducirase o consumo de auga, así como as necesidades de desinfección.
- Nos equipos de consumo de auga instalados (lavalouzas, lavadoras etc.) deberá buscarse o etiquetado con eficiencia A en consumo de auga, que se apoiará ademais coa eficiencia A no consumo enerxético e a posibilidade de carga parcial. Estamos a falar dos electrodomésticos de triplo A. O cobro da subministración eléctrica/de auga das concesións levará inevitablemente a isto.
- As instalacións de auga (calefacción/fontanería) deberán levar unha serie de válvulas de corte que permitan sectorizar adecuadamente para evitar baleirados dun volume superior ao 5% da auga da instalación para unha reparación ou actuación puntual.
- Colocaranse reductores de presión instalados despois do contador para limitar a presión a 3 bar con vistas a evitar avarías nos aparatos sanitarios que producirían perdas de auga.

- Todas as instalacións de calefacción e de auga levarán o seu contador volumétrico telexestionado.
- Terán que empregarse materiais ecolóxicos na realización de redes de saneamento nas edificacións, polipropileno en lugar de PVC. As redes de ventilación deberán ser realizadas tamén con este criterio para diminuír a presenza de materiais de alto custo enerxético.
- Todos os novos centros disporán de puntos de subministración de auga refrixerada para consumo humano nas zonas comúns, con vistas a evitar o consumo de auga envasada, que redundará nun maior gasto enerxético global.

XARDINARÍA

- Entre estas medidas cómpre destacar a elección da vexetación que se disporá nas zonas verdes. Tentarase que sexa vexetación autóctona e de baixo consumo de auga de rega, a evitar o céspede en favor de especies con máis forza, que ademais abaratan os custos de mantemento; alén disto, buscarase a plantación de especies que non sexan invasivas.
- No caso da refrixeración por efecto de barreiras de auga (efecto evaporativo) cumprirá que esta auga teña unha orixe non-potable (chuvia preferentemente); procederá, por tanto, da captación de auga da chuvia ou de augas grises tratadas para evitar a súa contaminación e a presenza de microorganismos. En calquera caso estes sistemas, que traballarían por un higrómetro-termómetro, deberán ter un contador do caudal de auga para ter constancia de cando é de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

(1) *Nuestro futuro común*, documento publicado en 1982 e máis coñecido como «Informe Brundtland», elaborado pola Comisión Mundial sobre Medio e Desenvolvemento creada polas Nacións Unidas

(2) Cumio de Xohannesburgo (Nacións Unidas): Cumio Mundial sobre o Desenvolvemento Sustentable (Sudáfrica, do 26 de agosto ao 4 de setembro de 2002)

(3) Conferencia de Reitores de Universidades Españolas, *Directrices para la sostenibilización curricular* 18 de abril de 2005, Valladolid

(4) Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeo e do Consello, de 23 de outubro de 2000, pola cal se establece un marco comunitario de actuación no ámbito da política de augas

(5) Xosé Lois Martínez e Flavia Piñeiro, 2007. *O núcleo de San Vincenzo de Elviña en relación co campus central da UDC* (convenio entre a Consellería de Cultura e Deporte e a Universidade da Coruña)

Congreso Internacional de Educación Ambiental dos Países Lusófonos e Galicia, 24-27 de setembro, Santiago de Compostela

UNESCO (2006). *Capacity Building for Ecological Sanitation. Concepts for Ecologically Sustainable Sanitation in Formal and Continuing Education*

Lens, P; Zeeman, G. e Lettinga, G. (Ed.) (2001). *Decentralized Sanitation and Reuse: Concepts, Systems and Implementation*. IAW Publishing, Londres

UNESCO Working Series SC-2006/WS/5. París, 2006. & GTZ, Eschborn, Alemaña, 2006

Aquatic Habitats in Sustainable Urban Water Management: Science, Policy and Practice. Ed.: Iwona Wagner, Jiri Marsalek y Pascal Breil. Urban Water Series-UNESCO-IHP. ISSN: 1749-0790

Huella ecológica y desarrollo sostenible. Juan Luis Domenech. Aenor ediciones. ISBN: 978-84-8143-517-7

Novotny, V. e Brown, P. (2007). *Cities of the Future: Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management*. IWA Publishing, Londres