

Hacia una arquitectura autosuficiente en energía, agua y alimentos

En el ecosistema natural cada organismo obtiene, por si mismo, la energía, el agua y los alimentos que necesitan. Por tanto, en el ecosistema artificial creado por el hombre se debería intentar lograr el mismo objetivo. Es decir, el arquitecto debe diseñar edificios capaces de obtener, por si mismos, la energía, el agua y los alimentos que necesita.

Se trata de un objetivo general que se debería lograr en cualquier momento. No obstante, este objetivo es especialmente urgente e importante en la actual etapa evolutiva de la historia de la Humanidad.

Debido a múltiples factores, la sociedad humana ha evolucionado en los últimos años, de un modo tal que, en la actualidad está inmersa en lo que podríamos denominar una *Nueva Edad Media*, dada enorme cantidad de paralelismos conceptuales con la *Edad Media*.

Nuestra sociedad está atravesando un nuevo periodo de "oscurantismo", ya que la información relevante actualmente no está al alcance de la mayoría de los individuos. Nuestra sociedad permite el acceso generalizado a una enorme cantidad de información, sin embargo, esta información es parcial, mediatizada, desestructurada, redundante, contradictoria, confusa, y en muchos casos es trivial o carece de validez. Dicho de otro modo, la sociedad permite el acceso generalizado a lo que se podría denominar "desinformación", ya que el ciudadano no puede digerir tanta información, no puede ordenarla, no puede contrastarla, y no puede utilizarla adecuadamente, ya que no tiene criterios para manejarla. Dicho de otro modo, el ciudadano no tiene información sobre la información. No tiene meta-información.

Pero, lo que es peor, la mayoría de los ciudadanos no desean realizar el enorme esfuerzo que supone acceder a la meta-información. La mayoría de los ciudadanos son ahora conformistas, están entretenidos con tanta abundancia de información, y simplemente desean seguir las reglas establecidas por otros, siempre que ello le garantice su mínima supervivencia, y sobre todo, su entretenimiento. De hecho, la consigna establecida hace 2.000 años por los *Cesares de Roma*, "*controlar al pueblo ofreciéndoles pan y circo*", está siendo utilizada en la sociedad actual de forma generalizada, y muy exitosa.

Como resultado, en la era de la información, nunca ha habido tanta desinformación, tanta manipulación y tan poco respeto por la ilustración. El poder económico, en connivencia con una nueva clase política no ilustrada y sin principios, celosos por mantener su estructura y su poder, están estableciendo, poco a poco, innumerables sistemas de control de la información a la que puede acceder el ciudadano. Bajo el estandarte de lo "políticamente correcto" se manipula el comportamiento de los individuos de la sociedad, y en general, su capacidad de crítica y auto-crítica. La información llega al ciudadano digerida de tal forma que éste apenas tiene que elegir entre unas pocas alternativas. De hecho, su única sensación de libertad es que, en el mejor de los casos, puede elegir entre un puñado de alternativas, y en muchas ocasiones apenas puede elegir entre dos o tres. Y por supuesto, se restringe o se ningunea cualquier alternativa de pensamiento, por honesto, sensato y valioso que sea.

Como consecuencia de la nueva *meta-ignorancia* de la sociedad y su enorme conformismo y docilidad, se han establecido diferentes polos de poder (*Umberto Eco* los denomina "*Señores del Castillo*"), diseminados por todo el planeta. Estos polos de poder, en claro paralelismo a los señores feudales, solo están interesados en mantener su propio poder y en inventarse su legitimidad, y para ello, compiten duramente entre sí, con el objetivo de ampliar su territorio cada vez más, y de aglutinar el mayor número posible de personas, bajo una relación de protección, y servilismo. Los señores del castillo dan cobertura a este grupo de personas, que a cambio le rinden pleitesía y le ofrecen diezmos mensuales. Lo que es importante es que las personas no son libres, no pueden controlar su destino de forma independiente, y están obligados siempre a servir a un determinado señor. Los nuevos "*Señores del Castillo*" son ahora compañías de suministro de energía, de suministro de gas, de suministro de telecomunicaciones, de suministro de agua,... y también políticos locales, políticos regionales, políticos autonómicos, ... y también compañías de seguros, compañías sanitarias,

entidades bancarias hipotecarias,.. y también tarjetas de crédito, tarjetas de club de compras, tarjetas de club de amigos, tarjetas de viajes ... La nueva estructura social de vasallaje es tan importante, que los nuevos siervos no dudan siquiera en hipotecar el resto de sus vidas, pagando dicho diezmo mensual, para obtener incluso sus propias viviendas.

Es increíble la enorme cantidad de “*Señores del Castillo*” que existen en la actualidad, y a pesar de eso, las personas (que no ciudadanos), tienen extrañamente una sensación de libertad. Sin duda, ello se debe a que muchas personas tienen, más o menos, controlada y garantizada su supervivencia, y sobre todo, su entretenimiento. Nunca la humanidad ha sido tan dócil.

Esto significa que las murallas actuales que han erigido los nuevos “*Señores del Castillo*”, aunque no sean físicas, son mucho más poderosas, y constituyen un verdadero peligro para evolución futura de la humanidad. Dentro de estas murallas las personas sobreviven de una forma servil, pero fuera de las murallas las personas quedan aisladas a su propia suerte, marginadas, ninguneadas e indeseadas. La manada humana está ahora por tanto, estructurada de forma medieval.

Es evidente que en la actual *Nueva Edad Media* se llegará a un punto en que la situación se haga insostenible. Habrá cada vez más *Señores del Castillo*, que estarán tentados a pedir diezmos cada vez más cuantiosos y numerosos. De hecho esta situación se está empezando a dar, con la excusa de un esfuerzo común para salir de una crisis que ellos mismo han generado, debido a su falta de preparación, y su ansia de poder y beneficios. Por ello, sin duda, los nuevos siervos intentarán liberarse de su yugo, e intentarán valerse por sí mismos, de forma libre y autosuficiente. Llegados a este punto, las personas encontrarán nuevos entornos en los que interaccionar, y podrán sentirse plenamente libres.

En el pasado, después de la *Edad Media*, se crearon las ciudades renacentistas, y las personas se convirtieron, poco a poco, en ciudadanos libres. Siguió un floreciente *Renacimiento*, social y cultural, y no se tardó mucho para que se derrumbaran las murallas de forma definitiva, y se consiguiera una ciudadanía libre. Del mismo modo, nuestra *Nueva Edad Media* debe diluirse, y se deben crear nuevos entornos, ahora globales y virtuales, en los que las personas evolucionen y se conviertan en nuevos ciudadanos globales libres. Estos entornos deben ser autosuficientes -en agua, en energía, en alimentos- con el fin de garantizar la subsistencia, el cobijo y el bienestar, de los nuevos ciudadanos, con el fin de que consigan un nuevo nivel de libertad, puedan controlar su propio destino, sin necesidad de rendir vasallaje, y puedan trascender como humanos. Es hora por tanto de crear las bases conceptuales y la estructura física necesaria para que la sociedad alcance un *Nuevo Renacimiento*. Un *Nuevo Renacimiento* que posibilite que las poderosas murallas erigidas por los “*Señores del Castillo*”, sean derribadas paulatinamente, y se logre una nueva red global humana.

En este *Nuevo Renacimiento*, los ciudadanos pueden ser libres y autosuficientes, y vivir como tales, en hábitats autosuficientes capaces de garantizar su bienestar, cobijo, e incluso subsistencia.

Por tanto, para esta nueva etapa en la evolución de la Historia de la Humanidad, se hace necesario establecer un nuevo tipo de hábitat autosuficiente en energía, en agua y en alimentos.



1. Autosuficiencia energética

Un edificio es autosuficiente en energía cuando consume la menor cantidad posible de energía, y es capaz de obtener la energía que necesita por sí mismo, al menor coste económico posible, de tal modo que no necesita conectarse a la red general de suministro de energía.

Sin duda, el aspecto más significativo de esta definición de arquitectura autosuficiente en energía es que debe lograrse con el menor coste económico posible. Este aspecto es fundamental, ya que en la actualidad, la sociedad está atravesando un periodo oscurantista en el que en realidad no se han producido cambios sustanciales, y todo sigue siendo, más o menos, lo mismo. En este sentido, lo que actualmente se denomina como "arquitectura sostenible", en realidad tiene poco de sostenible, y no implica ninguna mejora sustancial. Se trata de otro negocio insostenible más.

Del mismo modo, el modelo actual de "arquitectura autosuficiente en energía", mantiene un mismo tipo de arquitectura deficiente, pero la adereza con todo tipo de artefactos. Unos artefactos que se fabrican por los mismos agentes habituales, con el mismo modelo económico, y que simplemente trasladan el impacto medioambiental de los edificios, a las fábricas. La arquitectura resultante en realidad no es autosuficiente (entre otras muchas razones porque la tecnología tiene una fecha de caducidad muy limitada), poco tiene de "sostenible", y lo que es peor, tiene un coste económico muy superior.

El verdadero modelo de "arquitectura autosuficiente en energía" debe ser otro completamente diferente. Y con el fin de visualizarlo, me gustaría poner un ejemplo esclarecedor:

Supongamos que se desea mantener limpia una vivienda. Pues bien, existen dos formas alternativas y excluyentes de conseguirlo.

- La primera consistiría en educar a los ocupantes de la vivienda para que se comporten de forma racional y que la ensucien lo menos posible durante su actividad diaria. Los usuarios deberían meditar sobre todos y cada uno de sus actos diarios, y simplemente adoptar unos hábitos alternativos, que le permitan la misma satisfacción, pero que generen menos suciedad. Además, a los usuarios se les debería inculcar que, cada vez que generen alguna suciedad, ellos mismos deben limpiarla inmediatamente (como hacen los grandes cocineros). Además, esta limpieza puede hacerla con muy pocos recursos, y muy sencillos, que el mismo puede elegir para que no sean perjudiciales para su salud. Como resultado, la vivienda se mantiene limpia en todo momento, garantizando la salud y el bienestar de sus ocupantes, con muy poco esfuerzo, con muy pocos recursos, y sin apenas coste económico.

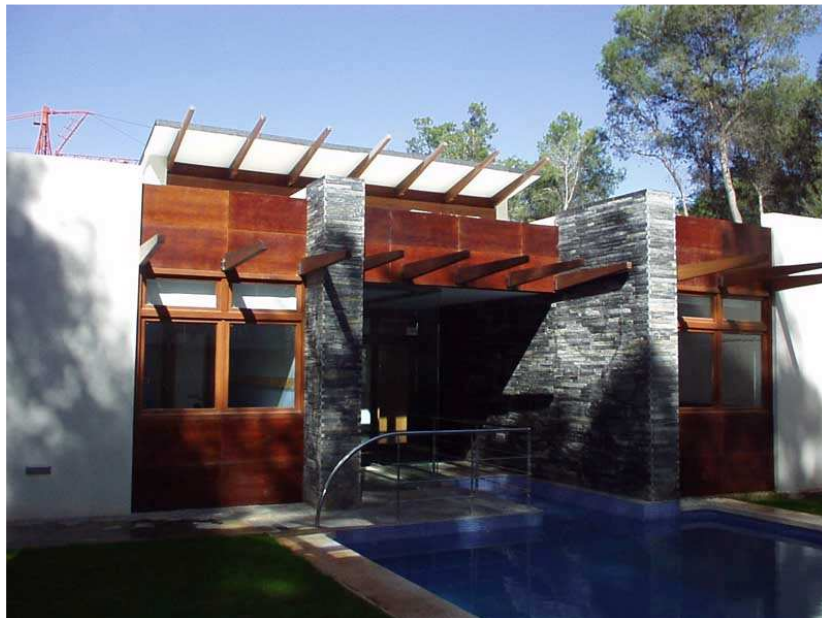


- La segunda alternativa consistiría en dejar que los ocupantes de la vivienda hicieran lo que les venga en gana, y contratar a un equipo de limpieza que garantice el perfecto estado de la vivienda en todo momento. Este equipo de limpieza puede estar constituido por varias personas, que deben trasladarse desde otro lugar utilizando algún medio de transporte, deben alimentarse, deben mantenerse (limpieza de sus uniformes...), y

deben limpiar la vivienda (por lo que consumen energía y recursos, y generan residuos y emisiones). Este equipo de limpieza intentará hacer su trabajo de la forma más rápida posible para optimizar el tiempo, y por tanto utilizará todo tipo de productos de limpieza de alta eficacia, algunos de los cuales podrían perjudicar la salud y bienestar de los ocupantes de la vivienda, y podrían generar residuos y emisiones igualmente perjudiciales. Por supuesto este equipo de limpieza tendrá un determinado, y habitualmente elevado, coste económico. Como resultado, la vivienda se mantiene limpia en todo momento, sin que se garantice la salud y el bienestar de sus ocupantes, con mucho esfuerzo, con muchos recursos, y con un elevado coste económico.

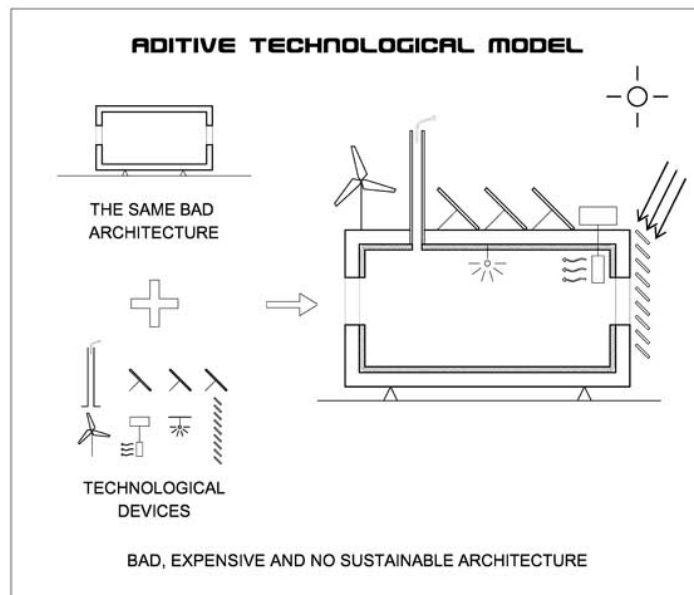
Aparentemente las dos estrategias consiguen el mismo fin: mantienen la vivienda limpia. La única diferencia es que con la segunda estrategia se necesita pagar mucho dinero, se consumen recursos, se consume energía, y se generan residuos y emisiones, muchos de ellos perjudiciales para la salud. Dicho de otro modo, el problema, en realidad, no se ha resuelto, y sencillamente se ha trasladado: para limpiar una cosa, se ensucia otra.

En paralelismo con este ejemplo, se pueden identificar igualmente dos modelos, alternativos y excluyentes, de arquitectura autosuficiente.



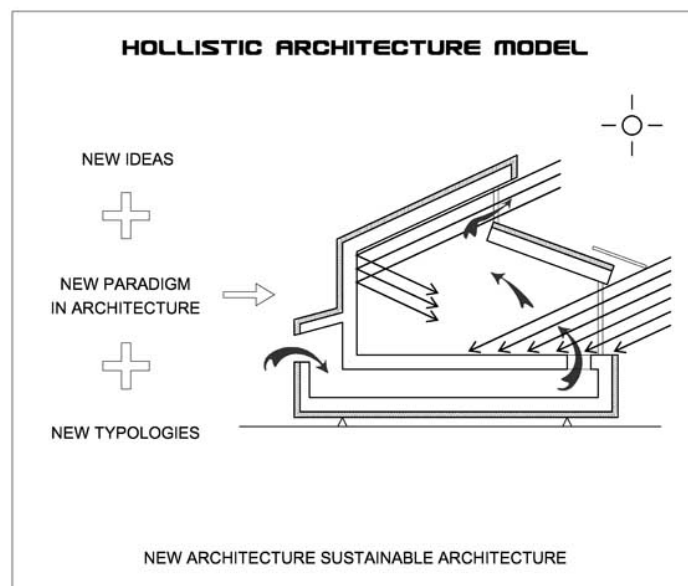
a) Modelo aditivo tecnológico.

Es el modelo que actualmente se está estableciendo en nuestra sociedad. Se trata de un modelo impulsado por los intereses económicos, y que consiste en no mejorar la arquitectura, no educar a la sociedad, y simplemente estimular el consumo de una enorme cantidad de artefactos generadores de energía, para incorporarlos forzosamente en los edificios. Por si fuera poco, la fabricación, instalación y mantenimiento de estos artefactos añadidos consume una gran cantidad de energía y de recursos, y genera una gran cantidad de residuos y de emisiones. Por otro lado, estos “aditivos tecnológicos” tienen un ciclo de vida finito, por lo que se convierten en residuos a los pocos años, por lo que hay que reponerlos de forma continuada. Como consecuencia no puede decirse, en modo alguno, que el modelo resultante de arquitectura sea “autosuficiente” dada la enorme dependencia a una tecnología con ciclo de vida reducido. Por si fuera poco, la incorporación de la gran cantidad de artefactos necesarios (como consecuencia de no haber mejorado el edificio, ni haber educado a sus ocupantes) incrementa sustancialmente el coste del edificio. En resumen, este modelo de arquitectura es ridículo, ineficaz y extremadamente caro; no disminuye apenas el impacto medioambiental; y ni siquiera puede considerarse autosuficiente en modo alguno.



b) Modelo arquitectónico integral.

Es el modelo alternativo que debería instaurarse en la sociedad. Este es el modelo que deberían impulsar los arquitectos y los representantes sociales, y que consiste en mejorar sustancialmente el diseño de los edificios, educar a sus ocupantes, e integrar en la arquitectura la menor cantidad posible de aditivos tecnológicos. Solo educando a la sociedad se puede modificar el comportamiento y costumbres de cada individuo, y de este modo, se pueden replantear y disminuir sus necesidades energéticas, y solo diseñando mejor los edificios se puede reducir drásticamente su consumo energético. De este modo, los edificios resultantes tienen muy poca necesidad de energía, que puede ser generada por una mínima cantidad de artefactos tecnológicos, por lo que su coste económico es muy reducido, y accesible para la mayoría de la sociedad. En resumen, este modelo de arquitectura es racional, muy eficaz, verdaderamente autosuficiente, disminuye al máximo su impacto ambiental, y tiene un coste económico muy reducido.



Es evidente que el modelo de arquitectura autosuficiente que debe adoptarse en nuestra sociedad, por encima de los gigantescos intereses económicos que la regulan, es el segundo: el modelo arquitectónico integral.

Por todo ello, para lograr una verdadera arquitectura autosuficiente en energía se debe adoptar una estrategia de diseño que integre 4 tipos de acciones consecutivas, y a la vez, complementarias:

1. Realizar un óptimo diseño bioclimático del edificio

El objetivo fundamental de un óptimo diseño bioclimático es reducir al máximo la necesidad de energía necesaria para el acondicionamiento térmico, la ventilación y la iluminación de los edificios. Por tanto, se deben proyectar edificios que tiendan a autorregularse térmicamente, por sí mismos, y sin necesidad de artefactos, es decir tan solo por su diseño arquitectónico.

Para lograr un diseño bioclimático debe seguirse una cuidadosa y compleja metodología proyectual, y un conjunto variado de estrategias compositivas arquitectónicas, utilizando únicamente elementos arquitectónicos convencionales. En este sentido, y entre muchas otras cosas, se debe elegir cuidadosamente la orientación de los edificios, la tipología arquitectónica, la disposición de espacios, la disposición de ventanas y cristaleras, la disposición de huecos de ventilación, la disposición de intercambiadores arquitectónicos de temperatura, el contacto de los edificios con el terreno, la inercia térmica interna de los edificios, el correcto aislamiento externo, las protecciones solares,..etc...

Utilizando estas estrategias compositivas arquitectónicas de forma adecuada, se pueden reducir de forma considerable las necesidades energéticas de un edificio (hasta un 90%) para proporcionar el correcto acondicionamiento térmico, la iluminación y la ventilación que necesitan sus ocupantes. (En algunos casos se pueden reducir en un 100%).

Esta primera etapa es la más importante, ya que de su éxito dependerá la mínima utilización de artefactos para lograr la autosuficiencia energética. No hay que olvidar que los artefactos implican un consumo energético en su construcción, utilización y reciclado. Además cuestan mucho dinero. Por ello, debe diseñarse con sumo cuidado una estrategia proyectual completa y efectiva.



2. Reducir al máximo el número de electrodomésticos y los artefactos que consuman energía.

La segunda etapa necesaria para lograr la autosuficiencia energética de la arquitectura es disminuir su consumo energético gratuito. Para ello es necesario realizar un listado de las necesidades de sus ocupantes, y analizar como satisfacerlas con la menor cantidad posible de artefactos que consuman energía. Para esta etapa, sin duda, se necesita educar a los ciudadanos.

Pongamos un ejemplo. Seguramente sea imprescindible en nuestra sociedad que todas las familias dispongan en su vivienda de un frigorífico, o una cocina, pero habría que estudiar la necesidad real de un lavavajillas o de un microondas. Pero desde luego habría que rechazar de pleno otros artefactos gratuitos como cepillos de dientes eléctricos o sistemas mecánicos de aire acondicionado. Una correcta educación y una correcta arquitectura pueden evitar su necesidad.



Como resultado de este estudio se realizará un listado de la mínima cantidad de energía necesaria para garantizar el bienestar de sus ocupantes. Esta energía se suplirá mediante la correcta integración en la arquitectura de dispositivos generadores de energía natural renovable.

3. Elegir correctamente los electrodomésticos y artefactos, de alta eficiencia energética

Una vez delimitada la mínima cantidad posible de artefactos necesarios en un edificio, la siguiente etapa consiste en la correcta elección de los mismos. En este sentido se deben elegir aquellos artefactos que menos energía consuman y que, al mismo tiempo, garanticen la satisfacción de las necesidades humanas.

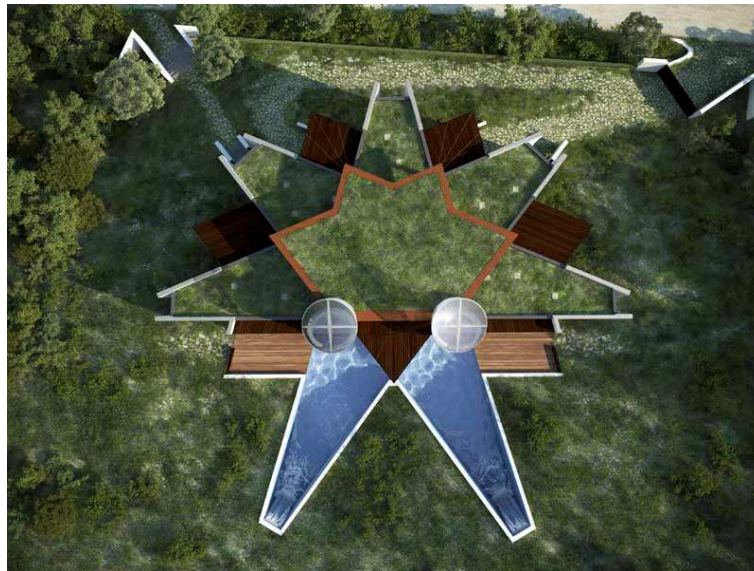
Se deben elegir por tanto, sistemas de climatización de bajo consumo, luminarias de bajo consumo, electrodomésticos de bajo consumo, y en general, artefactos de bajo consumo.

Hay que tener en cuenta que para reducir al máximo el consumo de los artefactos no solo deben elegirse correctamente, sino que deben utilizarse correctamente. Por ejemplo, podemos elegir un frigorífico de bajo consumo, pero si lo mantenemos abierto mucho tiempo, sencillamente habremos tirado el dinero. Es decir, se debe hacer un uso racional de los artefactos.

Del mismo modo, hay que fomentar la robustez y durabilidad de los artefactos, ya que aunque un artefacto consuma poca energía, si tiene una vida útil corta, pronto se le debe sustituir por otro, y esta sustitución convierte en residuo al artefacto anterior, y genera un coste energético importante. En este caso, un artefacto que sea más robusto, aunque sea más costoso y aunque consuma más energía, a la larga acaba consumiendo menos energía por unidad de tiempo.

4. Integrar adecuadamente en los edificios los dispositivos generadores de energía renovable.

Una vez que se ha reducido al máximo la necesidad de consumo energético, optimizando el diseño bioclimático de los edificios, y una vez que se ha reducido al máximo el consumo energético reduciendo la necesidad de artefactos y eligiendo los de mayor eficiencia energética, debe elegirse la fuente energética natural renovable, con el fin de garantizar la autosuficiencia energética de los edificios.



En primer lugar debe realizarse un listado de las fuentes energéticas renovables. Se deben rechazar falsas fuentes energéticas renovables como la biomasa, el gas, etc., sencillamente porque ni son renovables, ni son ecológicas, ya que tienen un origen orgánico fósil, y generan emisiones dañinas para el medio ambiente. Por si fuera poco, ni siquiera son viables económicamente, ni funcionalmente.

Las únicas fuentes energéticas limpias que deben integrarse en la arquitectura son:

- Energía solar térmica
- Energía solar fotovoltaica
- Energía geotérmica
- Energía eólica

No existe ninguna otra fuente energética dispersa, natural, limpia y renovable que pueda integrarse en arquitectura.

Por otro lado, hay que señalar que ninguna de estas fuentes energéticas, por sí misma, es capaz de garantizar la autosuficiencia energética de un edificio en cualquier entorno climático (solo en entornos templados estables se podría utilizar una sola fuente energética -solar fotovoltaica-), por ello es necesario realizar diferentes combinaciones posibles de estas fuentes energéticas.

Las tres posibilidades son:

1. Energía solar fotovoltaica
2. Energía solar fotovoltaica + Energía solar térmica
3. Energía solar fotovoltaica + Energía geotérmica

Estas combinaciones garantizan la total autosuficiencia energética de los edificios. La energía eólica puede constituir un complemento adecuado de las tres combinaciones anteriores, pero solo si el edificio se encuentra en un lugar con vientos estables y permanentes. No hay más combinaciones posibles.

1. La primera combinación (Energía solar fotovoltaica) se utilizará en entornos climáticos templados, en los que el diseño bioclimático, por si mismo, garantiza el bienestar de las personas, todos los días del año.

En estos entornos solo es necesario generar energía eléctrica para los electrodomésticos, luminarias y artefactos imprescindibles. Para ello en los edificios se dispondrán, debidamente integrados, captosres solares fotovoltaicos, y baterías de acumulación de la energía eléctrica generada.



2. La segunda combinación (Energía solar fotovoltaica + Energía solar térmica) se utilizará en entornos climáticos fríos, en los que en verano no se alcancen temperaturas elevadas.

En estos entornos el correcto diseño bioclimático, por si mismo, garantiza el bienestar de las personas, en verano, sin necesidad de sistemas mecánicos de refresco. En cambio, en invierno los sistemas de acondicionamiento térmico por suelo radiante solar pueden complementar las estrategias bioclimáticas de calentamiento, y garantizar el bienestar de los ocupantes de los edificios. Por tanto en los edificios se dispondrán, debidamente integrados, captosres solares térmicos que generen agua caliente sanitaria para su consumo humano, y para la calefacción por suelo radiante. De forma complementaria, para generar la energía eléctrica necesaria para los electrodomésticos, luminarias y demás artefactos imprescindibles, se dispondrán, debidamente integrados, captosres solares fotovoltaicos, y baterías de acumulación para la energía eléctrica generada.

3. La tercera combinación (Energía solar fotovoltaica + Energía geotérmica) se utilizará en entornos fundamentalmente calurosos, en los que en verano pueden alcanzarse unas temperaturas muy elevadas.

En estos entornos, en verano, los sistemas geotérmicos por bomba de calor y suelo radiante solar pueden complementar las estrategias bioclimáticas de refresco, y garantizar el bienestar de los ocupantes de los edificios. Del mismo modo, en invierno, los sistemas geotérmicos por bomba de calor y suelo radiante solar pueden complementar las estrategias bioclimáticas de calentamiento, y garantizar el bienestar de los ocupantes de los edificios. Es decir, los sistemas geotérmicos pueden complementar el correcto diseño bioclimático, tanto en invierno, como en verano. Además, pueden generar el agua caliente sanitaria necesaria para el consumo humano. De forma complementaria, para generar la energía eléctrica necesaria para la bomba de calor geotérmica, los electrodomésticos, luminarias y demás artefactos imprescindibles, se dispondrán, debidamente integrados, captosres solares fotovoltaicos, y baterías de acumulación para la energía eléctrica generada.

2. Autosuficiencia de Agua

Un edificio es autosuficiente en agua cuando consume la menor cantidad posible de agua, y es capaz de obtener el agua que necesita por sí mismo, al menor coste económico posible, de tal modo que no necesita conectarse a la red general de suministro de agua.

Al igual que ocurría con respecto de la energía, los edificios deben obtener agua de varias fuentes diferentes y complementarias, de tal modo que se asegure un suministro continuado. Hay que tener en cuenta además que las necesidades de agua de los edificios son de diferente naturaleza (agua para consumo humano, agua para la higiene humana, agua para el aseo y limpieza, agua para cisternas de los baños, agua de riego,...), por lo que pueden ser satisfechas por fuentes diferentes.



1. Agua subterráneas

Las aguas subterráneas discurren de forma generalizada en el subsuelo, por lo que se pueden obtener de forma sencilla por medio de perforaciones.

Este tipo de agua es el que se utilizará, junto con el agua de lluvia, para suministrar las necesidades de agua potable apta para el consumo humano. Por ello debe tratarse y desinfectarse de forma adecuada. Además, este tipo de agua puede utilizarse para otros usos (levado, riego, cisternas), si no se dispusiera de otro tipo de agua (lluvia, grises).

Las necesidades medias de agua son de 150 litros/persona al día. Por ello, cada persona necesita una cantidad media anual de agua de 54.750 litros ($150 \cdot 365 = 54.750$ litros). Este dato proporciona una idea de las necesidades medias de extracción de agua.

Dependiendo del tipo de agua disponible en un determinado lugar, y su nivel y tipo de contaminantes, el tratamiento habitual del agua subterránea puede ser de Nivel 1 (Tratamiento físico simple + desinfección), o de Nivel 2 (Tratamiento físico normal + tratamiento químico + desinfección). Solo en casos excepcionales en los que solo está disponible un agua muy contaminada (aguas superficiales contaminadas o acuíferos muy contaminados), se necesitaran un tratamiento intensivo de Nivel 3.

2. Agua de lluvia.

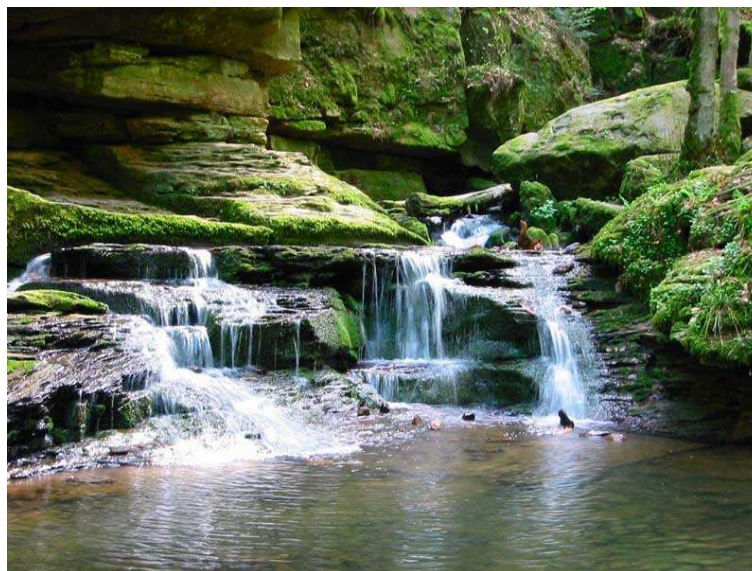
El agua de lluvia está disponible en casi cualquier parte del planeta, por lo que se puede recoger de forma

generalizada, y se puede almacenar para su posterior tratamiento y consumo. En general, el agua de lluvia tiene una buena calidad, ya que solo ha podido contaminarse con contaminantes atmosféricos en suspensión locales, y con los contaminantes incluidos en las propias cubiertas (o terrenos de recogida) en las que ha caído la lluvia. Por ello, el tipo de tratamiento habitual es muy sencillo y -con procedimientos sencillos de desinfección- se convierte fácilmente en agua potable.

El agua de lluvia puede suplir el 60% de las necesidades de agua por persona y día. (90 litros/persona) (Inodoro: 50 litros/persona + Lavadora: 20 litros/persona + Riego: 20 litros/persona), y convenientemente tratada se puede suplir el 100%. Por ello, y tal como se ha calculado, en un año será necesario suplir 32.850 litros/persona. Por tanto, si se supone un periodo de reserva de un mes al año, se deduce que en los edificios se debe acumular una cantidad de agua de 2.700 litros por persona ($32.850 \text{ litros/persona} * (30 / 365) = 2.700 \text{ litros de acumulación/persona}$). Esto proporciona una idea del volumen que deben tener los depósitos de acumulación de agua de lluvia.

Este dato proporciona igualmente una idea aproximada de la superficie de recogida de agua que se necesita. Si se supone una pluviometría anual de 150 litros/m² (correspondiente a una pluviometría muy baja, ya que por ejemplo, en Barcelona la pluviometría es media y oscila de 400 a 700 litros/m²), y suponiendo que se recoge todo el agua que incide sobre una cubierta, se tiene que la superficie de cubierta por persona es de: $2.700 \text{ litros} / 150 \text{ litros/m}^2 = 18 \text{ m}^2$. Por tanto, para una familia de 4 componentes se debería disponer al menos una cubierta de recogida de agua con una superficie mínima de 72 m². Evidentemente si la pluviometría media anual es mayor, se necesitará menos superficie de recogida, pero el dato proporciona una idea inicial para el predimensionado de las cubiertas de recogida de agua en arquitectura autosuficiente.

Es evidente que el mejor tipo de cubierta para recoger agua de lluvia es la cubierta ajardinada, ya que proporciona un primer filtrado natural al sistema general de tratamiento. El tratamiento habitual del agua de lluvia es de Nivel 1 (Tratamiento físico simple + desinfección).



3. Reciclaje de aguas grises.

Las aguas grises son las que provienen de los lavabos, las duchas y las bañeras. Estas aguas grises pueden tratarse convenientemente y convertirse en agua higiénica, que no es considerada potable. Estas aguas se pueden utilizar para la lavadora, la cisterna del inodoro, el riego del jardín y huertos, y para el lavado en general. En general son aptas para todo, excepto para el consumo humano directo y el lavavajillas.

Sin embargo, el hecho de que estas aguas no sean consideradas como potables es un tecnicismo, ya que en la etapa final del tratamiento siempre se puede, y se debe, incorporar una etapa de desinfección del agua. Lo que ocurre es que el contenido de sales (fosfatos y nitratos) y el PH del agua resultante no es el adecuado para el consumo humano. Sin embargo, esto se puede resolver simplemente mezclando, en proporción adecuada, las aguas grises con agua de lluvia y agua subterránea convenientemente tratadas y desinfectadas. De este modo, con el reciclaje de aguas grises se puede suplir el 60% de las necesidades de agua por persona y día.

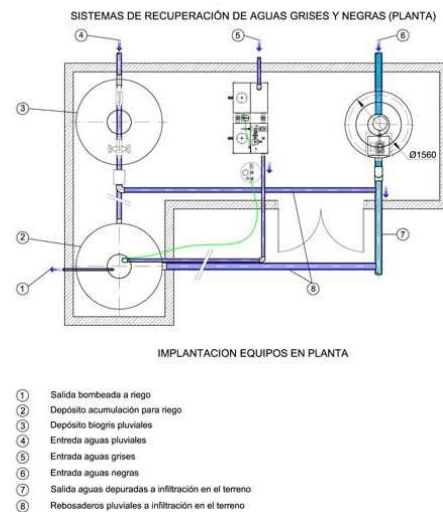
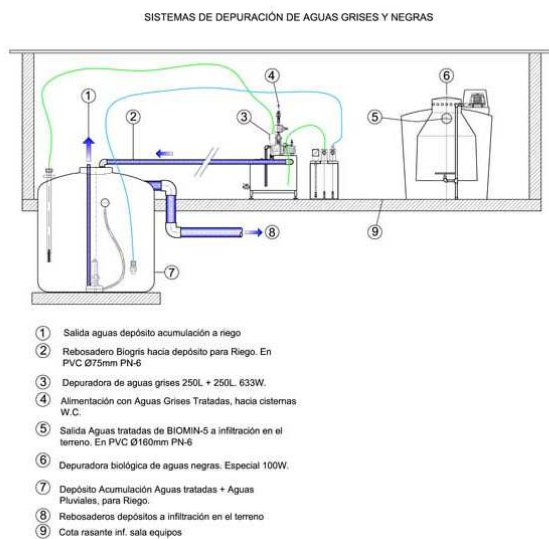
El tratamiento habitual de aguas grises es de Nivel 2 (Tratamiento físico normal + tratamiento químico + desinfección).

El tratamiento de aguas grises más efectivo y usual es el denominado como *tratamiento a base de lodos activos y oxidación total*, y consta de tres etapas. La primera etapa consiste en agitar el agua gris mediante aire inyectado, para que la materia orgánica se mantenga en suspensión, y en contacto continuo con el oxígeno del aire. De este modo las bacterias, que siempre están en el agua, descomponen la materia orgánica, con ayuda del oxígeno. La segunda etapa consiste en que una vez que la materia degradada se sedimenta, se separa en dos porciones. Una se recircula al sistema (con el fin de mantener la población bacteriana), y la otra se evacua, para utilizarse como componente de los compostadores. En la tercera etapa el agua se desinfecta, mediante radiación ultravioleta.

4. Reciclaje de aguas negras

Las aguas negras son las que provienen de los inodoros y otros sistemas de evacuación de heces animales. Las aguas negras son muy densas, con alto contenido de grasas y materia orgánica, y tienen un elevado potencial de transmisión de parásitos e infecciones. Por ello deben tratarse por separado con sistemas de biodigestores. Estas aguas negras, convenientemente tratadas, pueden utilizarse como riego y fertilizante de los cultivos, y para producir biogás.

Los biodigestores anaerobios se pueden utilizar tanto a gran escala, como para uso doméstico. El funcionamiento es el mismo y solo cambia el tamaño. Con ellos se tratan las aguas negras para producir agua para riego, biofertilizantes y biogás. Existen biodigestores de flujo continuo (que reciben la carga de forma continua por medio de una bomba) y biodigestores de flujo semi-continuo (que reciben una carga fija diaria), y biodigestores estacionarios (que se cargan de una sola vez y pasado el tiempo de retención se vacían).



3. Autosuficiencia en Alimentos

La autosuficiencia en alimentos es más difícil de conseguir debido a la gran extensión de terreno necesaria. Con el paso del tiempo se ha diversificado enormemente nuestra dieta, y al mismo tiempo, cada vez tiene mayor grado de elaboración. Por este motivo es prácticamente imposible lograr una autosuficiencia de alimentos en un edificio.

Sin embargo, si se puede conseguir una determinada variedad de alimentos que podría asegurar una dieta básica, de supervivencia, a los ocupantes de determinados edificios.

Un edificio tiene mucha más superficie cultivable de la que podría parecer. Se pueden cultivar alimentos no solo en terrenos circundantes a los edificios, sino además en sus cubiertas, en patios interiores, en patios interiores en altura, en plantas intermedias, e incluso en los propios paramentos verticales (cultivo hidropónico).



Como resultado, se pueden cultivar, en cualquier entorno climático, un determinado conjunto de especies vegetales comestibles (leguminosas, frutas y verduras), básicas para la alimentación humana, e incluso para la alimentación del ganado, que a su vez también puede habitar en el propio edificio. Estas especies vegetales podrían alimentar directamente a las personas, o indirectamente, a través de pequeñas reservas ganaderas autosuficientes.

Luis De Garrido

Doctor Arquitecto, Doctor Ingeniero Informático, Máster en Urbanismo
Profesor invitado del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT)
Director *Máster en Arquitectura Sostenible* (MAS)
Director *Máster en Arquitectura Bioclimática Autosuficiente* (MABA)
Presidente de la *Asociación Nacional para la Arquitectura Sostenible* (ANAS)
Presidente de la *Asociación para la Arquitectura Autosuficiente* (AAA)
Presidente de la *International Federation for Sustainable Architecture* (IFSA)

degarrido@ono.com

info@luisdegarrido.com

<https://www.facebook.com/LuisdeGarridoArquitecto>

<http://www.facebook.com/pages/Master-Arquitectura-Sostenible-MAS/188875931176261>

www.luisdegarrido.com