
Gestió dels recursos hídrics del Monestir Budista *Sakya Tashi Ling*

AUTORS:

Silvia Díez Presa,
Arnau Martínez i Miró,
Andrés Martínez Montalbán

DIRECCIÓ TÈCNICA:

Dr. Joan Rieradevall i Pons

COORDINACIÓ TÈCNICA:

Dr. Martí Boada i Juncà
Dr. Jordi Duch i Cortinas
Dra. Esther Garcia i Solsona
Dr. Joan Albert Sánchez i Cabeza

Resum

Amb la finalitat de millorar l'autosuficiència hídrica del monestir budista del Garraf *Sakya Tashi Ling*, es fa una avaluació de l'estat dels recursos hídrics d'aquest sistema, així com els seus usos i punts de consum.

L'avaluació s'ha realitzat mitjançant la integració i ús de paràmetres mediambientals, hídrics i arquitectònics. Amb l'estimació d'entrades i consums d'aigua, juntament amb els càlculs realitzats, s'ha diagnosticat l'estat actual del sistema.

Mitjançant la realització d'un inventari dels diferents equipaments i dispositius instal·lats en els punts de consum d'aigua, s'han detectat mancances en la eficiència hídrica com l'escassa implementació de dispositius d'estalvi hídric o la inexistent captació de les aigües pluvials.

El diagnòstic de les mancances ha orientat les propostes de millora aplicables al sistema. Aquestes incideixen principalment en la millora de l'estalvi d'aigua amb la instal·lació de dispositius estalviadors i en la captació d'aigües pluvials mitjançant una xarxa de recollida, emmagatzematge i distribució.

Paraules clau:

Monestir Budista Sakya Tashi Ling, aigua, pluvials, eficiència, autosuficiència hídrica, sostenibilitat, dispositius d'estalvi.

Resumen

Con el fin de mejorar la autosuficiencia hídrica del monasterio budista del Garraf *Sakya Tashi Ling*, se hace una evaluación del estado de los recursos hídricos de este sistema, así como sus usos y puntos de consumo.

La evaluación se ha realizado mediante la integración y uso de parámetros medioambientales, hídricos y arquitectónicos. Con la estimación de entradas y consumos de agua, sumado a los cálculos realizados, se ha diagnosticado el estado actual sistema.

A través de la realización de un inventario de los diferentes equipamientos y dispositivos instalados en los puntos de consumo de agua, se han detectado carencias en la eficiencia hídrica como la escasa implementación de dispositivos de ahorro o la inexistente captación de aguas pluviales.

El diagnóstico de las carencias ha dirigido las propuestas de mejora aplicables al sistema. Estas inciden principalmente en la mejora del ahorro de agua con la instalación de dispositivos ahorradores y en la captación de aguas pluviales mediante una red de recogida, almacenamiento y distribución.

Palabras clave:

Monasterio Budista Sakya Tashi Ling, agua, pluviales, eficiencia, autosuficiencia hídrica, sostenibilidad, dispositivos de ahorro.

Abstract

In order to improve the water self-sufficiency of Garraf's Buddhist monastery *Sakya Tashi Ling*, this project provides an assessment of water resources in this system and its uses and consumption points.

The evaluation was effected through the integration and use of environmental, water and architecture parameters. With the estimation of inputs and water consumption and some calculations, a diagnostic of the current system has been made.

Through an inventory of the different equipment and devices installed at points of water consumption it has been found faults in water efficiency like the low-saving devices implementing the non-existent storm water uptake.

The diagnosis of the shortcomings addressed the improvement proposals relating to the system. These affect mainly on boosting savings by installing water saving devices and rain water harvesting through a network of collection, storage and distribution.

Keywords:

Sakya Tashi Ling Buddhist Monastery, water, storm water, efficiency, water self-sufficiency, sustainability, saving devices.

Introducció

L'amenaça mundial provocada pel canvi climàtic ha estat i és un dels principals reptes a combatre en el futur més immediat per el conjunt de la societat humana.

L'aigua juga un paper molt important en totes les cultures, precisament la disponibilitat d'aigua dolça es veu afectada per l'escalfament global segons el VIè informe de l'IPCC¹.

Aquest estudi fa un anàlisi per a localitzar en quins punts és possible millorar l'autosuficiència hídrica d'una instal·lació de tipus religiós que es troba oberta al públic i visitants. Concretament es tracta d'un monestir de religió Budista anomenat *Sakya Tashi Ling*. L'àrea d'estudi es troba en la seva majoria dins del terme municipal d'Olivella (Garraf), i l'edifici principal del sistema –on s'hi concentren les visites del públic– s'anomena *Palau Novella* i es troba localitzat en les següents coordenades: Latitud: 41°17'30.28"N Longitud: 1°51'9.84"E.

La finalitat d'aquest estudi és la de poder oferir solucions i mesures d'estalvi per al reaprofitament de l'aigua com a recurs abans d'alliberar-lo, prioritzant l'ús de l'aigua de més bona qualitat per a les parts o usos del sistema que més ho precisin, fent així una gestió més racional i sostenible de l'aigua.

L'estudi es basa en la captació de pluvials en les dues edificacions principals del sistema i els seus voltants. Val a dir però, que s'ha considerat una extensió total del sistema de 22ha, on la major part d'aquesta la finca (21ha) es troben completament formant part de l'entorn natural i l'estudi s'ha centrat principalment en l'ús de l'aigua per part dels espais més antropitzats.

L'espai tractat en aquest estudi es troba afectat d'una banda per una morfologia pel que fa al terreny majoritàriament càrstic que domina el Garraf –definit per uns relleus baixos i arrodonits, amb valls profundes i vessants escarpats–, fet que no afavoreix en cap cas la retenció d'aigua i humitat pel sòl, fent complicada l'existència de diferents espècies vegetals –que de ben segur, amb un altre tipus de sòl podrien desenvolupar-se amb prou èxit degut a l'abundància pluviomètrica de la zona. De tota manera, l'espai es troba afectat per un clima pròpiament mediterrani,

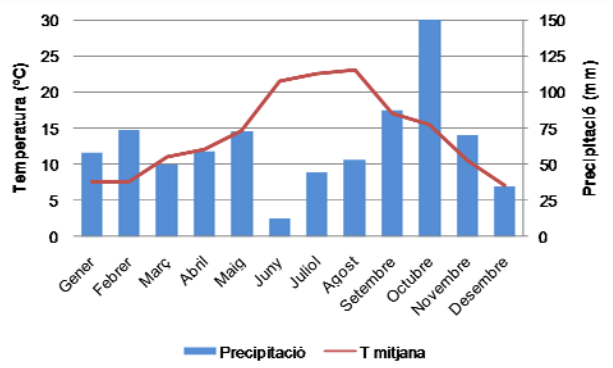


Figura 1: Diagrama ombrotèrmic de Begues. Període 2001 – 2003. Font: Servei Meteorològic de Catalunya (www.meteo.cat)

¹ Pachauri, R. K. et al. (2008). *El cambio climático y el agua*. Documento técnico VI del IPCC.

on hi trobem una variabilitat estacional prou important pel que fa a temperatures i precipitació tal com es pot veure a la figura 1.

Metodologia

Treball de camp i recollida de dades

Després d'una primera recerca documental per tal d'obtenir informació sobre el sistema d'estudi, es van fer una sèrie de visites per valorar l'estat de sistema. En aquestes es va fer:

- o Entrevistes als responsables del sistema d'estudi.
- o Inventariar les infraestructures de consum d'aigües: lavabos (piques, WC, dutxes), cuines, fonts artificials...
- o Inventariar les infraestructures d'estalvi d'aigües comptabilitzant airejadors i altres mesures estalviadores.
- o Anàlisis de sistemes de captació d'aigües pluvials i grises.
- o Estudi de les factures de consum d'aigües.

Anàlisi de dades

Amb les dades obtingudes es va procedir a tractar-les, per tal de determinar l'estat dels recursos hídrics del sistema i la eficiència en el seu ús. A l'hora de calcular les entrades d'aigua al sistema es van assumir 3 escenaris diferents de precipitació, segons dades de l'estació meteorològica de Begues

- o Escenari 1: Precipitació mitjana entre 1972 i 2004: 669mm/any.
- o Escenari 2: Màxima precipitació darrers 10 anys. 1072mm/any.
- o Escenari 3: Mínima precipitació darrers 10 anys. 542mm/any.

Es va procedir a l'estimació de les superfícies adients per capturar aigua pluvial, mitjançant l'ús de càlculs sobre la impermeabilitat de la superfície i els índex d'escorrentia, així com eines d'informació geogràfica (SIG).

Un cop obtingudes aquestes dades, es va poder calcular la quantitat d'aigua de pluja d'elevada qualitat potencialment captable.

$$\text{Captació} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{any}} \right) = \frac{\text{superfície} \times \text{RC} \times \text{Pluviometria}}{1000}$$

Amb l'estudi de les factures de consum i dades de consum d'aigua domèstica de la població de Sitges, es va estimar el consum d'aigua en el món gris del nostre sistema.

Un cop obtingut es va estimar el potencial estalvi que es podria obtenir mitjançant la implementació de dispositius estalviadors d'aigua, com els de l'empresa "VM Sistemas de ahorro de agua" els quals van ser instal·lats per comparar els consums amb ells i sense ells i calcular l'estalvi.

$$\text{Estalvi (\%)} = \frac{\text{consum amb dispositiu}}{\text{consum sense dispositiu}} \times 100$$

Mitjançant la obtenció de les dades anteriors es poden interpretar per tal d'avaluar el grau d'autosuficiència que té el sistema sobre els recursos hídrics, el qual es calcula mitjançant la següent fórmula:

$$\text{Índex d'Autosuficiència Hídrica (IAH)} = \frac{\text{Potencial de recollida de pluvials}}{\text{Consum d'aigua}}$$

Un cop determinada la situació del sistema en quant a recursos hídrics, s'obté una conclusió i es va començar la redacció de les propostes de millora d'aquest.

Inventari

La superfície en la que s'ha centrat aquest capítol pel que fa a inventariar els actuals sistemes d'ús de l'aigua i les possibles millores a aplicar és de 5.590m². Espai on hi trobem els edificis i el consum d'aigua provinent de la xarxa de distribució –gestionada per SOREA– d'aigua potable.

A l'hora de realitzar els càlculs pel que fa a la pluviometria de la zona es va usar l'estació meteorològica del *Servei Meteorològic de Catalunya* del municipi de Begues, ja que era la que compartia més requisits amb la zona d'estudi (altitud, proximitat, orografia, disponibilitat de dades), i val a dir que les precipitacions registrades al llarg de l'any per aquesta estació són prou importants, doncs la precipitació mitjana registrada entre els anys 1978 i 2004 és de 669mm. Cal tenir en compte que la variabilitat estacional és prou significativa en aquesta zona, ja

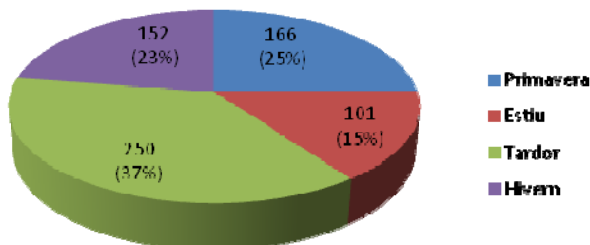


Figura 2. Variabilitat estacional pluviomètrica mitjana de la població de Begues (en l/m²). Anys compresos entre 1974 i 2004. Font: *Elaboració pròpia en base a dades de Mazón, J. 2008. Anàlisi pluviomètrica del massís del Garraf.*

que la major part de la precipitació –com es pot veure per mitjà de la figura 2– es produeix en les èpoques de tardor (37%) i primavera (25%).

A partir de les lectures del comptador (a través de factures de l'aigua) que se'ns ha facilitat des de la gestió del monestir, aquest sistema va fer consum *teòric* de 509m³ durant el període d'un any (abril 2008 – abril 2009). Donat que per part del Monestir, se'ns ha fet saber el creixent nombre de visitants que tenen les instal·lacions, sumat amb el personal que hi resideix, s'ha cregut convenient realitzar un seguit de càlculs per a fer una estimació del consum en una infraestructura d'aquestes característiques.

Consum d'aigua:

Tenint en compte una afluència d'aproximadament 65.000 visitants anuals, i que cada un d'ells fes un consum de 17,27 l/visita² sumat al promig de 130 l/persona i dia que consumeix un habitant de Sitges³, i tenint en compte que el Monestir té 17 monjos residents sumats una mitja de tres col·laboradors al dia, s'obté el següent consum:

$$65.000 \text{ visit.} \times 17.27 \text{ l/visit} \rightarrow 1.123 \text{ m}^3/\text{any}$$

$$20 \text{ pers.} \times 130 \text{ l/pers} \cdot \text{dia} \rightarrow 949 \text{ m}^3/\text{any}$$

$$\text{Total demanda anual d'aigua consum} \rightarrow 2.072 \text{ m}^3/\text{any}$$

Els punts de consum del Monestir s'han separat en funció de l'ús que se'n feia de l'aigua en tres categories diferents: lavabos, cuina i jardí. En tots tres s'ha fet un exhaustiu control dels sistemes d'estalvi d'aigua instal·lats i s'han enumerat. En la taula 1 se'n mostra un resum:

	Aixetes		Sanitaris		Dutxes	
	Amb perlitzador	Sense perlitzador	Amb doble desc.	Sense doble desc.	Amb reductor de cabal	Sense reductor de cabal
Lava-bos	23	8	35	0	0	22

	Aixetes		Rentaplats	
	Amb perlitzador	Sense perlitzador	Amb programa d'estalvi	Sense programa d'estalvi
Cuina	2	6	0	3

	Fonts rosca		Fonts		Mànegues	
	Amb perlitzador	Sense perlitzador	Amb recirculació d'aigua	Sense recirculació d'aigua	Amb regulador de pressió	Sense regulador de pressió
Jardí	0	4	3	0	0	2

Taula 1. Dispositius de consum d'aigua en lavabos, cuina i jardí. Font: *Elaboració pròpia.*

² Núñez, M., Oliver-Solà, J., Rieradevall, J., Gabarrel, X. (2008). *Water Management in Integrated Service Systems: Accounting for Water Flows in Urban Areas.*

³ Domene, E., Sauri, D., Martí, X., Molina, J., Huelin, S. (2004). *Tipologías de vivienda y consumo de agua en la RMB.*

Diagnosi

Balanç hídric del sistema

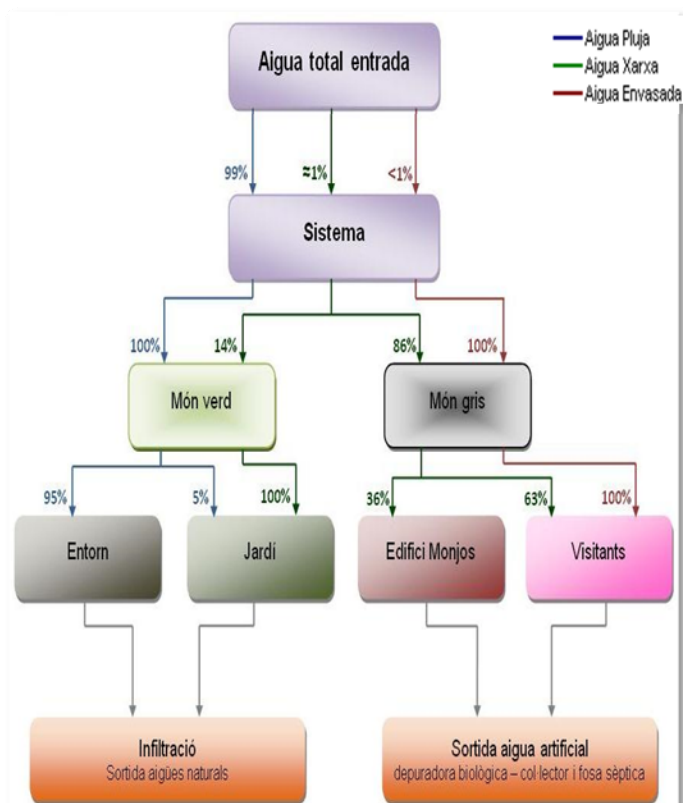


Figura 3. Diagrama sobre distribució de l'aigua segons font d'entrada al sistema. Font: Elaboració pròpia.

Captació de pluvials

Actualment no hi ha cap sistema d'acumulació d'aigües pluvials

Nivell d'estalvi

El sistema té punts de consum d'aigua poc eficients, amb dispositius estalviadors inexistents o amb poc rendiment.

Nivell d'autosuficiència

	Escenari 1 (669mm)	Escenari 2 (1070mm)	Escenari 3 (542mm)
Aigua pluvial d'elevada qualitat potencialment captable (m³)	2.146	3.432	1.739
PAH (%)	104	166	84

Taula 2. Potencial recollida d'aigua i índex d'autosuficiència assimilable pel sistema. Font: Elaboració pròpia.

Propostes de millora

Nous dispositius amb major eficiència

Per tal de millorar l'estalvi del sistema i fer més fàcil l'assoliment d'una autosuficiència hídrica d'aquest, es pot instal·lar dispositius estalviadors i més eficients en el consum d'aigua.

Aparell	Núm.	Cost unitari (€)	Cost total (€)	Estalvi	Amortització
Aixeta de pulsació	12	40	480	15%	Llarg Termini

Taula 2. Cost i amortització de la instal·lació d'aixetes de pulsació. Font: Elaboració pròpia.

Aparell	Núm.	Cost Unitari (€)	Cost total (€)	Estalvi (%)	Amortització
Perlitzador cuina	8	1,05	8,40	50	Curt termini
Perlitzador lavabo	31	1,05	32,55	50	Curt termini
Reductors Dutxes	24	2,90	69,60	30	Curt termini
Reductors cisterna	35	5,22	182,70	35	Mig termini

Taula 3. Cost i amortització de la instal·lació de dispositius d'estalvi. Font: Elaboració pròpia.

Captura aigua pluvial

Cal implementar un sistema de recollida d'aigües pluvials per tal d'arribar a una independència del sistema respecte recursos hídrics externs.

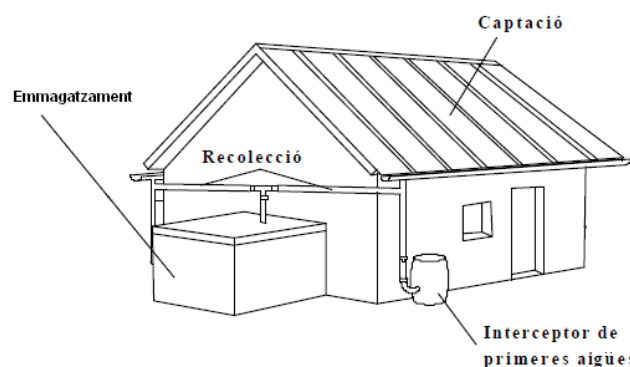


Figura 4. Dibuix esquemàtic sobre els processos de recollida d'aigua pluvial. Font: elaboració pròpia en base a OMS (2001). Guia de Diseño Para Captación Del Agua de Lluvia.

Educació ambiental.

No menys important és intentar reduir el consum d'aigua al màxim. És per això que cal implementar un conjunt d'estratègies per educar als visitants cap a un consum responsable, així com també conscienciar als propis residents sobre intentar obtenir el màxim estalvi, fet que facilitarà l'assoliment de l'autosuficiència hídrica del monestir.

Conclusions

El fet que el sistema estudiat sigui un monestir budista amb una filosofia encarada al respecte de la natura, afavoreix la implementació de mesures que condueixin cap a la sostenibilitat hídrica.

No obstant, segons la situació actual en quant la gestió de l'aigua al monestir, no és possible assolir l'autosuficiència hídrica total.

Aquesta situació ve condicionada per un conjunt de factors mencionats a continuació.

Consum

Els sistemes de registre del consum d'aigua al monestir (comptadors d'aigua) no funcionen bé i/o presenten error en la seva lectura de dades. Aquest fet provoca problemes en la quantificació d'aigua consumida i és necessari basar-se en estimacions.

Per relacionar millor el consum d'aigua amb els visitants del monestir, caldria millorar els registres d'aquests, mitjançant un control de visites o algun sistema per comptar visitants.

El consum total d'aigua potable del sistema s'estima en 2.072m³/any, del qual el 54% (1123m³) pertany als visitants i el 46% (949m³) als residents. Aquest consum es fa al món gris, excepte el 30% del consum dels residents (285m³) que s'usa per regar el jardí.

No s'ha detectat cap política o estratègia destinada a reduir els consums actuals d'aigua

El 55% del consum d'aigua dels residents pertany als lavabos, el 30% al reg, i el 15% restant a la neteja i consum directe.

El 95% del consum d'aigua dels visitants es fa als lavabos. La resta es per consum propi.

De totes les aixetes del sistema, el 54% porten perlitzadors poc eficients i el 46% restant no porten cap sistema d'estalvi.

Amb la substitució i instal·lació de nous perlitzadors, s'estalviaria un 30% i un 50% respectivament en el consum d'aigua de les aixetes.

Cap dutxa del sistema porta incorporat sistemes d'estalvi. Amb la instal·lació de reductors de cabal, s'estalviaria un 30% d'aigua a les dutxes

Tots els sanitaris del sistema son de doble descarrega però estan mal configurats. Una bona configuració de les descarregues que fa cada botó pot estalviar un 40% de l'aigua als sanitaris

El reg es fa per inundació en el 80% de la superfície enjardinada. Al 20% restant s'usa un sistema gota a gota. Amb la instal·lació d'un sistema de reg gota a gota a tot el jardí s'estalviaria un 60% (171m³) respecte el consum actual

Recursos pluvials endògens

Del total de la superfície que representa el nostre sistema, s'ha calculat que el 95% (21ha) correspon al entorn natural, on el seu sòl calcari no permet una acumulació superficial de l'aigua caiguda degut a l'elevada taxa d'infiltració d'aquesta terreny.

A més considerem que en aquest subsistema, l'aigua ja realitza funcions naturals com el manteniment de la vegetació i fauna, així com la recarrega d'aqüífers. Es per això que no es recomana cap actuació en aquest medi.

Del 5% restant de la superfície total, la meitat pertany al jardí i l'altre meitat al món gris.

Amb una superfície de 5590m², el món gris presenta superfícies pavimentades aptes per la captació d'aigua pluvial.

El urbanisme que presenta el món gris permet que el 68% de la seva superfície (uns 3374m²) presenti unes característiques adients per captar aigua pluvial de qualitat.

En un escenari de precipitació mitja, la captació de pluvials en aquesta superfície es capaç de satisfer en quantitat tota l'aigua que es consumeix actualment al monestir.

No obstant, degut a que la qualitat d'aigua de pluja no es apte per a certs consums, es podria satisfer el 90% de l'aigua consumida.

Mitjançant la instal·lació d'una petita planta potabilitzadora d'aigua pluvial, el monestir budista seria totalment autosuficient amb els recursos hídrics.

Malgrat això, recomanem no eliminar la xarxa d'aigua potable externa per si es dona situacions d'escassetat de pluja o avaries en el sistema potabilitzador.

A més, el món gris disposa de 1.816m² més de superfície parcialment pavimentada (formada sobretot per pàrkings i camins), la qual podria captar aigua pluvial de menor qualitat però apte per a certs usos com reg, neteja i agricultura entre d'altres.

Educació ambiental

No s'ha detectat cap programa d'educació ambiental ni per a monjos ni pels visitants

No hi cap tipus de senyalització respecte el millor ús d'aigua. Als sanitaris, no s'indica quin polsador fa la descarrega gran i quin la petita.

Degut als consums totals molt semblants entre residents i visitants, cal implementar programes i seminaris d'educació al consum responsable als residents, i instal·lar senyalització per als visitants.

Bibliografia

Domene, E. · Sauri, D. · Martí, X. · Molina, J. · Huelin, S. (2004). *Tipologías de vivienda y consumo de agua en la RMB*.

Institut Cartoigràfic de Catalunya. (www.icc.cat)

Mazón, J. (2008). *Anàlisi pluviomètrica del massís del Garraf*

Núñez, M, Oliver-Solà, J, Rieradevall, J, Gabarrel, X. (2008). *Water Management in Integrated Service Systems: Accounting for Water Flows in Urban Areas*.

OMS (2001). *Guía de Diseño Para Captación Del Agua de Lluvia*.

Pachauri, R. K. (2008). *El cambio climático y el agua*. Documento técnico VI del IPCC.

Servei Metereològic de Catalunya. (www.meteo.cat)

VM Sistemas de Ahorro de Agua (www.ahorroagua.es)

X3 Estudis Ambientals (2008). *Pla de Gestió de l'entorn del Monestir Sakya Tahsi Ling*