

Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador

Water saving and reuse in the building in the city of Cuenca, Ecuador

Resumen:

En este estudio sobre el ahorro del agua y reutilización en la construcción aplicado a un proyecto de vivienda multifamiliar en la ciudad de Cuenca, Ecuador, es analizada la problemática del agua y la construcción en la actualidad. Luego se realiza una investigación sobre el consumo real de agua potable en la ciudad así como la situación de este recurso en el mundo. Posteriormente es explicado el sistema de reutilización de aguas grises provenientes de lavamanos, duchas y lavadoras que se utilizará en el proyecto, y finalmente se lo aplica en un anteproyecto que consiste en dos torres multifamiliares que contarán con 348 habitantes, lo que permitirá un ahorro de agua y reutilización a mayor escala que si se realizara en una vivienda unifamiliar.

Palabras clave: Ahorro de agua, edificación, Cuenca, Ecuador.

Abstract:

In this study on the water saving and reuse in the construction applied to a project of multifamily housing in the city of Cuenca, Ecuador, is analyzed the problematic of water and construction at present. Then a research is conducted about the actual consumption of drinking water in the city as well as the location of this resource in the world. Subsequently is explained the greywater re-use system from sinks, showers and washing machines that it will be used in the project, and it is finally applied in a preliminary draft which consists of two multifamily towers that will count with 348 inhabitants, which will allow a saving of water and reuse on a larger scale than if it will take place in a detached house

Keywords: Water saving, building, Cuenca, Ecuador.

Por:
María Teresa Baquero
Universidad de Cuenca

Recibido: 24 de Junio 2013
Aceptado: 20 de Agosto 2013

1. Introducción

A principios de los años setenta comienzan a vislumbrarse las consecuencias ambientales de la Sociedad Industrial que empiezan a plantear reflexiones sobre el Medio Ambiente y los recursos disponibles y en los ochenta en el marco de las Naciones Unidas, surge el concepto de “Desarrollo sostenible” que hoy en día es un referente obligatorio en todas las políticas de desarrollo económico.

En la actualidad nos enfrentamos a esta crisis medioambiental, que ha generado un proceso de concientización del hombre respecto al uso de los recursos no renovables y al impacto de la contaminación causada en el planeta, es el resultado de la forma excesiva en que se han estado explotando y se explotan los recursos naturales del planeta. Nuestras prácticas de producción, consumo y distribución por lo general no han contemplado los ciclos en que la naturaleza renueva dichos recursos.

En cuanto a la energía utilizada en nuestras actividades diarias, dependemos casi en su totalidad de los recursos no renovables como el petróleo, cuya producción está en decadencia y se acerca el día en que no se podrá satisfacer la demanda.

“El hombre pre-agrícola utiliza energía para alimentarse. Su consumo es de 2 mil kilocalorías diarias, equivalente al consumo de un foco de 100 vatios. La sociedad agrícola además consume energía en el hogar, el comercio, la industria y la agricultura. Su nivel de consumo es equivalente a 10 focos de 100 vatios, o sea un kilovatio. La sociedad tecnológica incrementa la utilización de energía en todas estas actividades y además en el transporte. Su consumo de energía equivale a 100 hombres pre-agrícolas, o sea diez kilovatios. El consumo de energía por persona es desigual: 10 kilovatios en la octava parte de la población mundial, y un kilovatio en el resto. El promedio mundial de consumo por persona es dos kilovatios. El 40% proviene del petróleo, el 23% del gas natural, el 22% del carbón, el 7% de centrales

hidroeléctricas, el 7% de centrales nucleares, y sólo el 1% proviene de energías alternativas”.¹

La contaminación atmosférica está dada por la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que conlleva riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos.

Algunos de estos gases dióxido de carbono y el metano, producto de las actividades humanas y su estilo de vida, contribuyen al llamado “efecto invernadero”, fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar.

Dentro de los efectos en el Ecuador, según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y la Agencia Nacional del Clima del Ministerio de Energía y Minas, “se estima que los glaciares cubrían aproximadamente 70 kilómetros cuadrados en el 2006, registrando un 28% de disminución desde 1998. Estos datos coinciden con otros estudios previos, según los cuales, entre 1976 y 1997, hubo una disminución del 30% de los glaciares del Coto-paxi, una de las fuentes primarias de agua para el consumo humano de Quito. El Departamento de Energía de EE.UU, la organización Internacional de Energía y el Panel intergubernamental del Cambio Climático de la Organización Meteorológica Mundial (IPCC), predicen que la emisión de gases fósiles, que produce el efecto invernadero, seguirá provocando la disminución de las nieves andinas (se estima que llegará al 55% en el 2100) y que la temperatura subirá 3 grados Celsius en la Amazonia, entre el 2050 y el 2100 (la agencia espacial brasileña estima un aumento de 4 a 8 grados), con implicaciones graves para la deforestación y el abastecimiento de agua a todo nivel.”²

En cuanto a la contaminación y desperdicio del agua, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para cubrir las necesidades básicas, mientras que según datos de la Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca (ETAPA), en Cuenca se consumen 220 litros de agua diarios por persona, siendo más del doble de los necesarios. En total, en Cuenca se utilizan 3 200 000 m³ de agua mensualmente, siendo de \$0.35 el valor promedio del m³ de agua en ETAPA.

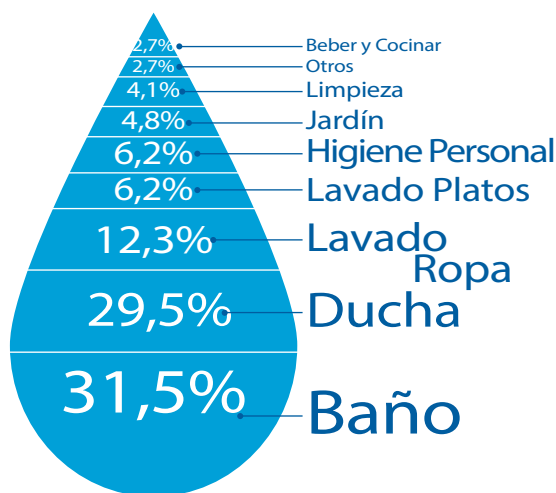


Gráfico 1: Consumo de agua diario por persona según actividad en Cuenca, Ecuador.

Fuente: Programa “Agua para el mañana”. Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca (ETAPA), <http://www.etapa.net.ec>

Además, en el Ecuador, aún existen poblaciones que sufren de escasez de agua potable. “Aproximadamente el 97% de agua se encuentra en los océanos, el 3% es agua dulce pero de esta cantidad el 75% se encuentra en los bancos de hielo polares, en el suelo, formaciones rocosas y en la atmósfera, lo cual deja menos del 25% de agua dulce como superficial y subterránea”³. Por efectos del calentamiento global y la contaminación, se aproxima cada vez más el día en que al agua, que es un recurso vital, se agote.

Otro problema que se presenta en la actualidad es el aumento de la población mundial, llegando a ser 6000 millones hasta el año 2000 y se incrementará hasta 9000 millones en el 2050. En el Ecuador, la población actual es de 14 483 499 y se tiene previsto que la población crecerá hasta un máximo de aproximadamente 22 millones en el año 2060.

En el caso de Cuenca, la ciudad cuenta con 505 585 habitantes, de los cuales 329 928 en la zona urbana y en el área rural llegan a 175 657 según datos del VII Censo de Población y VI de vivienda que realizó el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en 2010, además se recibe gente de otras provincias e incluso a nivel internacional, por lo que crece la demanda habitacional y el costo del suelo, lo que provoca que ésta se expanda horizontalmente y se utilicen más territorios aumentando así la contaminación y dificultando la dotación de servicios. Esto produce

una urbanización acelerada, descentralización de las ciudades y problemas en su infraestructura, organización social, económica y política.

El sector de la construcción contribuye de manera importante a ese deterioro ambiental en sus distintas fases (extracción y fabricación de materiales, diseño de la edificación y de sus instalaciones que influye decisivamente en el rendimiento energético de la misma, gestión de la obra y de sus residuos, etc.) y necesita dar un giro notable hacia la adopción de decisiones encaminadas a la sostenibilidad.

2. Objetivo

Incorporar en un proyecto arquitectónico un sistema que permita la reutilización de aguas residuales poco contaminadas bajo condiciones sanitarias seguras en actividades domésticas que no requieran agua potable, como estrategia de ahorro del recurso agua.

3. Justificación

La industria de la construcción es una de las principales consumidoras de recursos y energía, así como emisora de gases de efecto invernadero. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la construcción sustentable debe “satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente sin comprometer la capacidad de dar respuestas a las demandas de generaciones futuras”⁴.

La construcción sustentable, además de ayudar a la preservación del ambiente, tiene un impacto positivo en la calidad de vida y la economía de los habitantes.

En la actualidad, la mayoría de las viviendas están diseñadas de manera que se destina el uso de agua potable para todas las actividades, sin valorar este recurso como no renovable y que está en peligro de agotarse. Por eso es necesario plantearse la implementación de un sistema que evite el consumo desmesurado de agua potable en actividades domésticas que no requieran tal cantidad de ella, y la reutilización del agua proveniente del lavamanos, ducha, cocina (aguas grises) en usos que no requieran agua potable, como por ejemplo las cisternas de los inodoros.

Si calculamos que cada persona descarga el inodoro entre tres o cuatro veces al día, una familia de cuatro miembros lo hará entre 12 y 16 veces en total al día, siendo la descarga de un inodoro tradicional de 8 a 15 litros dependiendo del modelo y la antigüedad, solo en esta actividad se consumirían entre 96 y 240 litros diarios que con el sistema de reutilización de aguas grises significaría un ahorro de entre 96 y 240 litros de agua potable. Si este sistema lo implantamos en edificios de mayor densidad como un edificio multifamiliar, complejos deportivos u hoteles, el ahorro será aún mayor.

ACTIVIDADES DOMÉSTICAS	CONSUMO DE AGUA LTS
COCINA	
Lavar platos con grifo abierto (por 10 minutos)	100
Cocinas-beber por personas al día	3
Lavadora de platos (por ciclo)	30
Descongelar alimentos bajo grifo abierto	24
BAÑO	
Cepillarse los dientes con grifo cerrado solo enjuague	20
Cepillarse los dientes con grifo cerrado solo enjuague	0.9
Inodoro (por descarga)	8lt-15lt
Ducha (5 minutos)	100
Tina	300
Lavarse las manos con la llave abierta	19
OTROS	
Regar plantas	10
Lavado de auto con manguera	500
Lavado de auto con balde	50
Lavadora de ropa	200
Regar 1M2 de jardín a la semana	25

Gráfico 2: Consumo aproximado de agua por actividad

Fuente: Recopilación de datos realizado por la autora

“No todas las técnicas de conservación son de naturaleza técnica. Los cambios en las actitudes sociales también desempeñan un papel importante en la conservación del agua y del medio ambiente”⁵.

4. Consumo de agua en la vivienda común en cuenca, ecuador

Un recurso que se desperdicia actualmente en la vivienda en general en la ciudad de Cuenca es el agua. Su uso despreocupado genera problemas ambientales, problemas de abastecimiento y consumo. Hasta la actualidad se ha destinado el uso de agua potable para todas las actividades domésticas.

El agua procede del entorno natural, por lo que da lugar a una disminución en las reservas naturales, se requiere plantas de tratamiento, con el consiguiente consumo de recursos y energía tanto para su construcción como para su mantenimiento.

En la ciudad de Cuenca existen dos plantas de potabilización en el sector urbano y una en el sector rural. Las dos primeras producen 1500 litros de agua potable por segundo.

Según datos de ETAPA, las pérdidas por fugas de agua en las instalaciones domiciliarias pueden llegar a 30 litros de agua al día.

El consumo de agua en el hogar va a depender del número de habitantes y de la clase de artefactos que se posea. Por ejemplo, una lavadora de ropa de más de 10 años puede consumir hasta 100 litros de agua por lavada, mientras que las modernas consumen entre 40 a 60 litros y consumen menos energía según la clase (A, A+, A++, A+++).

Como parte de investigación para una tesis de grado de la autora de este artículo, y con el fin de tener una idea más objetiva sobre el consumo de recursos como el agua, el gas y la electricidad dentro de la vivienda multifamiliar común en Cuenca, se llevó a cabo una encuesta en 45 departamentos de diferentes multifamiliares dentro de la zona urbana residencial de Cuenca, de la cual se extrajeron los siguientes resultados en el tema relacionado con el consumo de agua:

Total de encuestas: 45

Sector: Zona urbana-residencial de la ciudad de Cuenca. Habitantes de edificios multifamiliares. (Ver gráfico 2)

1. Personas por departamento:

De los encuestados, el 16% corresponde a grupos familiares de 1 persona, el 29% de 2 personas, el 22% de 3 personas,

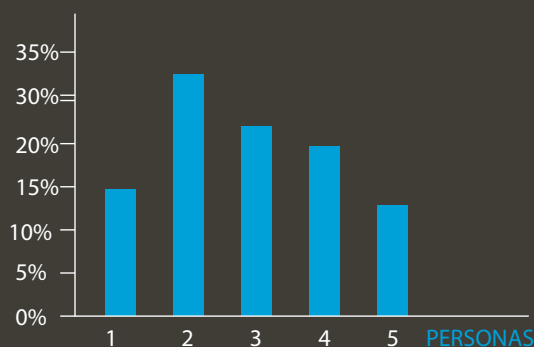


Gráfico 3: Miembros del grupo familiar
Fuente: Encuesta realizada por la autora

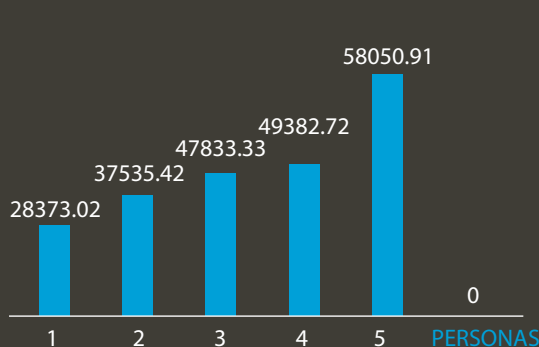


Gráfico 4: Promedio de consumo de agua en lts. según grupo
Fuente: Encuesta realizada por la autora

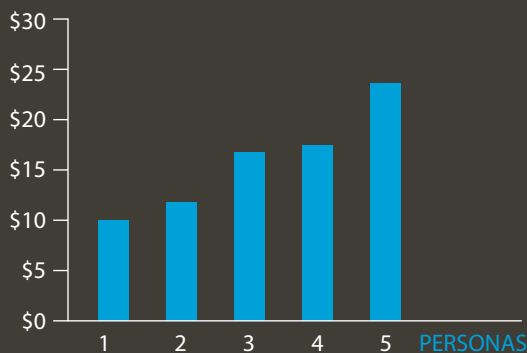


Gráfico 5: Promedio de consumo de agua a pagar según grupo familiar
Fuente: Encuesta realizada por la autora

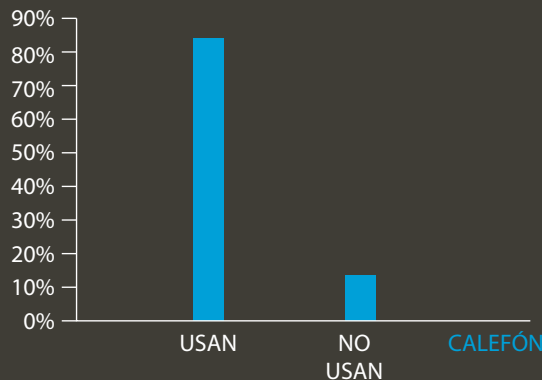


Gráfico 6: Porcentaje de departamentos que usan calefón a gas para calentar el agua
Fuente: Encuesta realizada por la autora

el 20% de 4 personas y finalmente el 13% a familias de 5 personas. Según esto, podemos concluir que la mayoría de los encuestados son parejas jóvenes que habitan en edificios multifamiliares. (Ver gráfico 3 y 4)

2. Consumo de agua en dólares y en litros:

Las familias que habitan en multifamiliares gastan aproximadamente un promedio de \$16.14 mensualmente en agua. (Ver gráfico 5 y 6)

3. Sistema que utilizan para calentar el agua:

El 86% de los encuestados usan calefón a gas como sistema para calentar el agua en las duchas y lavamanos, mientras que el 16% usa ducha eléctrica.

5. Reutilización de aguas residuales en la vivienda

La aplicación de métodos de ahorro de agua deben ser prevista desde el momento del diseño de la edificación. Tomando en cuenta que existen zonas rurales a las que no llega este servicio, o es escaso, es importante implementar un sistema que ayude a reducir su consumo y evitar el desperdicio.

Las aguas residuales, principalmente las domésticas, se pueden subdividir en aguas negras (procedentes de los inodoros,

con materia fecal) y aguas grises (procedentes de lavados en general como: cocinas, lavamanos, duchas, conteniendo detergentes, restos de alimentos, materia orgánica y otros contaminantes).

Como medida inicial para lograr un ahorro de agua en las viviendas podemos dotar de equipos de consumo de mejor rendimiento y ahorro (grifos, inodoros, cisternas, lavadoras, lavavajillas), ya que en la actualidad se puede encontrar una amplia variedad en el mercado con soluciones que disminuyen el consumo de agua. El empleo de estos elementos puede significar un ahorro del 25 al 40%. Además de una profunda concientización a los usuarios sobre los hábitos diarios. Y como medida principal, considerando que para la mayoría de actividades que se utiliza agua y que son las que más consumen, como es la descarga del inodoro, no es necesario que ésta sea potable, se recomienda reutilizarla, alargando así el ciclo de vida del agua consumida en la vivienda.

5.1 Sistema de reutilización y aprovechamiento de aguas grises (provenientes de lavamanos, duchas, lavaplatos, lavadoras, etc)

El sistema de reutilización de aguas grises significa una inversión productiva, pues se consume menos agua del

servicio municipal y también disminuye el agua descargada, reduciéndose a la vez el gasto del tratamiento.

Con estos esquemas, que no son nuevos pero que hasta ahora han sido apenas incipientes en la ciudad de Cuenca, se podría utilizar agua de menor calidad en actividades que así lo permitan y con ello liberar la de alta calidad sólo para consumo humano u otros usos especializados.

5.1.1. Diseño teórico del sistema de reutilización de aguas grises.

El sistema de reutilización de aguas grises consiste a manera de resumen en la conexión de los desagües de lavamanos, duchas y bañeras hacia una red de tuberías que dirijan esta agua hacia un depósito donde se realizará el tratamiento y desinfección de la misma para luego ser almacenada para su posterior reutilización llenando las cisternas de los inodoros (uso que no requiere agua potable).

También se puede utilizar el agua procedente del lavaplatos o de la cocina en general, la cual se dirige primero hacia una trampa de grasas y posteriormente hacia el depósito de aguas grises para ser almacenada junto con las provenientes de lavamanos y duchas.

5.1.2. Sistema de retención de desechos y tratamiento

Para la reutilización de aguas residuales se tomarán como aguas grises las procedentes de cocinas y lavamanos, con detergentes, restos de alimentos y materia orgánica. Las aguas procedentes de la cocina deberán pasar por un proceso previo denominado trampa de grasas para luego, con el resto de aguas grises provenientes del cuarto de baño, dirigirse hacia un depósito de tratamiento en donde se someterán a los siguientes procesos:

Proceso físico: De igual manera que en el caso de agua lluvia, este proceso se refiere a los tratamientos en los que se aplican fuerzas físicas, como la sedimentación, filtración, flotación y mezclado. Los filtros tienen que ser del tamaño adecuado para retener e impedir el paso de partículas sólidas, basura, etc. Los sedimentos generalmente están formados por capas de rocas y arena.

Tratamiento de purificación: Este puede ser un tratamiento químico mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico administrado con un dosificador automático, que la deja lista para ser reutilizada.

O puede ser un tratamiento biológico, mediante la biofitodepuración, que consiste en aprovechar la capacidad que tienen las plantas macrófitas de metabolizar sustancias contaminantes (que para las plantas pueden ser nutrientes) con la ayuda de la energía solar así como de la gravedad (que permite separar las sustancias sólidas mediante decantación, sedimentación).

Trampa de grasas: Las aguas residuales procedentes de la cocina con restos de alimentos y materia orgánica (que tienden a taponar los filtros) se dirigen hacia un depósito de tratamiento llamado trampa de grasas, el cual retarda el flujo del agua procedente de los desagües, con lo que las grasas y el agua tienen tiempo para separarse. Al separarse las grasas flotan en la superficie mientras que otros sólidos más pesados se depositan en el fondo de la trampa. El resto del agua pasa libremente por la tubería en el fondo de la cámara para separarse de la grasa. Se aconseja aplicar cloro para aumentar la eficiencia de la eliminación de las grasas.

Para mantener el sistema funcionando sin problemas hace falta limpiar las tuberías y la trampa periódicamente, y tratarla biológicamente al menos dos veces al mes para evitar la acumulación de grasas que taponen el sistema y la consecuente procreación de bacterias.

Diseño de la Trampa de grasas:

El diseño de este depósito estará en función de la cantidad de aguas grises provenientes de la cocina a ser tratada.

Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ (para un día)
Producción Promedio = 9.5 litros / persona
Volumen mínimo para una vivienda = 110 litros
Volumen mínimo para pequeñas instalaciones (hasta 50 personas) = 125 galones = 473 litros
Relación Largo / Ancho = 2 : 1
Altura = 0.30 a 0.90 mts
Volumen = Producción Promedio x N° Personas (lts)

5.1.3. Sistema de acumulación de agua.

El depósito de acumulación de agua se lo debe dimensionar en función de la cantidad de agua recolectada y del volumen necesario para abastecer las cisternas de los inodoros diariamente.

Diseño de depósito de acumulación de aguas grises:³

Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ [para un día]
Volumen mínimo para una vivienda (5 personas)= 100 litros
Relación Largo / Ancho = 2 : 1 (dependerá del espacio disponible en la vivienda)
Altura = 0.90 a 1.50 mts (dependerá del espacio disponible en la vivienda)

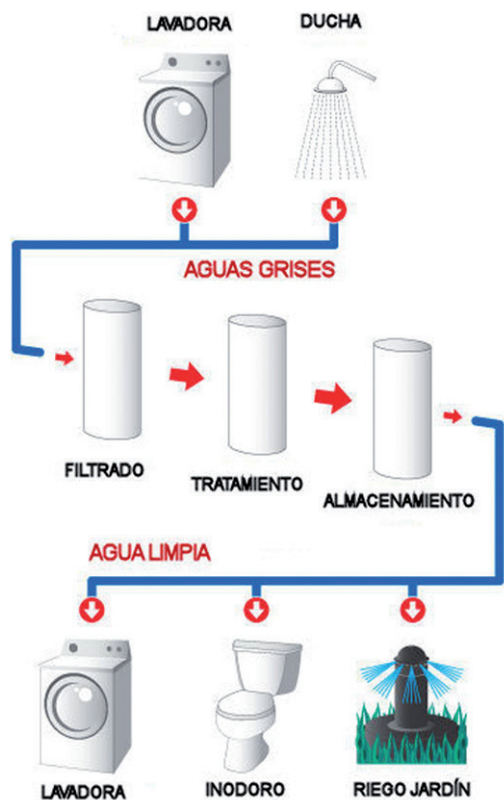


Gráfico 7: Diagrama de funcionamiento básico del sistema de reutilización de aguas grises

Fuente: [Fuente: http://aguasgriseschile.blogspot.com](http://aguasgriseschile.blogspot.com)

Si por algún motivo no hay aporte de aguas grises o existe un consumo muy alto en los inodoros, el depósito deberá contar con un mecanismo de boyas y válvulas que supla esta carencia tomando agua de la red de abastecimiento general. Si, por el contrario, la producción de aguas grises es muy alta y produce un sobrellenado del depósito, éste dispondrá de un rebosadero que recoja y lleve el sobrante hasta la red general de desagües. El sistema sería más eficiente energéticamente si se podría aprovechar la presión del agua, pero en caso de no ser posible se deberá utilizar bombas de bajo consumo que permitan enviar el agua hacia las cisternas de los inodoros en los diferentes niveles.

El depósito acumulador debe cumplir con las siguientes características:⁴

- Ser totalmente impermeable
- Tener un sistema de evacuación de sobrellenado conectado a la tubería de drenaje general

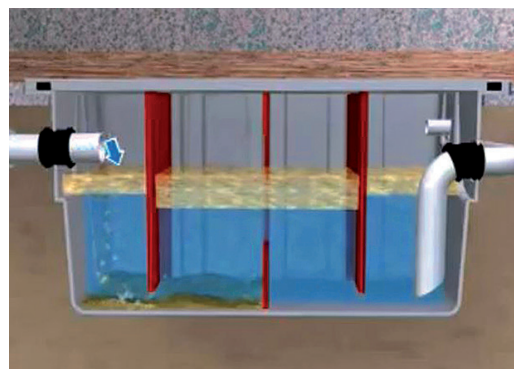


Gráfico 8: Ejemplo de funcionamiento de una trampa de grasas
Fuente: [Fuente: http://www.squidoo.com](http://www.squidoo.com)

- Tener un sistema cerrado hermético para evitar el ingreso de los rayos solares, ya que puede acelerar la putrefacción de los sólidos encontrados ahí
- El depósito acumulador será un sistema en paralelo, es decir, se colocarán dos cámaras seguidas para permitir una mejor operación y mantenimiento
- Debe ser resistente a las presiones del suelo y a sismos

5.1.4 Instalación

Como se ha explicado teóricamente, el sistema estará compuesto por las tuberías recolectoras, el sistema de tratamiento, el depósito acumulador y las tuberías surtidoras.

En la red de tuberías de drenaje no se deben usar tuberías de un diámetro menor a cuatro pulgadas debido a la posibilidad de obstrucciones. La colocación de los tubos se hace, por lo general, con cierta pendiente, la cual no debe ser menor al 2%.

Las juntas entre los tramos de las tuberías se realizan, generalmente con una junta plástica o empaque. Se prefieren tipos de juntas elásticas a las rígidas, pues estas últimas pueden agrietarse a causa del asentamiento diferencial⁵.

Para la instalación del sistema de reutilización de aguas grises se debe implementar una válvula de paso y una válvula de cheque, dejándolas conectadas a la red principal para cuando el agua del depósito acumulador no sea suficiente para abastecer los tanques de los inodoros.

Se ha tomado como ejemplo el proyecto de una vivienda unifamiliar incluido en la Tesis de Grado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Rafael Landívar en Guatemala, "Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda". (Kestler, p.60-64, 2004). De donde se extraen las siguientes plantas:

El diseño en un proyecto multifamiliar sería proporcional al número de plantas, tanto en su recolección como en su almacenamiento y sistema de bombeo.

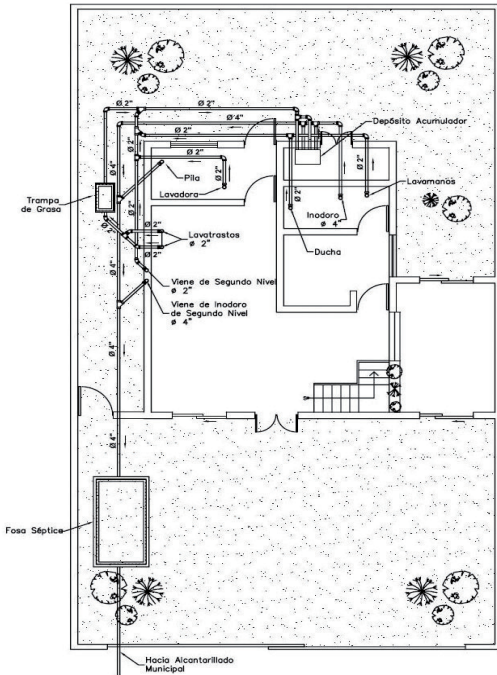


Gráfico 9: Ejemplo de sistema de aguas grises. Instalación de recolección en la planta baja vivienda unifamiliar

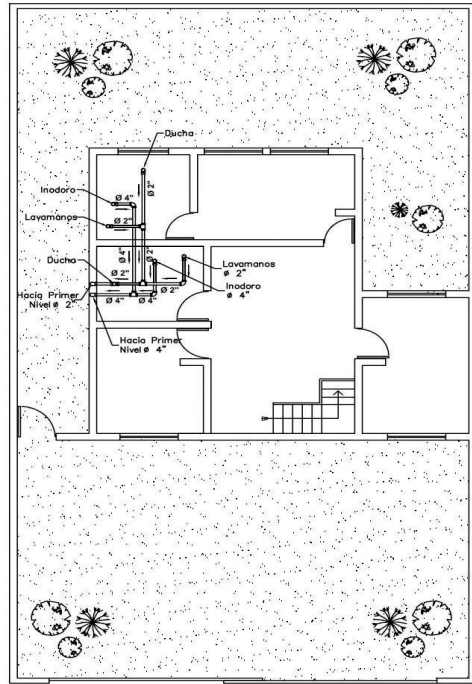


Gráfico 10: Ejemplo de sistema de aguas grises. Instalación de recolección en la planta alta vivienda unifamiliar

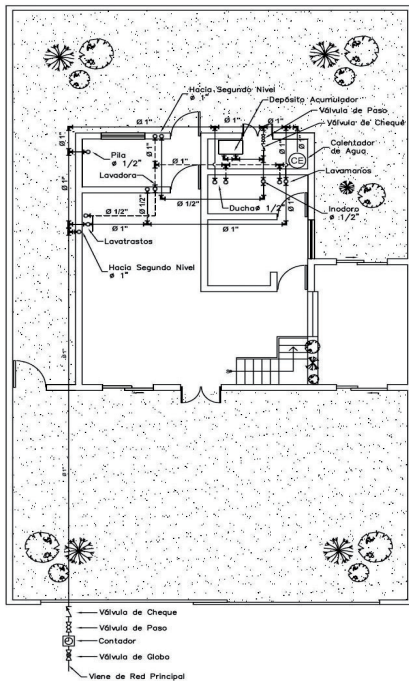


Gráfico 11: Ejemplo de sistema de aguas grises. Instalación de reutilización en la planta baja vivienda unifamiliar.

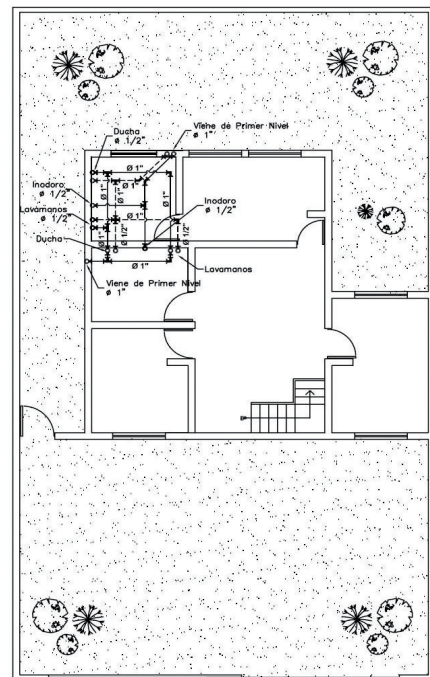


Gráfico 12: Ejemplo de sistema de aguas grises. Instalación de reutilización en la planta alta vivienda unifamiliar.

Fuente: Kestler, Patricia. "Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda". Tesis, Facultad de Ingeniería Civil Administrativa. Universidad Rafael Landívar, Guatemala, octubre, 2004.

5.1.5. Tipología de instalaciones en edificios:⁵

Edificios con subterráneo o subsuelo:

Tipología adecuada para todos aquellos edificios que dispongan de subterráneo o garaje situado a un nivel inferior a los baños, duchas o lavabos.

La captación de las aguas grises se hace por gravedad, mientras que la distribución hacia las cisternas de los inodoros se efectúa mediante un grupo de presión.

Edificios con espacio receptor y emisor en planta:

Cuando no se dispone de espacio suficiente en un nivel inferior se puede optar por ubicar una depuradora/acumulador de medida inferior de lo que se necesita para el volumen de agua que debemos almacenar. Desde este punto se distribuyen las aguas grises hasta los depósitos acumuladores situados en un nivel superior, como por ejemplo una azotea. La distribución hasta las cisternas de los inodoros se hace por gravedad.

Edificación en planta:

Cuando el espacio imposibilita situar la depuradora en un nivel inferior, nos podemos valer de las siguientes alternativas:

- Utilizar un depósito receptor de las aguas grises, que sin ser tratadas se dirijan a la depuradora.
- Ubicar la depuradora en una azotea o en un nivel superior a la recepción de las aguas grises. Esta depuradora puede constar de un único módulo o de varios módulos para adaptarse al espacio disponible o para repartir mejor la carga sobre la estructura del edificio.
- Distribuir el agua hasta las cisternas de los inodoros por gravedad o mediante un grupo de presión.

5.1.6. Requisitos técnicos para la instalación:⁶

- Es necesario separar los bajantes de aguas residuales y un único bajante para la recogida de aguas grises procedentes de duchas, lavamanos, etc.
- Es preciso que todas las tuberías del sistema de aguas grises sean específicas para agua no potable y estén debidamente señalizadas para diferenciarlas fácilmente del resto.
- La depuradora debe disponer de un rebosadero conectado a la red de saneamiento.
- Se debe fijar un cartel indicativo con el grafismo correspondiente, en la depuradora y en todas las cisternas de los inodoros de agua no potable.
- Es necesario prever la entrada de agua de la red que ga-



Gráfico 13: Señalética que indica agua no potable.

Fuente: <http://es.123rf.com>

rantice el mínimo caudal para el correcto funcionamiento de todo el sistema, para asegurar en todo momento el suministro del agua a las cisternas de los inodoros.

6. Aplicación en un proyecto arquitectónico en la ciudad de cuenca

6.1. Analisis del sitio:

6.1.1. Ubicación geográfica:

LONGITUD: 79°00'55.703" O

LATITUD: 2°54'02.060" S

ALTITUD: 2549 msnm

DIRECCIÓN: Juan Bautista Vázquez entre Timoleón Carrera y Luis Jaramillo, Zona Suroeste Cuenca, Ecuador.

Corresponde a un sector residencial donde según la ordenanza se permiten construcciones hasta de 6 pisos en lotes de frente a vías mayores a 12 m de ancho, en este caso la avenida Juan Bautista Vázquez cumple.

Este terreno se encuentra cercano a la avenida Remigio Crespo y a la avenida 10 de Agosto que son vías de alto tráfico.

Su frente es de 74.85 m y su fondo de 92.85 m teniendo un área de 6888.07 m².

El terreno tiene una inclinación de 71° respecto al Norte.

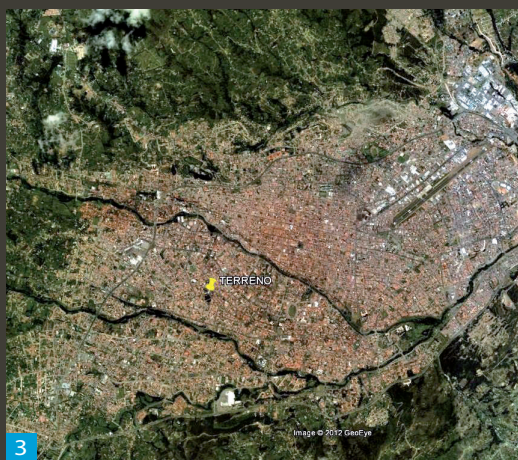


Gráfico 14: Ubicación geográfica del sitio

Fuente: Google Earth. US. Department of State. Geographer.

Citas:

- ¹ McGhee, T. (1999). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*. Ingeniería Ambiental. (6ta. Edición). Colombia: Edita.
- ^{2 y 3} Kestler, Patricia. "Uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda". Tesis, Facultad de Ingeniería Civil Administrativa. Universidad Rafael Landívar, Guatemala, octubre, 2004
- ⁴ Merritt, F., M. Loftin, y J. Ricketts, (1999). *Manual del Ingeniero Civil*. (4ta. Edición). México: Edita.
- ^{5 y 6} "El ahorro de agua doméstica". Guía del usuario. Diputación de Barcelona. Área del Medio Ambiente. Noviembre, 2010.

Bibliografía

- Organización Plano Sur. "Macrófitas acuáticas, plantas que sanean el agua" En línea: <http://www.plano-sur.org>. Acceso: 27 de febrero de 2013
- Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio y Consejo de Colaboración para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento. En línea. www.un.org Acceso: 1 de abril de 2012
- Fundación Tierra (1994). *Bioconstrucción. Gestión del agua*. Manuscrito Inédito. Protectorado del ministerio de educación cultura. Barcelona: www.terra.org/html/s/rehabilitar/bioconstruccion/criterios/gestion_agua.html
- NNM. "Cuenca pierde 300000 millones de dólares por agua sin registrar". *El Mercurio*. (22 de marzo de 2012) En línea. www.elmercurio.com.ec Acceso: 1 de abril de 2012
- Ávila, Alexandra. "Hay 62 500 litros diarios de agua por habitante, pero existe escasez". *El Universo*. (20 de septiembre de 2009) En línea: www.eluniverso.com Acceso: 1 de abril de 2012
- "Desperdicio de agua va en aumento en Ecuador". *Hoy*. (21 marzo de 2011) En línea: www.hoy.com.ec Acceso: 1 de abril de 2012
- Ecoaigua (1999). *Depuración y reutilización de aguas grises*. Manuscrito inédito. Organización mediterránea. Barcelona: edita. (en red). www.ecoaigua.com/3.html
- "Se excede en el consumo de agua". *El Mercurio*. (10 de febrero de 2012) En línea: www.elmercurio.com.ec Acceso: 1 de abril de 2012
- García Orozco, Jorge (1982). "El reuso del agua y sus implicaciones". Manuscrito inédito. Vanderbilt University. Estados Unidos: Edita. (en red). www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferecia/transferecia52/eli4-52.html
- Glynn, Henry y Gary Heinke. *Ingeniería Ambiental*. Segunda edición en español. México, Prentice Hall, 1999.
- Hernández, Carlos. *Un vitruvio ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. España. Editorial Gustavo Gili (s.l) 2012.
- Edwards, Brian. *Guía básica de la Sostenibilidad*. España. Editorial Gustavo Gili. 2008
- Lecuona, Antonio y otros. *Investigación e impacto ambiental de los edificios. La Energía*. Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos de la Universidad Carlos III de Madrid. Madrid. 2005
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. En línea: <http://www.inec.gob.ec>. Acceso: 26 de noviembre de 2012.
- McGhee, T. (1999). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Ingeniería Ambiental. (6ta. Edición). Colombia: Edita.
- Kestler, Patricia. "Uso, reuso y reciclaje del agua Residual En una vivienda". Tesis, Facultad de Ingeniería Civil Administrativa. Universidad Rafael Landívar, Guatemala, octubre, 2004.
- Merritt, F., M. Loftin y J. Rickerrs. (1999). *Manual del Ingeniero Civil*. (4ta. Edición). México: Edita.
- "El ahorro de agua doméstica". Guía del usuario. Diputación de Barcelona. Área del Medio Ambiente. Noviembre. 2010.