

# AUTOSUFICIÈNCIA ENERGÈTICA I DE RECURSOS EN UN EDIFICI D'HABITATGES



## **ABSTRACT**

Nowadays, the world is immersed in an environmental crisis regarding natural and energetic resources. Due to this, humanity needs to do a drastic, harsh and forceful change. Both of them can be obtained by different procedures that pollute considerably. Also, raw material is becoming scarce, expensive, and difficult to acquire. Owing to this reason, a good solution for some of the problems would be self-sufficient sustainable buildings. These kind of residences can self-supply using sustainable methods. The crisis cited is very worrying, therefore the project has the purpose to do its bit by creating one new idea of a self-sufficient sustainable building. To fulfill it, an experiment to obtain fresh water from rainwater has been carried out. Besides, the project includes an internal and external virtual design of the edifice and some appraisals to know if it could be doable in a hypothetical situation. Finally, this project has achieved a method to get fresh water by combining this process with the internal system of the building from which the electric energy can be obtained. In addition, it has been verified that the edifice can self-supply using electric and sustainable energy. In conclusion, if all the buildings were like this one, the amount of pollution given off into the atmosphere would be greatly reduced, and resources used for these types of residences, would be used more efficiently.

# ÍNDEX

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introducció</b>                                    | <b>4</b>  |
| 1.1. Objectius   | 5         |
| 1.1.1. Objectiu general                                  | 5         |
| 1.1.2. Objectius específics                              | 5         |
| 1.2. Hipòtesis   | 5         |
| 1.3. Metodologia   | 5         |
| <b>MARC TEÒRIC</b>                                       | <b>7</b>  |
| <b>2. Edifici</b>  | <b>7</b>  |
| 2.1. Edifici sostenible                                  | 9         |
| 2.1.1. Arquitectura sostenible                           | 9         |
| 2.1.2. Localització                                      | 10        |
| 2.2. Necessitats d'aigua dins l'edifici                  | 10        |
| 2.3. Necessitats energètiques de l'edifici               | 12        |
| <b>3. Obtenció d'aigua</b>                               | <b>13</b> |
| 3.1. Aigua pluvial                                       | 13        |
| 3.1.1. Obtenció  | 14        |
| 3.1.2. Substàncies contaminants                          | 16        |
| 3.1.3. Procés de transformació natural                   | 18        |
| 3.1.4. Emmagatzematge                                    | 20        |
| 3.1.5. Distribució de l'aigua                            | 21        |
| 3.2. Aigua potable                                       | 23        |
| 3.2.1. Procés de transformació industrial                | 23        |
| 3.2.2. Legislació  | 24        |
| 3.3. Diferències entre l'aigua potable i l'aigua pluvial | 27        |
| 3.3.1. Composició química                                | 27        |
| 3.3.2. Propietats fisicoquímiques                        | 28        |
| 3.3.3. Funcions  | 30        |
| <b>4. Obtenció d'energia</b>                             | <b>32</b> |
| 4.1. Plaques solars                                      | 32        |
| 4.1.1. Orientació  | 33        |
| 4.2. Turbines  | 34        |
| 4.3. Geotèrmica  | 35        |
| 4.4. Legislació  | 37        |
| 4.5. Situacions sense recursos                           |           |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>MARC PRÀCTIC</b>                                     | <b>41</b> |
| <b>5. La meva proposta de la part pràctica</b>          | <b>41</b> |
| 5.1. Experiments  | 41        |
| 5.1.1. Potabilització d'aigua (evaporació)              | 42        |
| 5.1.2. Potabilització d'aigua (filtres)                 | 47        |
| 5.1.3. Conclusions (potabilització d'aigua)             | 55        |
| 5.2. Prototip   | 56        |
| 5.3. Plànols  | 58        |
| 5.4. Funcionament del sistema intern de l'edifici       | 59        |
| 5.5. Càlculs  | 63        |
| 5.5.1. Energia elèctrica                                | 64        |
| 5.5.2. Aigua de l'edifici                               | 67        |
| 5.5.3. Temperatura de l'evaporació d'aigua              | 68        |
| <b>6. Conclusió final</b>                               | <b>71</b> |
| 6.1. Observació dels objectius i hipòtesis              | 71        |
| 6.1.1. Observació de l'objectiu principal               | 71        |
| 6.1.2. Observació dels objectius específics i hipòtesis | 73        |
| 6.2. Valoració final                                    | 74        |
| <b>7. Bibliografia i webgrafia</b>                      | <b>76</b> |

## 1. Introducció

Necessitem un canvi.

Aquesta és la frase que molts hem estat escoltant els darrers anys en relació amb el canvi climàtic. Però no fem res o pràcticament res per poder-ho canviar. Això pot ser degut al fet que qui ha de fer un canvi important són les grans empreses i països, regulant les lleis mediambientals, reduint el CO<sub>2</sub> emès a l'atmosfera i altres gasos que afavoreixen al canvi climàtic, entre altres opcions. De fet, aquesta frase té tota la raó, estem en una situació crítica, en el punt que si no canviem i reduïm l'emissió de gasos contaminants a l'atmosfera, tindrem greus conseqüències per a la vida humana que la podran arribar a dificultar molt.

Jo he volgut fer pel meu treball de recerca un tema que contingui els dos aspectes següents. Per una banda, una part funcional i que pugui arribar a ajudar a la gent o al planeta amb algun altre aspecte que m'interessa. Per altra banda, una part que em captivi i estigui mínimament relacionat amb els meus estudis futurs.

Des que era petit, al voltant dels set anys, ja em van interessar els invents innovadors, per la seva creativitat i la solució a problemes que semblaven impossibles. Aquest món que semblava màgic em va captivar i una vegada em vaig capficar, ja no vaig poder sortir-ne. No obstant això, estava molt motivat per les matemàtiques, ja que m'anaven molt bé i m'interessaven molt. I quan vaig descobrir tecnologia i física també vaig sentir el mateix. Tot aquest interès no parava d'augmentar, i a mesura que passaven els anys i anava aprenent més coses, ho vaig tenir clar, ja sabia què volia ser de gran, volia ser inventor. Però una vegada ja vaig investigar les sortides professionals, vaig veure que no hi havia cap professió sobre ser inventor. En continuar investigant, vaig concloure que el més proper a inventor en un entorn professional era ser enginyer, per tant, ja ho tenia tot decidit.

Més tard, vaig veure que hi havia molt tipus d'enginyeries, però tenia un gran problema, m'agradaven quasi totes. Vaig investigar encara més, i vaig trobar que l'enginyeria industrial ho engloba tot i m'agraden tots els aspectes que s'hi proposa. Encara que no tracta tots els aspectes amb gran profunditat, m'agrada la polivalència que podria adquirir.

Una vegada vaig arribar a aquest punt, vaig veure que les assignatures que es cursen són: tecnologia, física, química i matemàtiques. Tres d'aquestes quatre ja les faig al batxillerat tecnològic, però no faig la química. Precisament per això, en el meu treball de recerca he volgut involucrar a les quatre, perquè encara que ara no faci química, l'acabaré cursant a la universitat.

Precisament per aquestes raons, vull fer un treball de recerca que es basi en un edifici sostenible, on tots els recursos necessaris per viure es puguin obtenir en el mateix edifici. D'aquesta manera, l'edifici podrà ser autosuficient i amb un mateix model podríem arribar a conformar una ciutat totalment sostenible. Els recursos que aconseguiríem de l'edifici serien l'aigua i l'energia. Aquests recursos seríem capaços de raonar una possible obtenció amb els coneixements adquirits de les assignatures anomenades anteriorment, i estarien totes relacionades amb aquest treball. A més, com ja he dit, vull assolir que l'edifici sigui sostenible, una dificultat afegida. Però d'aquesta manera podríem arribar a fer una proposta interessant per intentar ajudar el planeta de la manera més gran que puguem. Per tant, faré un treball on m'agrada el contingut i a més complint la meva obligació moral amb el medi ambient tal com deia al principi de la introducció.

## **1.1. Objectius**

### **1.1.1. Objectiu general**

- Dissenyar un edifici eficient, autosuficient i sostenible.

### **1.1.2. Objectius específics**

- Crear un sistema que pugui obtenir aigua potable a partir d'aigua pluvial.
- Dissenyar una organització concreta de l'edifici per aconseguir energia sostenible a partir d'accions quotidianes.
- Fer possible que els residents de l'edifici disposin de suficient energia elèctrica i aigua sanitària aconseguides a partir de formes sostenibles i autosuficients.

## **1.2. Hipòtesis**

- Creiem que serem capaços de combinar tots els sistemes energètics i hidràulics de l'edifici per poder obtenir l'energia i l'aigua potable necessària.
- Creiem que podrem transformar aigua no potable en potable a partir de la seva evaporació.

## **1.3. Metodologia**

Per poder fer aquest treball hem hagut de fer una recerca d'informació amb l'objectiu d'informar-nos bé per poder oferir el millor treball i per tenir unes bases ben clares i marcades per fer la millor proposta pràctica possible. Aquesta recerca d'informació l'hem fet a partir de coneixements que ja teníem de l'ESO i del batxillerat tecnològic. Però, no obstant això, hem repassat els apunts relacionats amb l'aspecte desitjat amb diferents pàgines web per poder comparar la informació i tenir el màxim coneixement possible. A part, també vam buscar informació en notícies innovadores amb propostes noves, o fins i tot algunes propostes innovadores que ja es van donar en el passat. També hem vist vídeos il·lustratius del funcionament de certs aspectes i d'una explicació més visual d'alguns aspectes amb la finalitat de comprendre-ho millor i, per tant, poder-ho explicar de millor manera.

La nostra part pràctica es basa a fer un prototip de l'edifici, aconseguir aigua potabilitzada i amb càlculs demostrar que tot el que he plantejat és possible. En l'apartat del prototip, hem fet servir un programa virtual que simula la realitat, que conté tota la distribució de l'edifici amb tots els seus elements perquè sigui més visual i que el projecte sigui més fàcil de comprendre. Per altra banda, hem experimentat amb la idea que teníem a la nostra hipòtesi, la de potabilitzar l'aigua a partir de l'evaporació. Per a poder fer l'experiment, hem anat a la UAB amb el programa Argó "d'estades d'estiu de la UAB", ja que a partir d'aquest programa, hem tingut accés al seu laboratori i tots els recursos que aquest ens proporciona. En l'apartat dels càlculs, ho hem dut a terme a partir de dades extretes per nosaltres o, en alguns casos, trets de diverses fonts d'internet. A aquestes dades, ja siguin del tema de l'aigua o del tema energètic, les hem aplicat les fórmules adients per a arribar els valors desitjats en cada cas.

Cal aclarir, que en aquest treball, m'hauria pogut trobar amb una gran dificultat que m'hagués impedit bastant el bon desenvolupament que ha tingut. Aquesta dificultat es tractava de l'accés al laboratori de la UAB, per l'alta nota de tall que demanen per entrar a les seves estades d'estiu. En cas de no entrar, hauria intentat fer les pràctiques al laboratori del meu centre educatiu, però aquest no té tants recursos com el de la UAB.

# MARC TEÒRIC

## 2. Edifici

Un edifici és una estructura amb diferents finalitats, ja sigui destinat a un habitatge, a l'agricultura, a la indústria, al sector serveis o per dur a terme qualsevol activitat social o econòmica. En el cas d'aquest treball, ens centrarem més en la seva finalitat com a habitatge. Parlarem més específicament d'un habitatge de pisos en comptes de cases, per així poder aprofitar més l'espai, ja que en menys terreny, poden viure-hi més persones i, per tant, és molt més sostenible.

El fet d'aconseguir que en un mateix terreny pugui ser l'habitatge de moltes famílies i no només d'una, va ser un gran canvi per fer les ciutats més poblades. En aprofitar millor el terreny, es pot obtenir una opció més econòmica per un habitatge que no fos una casa. De fet, això va ser possible gràcies a nous descobriments en l'arquitectura, descobriments en la creació de nous materials i una nova manera de construir i veure l'arquitectura.

Tot va començar en l'art gòtic que ja van poder elevar grans estructures. Cal aclarir, que aquestes anaven destinades a edificis religiosos d'esglésies, però gràcies a les seves tècniques d'arquitectura, es van poder començar a desenvolupar els edificis de grans altures. Aquests elements característics que ho van permetre foren l'arc ojival, els arbotants, els contraforts, els pilars, entre d'altres. Gràcies a aquests elements, van aconseguir que tota l'estructura es recolzés en diferents punts i no només en els murs que la conformaven. Aquesta va ser la principal clau i desenvolupament arquitectònic que va permetre elevar els edificis a tals altures. Però això només era la base, per adquirir nous coneixements i tècniques per assolir elevar més els edificis.

Crear una base sòlida, és a dir, els fonaments, és un punt clau en un edifici, és a dir, buscar un lloc on el terra tingui roques sòlides on crear l'estructura de l'edifici. Un inconvenient és que depenent de la zona, si aquesta no té una base amb roques sòlides, s'ha de perforar i endinsar molt més la base de l'edifici fins a trobar la zona desitjada. Un exemple d'una zona on han de fer una base més profunda és als Emirats Àrabs, ja que allà la superfície de terra és tot sorra, grava, o algun altre element inestable. A més, la base ha de ser àmplia, perquè quan hi hagi un gran efecte del vent, no la faci desplaçar i es mantingui immòbil.



Figura 1. Fonaments d'un edifici.



No obstant això, el centre de gravetat de l'edifici és un fet molt important per la seva estabilitat. El centre de gravetat d'un edifici és el punt d'aplicació del pes d'aquell edifici. Un exemple, com es pot veure en la Figura 2, és el d'un triangle isòsceles. El seu centre de gravetat no està a la meitat de la seva altura i base, sinó que està lleugerament més a prop de la base que l'extrem superior per una major superfície inferior. Això és degut a la seva forma, i en el cas dels edificis, també es té en compte la massa. Perquè un edifici sigui més estable, el seu centre de gravetat haurà d'estar el més a prop al terra possible. Per tant, per aconseguir-ho, la base haurà de tenir més massa, haurà de ser més profunda, tenir una base molt més àmplia i una bona cimentació de base.

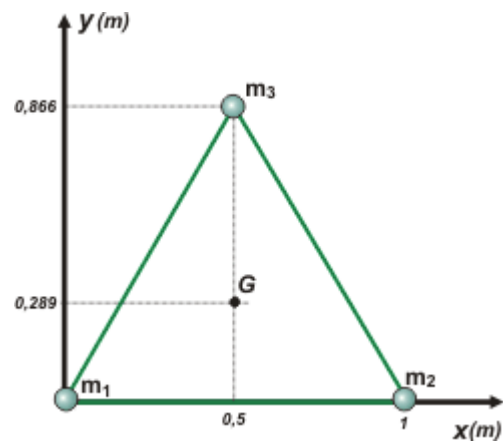


Figura 2. El centre de gravetat del triangle isòsceles.

Un altre aspecte és la forma de la biga que sustenta l'edifici. Aquesta forma es diu perfil, i depenent de l'objectiu, la biga té un perfil o un altre. Hi ha molts tipus de perfils, en L, en H, en T, en U, en I... Això permet tenir una major resistència per a l'edifici. De fet, per obtenir una major rigidesa i resistència, es fan estructures en forma de triangles perquè és l'única forma geomètrica indeformable. Aquest concepte es diu triangulació i com podem observar a la Figura 3, la torre Eiffel és un exemple de la utilització de la triangulació, ja que la seva estructura està basada en aquest concepte.



Figura 3. Estructura Torre Eiffel.

Per acabar, un punt que també és molt important és el dels materials, els quals tenen molt a veure en les estructures. Això succeeix perquè depenen de les seves propietats mecàniques, densitat, pes, preu, conductivitat, resistència a la corrosió, entre moltes d'altres propietats, permeten fer una funció amb més eficàcia o menys. Un exemple clar seria utilitzar un material més pesat en parts inferiors i un material menys pesat en parts superiors per fer baixar el centre de gravetat el màxim possible.

## 2.1. Edifici sostenible

En aquest apartat parlarem de com ha de ser un edifici sostenible i tots els punts que hauria de tenir perquè un edifici en concret es pugui considerar sostenible. De fet, la sostenibilitat consisteix en satisfer les necessitats actuals, sense comprometre a les generacions futures. No obstant això, la sostenibilitat també garanteix un equilibri en el creixement de l'economia, el respecte al medi ambient i al benestar social. Cal aclarir, que en aquest apartat, hi ha moltes consideracions a tenir en compte per poder parlar d'un edifici sostenible. És per això que aprofundirem en alguns dels punts que considerem més generals i importants, encara que existeixen múltiples variables a tenir en compte per dictaminar la sostenibilitat d'un edifici.

### 2.1.1. Arquitectura sostenible

Una arquitectura sostenible fa referència als dissenys arquitectònics que tenen en compte en tot moment l'impacte que tindrà el seu edifici en el medi ambient. Es considera el seu impacte des de la seva construcció, passant pel seu ús, arribant fins i tot a la seva demolició. L'impacte que té en el medi ambient, es pot modificar canviant els materials per uns més sostenibles, aprofitant millor l'energia i els recursos de la natura d'una manera sostenible, entre altres opcions.



Figura 4. Exemples d'alguns punts clau de l'arquitectura sostenible.

El principal objectiu, de l'arquitectura sostenible, és reduir l'impacte mediambiental i tenir el màxim d'eficàcia energètica possible. Un exemple per aconseguir la màxima eficiència energètica possible utilitzant els recursos naturals que rep l'edifici, sense transformar-ho en electricitat, és l'orientació de la casa. Aquesta, té la intenció d'orientar-la per aprofitar el màxim d'hores de llum solar possible i, per tant, no haver de gastar tant en electricitat per la il·luminació o l'escalfament de l'edifici. Un exemple d'aprofitar l'energia transformant-la en energia elèctrica a partir dels recursos naturals que rep l'edifici són les plaques solars fotovoltaïques. Aquest tipus de plaques, reben l'energia solar del sol i la transformen en energia elèctrica, que pot servir per al consum d'electricitat de l'edifici. Tanmateix, tot això s'ha de tenir en compte, sense deixar de banda tot el tema de seguretat per als habitants, la seva comoditat i el disseny estètic. A les figures 5 i 6, es poden observar alguns exemples d'edificis sostenibles on apliquen alguns dels punts mencionats anteriorment.



Figures 5 i 6. Exemples d'edificis sostenibles.

### 2.1.2. Localització

És molt important tenir en compte la localització de l'edifici pels possibles efectes que aquesta pot tenir sobre l'ecosistema de la zona i intentar que tingui el mínim d'impacte possible. Si l'edifici no se situa en el lloc correcte, aquest pot provocar: un augment de la contaminació acústica que pot repercutir en el benestar dels éssers vius de l'entorn, la desforestació destruint així l'hàbitat de molts éssers vius i a més els éssers vius en si, danys amb qualsevol mena de residu que l'edifici rebutgi o expulsi, l'emissió de contaminants que afecten el medi ambient, tant directament amb efectes molt negatius per als éssers vius de la zona, com indirectament augmentant l'efecte hivernacle que aquest provoca uns efectes molt negatius que perjudica el medi ambient global i, per tant, de la zona.

## 2.2. Necessitats d'aigua dins l'edifici

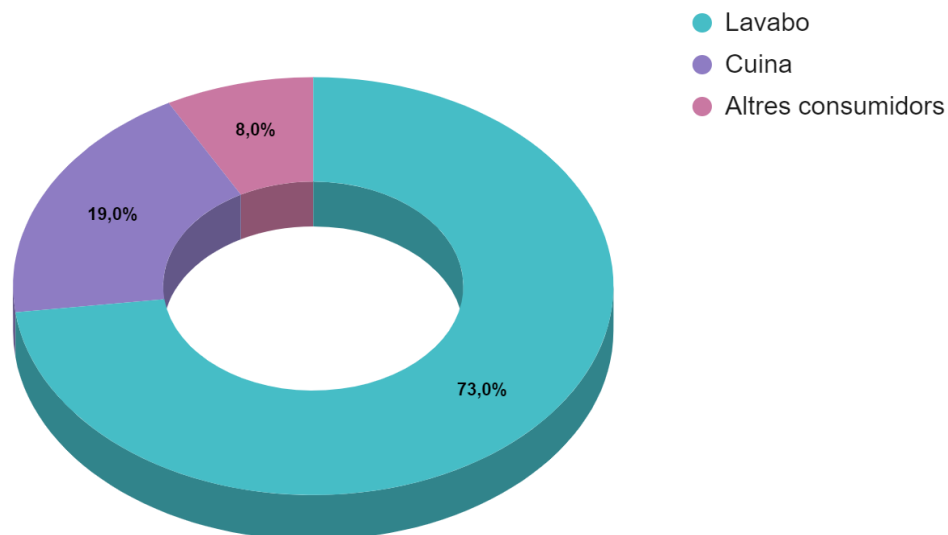
Una de les parts fonamentals d'aquest edifici per proporcionar una autosuficiència total als seus residents, és l'aigua. Segons l'OMS, una persona, de cada unitat familiar, per poder parlar d'un accés a aigua potable, ha de poder disposar com a mínim de vint litres d'aigua diaris. Això implica que per saber l'aigua potable necessària anualment, s'ha de fer l'equació de:  $20 \text{ (litres)} \cdot 365 \text{ (dies)} \cdot (\text{nombre de famílies}) \cdot 2,5 \text{ (persones/unitat familiar)}$ . Això causa que tinguem una variable que és el nombre de famílies, que dependrà del nombre de plantes que tingui l'edifici. Per altra banda, el darrer valor de l'equació, indica que hi ha 2,5 persones per cada unitat familiar, un valor que hem extret d'un estudi de l'INE.

Per altra banda, una altra dada important a l'hora de saber la quantitat d'aigua que necessita un edifici, és l'aigua total consumida. La diferència entre aquesta aigua i l'explicada anteriorment, és que la que ja hem explicat forma part d'aquesta. L'aigua potable detallada en el paràgraf anterior, és el mínim d'aigua potable que una persona ha de tenir per poder viure, és a dir, aigua per veure, cuinar, entre altres opcions. En aquest cas, l'aigua total consumida, és aigua que també és potable i neta, però que no estrictament va dirigit a la supervivència de la persona. Per tant, aquest últim tipus d'aigua que explicarem a continuació, és l'aigua que s'utilitza a les dutxes, aixetes, cisternes, entre altres opcions, bàsicament, l'abastiment total d'aigua.

El consum mitjà d'aquest tipus d'aigua en els espanyols és de 142 litres per habitant, en un dia. Una vegada sabem la dada de consum mitjà d'aigua dels espanyols, podem fer l'equació següent:  $142 \text{ (litres)} \cdot 365 \text{ (dies)} \cdot (\text{nombre de famílies}) \cdot 2,5 \text{ (persones/unitat familiar)}$ . Per tant, a partir d'aquesta equació, podem ser capaços de calcular l'aigua total consumida, en un habitatge, anualment. Però, cal destacar, que encara hi ha la mateixa incògnita que en l'equació anterior, és a dir, el nombre de famílies de l'edifici.

De fet, en un habitatge mitjà espanyol, la cuina, consumeix un 19% de l'aigua total de la casa, el lavabo un 73% i la resta de consumidors un 8%. Cal aclarir, que el concepte lavabo inclou dutxa, banyera, vàter, entre els altres consumidors. A la Gràfica 1, podem observar aquesta divisió de consumició d'aigua d'una manera més visual.

Gràfica 1. Consumició d'aigua en un habitatge mitjà espanyol. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades de la fundació Aquae.



### 2.3. Necessitats energètiques de l'edifici

L'altra part fonamental d'un edifici és l'energia que aquest gasta. Ara, ja parlant de valors, un edifici espanyol mitjà consumeix anualment una quantitat d'energia elèctrica de 3.932 kWh. Aquest valor l'hem aconseguit a partir de la taula 1.

Taula 1. Consum energètic d'un habitatge mitjà d'Espanya en relació amb les persones que hi viuen. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades de la REE<sup>1</sup>.

| Nombre de convivents | Consum anual energètic (Termo de gas natural) | Consum anual energètic (Termo elèctric) |
|----------------------|---|---|
| 1 Persona            | 1.261 kWh                                     | 2.061 kWh                               |
| 2 Persones           | 1.669 kWh                                     | 3.296 kWh                               |
| 3 Persones           | 2.092 kWh                                     | 4.492 kWh                               |
| 4 Persones           | 2.520 kWh                                     | 5.720 kWh                               |
| 5 Persones           | 2.946 kWh                                     | 6.946 kWh                               |

Com podem observar, no hi ha cap valor com el que hem dictaminat. Això és perquè hem hagut de fer alguns càlculs. Hem fet una regla de tres amb aquests valors sabent que l'objectiu és trobar el valor de consum d'energia elèctrica anual en un habitatge per a 2,5 persones, que és el nombre mitjà de persones per unitat familiar espanyola. Primer fer la regla de tres utilitzant els valors de 2 persones amb el següent càlcul:  $\frac{2}{3.296} = \frac{2,5}{x}$ . Sabent que la x representa el consum anual d'energia elèctrica d'un habitatge amb 2,5 persones, una vegada aïllada, ens dona un valor de 4.120 kWh. Per assegurar-nos de si el valor és correcte o no, ara farem la mateixa regla de tres, però amb els valors de 3 persones. D'aquesta manera, tenim la mateixa incògnita i el càlcul següent:  $\frac{3}{4.492} = \frac{2,5}{x}$ . Una vegada aïllada la x ens dona un valor de 3.743 kWh. Els valors que ens donen són diferents, això és a causa del fet que els valors no són perfectament proporcional. Davant d'aquesta situació, per trobar el valor més exacte, hem de fer una mitjana aritmètica entre els dos valors, amb el següent càlcul:  $\frac{4.120 + 3.743}{2}$ . El valor resultant, i, per tant, el valor de consum mitjà d'energia elèctrica d'un habitatge en Espanya, anualment, és de 3.932 kWh.

És important aclarir que el consum mitjà d'energia espanyol dedica el 43,1% a la calefacció, el 28,9% a la il·luminació i els electrodomèstics, el 19,1% a l'aigua calenta sanitària, el 7,1% a la cuina i el 0,9% a la refrigeració. Però és rellevant destacar que estem parlant de valors d'energia en general i no d'energia elèctrica en concret.

---

<sup>1</sup> Red Elèctrica de España

### 3. Obtenció d'aigua

Un recurs vital que hem de cobrir és l'aigua, no només perquè és essencial per a la vida humana, sinó que també és molt necessari en moltes màquines, electrodomèstics, aixetes, dutxes, entre moltes altres aplicacions. Però una de les més importants després de la funció d'hidratar, en el nostre edifici, serà el fet d'obtenir energia gràcies a aquest recurs.

#### 3.1. Aigua pluvial

L'aigua pluvial, com el seu nom indica, és l'aigua de la pluja, una forma que té la natura de precipitació. Aquesta aigua és totalment pura, perquè no conté minerals en la seva composició química. Una conseqüència que no tingui sals minerals és que no la podem considerar aigua potable segons estàndards legals, i, per tant, no és apte pel consum humà. Precisament per això, haurà de passar alguns processos, siguin naturals o artificials, per obtenir les sals minerals i així pugui ser potable.

L'aigua pluvial, com ja hem dit anteriorment, és l'aigua de la pluja que prové dels núvols, situats a l'atmosfera terrestre. Els núvols estan formats per l'aigua condensada del mar, rius o llacs que ha sigut evaporada amb anterioritat per la calor provocada del sol. Una vegada els núvols precipiten dalt de les muntanyes ja sigui en forma de neu, pluja, o calamarsa, l'aigua circula pels rius o conductes infiltrats dintre la terra. Els rius o conductes subterranis, transporten l'aigua fins a llacs o el mar. Una vegada arriba a aquests punts, l'aigua es torna a evaporar per l'efecte de la calor del sol, tornant a l'inici d'aquest cicle infinit. A la Figura 7, es pot observar amb més claredat, d'una manera més il·lustrativa, el cicle de l'aigua.

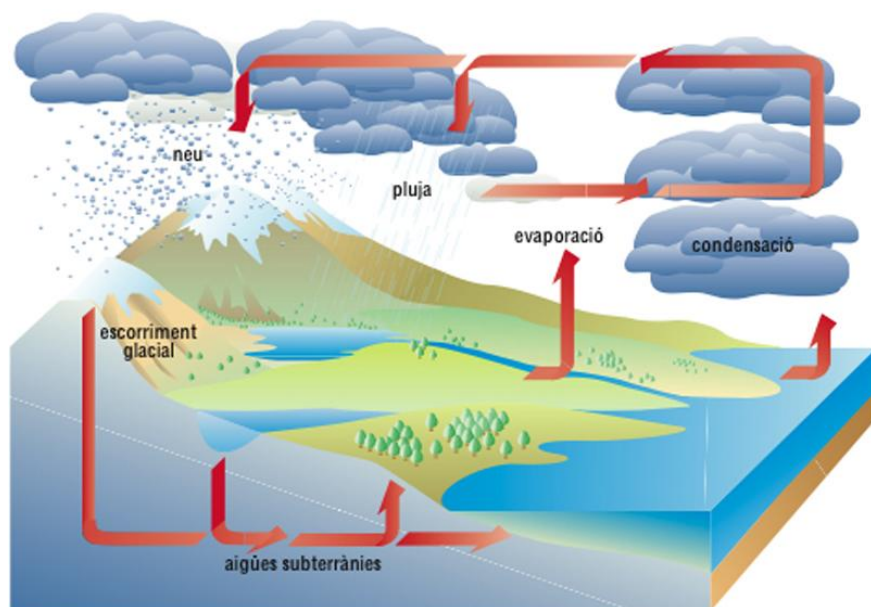


Figura 7. Cicle de l'aigua.

### 3.1.1. Obtenció

A partir de la precipitació dels núvols, l'aigua cau en carrers i teulades. Si l'aigua cau al carrer, perquè no s'inundi, hi ha un sistema de clavegueram que ho impedeix, per tant, l'aigua se'n va. A més que encara que l'emmagatzeméssim seria inservible per tota la brutícia que adquiriria del terra. L'altre cas seria una recol·lecció a les teulades, una zona molt més neta i en la qual es poden posar uns conductes de recol·lecció amb la teulada inclinada en direcció als conductes. Amb això s'aconseguiria fer una recol·lecció d'aigua total que caigués en l'àrea de la teulada. A més, aquesta aigua seria molt més neta que en l'altre cas, ja que només adquirirà la brutícia de la teulada. Això fa que amb aquesta manera de recol·lecció s'obtingui l'aigua més neta que no pas l'altre, i, per tant, haurà de passar per menys processos i es gastarà menys energia en potabilitzar-la.



Figura 8. Canalitzacions d'aigua pluvial a les teulades.

Un altre aspecte que s'ha de tenir en compte és la quantitat d'aigua que es pot aconseguir. Per saber la quantitat d'aigua que es pot obtenir en una teulada en un any, s'ha de tenir en compte el lloc de localització de l'edifici. És necessari, ja que el valor que volem determinar depèn dels litres entre metre quadrat de pluja anual. A més, no a tot arreu plou amb la mateixa quantitat, amb la mateixa intensitat i amb la mateixa freqüència, a causa de les condicions climàtiques de cada zona.

A la Taula 2, podem observar diferents ciutats amb les seves respectives precipitacions, dies de pluja i hores de sol. En aquesta taula, també hem volgut incloure les hores de sol, ja que si hi ha molta freqüència de precipitacions, no hi ha moltes hores de sol, i és una part negativa en l'àmbit energètic que també hem de tenir en compte. Per tant, la situació idíl·lica és una zona on ploqui molt intensament i una gran quantitat, en pocs dies, per així que també tingui moltes hores de sol. Bàsicament que tingui un equilibri entre la quantitat d'aigua que podríem obtenir, sense deixar de banda l'àmbit energètic i la seva producció.

Taula 2. Precipitació, dies de pluja i hores de sol en relació amb diferents ciutats. Font: Elaboració pròpia a partir de diverses fonts.

| Ciutat      | Precipitació (L/m <sup>2</sup> ) | Dies de pluja | Hores de sol |
|-------------|----------------------------------|---------------|--------------|
| Zuric       | 1.031                            | 127           | 1.475        |
| Amsterdam   | 914,6                            | 184           | 1.662        |
| Istanbul    | 844                              | 123,8         | 2.210        |
| Roma        | 804,3                            | 79,4          | 2.473        |
| Lisboa      | 725,8                            | 117           | 2.806        |
| Dublín      | 695                              | 136           | 1.474        |
| París       | 649,5                            | 111,5         | 1.630        |
| Viena       | 620,3                            | 94,8          | 1.773        |
| Copenhaguen | 613                              | 168           | 1.539        |
| Barcelona   | 609                              | 90            | 2.453        |
| Londres     | 592,8                            | 106,6         | 1.460        |

Tal com veiem a la taula, si parlem d'obtenció d'aigua, el millor lloc seria Zuric perquè té molta precipitació i molts dies de pluja. Per altra banda, la ciutat que aniria millor energèticament és Lisboa, per la gran quantitat d'hores de sol que té. Però com ja hem dit en el paràgraf anterior, per tenir un edifici eficient, es requereix un equilibri entre la quantitat d'aigua que podríem obtenir i les hores de sol que la zona ens ofereix. Per tant, depenent de la prioritat entre hores de sol i quantitat d'aigua aconseguida, a partir de les dades, es podria escollir la ciutat més adequada per als objectius personals.

Per exemple, si es prefereix més precipitació, tenint en compte la necessitat obligatòria de tenir bastants hores de sol per poder produir energia, un bon lloc seria Lisboa, ja que s'assoleix bastant quantitat d'aigua, encara que no siguin els 1.031 L/m<sup>2</sup> que s'aconsegueix amb Zuric, però en comparació a aquesta ciutat anomenada, Lisboa té moltes més hores de sol, podent produir suficient energia per a l'edifici.

Una vegada hem parlat de la quantitat de precipitació anual en alguns punts del planeta, parlarem de la fórmula per aconseguir la quantitat d'obtenció d'aigua pluvial a partir de la teulada de l'edifici. Aquesta equació és la següent: (L/m<sup>2</sup>) · (m<sup>2</sup> de l'edifici). Cal destacar, que d'aquesta equació, el valor de precipitació anual, podria ser un dels valors exposats a la Taula 2. Per altra banda, la quantitat de m<sup>2</sup> que té l'edifici, només es podrà dictaminar una vegada se sàpiga la grandària d'aquest. Però, tot i això, en ser uns valors directament proporcionals, si la quantitat de m<sup>2</sup> que té l'edifici és major, augmentarà la quantitat de litres d'aigua recollida anual. Per tant, de la mateixa manera, si la quantitat de m<sup>2</sup> que té l'edifici és menor, disminuirà la quantitat de litres d'aigua recollida anual.



### 3.1.2. Substàncies contaminants

L'atmosfera conté molts contaminants, és per això que provoca que l'aigua, que es troba en l'atmosfera en estat gasós, contingui part d'aquests contaminants. Això provoca una contaminació atmosfèrica, que és la presència de substàncies contaminants en l'atmosfera en una quantitat que impliqui molèsties o risc per a la salut de les persones i dels altres éssers vius. Aquestes substàncies contaminants són: l'ozó, el monòxid de carboni, òxids de nitrogen, diòxid de sofre, plom, partícules en suspensió, entre moltes altres.

Tots aquests contaminants són generats a conseqüència de la indústria, transport, l'erupció volcànica, diferents combustions com combustions de carbó, petroli, gas, incendis forestals, entre molts altres factors. De fet, es poden classificar depenent de la seva procedència, si són provocades per factors humans o naturals, depenent de les regions de l'atmosfera que afecten i depenent de si han estat emesos directament a l'atmosfera o han patit alguna manipulació química. La manera més clara i comuna de classificar-ho és entre factors naturals i humans o antròpics tal com veiem a la Taula 3.

Taula 3. Classificació de fonts contaminants. Font: Elaboració pròpia.

| Fonts naturals     | Fonts antròpiques                 |
|--------------------|-----------------------------------|
| Volcans            | Combustió: carbó, petroli, gas... |
| Incendis forestals | Incendis forestals                |
| Respiració         | Transport                         |
| Descomposició      | Electricitat                      |
|                    | Indústria                         |
|                    | Residencial i comercial           |
|                    | Desforestació                     |
|                    | Contaminació de mars              |

Per culpa d'aquesta contaminació atmosfèrica, com ja hem dit, l'aigua queda impregnada de les substàncies contaminants que estan a l'atmosfera, i com a conseqüència, els primers quinze o vint minuts de pluja, cau l'aigua més contaminada de totes. Aquest tipus de pluja es denomina com a pluja àcida. La pluja àcida provoca grans destruccions en boscos o edificis per culpa de la seva acidesa.



Figura 9. Conseqüències de la pluja àcida.

Però, no obstant això, tota aquesta contaminació atmosfèrica té unes greus conseqüències en molts àmbits. És nociva per a la vida, ja que augmenta el risc de patir malalties respiratòries i perjudica la fotosíntesi<sup>2</sup> de les plantes, provocant la seva mort. A més, genera grans vents en certes ciutats situades a prop de la costa, en valls tancades, que pot arribar a provocar tempestes de sorra. La contaminació atmosfèrica, també provoca una disminució de la capa d'ozó, que és la que s'encarrega de protegir als éssers vius de la terra de la radiació ultraviolada<sup>3</sup> B que emet el sol. A més d'això, origina l'efecte hivernacle que provoca danys catastròfics, com la pujada de les temperatures, un augment en la freqüència i la gravetat dels desastres naturals, augmenta el nivell del mar, entre moltíssims altres efectes.

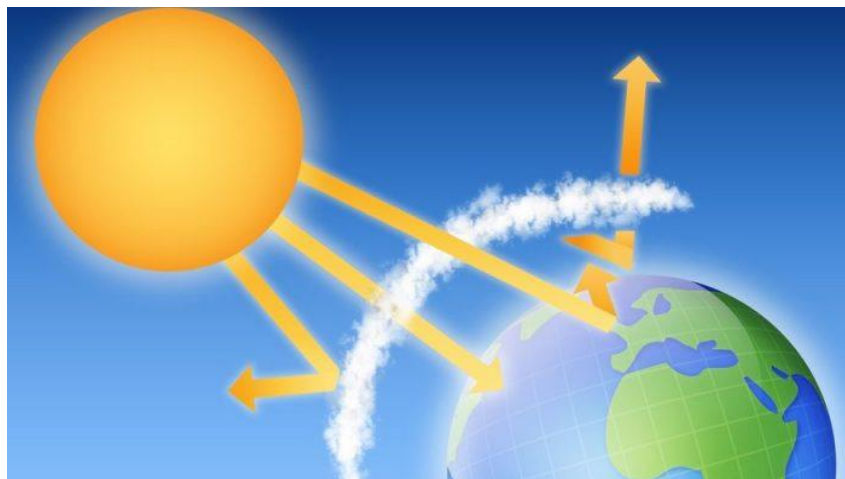


Figura 10. Efecte hivernacle.

<sup>2</sup> Procés químic de les plantes verdes o amb clorofil·la, mitjançant el qual certes substàncies inorgàniques es transformen en aliment gràcies a la llum del sol

<sup>3</sup> Que no és visible per a l'ull humà i comprèn l'interval que va des de la llum visible violeta fins a la regió dels raigs X

De fet, a part de totes les conseqüències greus que genera la contaminació atmosfèrica, és una activitat cíclica. És a dir, totes les conseqüències de la contaminació atmosfèrica, generen altres efectes, molt negatius, que afavoreixen la contaminació atmosfèrica, autorealimentant-se contínuament. Això vol dir que, per exemple, si la contaminació atmosfèrica destrueix boscos, com que les plantes fan que aquest efecte es reverteixi, fa que hi hagi menys factors que puguin revertir la situació o contenir-la. Per tant, hi haurà més contaminació atmosfèrica, que, tanmateix, destruirà més boscos, fent aquesta activitat cíclica.

Però no només això, la contaminació atmosfèrica, també pot provocar que disminueixi la freqüència amb la qual plou fent que hi hagi més sequeres. El fet que hi hagi més sequeres, a part de fer que no hi hagi tanta aigua potable, també provoca que hi hagi més zones desertificades, i, per tant, menys zones fèrtils on poder prosperar vida. Això també pot ser provocat per les pujades de temperatura provocada per l'efecte hivernacle i que al mateix temps, aquest és provocat per la contaminació atmosfèrica.



Figura 11. Un paisatge desertificat.

### 3.1.3. Procés de transformació natural

L'aigua pluvial, com ja hem dit en l'apartat 3.1., precipita sense tenir minerals, però una vegada aquesta es troba en diferents rius o llacs, obté els minerals a partir de la terra. Però, com que l'aigua dels rius o llacs, està bruta, per consumir-la, l'hauríem de netejar bé. Per tant, en tenir els minerals necessaris, només faltaria netejar-la i posar-la apta per al seu consum. Però aquesta aigua, ha aconseguit els minerals naturalment, no obstant això, en quin moment? I com l'aigua dels rius adquireix els minerals?

L'aigua pluvial una vegada ha estat precipitada, una part d'aquesta es cola entre la terra i roques de la superfície. L'altra part, baixa dels llocs on ha estat precipitada donant forma als rius que baixen en direcció cap al mar.

L'aigua que circula pels rius, en estar en contacte amb el terra, l'aigua adquireix els minerals d'aquesta, però per la mateixa raó, fa que adquireixi sediments de terra. Això provoca que l'aigua estigui bruta, però no només això, sinó que, en estar a l'aire lliure, pot fer que diferents animals transmetin els seus virus o bacteris a l'aigua. Això pot succeir a partir de diferents maneres, quan els animals veuen, defequen, entra altres opcions.



Figura 13. Riu corrent.

Per altra banda, l'aigua que es cola entre la terra i roques de la superfície, va a parar a llacs subterranis, aigües termals o manants. En aquests llocs, també adquireixen els minerals i les propietats d'aigua potable, amb un grau de mineralització inferior a 1,5 grams per litre quadrat. Per sortir d'aquests llocs subterranis, l'aigua torna a passar entre les roques i terra de la superfície fins a sortir a l'exterior unint-se amb un altre riu, o anant a parar directament al mar. Cal aclarir, que aquesta aigua és més propensa a estar més neta perquè normalment no està en contacte amb cap animal que se la pugui veure i en passar entre les roques, no es queda amb els sediments que embruten tant de la terra.



Figura 12. Llac subterràni.

### 3.1.4. Emmagatzematge

L'aigua pluvial, una vegada ha sigut recollida de la teulada per uns conductes, aquests conductes la porten al tanc d'emmagatzematge d'aigua. D'aquesta manera, es pot tenir el control del subministrament d'aigua en funció de les necessitats de l'edifici. Això genera un gran avantatge i és que no s'haurà de dependre de cap abastament públic d'aigües, evitant problemes de subministrament. Un altre avantatge és l'estalvi econòmic en deixar de pagar una empresa o ajuntament que subministra l'aigua. Però hi ha un gran inconvenient, i és que si hi ha una sequera per molt de temps i no plou suficient, l'edifici es queda sense aquest recurs una vegada el dipòsit es quedi sense reserva.

Hi ha diferents mètodes d'emmagatzemar l'aigua pluvial. Aquests mètodes impliquen que l'aigua que està en les canonades de la teulada, a partir de diferents conductes, arriba al tanc d'emmagatzematge d'aigua. A partir d'aquesta base, es pot fer amb un sistema sec o humit.

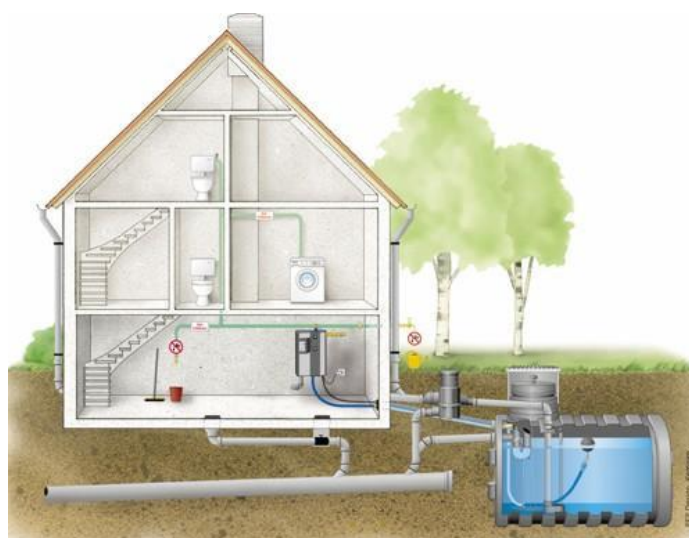


Figura 14. Un exemple d'emmagatzematge d'aigua pluvial.

El sistema sec es basa en el fet que una vegada ja ha precipitat, la canonada de recollida s'asseca, ja que l'aigua és abocada al tanc d'emmagatzematge d'aigua per la part superior d'aquest. Cal destacar, que aquest sistema és capaç d'emmagatzemar una gran quantitat d'aigua pluvial.

Per altra banda, es pot fer amb un altre sistema que és l'humit. Aquest sistema tracta de col·locar les canonades de recollida sota terra per poder connectar múltiples baixants de diferents canals. D'aquesta manera, l'aigua de pluja omplirà la canonada subterrània. A continuació, els conductes que porten al tanc d'emmagatzematge d'aigua, començaran a omplir-lo. És important aclarir que les connexions de canonades de recollida i baixants han d'estar segellades hermèticament. No obstant això, l'elevació de l'entrada del tanc d'emmagatzematge d'aigua ha d'estar per sota de la part més baixa de la casa.

Un punt important de l'emmagatzematge d'aigua és el temps màxim que l'aigua pot estar emmagatzemada. L'aigua s'ha d'anar renovant, perquè de la mateixa manera que els aliments, aquesta també es fa malbé. Per això es recomana no tenir aigua pluvial emmagatzemada més de sis mesos.

Per acabar, un altre punt rellevant, és el material del tanc perquè aquest no porti res negatiu a l'aigua emmagatzemada, ja sigui en sabor, higiene, salut, entre altres opcions. Actualment, els tancs d'emmagatzematge d'aigua pluvial més utilitzats estan fets de polietilè. Aquest material permet més aïllament, protecció antibacteriana, té grans propietats pel manteniment d'aigua i és un material lleuger. De fet, aquest tipus de material per tancs d'emmagatzematge d'aigua pluvial, és tan bo que té molt poca competència.

### 3.1.5. Distribució de l'aigua

Els sistemes de subministrament d'aigua consisteixen en una infraestructura mitjançant un conjunt d'obres, conductes, equips i accessoris que són necessaris per a la recollida, tractament, emmagatzematge i distribució de l'aigua. Aquesta distribució de l'aigua és entre les fonts d'on s'extreu i on es consumeix, sigui aigua pluvial o potable.

Perquè un sistema de subministrament d'aigua sigui bo, ha de complir certs requisits. El subministrament d'aigua ha de tenir una qualitat de l'aigua en la qual no es vagi deteriorant en el transcurs de la distribució per les canonades. A més, ha de disposar d'una distribució de l'aigua amb la pressió adequada en tots els llocs on es té previst subministrar. Donat el cas hi hagués un incendi, aquest subministrament ha de poder garantir la quantitat necessària d'aigua. No obstant això, ha de fer que cap consumidor es quedi sense aigua per qualsevol mena de reparació del sistema. Totes les canonades han d'estar col·locades a un metre de distància o per sobre del sistema de clavegueram i, per acabar, les canonades han de ser prou hermètiques per tenir el mínim de pèrdues en fugues d'aigua possible.

De fet, hi ha tres sistemes diferents de distribució de l'aigua per arribar a un edifici. Aquest diferents tipus de subministrament d'aigua són, el sistema de subministrament directe d'aigua, indirecte i l'intern.

El primer és un sistema de subministrament directe d'aigua. Aquest consisteix a rebre el subministrament d'aigua per una font externa, és a dir, per la xarxa pública. Això permet estalviar diners, perquè no s'ha d'invertir amb la bomba d'aigua que distribueixi l'aigua o amb la inversió de tancs i cisternes. Però, això implica dependre de la xarxa pública, i, per tant, dels possibles talls de subministrament d'aigua, de sequeres, entre altres opcions.

El següent sistema és el de subministrament indirecte d'aigua, el qual consisteix a subministrar aigua a partir de la xarxa pública, però no de forma directa. L'aigua de la xarxa pública, primer va a una cisterna elevada a partir d'una bomba i d'aquella cisterna, per l'acció de la gravetat, a l'edifici. Una foto il·lustrativa d'aquest sistema és la Figura 15. Un punt positiu d'aquest sistema és que en el cas de talls en el subministrament d'aigua, com que la cisterna està plena, es continua distribuint l'aigua.

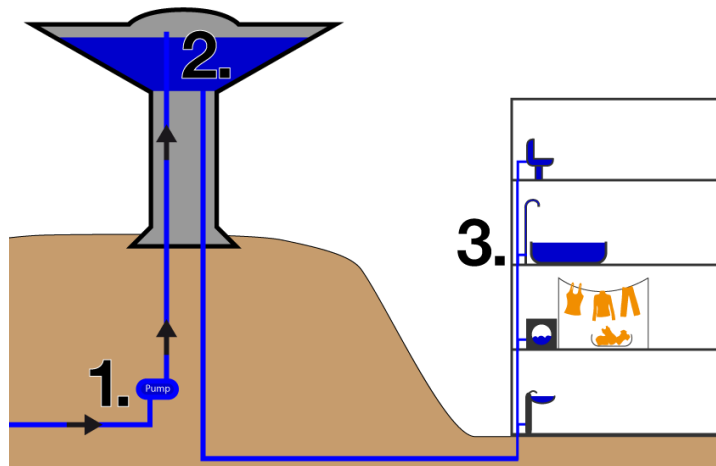


Figura 15. El funcionament del segon sistema, el subministrament indirecte d'aigua.

Un exemple d'aquest segon sistema, pot ser la torre de l'aigua de Sabadell. Aquesta torre és tot una icona de la ciutat, actualment està en desús. Però, tot i això, antigament subministrava la major part de l'aigua de Sabadell.



Figura 16. La torre de l'aigua.

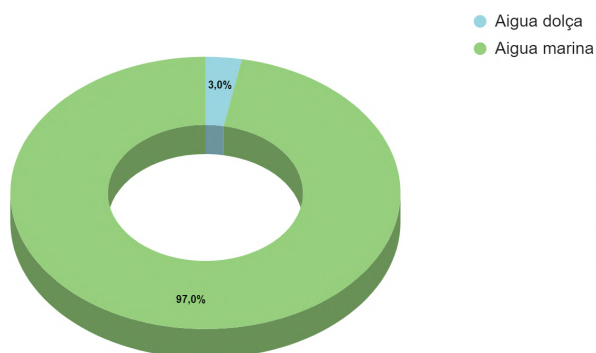
La tercera opció alhora de la distribució de l'aigua és amb un sistema intern, és a dir, un sistema propi de l'edifici. Això implica que l'edifici té un sistema de recollida d'aigua, un lloc on emmagatzemar-la, i, per tant, el mateix edifici agafa l'aigua que necessita el tanc d'emmagatzematge d'aigua. Cal destacar, que en aquesta última opció, també hi ha la possibilitat de fer una barreja entre el sistema propi d'un edifici i el subministrament d'aigua per la xarxa pública.

## 3.2. Aigua potable

L'aigua potable és aquella aigua que reuneix unes característiques fisicoquímiques i microbiològiques concretes que la fan apta per al consum humà o animal sense cap risc de contraure alguna malaltia perjudicial per a la vida. De fet, l'aigua potable és un recurs escàs a la terra, ja que encara que el 70% de la terra sigui aigua, només el 3% d'aquesta aigua és dolça. Però, d'aquest 3% d'aigua dolça, el 20% d'aigua és subterrània, el 79% està en estat sòlid, és a dir gel, als pols, i només l'1% és de rius i llacs, és a dir, l'aigua aprofitable. Podem veure unes gràfiques més il·lustratives d'aquests percentatges als gràfics 2 i 3.

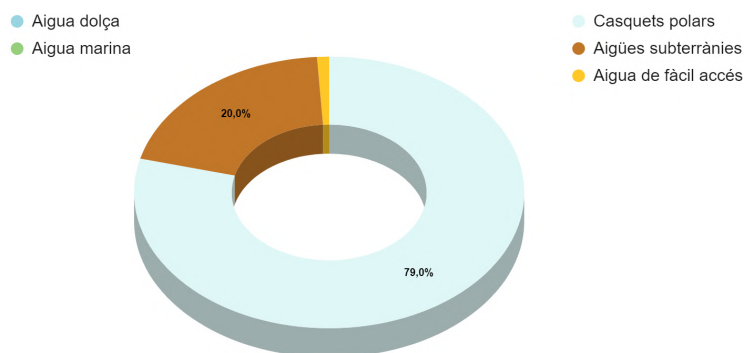
Gràfica 2. El total d'aigua al nostre planeta.

Font: Elaboració pròpia.



Gràfica 3. El total d'aigua dolça al nostre planeta.

Font: Elaboració pròpia.



Com acabem de dir, l'aigua potable és un recurs escàs, però vital per a la vida humana, a causa de la hidratació que ens permet. Precisament, per aquesta escassetat, necessitem fer algunes modificacions, a partir de processos, a certs tipus d'aigua que no són potables. Això es fa amb l'objectiu en el fet que aquestes aigües no potables, passin a ser potables i les puguem consumir. Aquests processos s'han de fer, perquè encara que l'aigua potable i la pluvial siguin quasi idèntiques, no ho són. Per exemple, la seva composició no és la mateixa, tal com veurem en l'apartat de les diferències entre l'aigua potable i pluvial. Però, en ser líquids quasi idèntics, sí que tenen coses en comú, que ja hem explicat en apartats anteriors, com per exemple la seva distribució i emmagatzematge.

### 3.2.1. Procés de transformació industrial

Com hem dit en el procés de transformació natural d'aigua pluvial a potable, les aigües dels rius, llacs, llacs subterrànies, entre altres opcions, ja tenen els minerals que han captat de la terra. No obstant això, també han incorporat la seva brutícia, sense deixar de banda possibles temes de contaminació o algun altre possible agent extern que hagi pogut deixar brutícia a l'aigua. Precisament per això, aquesta aigua passa per uns processos específics que com a resultat de tots ells en cadena, s'aconsegueix aigua potable. Cal aclarir que com que l'aigua potable és tan necessària per a tothom, aquests processos es fan en massa, és a dir, amb molta quantitat d'aigua, i així poder tenir més aigua per donar a la població. Com que els processos es fan en massa, es requereix una maquinària molt específica, però també molt gran per poder abastir a la gran quantitat de litres d'aigua que es vol potabilitzar.



Primerament, hi ha unes reixes en les quals passa l'aigua i es queden atrapats els residus més grans. Seguidament, al desgreixador, el greix de l'aigua, es queda a la superfície, i la sorra, al fons. La sorra, una vegada se'n va al fons, es porta al contenidor a partir d'unes bombes. A continuació, l'aigua arriba als decantadors on es deixa reposar, i la brutícia d'aquesta es queda al fons a causa del seu pes. El següent procés és el de les botes d'aireig, on hi ha uns microorganismes que es mengen la brutícia de l'aigua. De fet, en aquestes botes d'aireig, hi ha unes turbines les quals generen aire, ja que aquests microorganismes el necessiten. Seguidament, l'aigua es porta als decantadors secundaris. Allà, l'aigua reposa per poder separar-se així dels microorganismes, que ja s'han menjat tota la brutícia que aquesta contenia. Aquests microorganismes es poden separar de l'aigua, perquè després d'haver menjat tota la brutícia, aquests pesen, i per acció de la gravetat, van al fons dels decantadors secundaris. Finalment, l'aigua que ha passat per tots aquests processos, ja està neta.

No obstant això, a continuació s'ha de passar l'aigua neta a potable, afegint-li clor. Aquest procés se li diu desinfecció, i és una etapa indispensable per a la protecció de la salut del consumidor. L'objectiu d'aquest procés és reduir el nombre de microorganismes perquè no sigui perjudicial per a la salut de les persones. Finalment, abans de distribuir l'aigua per al seu consum, ha de passar per uns controls de sanitat, per garantir que aquella aigua és potable, i per tant, apte per al seu consum.

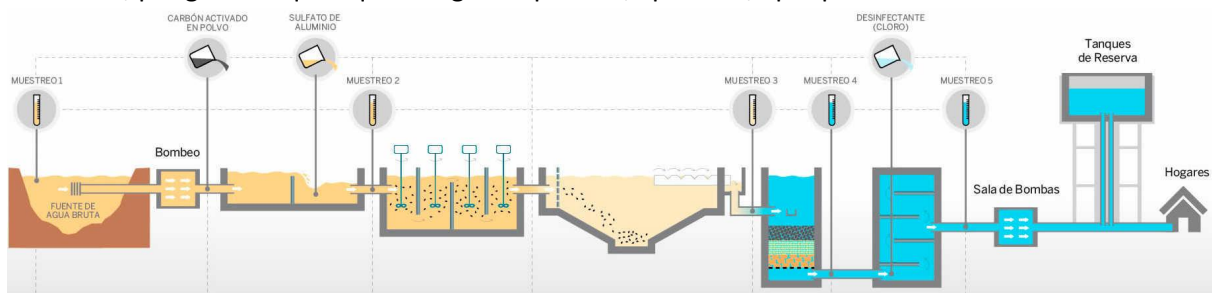


Figura 17. Processos de potabilització de l'aigua.

### 3.2.2. Legislació

Per l'alt control de la qualitat de l'aigua potable, aquesta ha de complir uns requisits estàndard i marcats per la llei. Poder legalitzar aigua potable i poder-la homologar<sup>4</sup> s'ha de complir estrictament tots els requisits marcats per llei. Tots aquests requisits, els podem veure a les Taules 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Taula 4. Característiques legals de l'aigua potable en relació amb els caràcters organolèptics. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades del Reial decret 1423/1982, de 18 de juny, de la Reglamentació Tècnic-sanitària per a l'abastament i el control de la qualitat de les aigües potables de consum públic.

| Factors                                    | Resultats tolerables màxims                    |
|--|--|
| <b>Caràcters organolèptics<sup>5</sup></b> |  |
| Olor i gust                                | lleuger olor                                   |
| Color                                      | < 20 mg/L                                      |
| Terbolesa                                  | < 6 UNF (unitats nefelomètriques de formacina) |

<sup>4</sup> Registrar o comprovar de manera oficial que les característiques de categoria i qualitat d'un objecte o substància s'adaptin a la legislació que hi ha

<sup>5</sup> Que produeix una impressió sensorial

Taula 5. Característiques legals de l'aigua potable en relació amb els caràcters fisicoquímics. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades del Reial decret 1423/1982, de 18 de juny, de la Reglamentació Tècnic-sanitària per a l'abastament i el control de la qualitat de les aigües potables de consum públic.

| Factors                        | Resultats tolerables màxims |
|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Caràcters fisicoquímics</b> |                             |
| pH                             | 6,5 - 9,5                   |
| Clorurs (en Cl)                | < 350 mg/L                  |
| Sulfats en (SO <sub>4</sub> )  | < 400 mg/L                  |
| Magnesi (en Mg <sup>2+</sup> ) | < 50 mg/L                   |
| Alumini (en Al <sup>3+</sup> ) | < 200 µg/L                  |
| Residu sec a 100 °C            | < 1.500 mg/L                |

Taula 6. Característiques legals de l'aigua potable en relació amb els components no desitjables. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades del Reial decret 1423/1982, de 18 de juny, de la Reglamentació Tècnic-sanitària per a l'abastament i el control de la qualitat de les aigües potables de consum públic.

| Factors   | Resultats tolerables màxims |
|---|-----------------------------|
| <b>Components no desitjables</b>                          |                             |
| Nitrats (en NO <sub>3</sub> )                             | < 50 mg/L                   |
| Nitrits (en NO <sub>2</sub> )                             | < 0,1 mg/L                  |
| Amoníac (en NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )                | < 0,5 mg/L                  |
| Oxidabilitat (MnO <sub>4</sub> K) en O <sub>2</sub>       | < 5 mg/L                    |
| Fenols (en C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>4</sub> ) | < 1 µg/L                    |
| Detergents (en lauril sulfat de sodi)                     | < 1 mg/L                    |
| Ferro (en Fe)   | < 200 µg/L                  |
| Manganès (en Mn)  | < 50 µg/L                   |
| Coure (en Cu)   | < 1.500 µg/L                |
| Zinc (en Zn)  | < 5.000 µg/L                |
| Fòsfor (en P)   | < 2.150 µg/L                |

Taula 7. Característiques legals de l'aigua potable en relació amb els components tòxics. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades del Reial decret 1423/1982, de 18 de juny, de la Reglamentació Tècnic-sanitària per a l'abastament i el control de la qualitat de les aigües potables de consum públic.

| Factors                            | Resultats tolerables màxims |
|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Components tòxics</b>           |                             |
| Arsènic (en As)                    | < 50 µg/L                   |
| Cadmi (en Cd)                      | < 5 µg/L                    |
| Cianurs (en CN)                    | < 50 µg/L                   |
| Crom (en Cr)                       | < 50 µg/L                   |
| Mercuri (en Hg)                    | < 1 µg/L                    |
| Níquel (en Ni)                     | < 50 µg/L                   |
| Plom (en Pb)                       | < 50 µg/L                   |
| Antimoni (en Sb)                   | < 10 µg/L                   |
| Seleni (en Se)                     | < 20 µg/L                   |
| Plaguicides                        | < 0,5 µg/L                  |
| Hidrocarburs aromàtics policíclics | < 0,2 µg/L                  |

Taula 8. Característiques legals de l'aigua potable en relació amb els caràcters microbiològics. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades del Reial decret 1423/1982, de 18 de juny, de la Reglamentació Tècnic-sanitària per a l'abastament i el control de la qualitat de les aigües potables de consum públic.

| Factors   | Resultats tolerables màxims |
|---|-----------------------------|
| <b>Caràcters microbiològics</b>                       |                             |
| Bacteris aeròbis a 37 °C                              | < 200 per mL                |
| Bacteris coliforms i estreptococs <sup>6</sup> fecals | absència en 100 mL          |
| Clostridium sulfitoreductors                          | absència en 20 mL           |

<sup>6</sup> Cadascun dels bacteris de forma arrodonida (cocos) que es presenten associats en forma de parella o cadena i que pot produir malalties com ara la faringitis i l'escarlatina

Taula 9. Característiques legals de l'aigua potable en relació amb la radioactivitat. Font: Elaboració pròpia, a partir de les dades del Reial decret 1423/1982, de 18 de juny, de la Reglamentació Tècnic-sanitària per a l'abastament i el control de la qualitat de les aigües potables de consum públic.

| Factors               | Resultats tolerables màxims |
|-----------------------|-----------------------------|
| <b>Radioactivitat</b> |                             |
| $< 10^{-10}$ Ci/L     |                             |

### 3.3. Diferències entre l'aigua potable i l'aigua pluvial

En els punts de l'aigua potable i l'aigua pluvial hi havien alguns apartats comuns, els quals coincidien, per tant, en tenir dos apartats iguals, el millor possible és poder-los comparar entre si. A més, d'aquesta manera, podem disposar d'una referència en cada un dels valors o explicacions. En conseqüència, tenir un apartat, amb la seva comparació, serà més fàcil per comprendre-ho i comparar-ho directament. Perquè, encara que sigui cert que l'aigua pluvial i l'aigua potable són gairebé idèntiques, sí que tenen certes diferències. De fet, es podria pensar que aquestes diferències són insignificants, però justament, són aquestes diferències, entre l'aigua potable i l'aigua pluvial, que les diferencien entre poder consumir-la o que no sigui molt recomanada la seva consumició.

#### 3.3.1. Composició química

En qualsevol objecte o ser que existeix a la terra està format per àtoms. Aquests àtoms s'uneixen entre si formant els elements bàsics de la natura, i amb una unió de milions d'elements, es forma la vida o qualsevol objecte conegut. La diferent unió d'aquests elements és anomenada com a la composició química. Els elements bàsics que existeixen a la natura, l'home els ha classificat dintre una taula per fer el seu aprenentatge més amè. A més, s'ha fet per poder veure les seves diferències amb molta més claredat, ja que estan dividides segons el seu nombre atòmic i les seves propietats químiques. Aquesta taula es diu taula periòdica i podem veure tots els seus elements a la Figura 18.

|                    |                    |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1<br>H<br>1.01     |                    |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   | 2<br>He<br>4       |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
| 3<br>Li<br>6.94    | 4<br>Be<br>9.01    |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                    | 5<br>B<br>10.81    | 6<br>C<br>12.01    | 7<br>N<br>14.01    | 8<br>O<br>16       | 9<br>F<br>19      | 10<br>Ne<br>20.18  |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
| 11<br>Na<br>22.99  | 12<br>Mg<br>24.31  |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                    | 13<br>Al<br>26.98  | 14<br>Si<br>28.09  | 15<br>P<br>30.97   | 16<br>S<br>32.07   | 17<br>Cl<br>35.45 | 18<br>Ar<br>39.96  |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
| 19<br>K<br>39.10   | 20<br>Ca<br>40.08  | 21<br>Sc<br>44.96 | 22<br>Ti<br>47.87 | 23<br>V<br>50.94  | 24<br>Cr<br>52    | 25<br>Mn<br>54.94 | 26<br>Fe<br>55.85  | 27<br>Co<br>58.93  | 28<br>Ni<br>58.69  | 29<br>Cu<br>63.55  | 30<br>Zn<br>65.38  | 31<br>Ga<br>69.72  | 32<br>Ge<br>72.64  | 33<br>As<br>74.92  | 34<br>Se<br>78.96  | 35<br>Br<br>79.90 | 36<br>Kr<br>83.80  |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
| 37<br>Rb<br>85.47  | 38<br>Sr<br>87.62  | 39<br>Y<br>88.91  | 40<br>Zr<br>91.22 | 41<br>Nb<br>92.91 | 42<br>Mo<br>95.96 | 43<br>Tc<br>98    | 44<br>Ru<br>101.07 | 45<br>Rh<br>102.91 | 46<br>Pd<br>106.42 | 47<br>Ag<br>107.87 | 48<br>Cd<br>112.41 | 49<br>In<br>114.82 | 50<br>Sn<br>118.71 | 51<br>Sb<br>121.76 | 52<br>Te<br>127.60 | 53<br>I<br>126.90 | 54<br>Xe<br>131.29 |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
| 55<br>Cs<br>132.91 | 56<br>Ba<br>137.33 |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                    | 57<br>La<br>138.91 | 58<br>Ce<br>140.12 | 59<br>Pr<br>140.91 | 60<br>Nd<br>144.24 | 61<br>Pm<br>145   | 62<br>Sm<br>150.36 | 63<br>Eu<br>151.96 | 64<br>Gd<br>157.25 | 65<br>Tb<br>158.93 | 66<br>Dy<br>162.50 | 67<br>Ho<br>164.93 | 68<br>Er<br>167.26 | 69<br>Tm<br>168.93 | 70<br>Yb<br>173.05 | 71<br>Lu<br>174.97 |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
| 87<br>Fr<br>223    | 88<br>Ra<br>226    | 104<br>Rf<br>261  | 105<br>Db<br>268  | 106<br>Sg<br>271  | 107<br>Bh<br>272  | 108<br>Hs<br>277  | 109<br>Mt<br>270   | 110<br>Ds<br>279   | 111<br>Rg<br>281   | 112<br>Cn<br>285   | 113<br>Nh<br>289   | 114<br>Fl<br>288   | 115<br>Mc<br>288   | 116<br>Lv<br>293   | 117<br>Ts<br>294   | 118<br>Og<br>294  |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                 |                 |                  |                  |                  |                  |
|                    |                    |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                    | 89<br>Ac<br>227    | 90<br>Th<br>232.04 | 91<br>Pa<br>231.04 | 92<br>U<br>238.03  | 93<br>Np<br>237    | 94<br>Pu<br>244    | 95<br>Am<br>243    | 96<br>Cm<br>247    | 97<br>Bk<br>247    | 98<br>Cf<br>251 | 99<br>Es<br>252 | 100<br>Fm<br>257 | 101<br>Md<br>258 | 102<br>No<br>259 | 103<br>Lr<br>262 |

Figura 18. Taula periòdica.

En el cas que estem estudiant, l'aigua, no és menys. És per això, que també està formada per aquests elements. Però no tenen la mateixa composició química, l'aigua pluvial que l'aigua potable. Més concretament, la composició química de l'aigua pluvial és:  $H_2O$ . Això vol dir que és aigua pura, aigua en essència, sense cap mineral, i en un cas ideal, sense cap contaminant. Per altra banda, l'aigua potable conté  $H_2O$  conjuntament amb els següents minerals: sodi, potassi, calci, magnesi, clor, sofre i fòsfor. Aquests minerals són adquirits pel nostre organisme, en el seu benefici.

### 3.3.2. Propietats fisicoquímiques

Les propietats fisicoquímiques informen sobre la naturalesa interna de les substàncies, el seu estat físic i el seu comportament davant de diferents accions externes. Hi ha moltíssimes propietats diferents, però exposarem les següents: la seva aparença, el punt d'ebullició i de fusió, la calor específica, la conductivitat elèctrica, la conductivitat tèrmica, el pH, la solubilitat i la densitat.

El punt d'ebullició és el punt on es produeix un canvi d'estat de líquid a gasós. Per altra banda, el punt de fusió és el punt on es produeix un canvi d'estat sòlid a líquid. Això succeeix per la temperatura, ja que en una temperatura exacta, d'un determinat cos o substància, es produeix el punt d'ebullició. Per altra banda, en una temperatura determinada, més baixa que l'anterior, en el mateix subjecte, es produeix el punt de fusió. Per tant, tot això és degut a la temperatura, que provoca canvis d'estat en diferents cossos o substàncies. Una representació més gràfica dels canvis d'estat la podem observar en la Figura 19. Cal aclarir, que en la Figura 19, els canvis d'estats es veuen representats per l'aigua. Això és degut al fet que és el tema el qual estem tractant, és el més visual, el més fàcil de comprendre, perquè és el que tenim més present a la vida quotidiana, i és l'única substància que la veiem en les tres fases naturalment. Aquesta propietat es mesura en graus Celsius, la unitat de mesura de la temperatura.

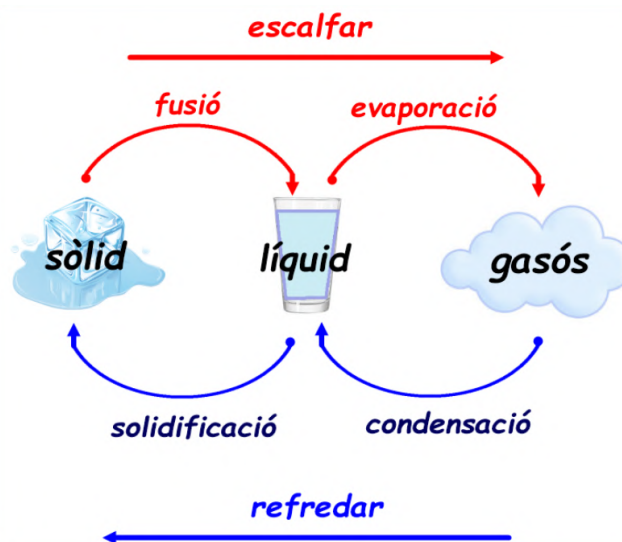


Figura 19. Canvis d'estat.

La calor específica és la quantitat d'energia necessària per augmentar la temperatura, en aquest cas de l'aigua, en  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Per tant, ens permet saber la major o menor dificultat que té l'aigua per experimentar canvis en el subministrament de calor. La seva unitat és Joules entre grams per graus que et relaciona l'energia, amb la massa i la temperatura.

La conductivitat elèctrica és la capacitat de permetre el pas del corrent elèctric a través d'un cos o substància. Poden haver-hi tres tipus, conductors, aïllants i semiconductors. Els conductors permeten molt el pas del corrent i els aïllants no permeten gens aquesta propietat. Els semiconductors, com diu el seu nom, permeten el pas del corrent, però no d'una manera molt exagerada. En conseqüència, estan en el terme mig entre els aïllants i els conductors.

La conductivitat tèrmica té una capacitat molt similar que la conductivitat elèctrica, però en comptes de permetre el pas de corrent elèctric, en aquest cas, permet el pas de la calor a través del cos o substància.

El pH és la mesura del grau d'acidesa o l'alcalinitat d'un cos o substància. Aquest es mesura en una escala única del 0 al 14. En aquesta escala el valor neutre és el 7, el valor més àcid és el 0 i el valor més bàsic és el 14.

La solubilitat és la capacitat d'un cos o substància per dissoldre's amb un altre en barrejar-se amb un líquid. Cal aclarir, que per dissoldre's, un dels dos components ha d'estar en estat sòlid i l'altre en estat líquid. En aquest cas, com que estem mesurant la solubilitat de l'aigua, aquesta és el component líquid de la barreja.

La densitat permet mesurar la quantitat de massa que hi ha en un determinat volum d'un cos o substància. La densitat es calcula en kg/m<sup>3</sup>, relacionant el que ja hem dit amb anterioritat, la massa entre el volum. Cal aclarir, que depenent de la temperatura, la densitat pot augmentar o disminuir. Per exemple, un cos en estat gasós, com que té molt més volum, té menys densitat que un en estat sòlid, i com ja hem dit anteriorment, la temperatura influeix en aquests estats. Això vol dir, que a diferents temperatures, un mateix cos o substància pot tenir densitats diferents. És per això, que és important destacar, que la dada a la taula següent s'aconsegueix en una temperatura de 4 °C. En les següents taules, la Taula 10 i 11, podem veure les propietats fisicoquímiques.

Taula 10. Propietats fisicoquímiques d'aigua pluvial. Font: Elaboració pròpia.

|                         | <b>Aigua pluvial</b>                            |
|-------------------------|---|
| Aparença                | Líquid transparent incolor, sense olor, insípid |
| Punt d'ebullició        | 100 °C  |
| Punt de fusió           | 0 °C  |
| Calor específica        | 4.186 J/g °C                                    |
| Conductivitat elèctrica | 50 µS/cm  |
| Conductivitat tèrmica   | $5.5 \cdot 10^{-6}$ S/m                         |
| pH                      | 7,0   |
| Solubilitat             | Soluble en substàncies polars                   |
| Densitat                | 1 Kg/m <sup>3</sup>                             |

Taula 11. Propietats fisicoquímiques d'aigua potable. Font: Elaboració pròpia.

|                         | Aigua potable                             |
|-------------------------|---|
| Aparença                | Líquid transparent, lleuger olor, insípid |
| Punt d'ebullició        | 100 °C                                    |
| Punt de fusió           | 0 °C                                      |
| Calor específica        | 4.932 J/g °C                              |
| Conductivitat elèctrica | 500 - 1.500 μS/cm                         |
| Conductivitat tèrmica   | 0,05 S/m                                  |
| pH                      | 6,5 - 9,5                                 |
| Solubilitat             | Soluble en substàncies polars             |
| Densitat                | 1.002 Kg/m <sup>3</sup>                   |

### 3.3.3. Funcions

L'aigua, com ja hem dit anteriorment, és un recurs vital per a la vida, però aquesta també és útil dintre d'un edifici. L'aigua té moltes funcions com: el reg de plantes, l'obtenció d'energia elèctrica a partir de l'impuls mecànic de la força de l'aigua, la hidratació humana i animal. A més, serveix pels electrodomèstics, ja sigui per la dutxa, rentadora, vàters, rentaplats, entre altres opcions. Després de saber totes les possibles opcions que podria tenir l'aigua en general, diferenciarem més específicament les funcions de l'aigua pluvial, les aigües grises i l'aigua potable en un habitatge.

Les aigües grises són aigües residuals que provenen de dutxes, aixetes, banyeres, entre altres opcions. Aquest tipus d'aigua es reutilitza en altres funcions que no siguin necessàries la seva potabilització. Un exemple pot ser la cisterna del vàter, ja que pot ser reomplerta per aigües grises, pel fet que, en aquest cas, només són necessàries les propietats de l'aigua, no de la seva potabilitat. Cal aclarir, que l'aigua procedent del vàter, és a dir, l'aigua que està en contacte amb matèria fecal, no forma part del conjunt d'aigües grises, aquest tipus d'aigua s'anomena aigua negra. Aquest tipus d'aigua no es pot reutilitzar de cap altra manera en qualsevol altra funció.

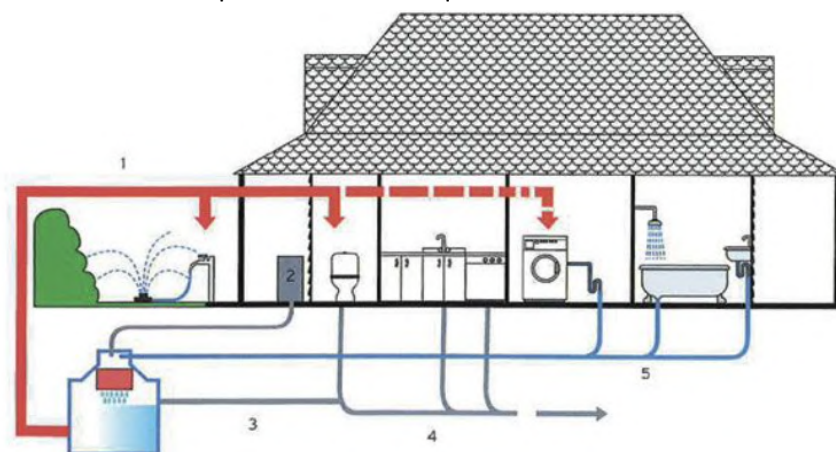


Figura 20. El funcionament d'aigües grises i negres en un habitatge.

Ara parlant més específicament de l'aigua pluvial, aquesta pot tenir l'opció de funcionar com les aigües grises, ja que cap de les dues són potables. El fet d'usar l'aigua pluvial com si fos grisa faria que fos més sostenible, perquè tot l'esforç que es fa en transformar l'aigua pluvial o residual en potable disminuiria significativament. Això passaria, perquè moltes funcions que fa l'aigua potable, es veurien substituïdes per l'aigua grisa, per tant, la demanda d'aigua potable disminuiria. Això és molt favorable, perquè per aconseguir aigua potable, a partir d'aigua pluvial o residual, es requereix de molts recursos, entre d'ells l'energia, la maquinària i esforç. En conseqüència, amb aquesta davallada de la demanda d'aigua potable, s'haurien de fer menys processos de transformació d'aigües. Com a resultat, això provocaria menys esforços, i, per tant, menys recursos fets servir i menys energia. Ja que tot això és perjudicial en el medi ambient, d'una manera directa o indirecta, seria molt favorable per al medi ambient.

En el cas de la funcionalitat de l'aigua potable, són les mateixes que ja hem dit a l'inici d'aquest apartat. Però per totes les raons que hem pogut veure en el paràgraf anterior, és molt més ecològic si només s'utilitza l'aigua potable per al consum humà. Això és degut al fet que l'aigua potable representa el 45 % de l'ús domèstic de l'aigua total d'un habitatge, per tant, la resta, es pot fer ús a partir d'una d'aigua amb menor qualitat.



## 4. Obtenció d'energia

L'energia, per un edifici, és molt important, ja que sense ella, aquest no pot funcionar. De fet, l'energia és la capacitat que té la matèria de produir un treball en forma de moviment, llum, calor, entre altres opcions. Hi ha molt tipus d'energia: l'energia mecànica, potencial, cinètica, química, elèctrica, nuclear, radiant, sonora i tèrmica. A partir de la majoria d'elles, es pot produir energia elèctrica, la necessària per poder obrir una llum, perquè els electrodomèstics com la televisió funcioni, entre moltíssimes altres aplicacions d'aquesta. Precisament per la seva gran utilitat i la seva possible obtenció d'una manera renovable, és l'única forma d'energia amb el qual l'edifici funcionarà. Això és degut al fet que tot pot funcionar amb electricitat, i aquesta es pot obtenir sense la necessitat de contaminar, que és just l'objectiu de l'edifici.

Un exemple en que l'electricitat pot substituir qualsevol altre tipus d'energia contaminant per fer funcionar els elements de la casa, és el cas del radiador. El radiador pot funcionar amb gas natural, però el procés d'extracció d'aquest és costós i contaminant, al mateix temps que la seva combustió també produeix contaminació. Però, el radiador també pot funcionar per electricitat, que si aquesta s'aconsegueix d'una manera sostenible, estem utilitzant aquest aparell amb un sistema que no contamina. Per tant, ho estem fent sostenible, que és el propòsit desitjat.

### 4.1. Plaques solars

Les plaques solars són uns panells que aprofiten l'energia que emet el sol per a diferents objectius. En funció de la finalitat que tinguin, seran un tipus de placa o un altre. Més específicament hi ha tres tipus de plaques solars, les plaques solars fotovoltaïques, les tèrmiques i les híbrides.

Primerament, parlarem d'un tipus de plaques solars, les fotovoltaïques. Aquestes tenen l'objectiu de transformar l'energia solar en electricitat. Aconsegueixen la seva finalitat a partir d'unes cèl·lules fotovoltaïques de silici, que a partir d'un procés anomenat efecte fotoelèctric, aconseguixen transformar l'energia lumínica en energia elèctrica. L'efecte fotoelèctric funciona a partir del fet que els fotons de la llum solar, impacten contra els àtoms de silici, trencant els electrons i alliberant-los. Aquests electrons alliberats són els que generen l'electricitat. Cal aclarir, que és un procés molt més complex, però és més que suficient per poder entendre-ho bé.



Figura 21. Conjunt de plaques solars.

Cal destacar, que dintre les plaques solars fotovoltaïques, n'hi ha de dos tipus, els panells monocristal·lins i policristal·lins. Els panells monocristal·lins es fabriquen a partir de blocs cilíndrics de silici fent làmines amb les puntes arrodonides. En canvi, en els panells policristal·lins, es fon silici en brut, i s'aboca a motlles quadrats.

Un punt important a remarcar, és que hi ha una nova manera d'enfocar aquest tipus de plaques solars, anomenades teules solars. Aquestes són un conjunt de teules amb propietats i característiques fotovoltaïques. Amb aquestes teules, s'aconsegueix una protecció prou bona per a les adversitats meteorològiques i té la capacitat d'adaptar-se millor a diferents tipus de teulades. A la Figura 22 es pot veure aquest tipus de plaques més visualment.



Figura 22. Les teules solars.

En segon lloc, les plaques solars tèrmiques, tenen la capacitat d'aprofitar una de les energies procedent del sol, l'energia tèrmica, és a dir, calor. Això les permet ser molt útils a l'hora d'escalfar aigua, per la creació de vapor, per climatitzacions de piscines, entre altres aplicacions.

Finalment, les plaques solars híbrides, són una barreja entre les plaques solars fotovoltaïques i les tèrmiques, ja que contenen part de les dues funcionalitats. Per tant, aquest tipus de plaques solars, permeten la generació d'electricitat i la producció de calor. Això és un clar avantatge, no només per la seva eficiència, sinó també per l'aprofitament de l'espai a la teulada que aquesta placa permet.

#### 4.1.1. Orientació

L'orientació de les plaques solars és imprescindible, ja que depenent de l'hemisferi en el qual estiguem, el sol està orientat cap al nord o cap al sud. És a dir, si estem al nord de la terra, veurem el sol al sud, i viceversa. Per això, aquest factor és tan important, per saber on està el sol i orientar les plaques en direcció seva, per produir més electricitat. A part d'això, hi ha una altra variable i és la de la inclinació de la placa solar. Aquesta variable és molt rellevant, ja que, per exemple, a l'equador, les plaques no haurien de tenir inclinació, perquè el sol està a sobre. En canvi, a mesura que ens apropem al nord o al sud, la inclinació ha de ser major, perquè el sol està menys a sobre. Per tant, les plaques solars s'han d'inclinar per poder captar la màxima incidència solar. De fet, a Espanya, les plaques han de tenir una inclinació de 20 a 45 graus. Per conseqüència, a la part la qual està més al sud d'Espanya hauria de tenir una inclinació de 20 graus, ja que té el sol més a sobre. D'aquesta manera, a mesura que augmenta la latitud, ha d'augmentar la inclinació de les plaques fins a arribar a valors de 45 graus.

## 4.2. Turbines

Una turbina és un dispositiu que fa generar moviment en una barra, és a dir, energia mecànica a partir d'un corrent fluid. El fluid fa accionar la turbina per la pressió que exerceix aquest sobre ella. Per veure més concretament i de manera visual el funcionament i les parts de la turbina, hi ha la Figura 23. De fet, els fluids més comuns per fer moure turbines són el vapor, l'aire calent, l'aigua i els gasos de combustió. En el nostre edifici es poden utilitzar tots aquests tipus de turbines accionades per aquests fluids, però el tipus de turbina més específic i el que requereix una selecció molt més concreta són les turbines hidroelèctriques, les que són accionades per l'aigua.

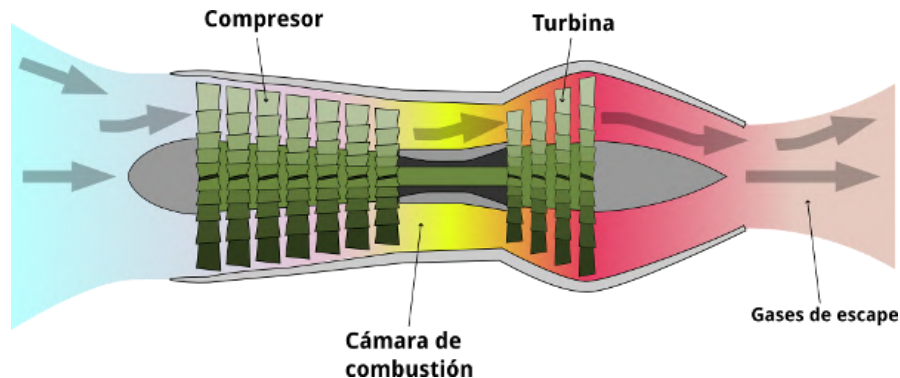


Figura 23. El funcionament i les parts d'una turbina.

Ara, parlant només de la turbina hidroelèctrica, aquesta és capaç de transformar l'energia cinètica de l'aigua en energia mecànica amb un rendiment altíssim d'aproximadament un 90%. La turbina hidroelèctrica té dues parts, la part fixa i el rotor. La part fixa serveix per dirigir i regular el cabal de l'aigua. En canvi, el rotor té la funció de transferir l'energia cinètica de l'aigua, a l'energia mecànica a un eix o barra. De fet, hi ha tres tipus de turbines hidroelèctriques, la turbina anomenada Francis, la Pelton i la Kaplan. A la Figura 24, es pot observar amb més claredat les qualitats relacionades amb l'altura i els metres cúbics en els quals poden ser eficients dels tres tipus de turbines. No obstant això, també es pot veure la forma dels tres tipus de turbina.

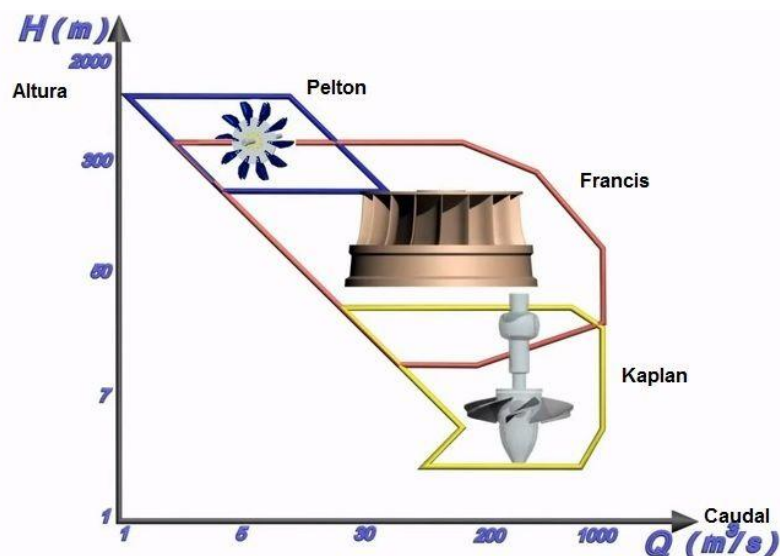


Figura 24. La relació d'eficiència respecte a l'altura i el cabal dels tres tipus de turbina.

La turbina Francis és el tipus de turbina hidràulica més utilitzada, capaç de ser eficient amb cabals d'aigua que van de 2 a 100 metres cúbics per segon. També, s'usa per salts de mitjana altura, d'entre 10 a 400 metres. No obstant això, aquest tipus de turbina té forma de cargol o espiral, amb un redistribuidor que minimitza les pèrdues hidràuliques. Aquest va junt amb un rotor, que com ja hem dit, transfereix energia cinètica en mecànica.

La turbina Pelton es fa servir per salts de gran altura, que van des dels 300 fins als 1.400 metres. No obstant això, el caudal que permet és menor als 50 metres cúbics per segon. De fet, la turbina Pelton, conté com una espècie de culleres, anomenades cassoletes, que estan col·locades en una forma específica. Aquestes cassoletes generen una forma que recorden a unes aspes d'un molí. Aquesta distribució específica fa que sigui més eficient. Les cassoletes, per acció de la gravetat, fa que l'aigua només es mogui en un sentit. Això succeeix, ja que les d'una banda, s'omplen d'aigua, i, per tant, pesen més, i les altres, que estan cap per vall, l'aigua no pot passar. No obstant això, també té el rotor en el seu centre.

Finalment, la turbina Kaplan, és una turbina de tipus axial, per tant, permet ajustar l'angle d'incidència de les pales, fent-lo molt adequat per salts de baixa altura. Això permet, que la turbina Kaplan, sigui capaç de ser eficient amb grans variacions de cabal, que poden arribar fins als 200 metres cúbics per segon. Cal destacar, que aquest tipus de turbina, té unes aspes en forma d'hèlixs que fan que el rotor faci la transformació d'energia necessària.

### **4.3. Geotèrmica**

L'energia geotèrmica aprofita la calor de l'interior de la terra per a sistemes de climatització i per generar energia elèctrica. De fet, a pocs metres de profunditat, la temperatura de la terra és molt més estable i constant, a unes temperatures d'entre 15 i 20 graus centígrads. Això és molt beneficiós, perquè es pot intercanviar temperatures entre el terra i l'edifici, provocant que a l'estiu es refredi i a l'hivern s'escalfi, reduint la despesa d'aquestes funcions. Això es pot aconseguir, ja que la calor que s'obté de la terra, pot fer accionar la calefacció o els radiadors per la seva temperatura. Fins i tot, a partir d'un convertidor, es pot aconseguir l'efecte contrari, generar fred, a dintre l'estança desitjada, a l'època de l'estiu.

Per l'obtenció d'electricitat amb energia geotèrmica, és necessari que a la superfície hi hagi una planta geotèrmica, que reculli el vapor que surt de l'interior de la terra, generat per les altes temperatures d'aquesta. Seguidament, el vapor fa accionar una turbina que té una barra al mig que es mou a la mateixa velocitat que la turbina. Aquesta barra va a parar a un alternador que transforma l'energia mecànica, de la barra, en elèctrica. El vapor d'aigua, va a parar al condensador, que d'aquí anirà a parar a la torre de refrigeració. Una torre la qual serveix per refredar la calor de l'aigua. A la Figura 25 es pot observar el funcionament de la geotèrmica d'una manera més visual.

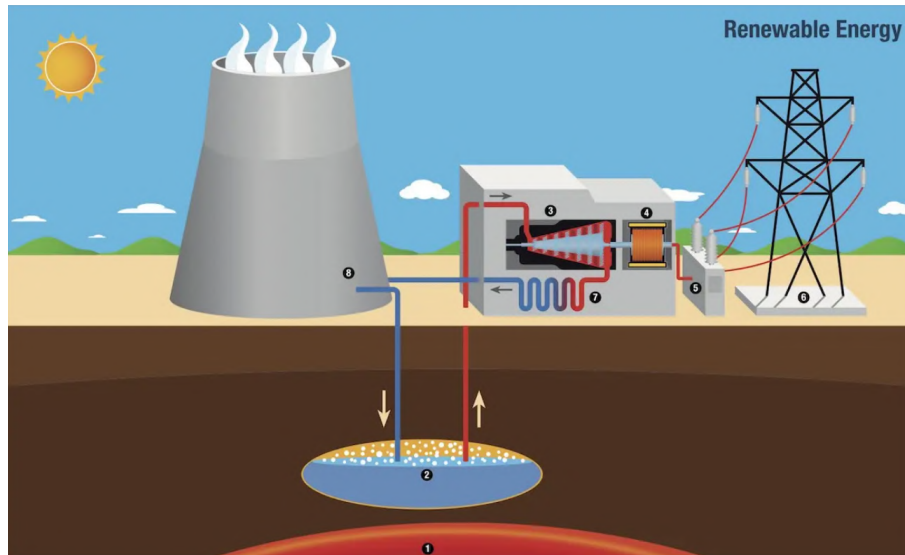


Figura 25. El funcionament d'una planta geotèrmica.

Cal destacar, que l'energia geotèrmica es pot treballar a diversos nivells, depenent dels objectius. Els diferents nivells són nivells de profunditat, ja que, a més profunditat, més a prop del nucli de la terra, per tant, més temperatura. És a dir, depenent de la quantitat de graus que es busqui, es treballarà l'energia geotèrmica en un nivell determinat. Aquests diferents nivells són l'energia geotèrmica superficial, la profunda i la de grans profunditats.

L'energia geotèrmica superficial és en la que s'aconsegueix a escassos metres, a vora uns 150 o 200 metres. En aquestes altures s'assoleixen unes temperatures d'entre 50 i 70 graus centígrads. Aquest tipus d'energia és la més destinada a consum domèstic.

La segona, l'energia geotèrmica profunda, es troba a unes profunditats d'entre 1 i 4 quilòmetres. Aquí ja s'obtenen valors de temperatures d'entre 70 i 150 graus centígrads. Això permet la producció d'electricitat per l'evaporació de l'aigua i el procés explicat anteriorment.

Finalment, a unes profunditats d'entre 4 o 6 quilòmetres, trobaríem l'energia geotèrmica de grans profunditats, on s'obtenen uns valors de temperatures d'entre 150 a 400 graus centígrads. Aquest últim sistema permet la producció d'electricitat a major escala.

#### 4.4. Legislació

Les lleis són molt importants, ja que gràcies a elles s'aconsegueix un ordre i una igualtat dintre de la societat. En aquest cas, parlarem de les lleis amb relació als possibles sistemes per obtenir energia, més concretament, de les plaques solars i de la geotèrmica.

Primerament, parlant de les plaques solars, aquestes tenen uns requisits concrets que s'han de complir. Un d'ells és que les plaques solars es consideren dintre del sector de la construcció, i, per tant, es requereix d'un permís d'obres per poder-se instal·lar. Per aconseguir aquest permís es requereix una teulada, o una infraestructura correctament legalitzada per poder-hi posar a sobre les plaques solars. Sense deixar de banda altres factors per demanar l'ordre com el tipus de zona on està la casa, sigui en una zona rural o urbanitzada, històrica o natural, entre molt altres factors. També s'ha de legalitzar la instal·lació elèctrica de les plaques solars. Perquè aquesta pugui ser legal, s'haurà de fer la instal·lació d'acord amb els procediments establerts de la normativa elèctrica, i també haurà d'estar registrada i vigilada per un instal·lador autoritzat.

Per altra banda, en el cas de la geotèrmica, aquesta també té certes lleis que s'han de complir. Cal aclarir, que les lleis que s'argumentaran a continuació, només s'apliquen en instal·lacions situades en habitatges, hospitals o hotels. En canvi, no s'apliquen per instal·lacions tèrmiques, per processos industrials, agrícoles o similars. La llei del Reial decret 863/1985, del Reglament general de normes bàsiques de seguretat minera, dictamina que es requereix d'unes concretes condicions a l'hora de la utilització d'equips de perforació, instal·lacions de pilons, micropilons, ancoratges, entre altres opcions. Amb relació a la legislació per tenir en compte el medi ambient i respectar l'entorn en el transcurs del muntatge d'instal·lacions, s'han de tenir en compte unes lleis que regulen l'adaptació de criteris ambientals i de l'ecoeficiència dels edificis. Aquestes lleis són la del Reial decret 21/2006, i del Reial decret 105/2008, que regula la producció i gestió dels residus de la construcció i demolició.

Un altre punt interessant, relacionat amb l'edifici, és un acord de l'ONU, entre tots els països que la constitueixen, és a dir, 192 països. És un acord sobre uns certs objectius de desenvolupament sostenible, també coneguts com a ODS. Aquests acords tenen la finalitat de lluitar en contra la pobresa, vetllar pel planeta i la disminució de desigualtats.

Més concretament, els ODS, són 17 objectius diferents. Aquests són posar fi a la pobresa en totes les seves formes, posar fi a la fam, garantir una vida saludable i amb benestar, garantir aigua neta amb una gestió de sanejament per a tothom. A més, garantir una educació de qualitat, aconseguir una igualtat de gènere, reduir la desigualtat en i entre països, promoure societats justes, pacífiques i inclusives. No obstant això, assegurar una energia assequible i no contaminant, aconseguir ciutats i comunitats sostenibles, garantir un consum i producció responsables, construir infraestructures promovent la indústria i la innovació, promoure el treball decent i un creixement econòmic. També són objectius dels ODS, adoptar mesures per combatre el canvi climàtic, conservar la vida submarina, gestionar vida en ecosistemes terrestres i revitalitzar l'Aliança Mundial pel Desenvolupament Sostenible.



Figura 26. Els 17 objectius de l'ONU.

D'aquests 17 objectius, quasi tots són promoguts pel nostre edifici, sigui d'una forma directa o indirecta, fent-lo un projecte molt interessant també en un àmbit social i mediambiental. Els propòsits promoguts de forma directa serien els que comparteixen la major part de propòsits entre els ODS i l'edifici. En canvi, els promoguts de forma indirecta són les finalitats que el nostre edifici cobreix a conseqüència dels seus objectius promoguts directament, però a petita escala. No obstant això, parlarem dels objectius els quals, el nostre edifici està més involucrat, i amb els que hi manté més relació. Però cal destacar, que el nostre edifici, pretén fer-ho a petita escala, ja que no pot complir aquests propòsits per a tota la població mundial, només pels seus residents.

Primerament, l'objectiu 6 dels ODS, el que pretén garantir aigua neta amb una gestió de sanejament per a tothom, té molta relació amb el nostre edifici. Això és degut al fet que aquest també pretén obtenir aigua potable per a la gent que hi resideix. Aquest fi és molt important, perquè l'aigua lliure d'impureses i accessible per a tots és part essencial del món on volem viure. De fet, encara que sembli que existeixi poca aigua dolça, n'hi ha suficient al planeta per aconseguir aquest objectiu. Precisament per això és tan rellevant no malgastarla, perquè potser hi ha suficient aigua, però no un excés. Una aigua que el nostre edifici pretén aprofitar-la al màxim.

El següent propòsit en comú és el d'assegurar una energia assequible i no contaminant. Aquest se centra en el fet que l'energia és essencial en gairebé tots els grans desafiaments i oportunitats als que s'han de fer front actualment. El nostre edifici vol continuar amb el constant progrés de l'energia dels darrers anys assolint-la de la manera més respectuosa amb el medi ambient i més assequible possible, tal com l'objectiu dictamina.

Un altre propòsit en comú és el d'obtenir ciutats i comunitats sostenibles, ja que el nostre edifici és un de sostenible. A conseqüència de tenir un edifici sostenible, si aquest s'uneix amb molts d'iguals, s'aconseguiria aquesta finalitat. Per tant, el nostre edifici promou aconseguir aquestes ciutats i comunitats sostenibles.

Per acabar, l'últim objectiu promogut de forma directa pel nostre edifici que està dintre dels ODS, és el d'adoptar mesures per combatre el canvi climàtic. Aquest és un punt molt ben cobert per l'edifici, ja que ha estat construït amb aquest propòsit principal. De fet, tot el que aquest fa, consumeix o produeix, està pensat perquè afecti el mínim al medi ambient i poder revertir la situació.

#### **4.5. Situacions sense recursos**

El nostre edifici i en general tots aquells que utilitzen l'aigua de la pluja i energies renovables, existeix el problema de què passa en una situació sense recursos. Aquest és un tema seriós, ja que en el cas que no ploqués, no hi hauria la possibilitat de consumir aigua potable. Per altra banda, en el cas energètic, passaria exactament el mateix. Això succeeix, perquè, si per exemple, no hi ha el recurs del sol perquè està nuvolat, no es pot produir energia. És per això que ens hem de plantejar què faríem si ens trobem en alguna d'aquestes situacions.

Per altra banda, el tema de l'aigua, com ja hem vist en l'apartat 3.1.4., hi ha uns tancs d'emmagatzematge d'aigua molt útils per aquests casos. De fet, aquesta és la seva funcionalitat, guardar l'aigua per quan es necessiti i s'hagi d'utilitzar. Un punt a favor de l'emmagatzematge, és que l'aigua pot estar fins a sis mesos emmagatzemada, punt molt positiu per donar marge més que suficient a la natura perquè torni a ploure.

Cal aclarir, que en un cas molt extrem d'una sequera prolongada, en un temps molt llarg, de més de sis mesos, l'aigua es podria posar dolenta, o fins i tot, acabar-se. Això passaria si l'aigua emmagatzemada en els tancs d'emmagatzematge, sobrepassa els sis mesos, o, si el tanc d'emmagatzematge no és prou gran per abastir a tots els residents durant tant de temps. Aquest cas és hipotètic, i molt extrem, per tant, molt probablement no passi, encara que és un punt a tenir en compte.

Però, tot i això, s'ha de tenir present que primer s'ha d'omplir el dipòsit. És a dir, que perquè sigui una bona solució, el tanc d'emmagatzematge ha d'estar mínim mig ple. És un punt important que cal aclarir, ja que si afrontem una sequera, només començar el projecte, com que el tanc d'emmagatzematge estaria pràcticament buit, no tindríem la forma d'obtenir aigua a partir d'una manera pròpia. Per tant, s'hauria de recórrer a la xarxa pública, fins que la sequera s'acabés, i es pogués omplir el dipòsit prou.



Relacionat amb el tema de l'energia, també és un gran problema si ens quedem sense recursos per obtenir-ho. Una solució molt bona és el tema de tenir bateries per emmagatzemar l'electricitat. Una foto il·lustrativa d'una bateria es pot observar a la Figura 27. La bateria aconsegueix emmagatzemar energia elèctrica, transformant-la en química, per quan és necessària i hagi de sortir de la pila, a partir d'uns procediments electroquímics, s'aconsegueix tornar a tenir energia elèctrica. D'aquesta manera, en qualsevol moment que no puguem disposar de recursos, per assolir energia elèctrica, es pot recórrer a la bateria, i així tenir energia elèctrica.



Figura 27. Una bateria per emmagatzemar energia elèctrica.

En aquest cas, hi ha el mateix inconvenient que en el cas de l'emmagatzematge d'aigua, i és que per poder disposar de la bateria, primer s'ha de carregar i omplir-la per, posteriorment, en qualsevol moment que necessitem energia elèctrica consumir-la d'allà. Precisament per això, si al començament del projecte, i ens trobem amb una situació sense recursos, no podríem disposar de la pila, perquè no estarà carregada. Per tant, haurem de recórrer a la xarxa pública.

Però, hi ha un punt el qual pot ser molt beneficiós perquè no ens quedem mai sense energia elèctrica. Aquest punt és el fet de l'energia obtinguda per la geotèrmica. Com que la geotèrmica es basa en la calor que proporciona la terra, això és sempre constant i podríem produir energia constantment, independentment de si no tenim recursos per accionar les altres fonts d'electricitat. Però hi ha un inconvenient, i és que la geotèrmica, per generar electricitat, necessita el vapor d'aigua. Això, és un punt negatiu, ja que es requeriria d'aigua, i si aquesta escasseja, ja no es podria produir energia. Cal aclarir, que és molt poc probable que aquesta situació succeís, però sempre és important valorar totes les possibilitats.

# MARC PRÀCTIC

## 5. La meva proposta de la part pràctica

En la part pràctica del nostre treball farem un prototip de l'edifici per poder observar millor i amb més detall l'estructura exterior i interior de l'edifici, tots els seus conductes, maquinària i funcionament intern. També, farem els càlculs pertinents per poder verificar si el nostre edifici podria arribar a ser factible o no, tant en l'àmbit energètic, com en el tema de l'aigua potable. No obstant això, també experimentarem respecte a les possibles maneres de transformar l'aigua pluvial en potable i, per tant, trobar quina opció és la millor i la que realment ens dona l'aigua potable amb tots els requisits demanats.

És important destacar, que la localització en la qual volem posar el nostre edifici, encara que no sigui el millor, és Sabadell. Respecte als valors, ja mostrats en l'apartat 3.1.1., la millor localització, per les nostres necessitats, seria Lisboa, perquè és la ciutat amb més hores de sol del rànquing, i a més, hi ha una elevada quantitat de precipitació anual, la cinquena millor ciutat, en aquest apartat, de les dades recollides. Però, deixant de banda les dades, creiem convenient tenir la localització del nostre edifici a Sabadell per intentar demostrar que l'edifici pot funcionar bé encara que no estigui en un lloc idoni, que és versàtil i que pot funcionar a moltes parts del món, no només la indicada.

La nostra proposta de la part pràctica, és fer un edifici sostenible el qual sigui autosuficient energèticament i respecte al recurs de l'aigua. Cal tenir en compte que l'autosuficiència també es vol aconseguir d'una manera sostenible, per tant, l'edifici ho serà, i els recursos que utilitzarà també ho seran. Per aquesta raó, en el nostre edifici no s'utilitzarà gas, ja que aquest no és sostenible. Per tant, en comptes de gas, utilitzarem l'electricitat, ja que té les capacitats necessàries per substituir-lo.

### 5.1. Experiments

Una part d'aquest treball de recerca és la potabilització de l'aigua, precisament per això, hem fet un experiment per comprovar si el nostre sistema personalitzat dins l'edifici de potabilització d'aigua és factible o no.

Per aconseguir-ho, hem pensat en diverses opcions que totes tenen la intenció de treure tots els microorganismes, sediments i partícules existents en l'aigua. Una de les nostres propostes per assolir-ho es basa a evaporar aigua i després condensar-la. Creiem que això és factible, ja que en el cas dels microorganismes no creiem que puguin aguantar temperatures tan altes, per tant, moririen. Per altra banda, en el cas dels sediments i partícules, com que l'aigua té un punt d'ebullició molt inferior als sediments i partícules, aquests es quedarien en el lloc on l'aigua s'evaporés, mentre que el nou vapor d'aigua tindria un conducte per marxar i així separar-se. L'altra proposta es basa a posar filtres molt fins per deixar passar només l'aigua i deixar enrere els sediments i microorganismes. Cal destacar, que aquests experiments els hem fet als laboratoris de la UAB que ens ha proporcionat les eines necessàries per dur-ho a terme. A continuació us explicarem l'experimentació que fem fet per comprovar si amb algun d'aquests mètodes podríem arribar a aconseguir aigua potable.

### 5.1.1. Potabilització d'aigua (evaporació)

- OBJECTIU

L'objectiu d'aquesta pràctica és potabilitzar l'aigua a partir d'un procés d'evaporació.

- MATERIAL

Per fer aquesta pràctica necessitarem:

- 21 mL d'aigua no tractada (en el nostre cas, aigua pluvial)
- Una cambra d'incubació a 25 °C
- Una cambra d'incubació a 20 °C
- Un termòmetre
- Un Precistern S-140
- Un retolador permanent
- Un Bunsen
- 6 nanses de Digrafski
- Una micropipeta P1000
- Una punta blava de micropipetes
- Una micropipeta P100
- 2 puntes grogues de micropipetes
- Una ampolla amb tap de rosca
- Una gradeta
- 2 plaques de petri amb medi Chromocult<sup>7</sup>
- 2 plaques de petri amb medi R2A<sup>8</sup>
- 2 plaques de petri amb medi LB<sup>9</sup>

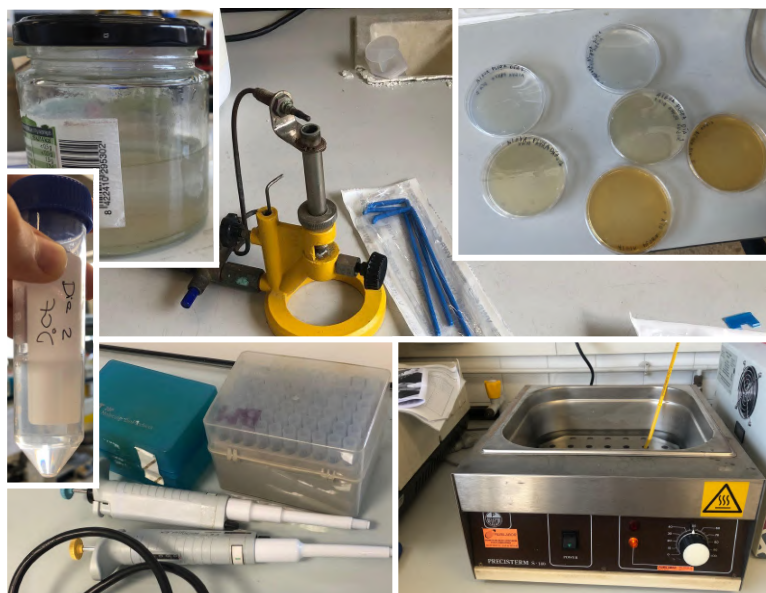


Figura 28. Material emprat en la pràctica. Font: Elaboració pròpia.

<sup>7</sup> Representa un medi de cultiu cromogen diferencial per a l'anàlisi microbiològic de mostres d'aigua. Analitza la presència dels microorganismes E. coli i Coliforms totals, indicadors de la contaminació de l'aigua

<sup>8</sup> Representa un medi de cultiu cromogen diferencial per a l'anàlisi microbiològic de mostres d'aigua. Analitza la presència dels microorganismes Enterococcus i Streptococcus, indicadors de contaminació fecal

<sup>9</sup> Representa un medi de cultiu cromogen diferencial per a l'anàlisi microbiològic de mostres d'aigua. Analitza la presència dels microorganismes Aerobis mesòfils, indicadors de la càrrega microbiana de l'aigua

- MÈTODE

Primer de tot, farem el mètode per saber els microorganismes existents en l'aigua recollida sense cap tractament, per a després de l'experiment poder veure el canvi. És molt important destacar, que sempre que fem algun procés de trasllat d'alguna substància, aquest ha d'estar a prop del Bunsen perquè la substància no es contami amb qualsevol microorganisme existent en l'ambient.

1. Marcar amb el retolador permanent una placa de cada tipus de medi (Chromocult, R2A, LB), per la part on està el medi, per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua sense tractar)
2. Encendre el Bunsen per mantenir un ambient estèril
3. Obrir la capsula de puntes grogues de micropipetes
4. Agafar amb la micropipeta P100 una punta groga
5. Tancar la capsula de puntes grogues de micropipetes
6. Desenrotllar la tapa de l'envàs, on es troba l'aigua, estèrilment (flamejant el coll de l'envàs)
7. Obrir la tapa de les plaques marcades amb el retolador permanent
8. Col·locar 100 microlitres de mostra, a sobre del medi de les plaques marcades amb el permanent, a partir de la micropipeta P100
9. Enrotllar la tapa de l'envàs on es troba l'aigua
10. Llençar la punta groga en una zona de brossa
11. Expandir la mostra de cada placa, amb una nansa de Digrafski diferent per a cada cas, girant la placa perquè s'expandeixi per a la quantitat més gran de superfície possible
12. Tancar la tapa de totes les plaques utilitzades
13. Tancar el Bunsen
14. Deixar reposar la placa marcada amb el medi LB a la cambra d'incubació de 25 °C durant 72 hores
15. Deixar reposar les plaques marcades amb els medis R2A i Chromocult a la cambra d'incubació de 20 °C durant 72 hores

Una vegada ja tenim feta la part en la qual podrem analitzar els microorganismes existents en l'aigua des d'un punt inicial, procedirem a tractar l'aigua evaporant-la. Comparant els resultats amb les plaques controls anteriors, podrem veure si aquest procediment és eficaç.

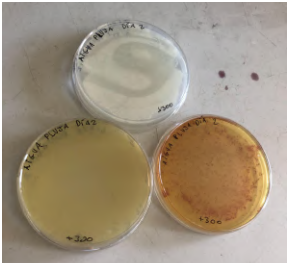

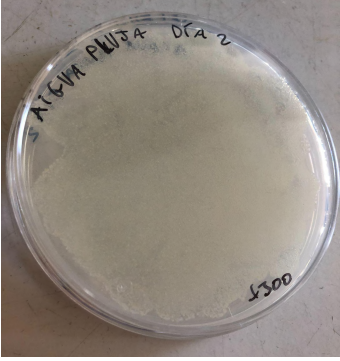
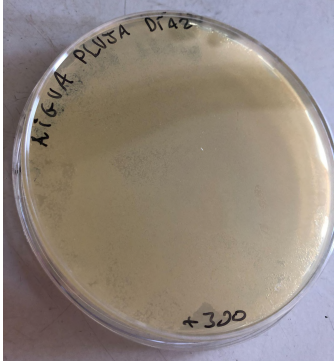
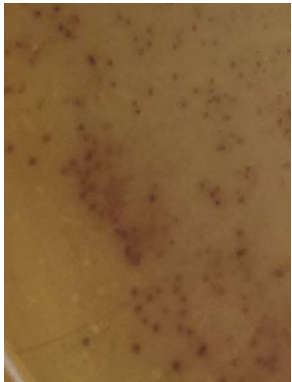


1. Marcar amb el retolador permanent les plaques restants de cada tipus de medi (Chromocult, R2A, LB), per la part on està el medi, per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua evaporada)
2. Marcar amb el retolador permanent l'ampolla amb tap de rosca per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua evaporada)
3. Posar un terç d'aigua de la capacitat total del Precistern S-140 dintre d'aquest
4. Col·locar un termòmetre dintre el Precistern S-140 per assegurar-nos que la temperatura de l'aigua és el correcte
5. Posicionar una gradeta a l'interior del Precistern S-140
6. Encendre el Precistern S-140 i posar-lo a 70 °C perquè no s'evapori molta quantitat de mostra
7. Encendre el Bunsen per mantenir un ambient estèril
8. Obrir la capsula de puntes blaves de micropipetes
9. Agafar amb la micropipeta P1000 una punta blava
10. Tancar la capsula de puntes blaves de micropipetes

11. Desenrotllar la tapa de l'envàs, on es troba l'aigua, estèrilment (flamejant el coll de l'envàs)
12. Desenroscar el tap de l'ampolla marcada amb el permanent
13. Deixar 20 mil·lilitres de mostra, a l'ampolla amb tap de rosca, a partir de la micropipeta P1000
14. Enrotllar la tapa de l'envàs on es troba l'aigua
15. Llençar la punta blava en una zona de brossa
16. Enroscar el tap de l'ampolla marcada amb el permanent
17. Tancar el Bunsen
18. Col·locar l'ampolla amb tap de rosca a la gradeta una vegada la temperatura estigui estable a 70 °C
19. Esperar 4 hores perquè la temperatura faci l'efecte desitjat a l'aigua
20. Recollir l'ampolla amb el tap de rosca
21. Encendre el Bunsen per mantenir un ambient estèril
22. Obrir la capsa de puntes grogues de micropipetes
23. Agafar amb la micropipeta P100 una punta groga
24. Tancar la capsa de puntes grogues de micropipetes
25. Desenrotllar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca, estèrilment (flamejant el coll de l'envàs)
26. Obrir la tapa de les plaques marcades amb el retolador permanent
27. Col·locar 100 microlitres de mostra, a sobre del medi de les plaques marcades amb el permanent, a partir de la micropipeta P100
28. Enrotllar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca
29. Llençar la punta groga en una zona de brossa
30. Expandir la mostra de cada placa, amb una nansa de Digralski diferent per a cada cas, girant la placa perquè s'expandeixi per a la quantitat més gran de superfície possible
31. Tancar la tapa de totes les plaques utilitzades
32. Tancar el Bunsen
33. Deixar reposar la placa marcada amb el medi LB a la cambra d'incubació de 25 °C durant 72 hores
34. Deixar reposar les plaques marcades amb els medis R2A i Chromocult a la cambra d'incubació de 20 °C durant 72 hores

- RESULTATS

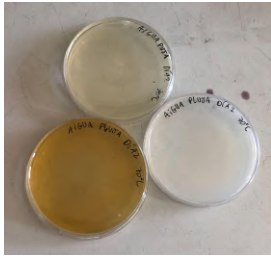
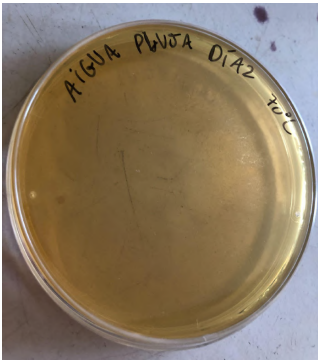

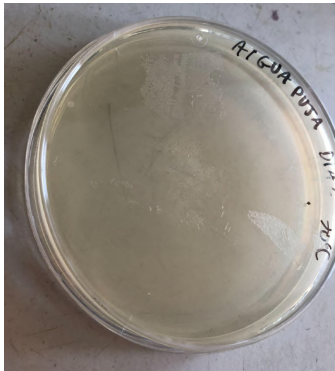

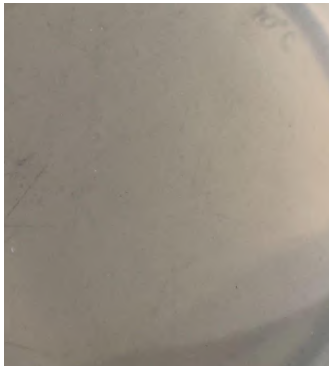

A continuació podrem observar les plaques dels diferents medis Chromocult, R2A i LB dels diferents tipus d'aigua que hem treballat anteriorment. Cal aclarir, que aquests resultats són de les plaques, una vegada ja s'han deixat reposar en les condicions i durant el temps mencionats amb anterioritat.

Taula 12. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (evaporació), en relació amb l'aigua sense tractar. Font: Elaboració pròpia.

| Aigua sense tractar   |   |   |
|---|---|---|
| Medi Chromocult   | Medi R2A  | Medi LB   |
|    |   |   |
|   |   |   |
|  |  |  |

Tal com podem observar, en tots tres medis, de l'aigua sense tractar, hi ha una alta concentració de microorganismes. Cal destacar que en el medi Chromocult, tot i haver-hi una alta concentració de microorganismes, no n'hi ha tants com en els altres dos. Aquests microorganismes, com ja hem dit, indiquen que l'aigua té una alta càrrega microbiana, una possible contaminació fecal i contaminació de l'aigua.

Taula 13. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (evaporació), en relació amb l'aigua evaporada. Font: Elaboració pròpia.

| Aigua evaporada   |   |   |
|---|---|---|
| Medi Chromocult   | Medi R2A  | Medi LB   |
|    |   |   |
|   |   |   |
|  |  |  |

Tal com s'observa, en cap dels tres medis, de l'aigua evaporada, hi ha microorganismes. Això vol dir que aquesta aigua està lliure d'aquests microorganismes. Per tant, aquesta aigua està lliure de càrregues microbianes, no conté cap contaminació fecal, ni cap contaminació.

### 5.1.2. Potabilització d'aigua (filtres)

- OBJECTIU

L'objectiu d'aquesta pràctica és potabilitzar l'aigua a partir d'un procés de filtratge amb dos tipus de filtres diferents.

- MATERIAL

Per fer aquesta pràctica necessitem:

- 21 mL d'aigua no tractada d'un dia (1) diferent de l'altre, però de la mateixa font (en el nostre cas, aigua pluvial)
- 21 mL d'aigua no tractada d'un dia (2) diferent de l'altre, però de la mateixa font (en el nostre cas, aigua pluvial)
- Una cambra d'incubació a 25 °C
- Una cambra d'incubació a 20 °C
- Un dispositiu de filtre de succió al buit de la marca Millipore (embut microfil, matràs d'Erlenmeyer, bomba al buit)
- 2 embuts microfil
- 6 plaques de petri amb medi Chromocult
- 6 plaques de petri amb medi R2A
- 6 plaques de petri amb medi LB
- Un Bunsen
- 18 nanses de Digrafski
- Un retolador permanent
- Una micropipeta P100
- 6 puntes grogues de micropipetes
- 4 ampolles amb tap de rosca
- 2 filtres de 0,45 µm
- 2 xeringues de 5 mL
- 2 filtres de 0,2 µm

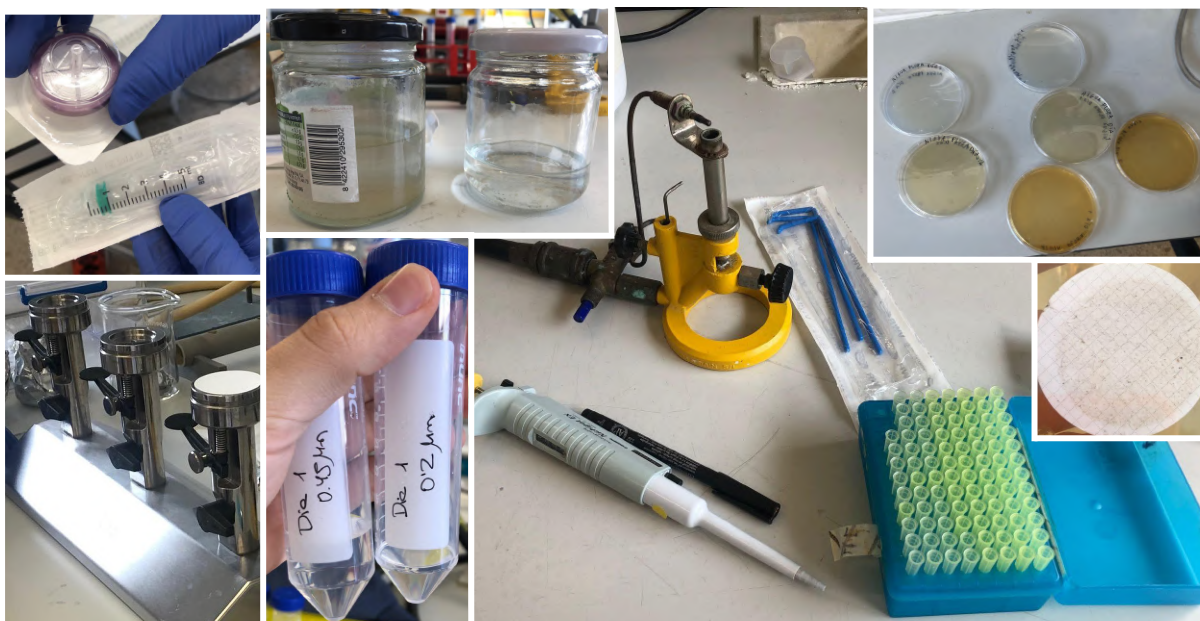


Figura 29. Material emprat en aquesta pràctica. Font: Elaboració pròpia.



- MÈTODE

Primer de tot, farem el mètode per saber els microorganismes existents en l'aigua recollida sense cap tractament, per a després de l'experiment poder veure el canvi. Aquesta pràctica l'hem fet amb aigües de pluja de dies diferents per així poder disposar de més resultats i poder comparar i verificar els resultats. És molt important destacar, que sempre que fem algun procés de trasllat d'alguna substància, aquest ha d'estar a prop del Bunsen perquè la substància no es contami amb qualsevol microorganisme existent en l'ambient. Aquest procediment primer el farem amb l'aigua del dia 1, per posteriorment fer el mateix amb l'aigua del dia 2.

1. Marcar amb el retolador permanent una placa de cada tipus de medi (Chromocult, R2A, LB), per la part on està el medi, per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua sense tractar, dia 1/2)
2. Encendre el Bunsen per mantenir un ambient estèril
3. Obrir la capsa de puntes grogues de micropipetes
4. Agafar amb la micropipeta P100 una punta groga
5. Tancar la capsa de puntes grogues de micropipetes
6. Desenrotllar la tapa de l'envàs, on es troba l'aigua, estèrilment (flamejant el coll de l'envàs)
7. Obrir la tapa de les plaques marcades amb el retolador permanent
8. Col·locar 100 microlitres de mostra, a sobre del medi de les plaques marcades amb el permanent, a partir de la micropipeta P100
9. Enrotllar la tapa de l'envàs on es troba l'aigua
10. Llençar la punta groga en una zona de brossa
11. Expandir la mostra de cada placa, amb una nansa de Digralski diferent per a cada cas, girant la placa perquè s'expandeixi per a la quantitat més gran de superfície possible
12. Tancar la tapa de totes les plaques utilitzades
13. Tancar el Bunsen
14. Deixar reposar la placa marcada amb el medi LB a la cambra d'incubació de 25 °C durant 72 hores
15. Deixar reposar les plaques marcades amb els medis R2A i Chromocult a la cambra d'incubació de 20 °C durant 72 hores

Una vegada ja tenim feta la part en la qual podrem analitzar els microorganismes existents en l'aigua des d'un punt inicial, procedirem a tractar l'aigua passant-la primer pel filtre de 0,45 µm. Comparant els resultats amb les plaques controls anteriors, podrem veure si aquest procediment és eficaç. Aquest, primer el farem amb l'aigua del dia 1, per posteriorment fer el mateix amb l'aigua del dia 2.

1. Marcar amb el retolador permanent una placa de cada tipus de medi (Chromocult, R2A, LB), per la part on està el medi, per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua pel filtre de 0,45 µm, dia 1/2)
2. Marcar amb el retolador permanent una ampolla amb tap de rosca per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua pel filtre de 0,45 µm, dia 1/2)
3. Encendre el Bunsen a prop del dispositiu de filtre de succió al buit per mantenir un ambient estèril
4. Posar a sobre del dispositiu de filtre de succió al buit un filtre de 0,45 µm
5. Posar un embut microfil a sobre del filtre de 0,45 µm de tal manera que quedi fixat en el dispositiu de filtre de succió al buit
6. Engegar la bomba al buit del dispositiu de filtre de succió al buit

7. Desenrotllar la tapa de l'envàs, on es troba l'aigua, estèrilmnt (flamejant el coll de l'envàs)
8. Abocar l'aigua en l'embut
9. Enrotllar la tapa de l'envàs on es troba l'aigua
10. Parar la bomba al buit del dispositiu de filtre de succió al buit
11. Treure l'embut microfil i el filtre de 0,45 µm del dispositiu de filtre de succió al buit
12. Desmuntar el dispositiu de filtre de succió al buit per tal que quedi el matràs d'Erlenmeyer sol
13. Desenroscar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca
14. Abocar l'aigua del matràs d'Erlenmeyer a l'ampolla amb tap de rosca marcada amb permanent
15. Enroscar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca
16. Muntar el dispositiu de filtre de succió al buit
17. Obrir la capsa de puntes grogues de micropipetes
18. Agafar amb la micropipeta P100 una punta groga
19. Tancar la capsa de puntes grogues de micropipetes
20. Desenrotllar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca, estèrilmnt (flamejant el coll de l'envàs)
21. Obrir la tapa de les plaques marcades amb el retolador permanent
22. Col·locar 100 microlitres de mostra, a sobre del medi de les plaques marcades amb el permanent, a partir de la micropipeta P100
23. Enrotllar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca
24. Llençar la punta groga en una zona de brossa
25. Expandir la mostra de cada placa, amb una nansa de Digiralski diferent per a cada cas, girant la placa perquè s'expandeixi per a la quantitat més gran de superfície possible
26. Tancar la tapa de totes les plaques utilitzades
27. Tancar el Bunsen
28. Deixar reposar la placa marcada amb el medi LB a la cambra d'incubació de 25 °C durant 72 hores
29. Deixar reposar les plaques marcades amb els medis R2A i Chromocult a la cambra d'incubació de 20 °C durant 72 hores

A continuació, una vegada l'aigua filtrada a partir de filtres de 0,45 µm amb el procediment pertinent per obtenir els seus resultats, haurem de fer un altre mètode per aconseguir l'aigua filtrada amb el filtre de 0,2 µm. Novament, si acabem comparant els resultats amb les plaques controls i les plaques de l'aigua després d'haver passat pel filtre de 0,45 µm, podem veure si aquest procediment és eficaç. El procediment que ara farem serà amb l'aigua del dia 1, per posteriorment fer el mateix amb l'aigua del dia 2.

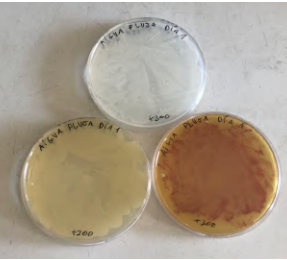
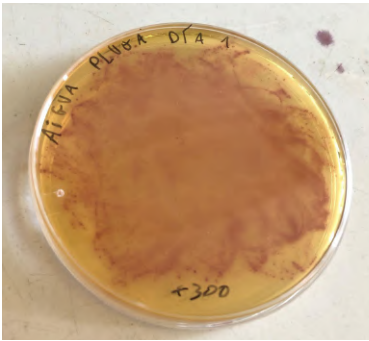


1. Marcar amb el retolador permanent la placa restant de cada tipus de medi (Chromocult, R2A, LB), per la part on està el medi, per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua pel filtre de 0,2 µm, dia 1/2)
2. Marcar amb el retolador permanent l'ampolla amb tap de rosca resant per poder identificar la procedència de l'aigua (aigua pel filtre de 0,2 µm, dia 1/2)
3. Encendre el Bunsen per mantenir un ambient estèril
4. Desenroscar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca amb l'aigua filtrada a partir del filtre de 0,45 µm (dia 1/2), estèrilmnt (flamejant el coll de l'envàs)
5. Agafar 5 mL de l'aigua filtrada a partir del filtre de 0,45 µm (dia 1/2) amb la xeringa de 5 mL

6. Enroscar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca amb l'aigua filtrada a partir del filtre de 0,45  $\mu\text{m}$  (dia 1/2)
7. Adjuntar la xeringa al filtre de 0,2  $\mu\text{m}$
8. Desenroscar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca amb l'aigua filtrada a partir del filtre de 0,2  $\mu\text{m}$  (dia 1/2), estèrilment (flamejant el coll de l'envàs)
9. Pressionar la xeringa, apuntant a l'ampolla amb tap de rosca amb l'aigua filtrada a partir del filtre de 0,2  $\mu\text{m}$  (dia 1/2), perquè l'aigua passi pel filtre de 0,2  $\mu\text{m}$
10. Obrir la capsa de puntes grogues de micropipetes
11. Agafar amb la micropipeta P100 una punta groga
12. Tancar la capsa de puntes grogues de micropipetes
13. Obrir la tapa de les plaques marcades amb el retolador permanent
14. Col·locar 100 microlitres de mostra, a sobre del medi de les plaques marcades amb el permanent, a partir de la micropipeta P100
15. Enroscar la tapa de l'ampolla amb tap de rosca amb l'aigua filtrada a partir del filtre de 0,2  $\mu\text{m}$  (dia 1/2)
16. Llençar la punta groga en una zona de brossa
17. Expandir la mostra de cada placa, amb una nansa de Digrafski diferent per a cada cas, girant la placa perquè s'expandeixi per a la quantitat més gran de superfície possible
18. Tancar la tapa de totes les plaques utilitzades
19. Tancar el Bunsen
20. Deixar reposar la placa marcada amb el medi LB a la cambra d'incubació de 25 °C durant 72 hores
21. Deixar reposar les plaques marcades amb els medis R2A i Chromocult a la cambra d'incubació de 20 °C durant 72 hores

- RESULTATS

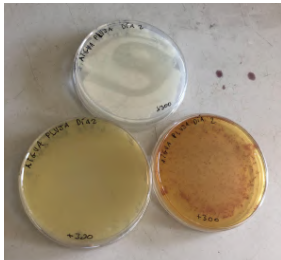
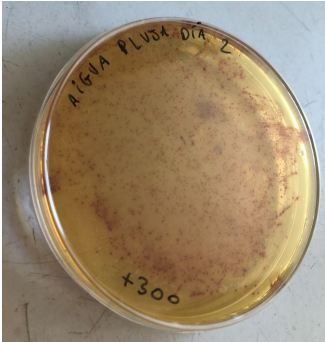
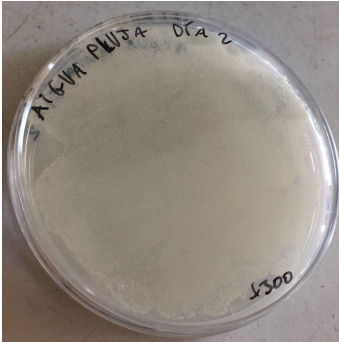
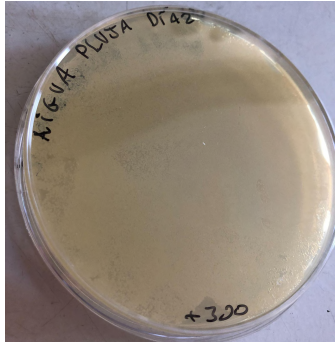
A continuació podrem observar les plaques dels diferents medis Chromocult, R2A i LB dels diferents tipus d'aigua que hem treballat anteriorment. Cal aclarir, que aquests resultats són de les plaques, una vegada ja s'han deixat reposar en les condicions i durant el temps mencionats amb anterioritat.

Taula 14. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (filtres), en relació amb l'aigua sense tractar (dia 1). Font: Elaboració pròpia.

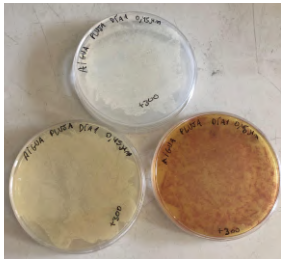
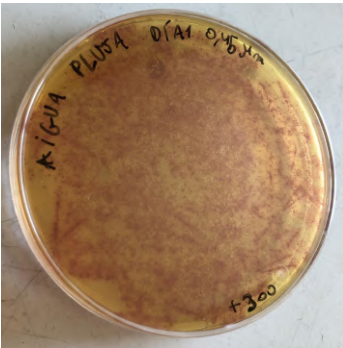
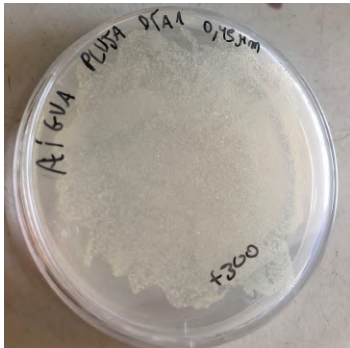

| Aigua sense tractar (dia 1)  |  |  |
|--|--|--|
|   |  |  |
| Medi Chromocult  | Medi R2A   | Medi LB  |
|  |  |  |

Tal com podem observar, en tots tres medis, de l'aigua sense tractar del primer dia, hi ha una alta concentració de microorganismes. Cal destacar que en el medi Chromocult, tot i haver-hi una alta concentració de microorganismes, no n'hi ha tants com en els altres dos. Aquests microorganismes, com ja hem dit, indiquen que l'aigua té una alta càrrega microbiana, una possible contaminació fecal i contaminació de l'aigua.

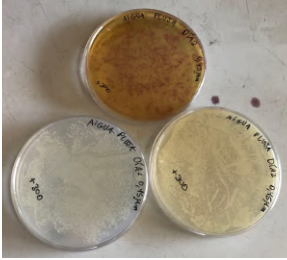
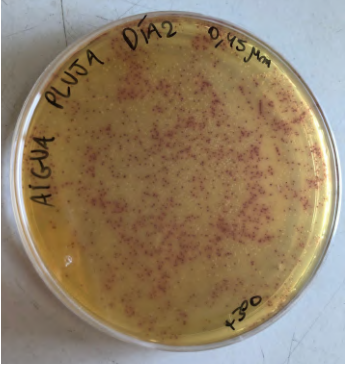
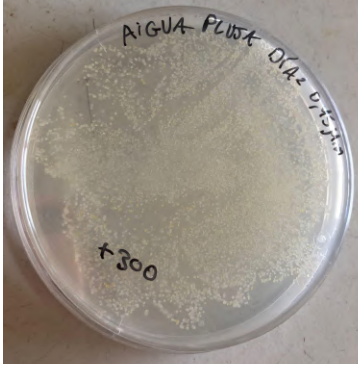

Taula 15. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (filtres), en relació amb l'aigua sense tractar (dia 2). Font: Elaboració pròpia.

| Aigua sense tractar (dia 2)  |  |  |
|--|--|--|
|   |  |  |
| Medi Chromocult  | Medi R2A   | Medi LB  |
|  |  |  |

Taula 16. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (filtres), en relació amb l'aigua filtrada amb filtre de 0,45 µm (dia 1). Font: Elaboració pròpia.

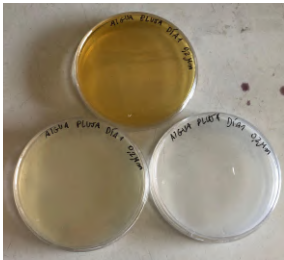


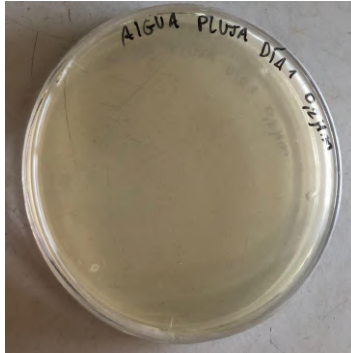
| Aigua filtrada amb filtre de 0,45 µm (dia 1)  |   |   |
|---|---|---|
|  |   |   |
| Medi Chromocult   | Medi R2A  | Medi LB   |
|  |  |  |

Taula 17. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (filtres), en relació amb l'aigua filtrada amb filtre de 0,45 µm (dia 2). Font: Elaboració pròpia.

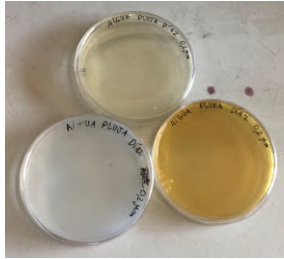
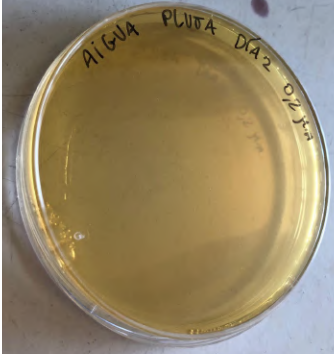

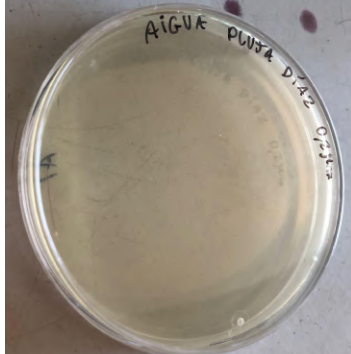
| Aigua filtrada amb filtre de 0,45 µm (dia 2)                                       |  |  |
|--|--|--|
|   |  |  |
| Medi Chromocult  | Medi R2A   | Medi LB  |
|  |  |  |

Tal com s'observa, en tots tres medis, d'ambdues aigües filtrades amb el filtre de 0,45 µm, una del primer dia i l'altre del segon, hi ha microorganismes. Tot i haver-hi, no n'hi ha tants com en les aigües sense tractar d'ambdós dies.

Taula 18. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (filtres), en relació amb l'aigua filtrada amb filtre de 0,2 µm (dia 1). Font: Elaboració pròpia.

| Aigua filtrada amb filtre de 0,2 µm (dia 1)  |  |  |
|--|--|--|
|   |  |  |
| Medi Chromocult  | Medi R2A   | Medi LB  |
|  |  |  |

Taula 19. Resultats obtinguts de microorganismes existents en l'aigua de la potabilització d'aigua (filtres), en relació amb l'aigua filtrada amb filtre de 0,2 µm (dia 2). Font: Elaboració pròpia.

| Aigua filtrada amb filtre de 0,2 µm (dia 2)   |   |   |
|---|---|---|
|  |   |   |
| Medi Chromocult   | Medi R2A  | Medi LB   |
|  |  |  |

Tal com podem observar, en tots tres medis, d'ambdues aigües filtrades amb el filtre de 0,2 µm, una del primer dia i l'altre del segon, estan lliures de microorganismes. Per tant, aquesta aigua està lliure de càrregues microbianes, no conté cap contaminació fecal, ni cap contaminació.

### 5.1.3. Conclusions (potabilització d'aigua)

A partir de tots els resultats dels experiments en relació amb la potabilització de l'aigua, podem veure que els dos mètodes impecables són la filtració de 0,2 µm i l'evaporació de l'aigua. En ambdós casos, l'aigua resultant no té cap microorganisme. Per altra banda, la filtració de 0,45 µm no és molt eficient, ja que tal com hem vist, a l'aigua resultant deixa molts microorganismes vius. Tot i això, en el resultat final no hi ha tants microorganismes com en el principi, però no és suficient.

Tot i això, la potabilització de l'aigua a partir de la filtració de 0,2 µm té dos grans inconvenients. Primerament, un dels inconvenients és que aquest filtre s'hauria d'anar canviant regularment perquè no tingui obstruccions i pugui passar l'aigua amb normalitat. L'altre es basa en la necessitat d'un aparell que aspiri l'aigua que es trobés a l'altra banda del filtre perquè pogués circular. Això succeeix, perquè com que el filtre és tan petit, perquè pugui circular i l'aigua no es quedi estancada, necessita un aparell que aspiri l'aigua, i, per tant, forçi un flux millor d'aigua.

No obstant això, la potabilització d'aigua a partir de la seva evaporació també té dos grans inconvenients. El primer de tot es basa en el fet que per evaporar l'aigua, es requereix una quantitat d'energia molt gran. L'altre inconvenient és que després de la seva evaporació, necessita un procés de condensació que implica gastar encara més energia, fent que la seva potabilització sigui molt costosa.

Però, tot i aquests inconvenients esmentats, no podem deixar de banda la seva funció principal, i és que amb qualsevol d'aquests dos mètodes, es pot aconseguir aigua sense microbis. Per tant, ens podem assegurar que aquesta aigua no provocarà danys patògens, és a dir malalties, un fet molt important per garantir la seguretat de l'aigua.

En relació amb la potabilització de l'aigua, cal aclarir que per assegurar amb exactitud que l'aigua resultant final sigui potable, s'hauria de disposar de maquinària específica per elaborar les anàlisis químiques pertinents. En cas de tenir aquesta maquinària, que té un cost molt elevat, el que fariem seria analitzar els components químics de l'aigua després d'algun dels processos anteriors, a partir de l'evaporació o la filtració amb el filtre de 0,2 µm d'aigua. Després que l'aigua sigui analitzada químicament, afegiríem els components químics necessaris per complir amb la legislació i regulació corresponent amb relació a l'aigua potable. Cal destacar que aquests components químics necessaris, se sabrien una vegada l'aigua fos analitzada. És a dir, serien els components químics que li faltarien, a l'aigua, per complir amb la legislació i regulació corresponent amb relació a l'aigua potable. Una vegada acabat aquest procés, ja obtindríem l'aigua potable tan desitjada.



## 5.2. Prototip

El nostre edifici es basa en un prisma amb la base rectangular i una teulada de 40 ° d'inclinació a una vessant. Aquest prisma, l'edifici, serà l'habitatge dels residents, que disposa d'un pati frontal petit, junt amb un extens pati al seu darrere. Els patis tenen funcionalitats molt diverses com donar vida a l'edifici, ja que és una zona comuna, li dona un espai i un aire a l'edifici perquè no es noti molt estret. A més, el pati li dona color, fent que l'edifici no sigui gris i monòton. Una altra funcionalitat és fomentar les zones verdes, perquè sigui més sostenible i aquestes zones ens ajudin a intentar revertir la situació del canvi climàtic, gràcies a la vegetació existent en aquestes zones verdes. Una funcionalitat més, és que amb el pati, es deixa un espai aeri, adequat per poder posar-hi finestres, i que cada pis tingui accés a llum natural, tan frontal com per darrere, que li dona una sensació més oberta a l'estança. A la Figura 30 es pot observar el prototip de l'edifici vista des de la part del pati de darrere, on es remarca tots els punts mencionats anteriorment.



Figura 30. Prototip de l'edifici vist des de la part del darrere. Elaboració pròpia.

Uns altres punts importants per destacar i remarcar són les finestres i l'aïllament. Aquests recursos estan a tots els edificis, però creiem convenient puntualitzar-los. Això és degut al fet que, per una banda, les finestres, permeten que s'escalfi i s'il·lumini l'estança sense la necessitat de tants recursos energètics, gràcies als raigs solars. Per altra banda, l'aïllament, permet que l'estança no traspassi tanta temperatura a l'exterior i viceversa, sigui cap a fred o cap a calent. Això vol dir que si és hivern i fa fred a l'exterior, el fred té molta més dificultat en entrar i la calor de l'edifici en sortir si hi ha un bon aïllament a les parets de l'edifici. Passa exactament el mateix en estiu, però en sentit contrari. Per això és molt important tenir uns finestrals molt grans i un molt bon aïllament, coses que el nostre edifici disposa.

És important destacar que l'edifici té una altura màxima de 59 metres. Dintre d'aquesta extensió, l'edifici disposa de 14 plantes, les quals tenen 3,3 metres d'altura incloent el mig metre de gruix que tenen d'aïllant entre un pis i un altre. En cada pis hi ha dues famílies per planta. Comptant que a la planta baixa no hi viurà ningú i que la de dalt de tot servirà per a maquinària hi viuran 24 famílies en tot l'edifici.

L'edifici fa 280,5 m<sup>2</sup> de superfície, 16,5 metres de llargada i 17 metres d'amplada, incloent-hi el mig metre de gruix que tenen les parets d'aïllant. Per altra banda, la superfície total de l'edifici incloent els patis, és de 586,5 m<sup>2</sup>, tenint en compte que d'amplada fa 17 metres, i de llargada 34,5 metres, dels quals 3 metres són del pati frontal, 16,5 metres de l'edifici en si, i els 15 metres restants del pati del darrere. Cal destacar, que en les dues superfícies, l'amplada és de 17 metres, perquè no tingui pati lateral, per tant, tampoc opció a tenir cap finestra lateral. Això és degut a la intenció de la possibilitat de fer el mateix edifici d'una manera adossada, ja que la majoria d'edificis de proposta sostenible, són individuals. D'aquesta manera, es poden fer barris o fins i tot ciutats amb aquest model d'edifici aprofitant millor l'espai. A partir de la Figura 31, es pot observar la façana frontal del prototip de l'edifici, podent-se observar molts dels detalls mencionats anteriorment.

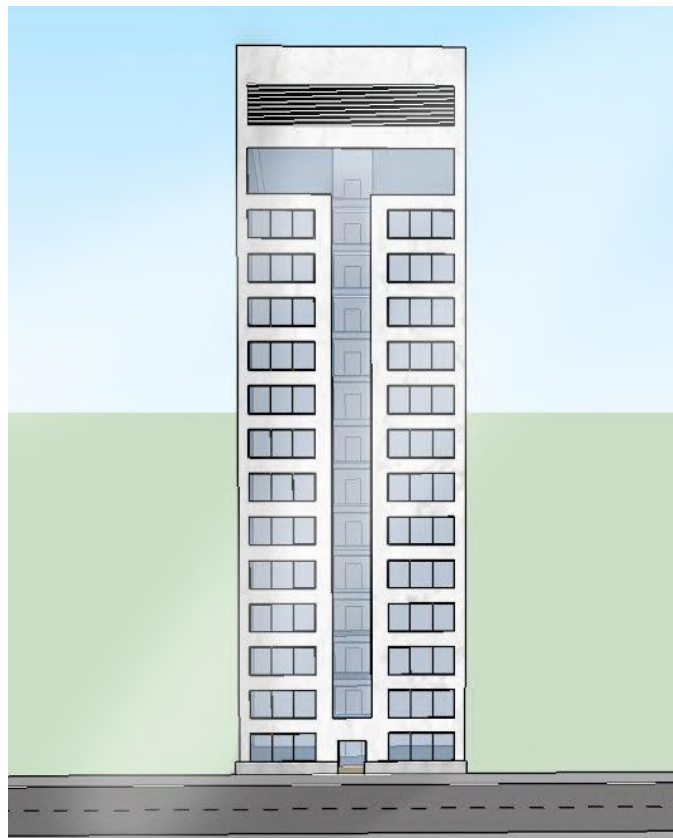


Figura 31. Prototip de l'edifici vist des de la part frontal. Elaboració pròpia.

### 5.3. Plànols

Hem fet un plànol de com seria l'habitatge d'una família en una planta destinada als residents. En la Figura 32, es pot veure la distribució de la planta destinada a residents. En aquesta distribució es pot veure que a la dreta, se situa l'habitatge d'una família, a l'esquerra un altre habitatge d'una altra família i a la part inferior central del plànol, els rebedors d'ambdós habitatges al costat de les escales i l'ascensor.

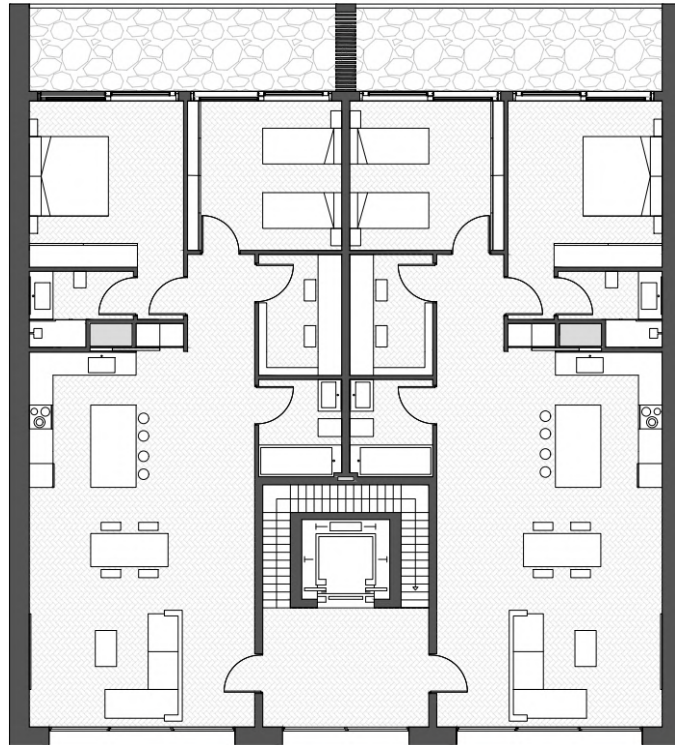


Figura 32. Plànols d'una planta destinada als residents de l'edifici. Elaboració pròpia.

Tot i això, cal destacar, que en la part central de cada habitatge, trobem un rectangle de color gris, tal com es mostra a la Figura 33. Aquest rectangle gris representa el forat aïllat adequadament, per on passen totes les tuberies que van de la sala de màquines superior a la inferior o viceversa, entre altres possibles conductes.

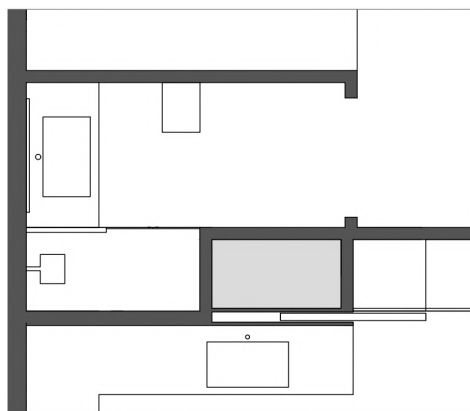


Figura 33. Plànols específics del lloc per on passaran les tuberies. Elaboració pròpia.

## 5.4. Funcionament del sistema intern de l'edifici

El funcionament del sistema intern de l'edifici té tot un recorregut. Aquest s'origina en el moment en el que s'obté l'aigua de la pluja, fins que acaba sent aigua potable. No obstant això, abans d'explicar tot el recorregut de l'aigua dins l'edifici, cal aclarir, que encara que marquem l'inici del recorregut amb l'aigua pluvial, en el cas que no hi hagi pluja i es requereixi d'aigua potable, aconseguiríem aigua de reg de la xarxa pública pels motius que explicarem més endavant, en l'apartat 5.5.2.. És important destacar el recorregut d'aquest altre tipus d'aigua, ja que també es necessitarà dintre l'edifici. Com que no provenen del mateix origen, no tenen exactament el mateix recorregut, i per això s'ha d'especificar també. Però, tot i això, els dos tipus d'aigua, han de passar pels mateixos procediments, perquè tenen la mateixa funció, ser aigua no potable, que l'edifici la potabilitza. Aquesta aigua de reg, aniria directament al forat, en el qual es fa ús de l'energia geotèrmica, a partir d'aquest punt, faria el mateix recorregut que l'aigua pluvial. Una vegada ja hem aclarit aquest detall, ja podem començar a detallar el recorregut de l'aigua pluvial, que podem veure d'una manera més general en la Figura 34.

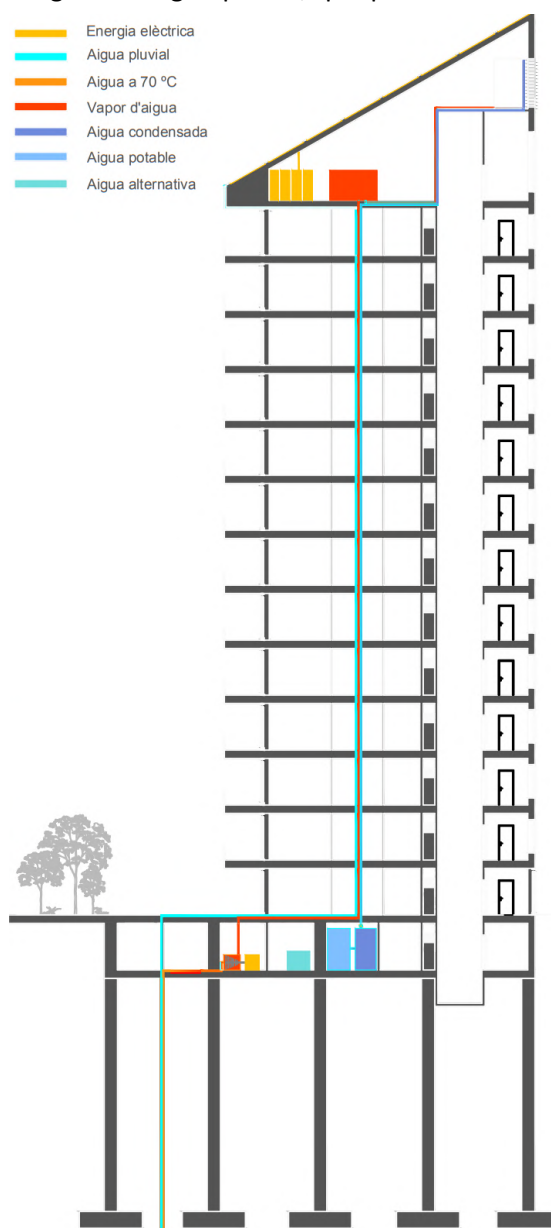


Figura 34. Plànols del funcionament intern de l'edifici amb relació a l'aigua i l'electricitat. Elaboració pròpia.

L'aigua pluvial, una vegada és recollida per la canonada de recol·lecció que se situa a la part més baixa de la teulada, baixa per una tuberia fins a arribar a la sala de maquinària inferior, que se situa un pis per sota de la planta baixa. En aquest punt, la tuberia baixa fins a 200 metres on s'escalfa fins a 70 °C, gràcies a l'energia geotèrmica. A partir d'una bomba, l'aigua torna a pujar a la sala de màquines inferior, on, a partir d'un escalfador d'aigua, que funciona elèctricament, s'escalfa l'aigua de 70 °C fins a més de 100 °C, provocant la seva evaporació. Aquest mètode, ens permet estalviar en energia, ja que, és molt més eficient escalfar l'aigua de 70 °C fins a més de 100 °C, que no pas escalfar els mateixos, passats, 100 °C des dels possibles 20 °C que podria tenir l'aigua. Una vegada l'aigua està evaporada, el vapor d'aigua passa per una turbina, que com explicarem amb més detall, més endavant, a partir d'un alternador, es produeix energia elèctrica. A la Figura 35, es pot veure amb més claredat el recorregut de l'aigua explicat en aquest paràgraf.



Figura 35. Plànols del funcionament intern de l'edifici en la zona de màquines inferior. Elaboració pròpia.

Tan aviat com el vapor d'aigua surt de la turbina, per les seves propietats, puja per una tuberia fins a arribar a la sala de màquines superior. La tuberia va a parar a una caldera, on el vapor d'aigua fa que aquesta caldera funcioni. Això és degut al fet que el vapor d'aigua, en estar a una temperatura elevada, fa que l'aigua que s'ha d'escalfar de dintre de la caldera, s'escalfi, i, per tant, que la caldera estigui en funcionament. A partir d'aquesta caldera, s'obté la calefacció i l'aigua calenta sanitària de tot l'edifici. Per tant, l'aigua de dintre la caldera que s'ha d'escalfar, fa que el vapor d'aigua es refredi, fent que es condensi i torni a estar en estat líquid. En aquest punt, hi ha dues opcions a tenir en compte, encara que, tot i això, les dues acabaran en el mateix punt.

La primera opció és que la caldera estigui en funcionament i el vapor d'aigua es condensi i baixi per una tuberia. Aquesta opció estaria activa durant els mesos d'hivern i d'estiu, ja que, per una banda, a partir d'aquest mètode, s'assoleix la calefacció, i per l'altra banda, es pot obtenir aire condicionat, a partir d'un convertidor de temperatura.

La segona opció, és més recurrent en els mesos de primavera i tardor, perquè la caldera no està en funcionament. Precisament per aquesta raó, és necessari buscar una alternativa, que condensi l'aigua. Aquesta alternativa es tracta d'un sistema, en el qual el vapor d'aigua, passada la caldera, a partir d'una tuberia, fa un serpentí. A fora el serpentí, se situa un ventilador que expulsa l'aire calent del serpentí cap a l'exterior de l'edifici gràcies a una reixa que es troba a dalt de tot d'aquest. No obstant això, un altre ventilador, agafa l'aire a temperatura ambient de l'exterior per baixar la temperatura del vapor d'aigua provocant la seva condensació. D'aquesta manera, ja tindriem aigua una altra vegada en estat líquid, que baixaria per la mateixa tuberia que en la primera opció. A la Figura 36, es pot veure amb més claredat el recorregut del vapor d'aigua explicat en aquest paràgraf.

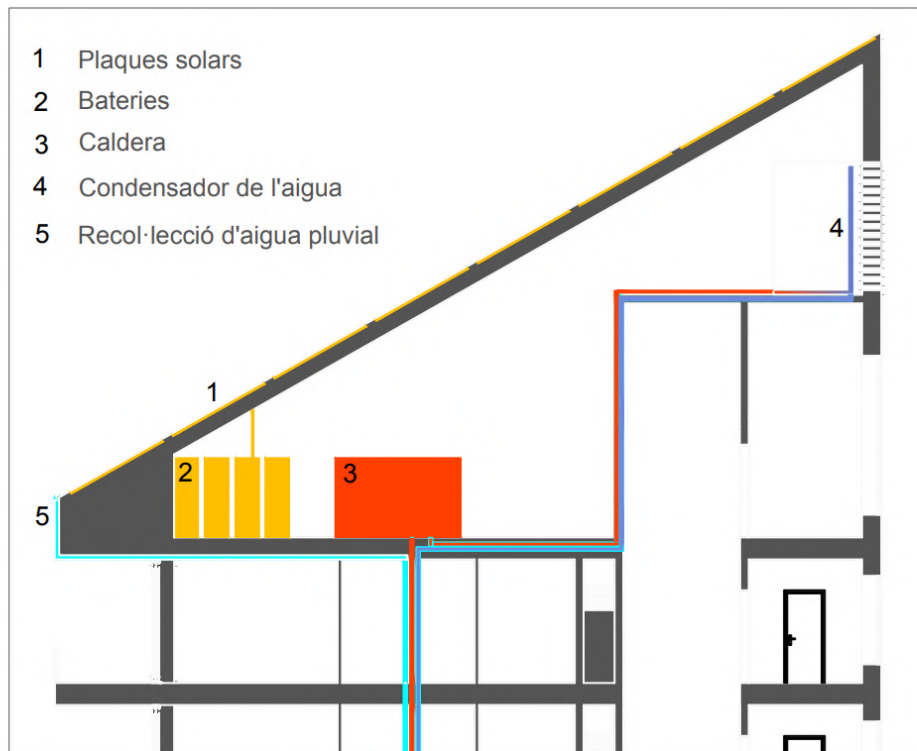


Figura 36. Plànols del funcionament intern de l'edifici en la zona de màquines superior. Elaboració pròpia.

L'aigua ja condensada, baixa totalment recte per una tuberia, des de la sala de màquines superior, fins a la sala de màquines inferior. Just abans d'arribar al tanc d'emmagatzematge d'aigua neta, l'aigua ha de passar per una turbina, que novament, a partir d'un alternador, s'obté energia elèctrica, que explicarem el seu procediment més detalladament més endavant. El tanc d'emmagatzematge d'aigua neta, emmagatzema aigua no potable segons tots els reglaments, però que no conté cap microorganisme, fent que l'aigua no pugui ser patògena. Això s'ha aconseguit a partir de l'evaporació de l'aigua tal com hem comprovat anteriorment. L'aigua, una vegada es troba en aquest tanc, s'analitza químicament, és a dir, la seva composició química. Això es fa utilitzant una maquinària específica, que fa controls periòdics d'aquesta aigua. Després de ser analitzada, se li afegeixen els components químics necessaris per complir amb la legislació i regulació corresponent amb relació a l'aigua potable. Quan a l'aigua ja se li han afegit els components químics necessaris, passa al segon tanc d'emmagatzematge, que aquest ja emmagatzema aigua potable, preparada per ser consumida. A la Figura 37, es pot veure amb més claredat el recorregut de l'aigua explicat en aquest paràgraf.



Figura 37. Plànols del funcionament intern de l'edifici en la zona de màquines inferior. Elaboració pròpia.

Cal destacar, que aquest procés està en funcionament quan es necessita omplir el tanc d'emmagatzematge d'aigua potable, independentment de si es fa a partir d'aigua de reg o pluvial. En cas que no sigui necessari, per no gastar més aigua del compte innecessàriament, hi ha un tercer dipòsit més petit, amb la quantitat d'aigua justa perquè tot el sistema estigui en funcionament exceptuant l'últim pas, el de potabilitzar l'aigua. Això existeix amb l'objectiu de no gastar més recursos ni aigua del compte, ja que si agaféssim aigua potabilitzada, evaporant-la és despotabilitzaria, i hauríem de tornar a afegir els components químics necessaris. Amb aquest tercer tanc d'emmagatzematge ens estalviem aquest inconvenient. Cal destacar que l'aigua d'aquest tanc d'emmagatzematge és a la que es denomina, a la Figura 34, com a aigua alternativa.

Seguidament, endinsant-nos amb el tema energètic, l'edifici tindrà tres fonts d'obtenció d'energia dintre de tot l'edifici. Això serà òptim per la compaginació dels tres en el cas que si algun d'ells no pot estar en funcionament, hi hagi dos més per la producció d'energia per al consum de l'edifici.

El primer punt de producció d'energia es basa en plaques solars fotovoltaïques. El seu màxim rendiment, estan a l'hemisferi nord, és amb l'orientació cap al sud, tal com hem explicat en el punt 4.1.1. Precisament, per aquesta raó, la nostra teulada, té només un pla inclinat en comptes de dos com la majoria, per aprofitar el màxim cada hora d'impacte solar. Cal aclarir, que la part més baixa de la teulada concordarà amb la localització del pati del darrere, ja que aquest provoca tenir un espai aeri extra, per tant, hi haurà una menor possibilitat que un altre edifici faci ombra a les plaques. Que el pati i la teulada estiguin connectades i relacionades entre si, implica que com que la teulada estarà en direcció al sud, tota la part de darrere l'edifici estarà en direcció al sud, i, en conseqüència, la part de davant, en direcció al nord.

El segon punt de producció d'energia es troba en l'ús de turbines. Les turbines, com ja hem dit al punt 4.2., es poden accionar per vapor, aire calent, aigua i gasos de combustió. En el nostre edifici, farem accionar turbines a partir d'aigua i vapor d'aigua, ja que són les dues úniques maneres que podem assegurar un flux de manera continuada.

De fet, no utilitzem les altres maneres de fer rotar la turbina, precisament per la mateixa raó, perquè no podem garantir un flux continu. No podem garantir-ho, perquè dependria dels residents de l'habitatge. Això succeeix, degut a que, si per exemple, volem accionar una turbina per aire calent, necessitaríem una força mínimament elevada que s'aconsegueix de manera externa, és a dir, a partir de l'aire calent que expulsa l'extractor, per posar un exemple. Com que l'extractor el fa funcionar l'home, o més aviat, el resident de la casa, si aquest no fa res perquè l'extractor expulsi la quantitat necessària d'aire calent, no es mouria la turbina, només es mouria quan el resident faci alguna tasca en concret. Per aquesta raó, no podem assegurar un flux continu de certs elements que fan accionar les turbines, i per això, és més segur fer-ho amb aquells elements que ens assegurin el flux de manera continuada tal com fa l'aigua i el vapor d'aigua.

Però, gràcies al nostre sistema, tal com ja hem dit, sigui necessari o no, l'aigua potable, tot el sistema està sempre en funcionament, per tant, el flux sempre és constant en l'aigua i en el vapor d'aigua. D'aquesta manera, l'edifici és capaç de generar energia elèctrica constantment a partir de les turbines.

## **5.5. Càlculs**

En aquest apartat parlarem de valors, i farem els càlculs pertinents a partir de tota la informació i dades que portem tot el treball explicant i argumentant. Es tractaran els temes de l'energia i de l'aigua de l'edifici, més específicament, en l'energia i l'aigua necessitada i la que produeix o obté l'edifici. No obstant, també explicarem un cas en concret de la temperatura idònia per a aquest edifici, tenint en compte varis factors, per a l'evaporació de l'aigua.



### 5.5.1. Energia elèctrica

Tal com ja hem explicat anteriorment, l'energia elèctrica de l'edifici prové de tres punts diferents. Ara, apartat a apartat, farem els càlculs pertinents de generació d'electricitat, i després de veure les despeses energètiques de l'edifici, poder valorar amb números si l'edifici pot ser viable o no.

Primerament, tenim el cas de les plaques solars. Abans de tot, per saber la quantitat que generen, hem de saber quantes plaques hi pot cabre a la teulada. La superfície de teulada, fa 17 m de llargada i 21,5 m de profunditat. Tenint en compte que les plaques més eficients per a edificis residencials, les quals són capaces d'aguantar càrregues de vents i neu, fan 1 m de llargada i 2 m de profunditat, hi caben 160 plaques. Les quals poden cabre en 16 columnes verticals i 10 files horitzontals, amb un marge lateral de 50 cm a cada costat i un marge superior i inferior de 75 cm. Sabent, que de mitjana, una placa d'aquestes genera 420 W cada hora, podem saber la quantitat de kWh que produeixen totes a l'any.

Primerament, hem de passar els W a kW fent el següent factor de conversió:  $420 W \cdot \frac{1 kW}{1000 W}$ , que dóna 0,42 kW. Seguidament, per obtenir el valor en kWh, hem de multiplicar el valor en kW per totes les hores les quals les plaques els hi toca el sol, de la següent manera, tenint en compte que a Sabadell hi ha 3.142 hores de sol:  $0,42 \cdot 3.142$ . És a dir, que anualment, una placa, a partir d'aquesta operació, genera 1.319,64 kWh. Per saber el total de plaques, només queda multiplicar aquest valor pel nombre de plaques, que hem calculat anteriorment, d'aquesta manera:  $1.319,64 \cdot 160$ . El valor final, anual, d'electricitat que generen totes les plaques és de 211.142,4 kWh.

A continuació, el segon punt de generació d'electricitat de l'edifici, és la turbina hidràulica que s'acciona amb l'aigua. L'aigua, que acaba de ser condensada, cau d'una gran altura, aconseguint velocitat, fins a arribar just abans del primer tanc d'emmagatzematge, fent que s'aconseguixi moure aquesta turbina.

Per saber el que genera aquesta turbina, primer hem de saber l'energia que té l'aigua. L'aigua, abans d'entrar a la turbina, té una energia cinètica, que és la que hem de calcular. Per això, hem de recórrer a l'energia mecànica, que és el conjunt de l'energia cinètica, energia potencial gravitatòria i l'energia potencial elàstica. Dalt de tot de l'edifici, quan l'aigua es condensa, en el primer instant, l'aigua no té velocitat, ni cap força elàstica, per tant, tota l'energia mecànica és energia potencial gravitatòria. Aquesta energia mencionada, es calcula a partir de la massa de l'objecte, per la gravetat i per l'altura en la qual el cos es situa. Sabent que l'aigua es condensa a una altura de 51,5 m fins a arribar a la turbina i que com que la tubería va tot recte fins a la turbina, és a dir, que és una caiguda lliure, l'acceleració, en aquest cas és la gravetat, que a la terra és de 9,81 m/s, només ens falta saber el pes que té. Per saber això, necessitem saber el seu cabal. Com que té una superfície de  $0,0045 m^2$ , ja que l'aigua ocupa un volum de 0,3 d'amplada, 0,3 de llargada i 0,05 de altura, per segon, ja sabem el seu cabal, tenint en compte, que el cabal es mesura en  $m^3/s$ . Sabent ja que l'aigua té un cabal de  $0,0045 m^3/s$ , només queda fer el factor de conversió per passar de volum a massa, per obtenir la massa de l'aigua per cada segon. Aquest factor de conversió es fa de la següent manera:

$$\frac{0,0045 m^3}{1 s} \cdot \frac{1000 dm^3}{1 m^3} \cdot \frac{1 kg}{1 dm^3}, \text{ donant-nos una massa de } 4,5 \text{ kg/s.}$$

Ara, ja sabem tots els valors necessaris per calcular l'energia potencial gravitatòria, fem el càlcul:  $4,5 \cdot 9,81 \cdot 51,5$ . Aquest càlcul ens dona 2.273,47 J, que per la raó argumentada anteriorment, tota aquesta energia és també energia mecànica. Quan l'aigua baixa abaix de tot, com que allà no hi ha altura, ni cap força elàstica, tota l'energia mecànica és cinètica, per tant, el valor obtingut anteriorment, és l'energia cinètica que entra a la turbina.

Una vegada ja sabem l'energia cinètica que té l'aigua una vegada arriba a la turbina, podem calcular l'energia mecànica resultant sabent el rendiment de la turbina. Com ja hem explicat en l'apartat de les turbines, aquestes tenen un rotor que permet transformar l'energia cinètica en mecànica, just el tipus d'energia que necessita l'alternador, l'aparell que farà la corrent. Sabent que el rendiment de la turbina és de 0,9, que l'energia consumida<sup>10</sup> és l'energia cinètica i que l'energia útil<sup>11</sup> és l'energia mecànica, a partir de la fórmula del rendiment:  $\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{cons}}}$ , podem substituir els valors, modificar l'equació, per obtenir la següent operació:  $E_M = 2.273,47 \cdot 0,9$ . Per tant, l'energia de sortida de la turbina, l'energia mecànica, és de 2.046,12 J.

A continuació, per calcular l'energia elèctrica produïda per l'alternador, hem de saber l'energia d'entrada que rep. Aquesta energia és la de sortida de la turbina, que succeeix perquè estan connectats, i per tant, és el mateix valor trobat anteriorment. Com que l'energia elèctrica es pot quantificar a partir de kWh, necessitem primer passar d'energia, és a dir, joules, cap a potència, és a dir, watts. Per això, hem d'aplicar la fórmula següent:  $P = \frac{E}{t}$ . Però com que desde l'inici ja hem estat calculant la massa cada segon, al ser un flux constant, aquesta energia és la que es produeix a cada segon, per tant, si dividim el valor de l'energia entre 1, sempre donarà el mateix valor, per tant, tota la quantitat d'energia equival a la potència.

A continuació, al saber la potència d'entrada o consumida de l'alternador, que és la potència mecànica, la potència útil, que és la potència elèctrica, i el rendiment d'un alternador, que és de 0,95, a partir de la mateixa fórmula del rendiment, podem extreure la següent operació:  $P_{\text{elèctrica}} = 2.046,12 \cdot 0,95$ . Aquesta operació ens dona un valor de 1.943,815 W, que hem de passar a kW amb el factor de conversió següent:  $1.943,815 W \cdot \frac{1 kW}{1000 W}$ , que ens acaba donant 1,944 kW. Una vegada sabem aquest valor, si el multipliquem per la quantitat d'hores que està en funcionament, trobarem el valor d'energia en kWh que produeix aquesta turbina anualment. Tenint en compte, que com ja hem dit, està en funcionament tot l'any, i sabent que un any representen 8.760 hores, podem fer el càlcul següent:  $1,944 \cdot 8.760$ . Finalment, aquesta turbina genera anualment 17.027,81 kWh.

---

<sup>10</sup> Energia total que consumeix cada aparell elèctric quan està en marxa

<sup>11</sup> Energia final que és aprofitada una vegada que els aparells de què es disposa l'han transformat

Per entendre millor el funcionament de tot aquest procés, incluint les canvis d'energia, hem fet un esquema gràfic per veure-ho més visualment i més clar, tal i com es mostra a la Figura 38.

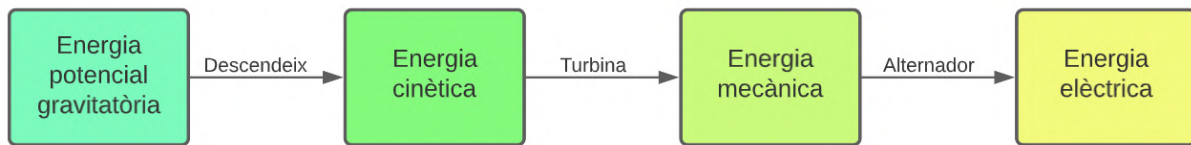


Figura 38. El procés de canvi d'energia des de que l'aigua comença a descendir fins a transformar-se en energia elèctrica. Elaboració pròpia.

Finalment, tenim l'últim cas de generació d'energia elèctrica, el cas de la turbina accionada a partir del vapor d'aigua. Per saber l'energia elèctrica que l'alternador genera, de la mateixa manera que ja hem fet, hem de saber la quantitat d'energia mecànica que aquest rep procedent de la turbina. Abans de res, com ja hem descrit anteriorment, l'energia elèctrica es pot quantificar en kWh, per tant, necessitem que totes les dades estiguin en W, és a dir, en forma de potència. També, cal destacar, que la turbina accionada per vapor d'aigua genera 1000 W.

Una vegada ja sabem aquests matisos, ja tenim totes les dades per poder fer l'operació, tenint en compte que la potència mecànica és la potència consumida de l'alternador, que la potència elèctrica és la potència útil del alternador i que el rendiment d'un alternador és de 0,95. Per tant, a partir de la fórmula del rendiment, explicada anteriorment, podem extreure la següent operació:  $P_{elèctrica} = 1000 \cdot 0,95$ . Aquesta operació dona un valor de 950 W, que els hem de passar a kW, per poder fer la següent operació correctament, a partir del factor de conversió següent:  $950 W \cdot \frac{1 kW}{1000 W}$ , que ens acaba donant 0,95 kW.

Per acabar, sabent la quantitat de potència elèctrica que aquesta turbina genera anualment, hem de multiplicar aquest últim valor per la quantitat d'hores que la turbina està en funcionament. Com ja hem argumentat, aquesta turbina està en funcionament durant tot l'any, és a dir, 8.760 hores. A partir d'aquest valor, podem fer l'operació següent:  $0,95 \cdot 8.760$ , que ens dona un valor de 8.322 kWh. Per tant, la turbina accionada per vapor d'aigua, genera 8.322 kWh anuals.

L'altre punt a tenir en compte és l'energia necessitada de l'edifici. Tal com ja hem calculat, en l'apartat 2.3., el valor de consum mitjà d'energia elèctrica d'un habitatge en Espanya, anualment, és de 3.932 kWh. Tenint en compte que hi ha 24 habitatges, a partir d'aquesta operació, podem saber la quantitat d'energia anual que necessita l'edifici:  $3.932 \cdot 24$ , que és de 94.368 kWh. Però, com ja hem vist en el mateix apartat mencionat anteriorment, la calefacció representa un 43,1 % de l'energia emprada en un habitatge mitja, i l'aigua calenta sanitària representa un 19,1 %. Per tant, sabent que amb el nostre sistema, ja s'obté calefacció i aigua calenta sanitària, no és necessari emprar aquest percentatge en les despeses energètiques elèctriques, per tant, hem de treure del valor final aquests dos percentatges. Per fer-ho, fem la següent operació, tenint en compte que hem de multiplicar el valor de l'energia necessitada de l'edifici anualment, per el percentatge resultant, i el resultat dividir-lo entre 100:  $\frac{[100-(43,1+19,1)] \cdot 94.368}{100}$ . El valor resultant d'aquesta operació és de 35.671,104 kWh, que és el valor real i final de la quantitat d'energia que necessita l'edifici anualment.

Per acabar, farem la suma de tota l'energia elèctrica produïda, i la diferència entre aquesta i el que l'edifici consumeix, per veure l'energia elèctrica sobrant. Per saber tota l'energia elèctrica produïda per l'edifici, hem de sumar el valor final de cada un dels punts on l'edifici genera electricitat de la següent manera:  $221.142,4 + 8.322 + 17.027,81$ . Aquesta operació ens dona el valor  $246.492,21$  kWh, que és tota l'energia elèctrica que l'edifici és capaç de produir anualment. A continuació, per saber l'energia elèctrica sobrant, hem de fer la resta entre el que l'edifici produeix i el que consumeix, a partir de la següent operació:  $246.492,21 - 35.671,104$ , que dona un valor de  $210.821,106$  kWh. Aquest valor, representa tota l'energia sobrant que té l'edifici anualment.

Cal destacar, que tota aquesta energia sobrant, serveix per totes les màquines comunitàries de l'edifici, és a dir, per a l'ascensor, per a llums en zones comunitàries, per a les bombes de subministrament d'aigua i de recollida de l'aigua a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , per als ventiladors situats a dalt de tot de l'edifici, entre múltiples altres opcions. Tot i així, part d'aquesta energia elèctrica també serveix per carregar les bateries que poden ser molt útils en qualsevol contratemps, és a dir, si apareix alguna averia, no està disponible el recurs necessari emprat per generar electricitat, entre d'altres.

### 5.5.2. Aigua de l'edifici

En el cas de l'aigua, l'edifici la obté a partir de la pluja que es recull a la teulada a partir d'un sistema de canalitzacions explicat el seu funcionament més en detall a l'apartat 3.1.1.. Cal destacar, que encara que l'edifici tingui més terreny, com ja hem explicat en el mateix punt mencionat anteriorment, només es pot recollir l'aigua pluvial de la superfícies de la teulada.

Per calcular l'aigua obtinguda a partir de la pluja, s'ha de fer a partir de l'equació trobada i explicada en l'apartat 3.1.1.. Aquesta equació és la següent:  $(\text{L}/\text{m}^2) \cdot (\text{m}^2 \text{ de l'edifici})$ . A partir d'aquí, sabent que a Sabadell plou una quantitat de  $658\text{ L}/\text{m}^2$ , i que l'àrea de la teulada, horitzontalment parlant, és de  $280,5\text{ m}^2$ , ja podem fer l'operació següent:  $658 \cdot 280,5$ . Per tant, el valor de litres anuals que l'edifici obté de la pluja és de  $184.569\text{ L}$ .

Per altre banda, per saber l'aigua necessitada, s'ha de fer a partir de l'equació que trobem explicada en l'apartat 2.2.. L'equació que trobem en aquest apartat és la següent:  $142\text{ (litres)} \cdot 365\text{ (dies)} \cdot (\text{nombre de famílies}) \cdot 2,5\text{ (persones/unitat familiar)}$ . Sabent tots aquest valors explicats en aquest apartat mencionat, i sabent que hi ha 24 famílies, ja podem fer l'operació per saber el valor:  $142 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 2,5$ . El valor resultant és de  $3.109.800\text{ L}$  que es necessiten en tot l'edifici. Però com que el 45 % de tota l'aigua ha de ser potable, a partir del funcionament d'aigües grises, aquest 45 % de l'aigua necessitada, ja serviria per aconseguir cobrir el 100 % de les necessitats d'aigua. Per tant, l'aigua real que necessitarà l'edifici és aquest 45 % del total, i per això farem la següent operació, tenint en compte que hem de multiplicar el valor de l'aigua necessitada de l'edifici anualment, per el percentatge, i el resultat dividir-lo entre 100:  $\frac{45 \cdot 3.109.800}{100}$ . Finalment, trobem el resultat definitiu, l'aigua que necessitarà l'edifici anualment és de  $1.399.410\text{ L}$ .

Per acabar, farem la diferència entre l'aigua obtinguda de la pluja i el que l'edifici consumeix, per veure l'aigua restant de l'edifici. Aquesta operació és d'aquesta manera:  $184.569 - 1.399.410$ , i el valor que ens dóna és de  $-1.214.841\text{ L}$ . Aquest valor és negatiu, perquè implica que l'aigua procedent de la pluja és inferior a la demanda de l'edifici.

Per tant, ja que la pluja no pot oferir suficient aigua per a l'edifici, recorrent a l'opció d'obtenir aigua a partir de la xarxa pública. Però, l'aigua de la xarxa pública no serà potable, serà aigua de reg. Això és degut a que amb el nostre sistema, podem potabilitzar l'aigua, i com que l'aigua s'hauria d'evaporar igualment, aquesta deixaria de ser potable, per tant, ja no sortiria a compte, ja que l'aigua potable és molt més cara que la de reg. No obstant això, d'aquesta manera, podem ajuntar els dos tipus d'aigua, l'aigua pluvial i la de reg, estalviant-nos molts mal de caps i molta quantitat de diners. De fet, la tarifa per a l'aigua de reg, és de 0,3 €/m<sup>3</sup>, i la tarifa per a l'aigua potable a Catalunya és de 2,68 €/m<sup>3</sup>. Aquestes dades, evidencien encara més, la major rendibilitat que l'edifici extraurà d'obtenir, a partir de la xarxa pública, aigua de reg en comptes d'aigua potable.

No obstant això, amb aquesta opció tindriem la possibilitat de tenir les millors qualitats de totes dues possibilitats de distribució d'aigua. Això vol dir que, en el cas de que no ploqui el suficient, tenim la possibilitat de recórrer a la xarxa pública. Per altre banda, en el cas de que la xarxa pública es quedi sense possible subministrament, tindriem els tancs d'emmagatzematge per aguantar fins a sis mesos sense subministrament d'aigua. És a dir, que seria molt complicat que el nostre edifici es quedés sense aigua.

### 5.5.3. Temperatura de l'evaporació d'aigua

Tal com ja hem dit, a partir de la geotèrmica, obtenim una aigua a 70 °C. Però abans de decidir incrementar aquesta temperatura a més de 100 °C perquè l'aigua s'evaporés molt més ràpid, hi havia la possibilitat de intentar deixar evaporar l'aigua a 70 °C per estalviar així en temes energètics. Per comprovar si l'evaporació de l'aigua a 70 °C era eficient, vam haver de prendre algunes dades i fer els càlculs pertinents. Per d'aquesta manera, poder comparar quina de les dos opcions és la més viable, en relació a eficiència-energia emprada.

Primerament, vam aconseguir els valors necessaris per dur a terme els càlculs que donguessin lloc a una conclusió final del tema. Per extreure aquests valors, va ser necessari posar 500 µL d'aigua de la pluja recollida en tres envasos diferents. Seguidament, els tres envasos van estar 30 min a 70 °C, i una vegada acabats, vam mesurar la seva quantitat d'aigua restant. Així es va fer 2 vegades més, aconseguint els valors d'aigua restant en cada un dels pots en una hora i en una hora i mitja. Els valors van ser els que trobem a la taula 20.

Taula 20. Quantitat d'aigua restant després d'estar a 70 °C diferents períodes de temps. Font: Elaboració pròpia.

|          | 0 min  | 30 min    | 60 min | 90 min   |
|----------|--------|-----------|--------|----------|
| Mostra 1 | 500 µL | 422 µL    | 394 µL | 357 µL   |
| Mostra 2 | 500 µL | 435 µL    | 398 µL | 305 µL   |
| Mostra 3 | 500 µL | 436, 5 µL | 408 µL | 349,5 µL |

Una vegada amb aquests valors, hem d'aconseguir saber la quantitat de L/h s'evapora l'aigua a 70 °C. Per això, començarem calculant la mitjana entre les 3 mostres, però sobretot, l'error de mesura i l'error relatiu. Calcular l'error que té és molt important per saber si les dades que tinguem són bones, ja que si superen el 10 % en l'error relatiu, voldrà dir que hi ha molt error, i és molt probable que les dades siguin errònies. En el cas de que l'error relatiu superi el 10 %, s'haurien de fer més mostres, fins entrar dintre d'aquest percentatge.

Primerament, calcularem la mitjana, l'error de mesura i l'error relatiu dels valors obtinguts en els primers 30 min. Per saber la mitjana, es sumen tots els valors i es divideix pel nombre de valors sumats:  $\frac{422 + 435 + 436,5}{3}$ . Per tant, la mitjana ens dona 431,16 µL, d'aigua restant, després dels primers 30 min. Seguidament, l'error absolut, és el valor més gran d'error que hi ha, ja sigui procedent de l'error petit o de l'error gran. Aquests són la resta en mòdul entre la mitjana i el valor més petit, o més gran. Respecte l'error petit, ens dona un valor de 9,167 µL després d'haver fer el següent càlcul:  $|422 - 431,16|$ . Respecte l'error gran, ens dona un valor de 5,33 µL a partir del càlcul següent:  $|436,5 - 431,16|$ . Per tant, com que:  $9,167 > 5,33$ , l'error absolut és de 9,167 µL. Això implica que l'error de mesura d'aquest cas és:  $431,16 \pm 9,167$  µL. Per acabar, per calcular l'error relatiu, necessitem saber el percentatge d'error que té, i que podem trobar dividint l'error absolut entre la mitjana, i el resultat multiplicat per cent. Una vegada fem la equació:  $\frac{9,167}{431,16} \cdot 100$ , trobem que el percentatge d'error és del 2,13 %. Per tant, l'error relatiu és de:  $431,16 \mu\text{L} \pm 2,13 \%$ . Això vol dir, que com que el percentatge és menor a 10, podem treballar amb aquests valors, tot i tenir en compte que hi ha un percentatge d'error, però no és excessiu.

Sabent ja el procediment, ara només donarem els valors de la mitjana, l'error de mesura i l'error relatiu dels valors restants, obtinguts en el minut 60 i el 90. A partir dels valors obtinguts del minut 60, podem extreure que la mitjana és de: 400 µL, amb un error de mesura de:  $400 \pm 8$  µL i, per acabar, un error relatiu de:  $400 \mu\text{L} \pm 2 \%$ . Com podem veure, el percentatge, també està dins del límit. Finalment, amb els valors aconseguits del minut 90, podem saber la mitjana que és de: 337,16 µL, amb un error de mesura de:  $337,16 \pm 32,16$  µL i un error relatiu de:  $337,16 \mu\text{L} \pm 9,54 \%$ . Tal com podem observar, aquest valor també està dins del límit, i per tant, ja podem operar amb aquests valors de mitjana, sabent que no tenen un error excessiu.

A continuació, per saber la quantitat de L/h que s'evapora l'aigua a 70 °C, hem d'extreure tots els valors possibles, tal com veurem a continuació, per fer la mitjana i trobar el valor desitjat, per poder-lo comparar amb l'evaporació de l'aigua a 100 °C. Per treure tots els valors possibles, veurem la quantitat d'evaporació del minut 0 fins al 30, del 0 al 60, del 0 al 90, del 30 al 60, del 30 al 90 i del 60 al 90. Per saber aquests valors, restarem la quantitat d'aigua que hi ha en el primer temps i en el segon, en aquest ordre, dividit entre la diferència de temps, de final a inicial. Després, farem el factor de conversió de minuts a hores, i per acabar, el factor de conversió de microlitres a litres.

Del minut 0 al 30, l'aigua s'ha evaporat amb una velocitat de 0,0001377 L/h, a partir de la següent equació:  $\frac{(500 - 431,16) \mu L}{(30-0) \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^6 \mu L}$ . Del minut 0 al 60, després de fer la següent operació:  $\frac{(500 - 400) \mu L}{(60-0) \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^6 \mu L}$ , podem veure que l'aigua s'ha evaporat a una velocitat de 0,0001 L/h. Seguidament, del minut inicial al minut 90, l'aigua s'ha evaporat a 0,00010856 L/h, calculant-ho a partir d'aquesta operació:  $\frac{(500 - 337,16) \mu L}{(90-0) \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^6 \mu L}$ . Posteriorment, del minut 30 a l'hora completa, fent el càlcul següent:  $\frac{(431,16 - 400) \mu L}{(60-30) \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^6 \mu L}$ , trobem que l'aigua s'ha evaporat a un ritme de 0,00006232 L/h. A continuació, del minut 30 al 90, l'aigua s'ha evaporat a una velocitat de 0,000094 L/h, podent-ho calcular amb la següent operació:  $\frac{(431,16 - 337,16) \mu L}{(90-30) \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^6 \mu L}$ . Finalment, del minut 60 al 90, gràcies a la següent equació:  $\frac{(400 - 337,16) \mu L}{(90-60) \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^6 \mu L}$ , podem saber, que l'aigua s'ha evaporat a 0,00012568 L/h.

Una vegada ja sabem tots els valors possibles del ritme d'evaporació de l'aigua a 70 °C, fem la mitjana, i trobarem el valor d'evaporació de l'aigua a 70 °C, i ja el podrem comparar amb el valor de l'aigua evaporada a 100 °C. La mitjana, ja hem explicat com es fa, i aplicant la mateixa fórmula, fem el càlcul següent:  $\frac{0,0001377 + 0,0001 + 0,00006232 + 0,00010856 + 0,00012568 + 0,000094}{6}$ . Per tant, la mitjana dona 0,00010471 L/h.

Per acabar, hem de comparar el valor de l'evaporació de l'aigua a 70 °C i a 100 °C. Si sabem que l'aigua evaporada a 100 °C va a un ritme de 1 L/h, podem veure amb claredat quina de les dos opcions fa que l'aigua s'evapori amb més rapidesa, a partir de la regla següent:  $1 > 0,00010471 \text{ L/h}$ .

Una vegada sabem aquesta gran diferència, podem arribar a la conclusió, que encara que gastem energia en incrementar la temperatura de l'aigua de 70 a 100 °C, surt molt més rentable fer-ho. Això és degut a que a 70 °C, no s'evapora gairebé res en comparació a 100 °C, i el nostre edifici necessita bastant vapor d'aigua, i com més fàcil i ràpid es generi millor. És per això, que la millor opció és incrementar la temperatura de l'aigua de 70 a 100 °C.

## 6. Conclusió final

Després d'haver dedicat gairebé un any en fer aquest treball, farem una conclusió sobre aquest. En aquesta conclusió, farem una observació dels objectius i hipòtesis plantejades, veient si s'han complert o no, i tots els punts importants a destacar entorn dels objectius i hipòtesis. A més, farem una valoració final del treball, més en general, mirant-lo sencer, amb tots els punts rellevants a destacar, a aclarir i definir.

### 6.1. Observació dels objectius i hipòtesis

En aquest apartat hem diferenciat entre l'objectiu principal, el qual s'ha de comparar amb gairebé tot el treball, per després anar als objectius i hipòtesis més específics. Això es fa amb la finalitat d'analitzar, valorar i comentar els objectius i hipòtesis més específics tenint ja l'objectiu principal ben arrelat.

#### 6.1.1. Observació de l'objectiu principal

Per començar, el nostre objectiu principal era dissenyar un edifici eficient, autosuficient i sostenible. Durant tot el treball, hem estat donant resposta a aquest objectiu, mitjançant la part teòrica, per tenir uns bons fonaments i la part pràctica, per dur-ho a terme. De fet, a la part pràctica hem fet un experiment per comprovar si es podria obtenir aigua potable, i també de quina manera es podria aconseguir. A més, hem fet un prototip on es pot veure l'estètica de l'edifici des del seu exterior, i uns plànols per veure el seu interior i l'estructura del funcionament de l'edifici. Per acabar, hem fet els càlculs pertinents per saber si en un cas hipotètic, aquest edifici seria factible.

Per poder valorar aquest objectiu principal adequadament i amb el màxim rigor possible, a continuació valorarem l'eficiència, l'autosuficiència i la sostenibilitat de l'edifici en cada un dels apartats de la part pràctica.

Respecte a l'apartat dels experiments, se n'han fet dos, un de potabilitzar l'aigua mitjançant l'evaporació, i l'altre mitjançant filtres. Tal com ja s'ha explicat en una conclusió d'ambos experiments, de les dues maneres es pot aconseguir aigua sense microbis. De les dues possibilitats, s'ha escollit la de fer aquest procés a partir de l'evaporació pels beneficis que aportarà l'aigua evaporada a l'edifici, tal com explicarem més endavant, afavorint l'eficiència i la sostenibilitat del procés.

En relació amb el prototip, s'ha fet el disseny 3D de l'edifici a partir del programa SketchUp. A continuació, s'ha retocat la fotografia final del prototip de l'edifici, amb el programa Photoshop, per donar-li un ambient més urbà i real.



En ser un edifici amb moltes plantes, permet que hi visquin moltes persones, per tant, s'aprofita molt el terreny. A més, té dues zones verdes, que fomenten la vegetació, fonamental per intentar revertir la situació del canvi climàtic, i fonamental per a la salut humana. A més, aquestes zones verdes, fomenten les zones d'esbarjo i desconexió, rellevants per la ment i psicologia humana, i fomenten un espai, i, per tant, unes ciutats, més agradables a la vista. Això fa que sigui un edifici més sostenible, i no només amb els temes de medi ambient, sinó en temes humans. No obstant això, l'edifici està orientat cap al sud, aprofitant al màxim les hores de sol disponibles, tant per les plaques solars, com per l'il·luminació dels pisos. Cal destacar que el pati exterior, també permet que hi hagi un mínim d'espai fins a no arribar al següent edifici, assegurant que aquest possible edifici faci ombra al nostre, baixant el rendiment d'ambos conceptes mencionats anteriorment. I a més, és una estructura adossable, és a dir, que és un edifici dissenyat perquè es pugui posar un al costat de l'altre, afavorint molt més l'aprofitament de l'espai. Això provoca la possibilitat de crear una ciutat amb aquest model d'edifici. Per tant, per aquests motius, l'estructura de l'edifici també permet que aquest sigui més eficient i autosuficient en temes energètics.

Els plànols de les plantes de l'edifici estan fets a partir d'AutoCAD. En aquests plànols es poden veure la zona per on passen les canonades, ja que aquesta zona no està col·locada a l'atzar, tal com tota l'organització de la planta. Això és degut al fet que en una mateixa planta hi caben dos habitatges. A més, en totes les zones de l'habitatge hi ha il·luminació natural, excepte els lavabos, a causa de la seva necessària intimitat, i al despatx. En haver-hi il·luminació en totes les zones de l'habitatge, i sobretot, a les més recurrents, fa que no es gastin tant en temes d'il·luminació, augmentant l'eficiència de l'edifici, i, per tant, la seva sostenibilitat.

Respecte al funcionament intern de l'edifici, és un sistema bastant complex. Per resumir-ho, és un sistema que comença evaporant l'aigua no potable, i amb el vapor d'aigua, activa una turbina, generant electricitat, i amb el mateix vapor d'aigua fa accionar la caldera. Després passa per un condensador situat a la part superior de l'edifici que transforma l'aigua en estat gasós a estat líquid. Finalment, l'aigua va a uns tancs d'emmagatzematge situats a la part inferior de l'edifici, tot i que abans d'anar a aquests tancs d'emmagatzematge, l'aigua passa per una turbina, generant més electricitat. No obstant això, també hi ha 160 plaques solars a la teulada que generen energia elèctrica.

Tot aquest funcionament aporta molts punts positius. Per començar, per evaporar l'aigua, s'utilitza l'energia geotèrmica, facilitant molt la seva evaporació, estalviant molt en temes energètics. A més, aquesta evaporació d'aigua provoca la no existència de microorganismes patògens, tal com ja hem explicat amb anterioritat. No obstant això, la caldera funciona a partir del vapor d'aigua generat, estalviant molt energèticament, ja que l'ús energètic relacionat amb la caldera en un habitatge mitjà espanyol, representa més del 60% del seu ús energètic total. De fet, la caldera i el condensador estan a la part superior de l'edifici, però com que el vapor d'aigua tendeix a pujar, s'aconsegueix elevar aquesta substància sense necessitat de fer servir energia elèctrica. Una vegada l'aigua es troba a dalt de l'edifici, com que aquesta tendeix a baixar per acció de la gravetat, tampoc s'ha de fer cap utilització energètica. Aquests dos casos afavoreixen molt l'optimització de l'energia elèctrica. Per tant, tots aquests punts mencionats, afavoreixen molt a l'eficàcia de l'edifici, el seu autoconsum i a la sostenibilitat d'aquest.

Per acabar, l'últim punt a relacionar de la part pràctica són els càlculs, els quals ens donen informació de si en l'hipotètic cas que això es posés en funcionament, comprovar si seria factible. Cal aclarir que els resultats dels càlculs han sigut positius, ja que, segons els càlculs, seria factible aquesta instal·lació. Per aquesta raó, en què en aquest apartat només es dona informació de si es podria dur a terme aquest projecte o no, provoca que no es poden treure conclusions del principal objectiu, excepte per un apartat d'aquest. Aquest apartat és el de la temperatura de l'evaporació de l'aigua. Això és degut a voler comprovar a quina temperatura és més eficient evaporar l'aigua, si a 70 o a 100 °C. Aquest dubte va sorgir a causa del fet que la geotèrmica, perquè fos factible per a una casa, tenia un màxim de profunditat, on s'aconseguien 70 °C. Per tant, la pregunta es basa a saber si amb aquesta temperatura ja era suficient o no.

Després de fer tots els càlculs i l'obtenció de totes les dades necessàries, es va acabar conclouent que no era suficient. Com a resultat, després de passar l'aigua per l'energia geotèrmica, s'ha d'incrementar dels 70 als 100 °C. Tot i això, és important destacar que en començar a evaporar l'aigua a partir dels 70 °C, fa que els costos energètics siguin molt més petits. Amb aquest apartat es pot veure clarament la intenció constant de buscar la màxima eficiència i ajustar tots els paràmetres perquè convisquin de manera coordinada i eficient.

#### 6.1.2. Observació dels objectius específics i hipòtesis

Dintre dels objectius, n'hi havia alguns d'específics. El primer era crear un sistema que pugui obtenir aigua potable a partir d'aigua pluvial. Aquest objectiu s'ha complert, tal com hem explicat anteriorment, amb el tema de l'evaporació de l'aigua, i tot el sistema que té aquesta aigua fins a parar al tanc d'emmagatzematge.

El següent objectiu era dissenyar una organització concreta de l'edifici per aconseguir energia sostenible a partir d'accions quotidianes. Aquest objectiu també s'ha complert, perquè, tal com ja hem explicat, el sistema dissenyat, que té aquest edifici, s'inclouen accions quotidianes com la caldera o l'aigua potable.

L'últim objectiu era fer possible que els residents de l'edifici disposin de suficient energia elèctrica i aigua sanitària aconseguides a partir de formes sostenibles i autosuficients. Aquest objectiu s'ha complert en termes energètics, ja que a l'hora de fer els càlculs, ens donen nombres positius i totes les formes d'obtenir energia elèctrica són a partir de formes sostenibles i autosuficients. Per altra banda, en termes d'aigua sanitària, també s'ha assolit l'objectiu. Malgrat que de vegades no plou el suficient i es necessita complementar amb aigua de la xarxa pública, el nostre edifici continua sent autosuficient en termes d'aigua sanitària, ja que una vegada subministrada, en tenir tancs d'emmagatzematge, l'edifici es pot autoabastir. A més, aquesta aigua sanitària s'aconsegueix a partir del sistema de l'edifici, ja explicat, que és un sistema sostenible. Per tant, el procés d'obtenció d'aquesta aigua també ho és.

Per altra banda, ens vam fer dues hipòtesis, la qual la primera era que creiem que serem capaços de combinar tots els sistemes energètics i hidràulics de l'edifici per poder obtenir l'energia i l'aigua potable necessària. Aquesta hipòtesi és certa, ja que el sistema intern de l'edifici ja explicat, es combina el vapor d'aigua, produït per l'evaporació de l'aigua, amb el seu funcionament de la caldera i el moviment de les turbines, dos aspectes totalment i directament relacionats amb el tema energètic.

Per acabar, l'última hipòtesi que ens vam formular va ser que creiem que podrem transformar aigua no potable en potable a partir de la seva evaporació. Tal com ja hem explicat i comprovat amb l'experiment en l'apartat 5.1.1., aquesta hipòtesi és certa, és possible arribar a una aigua sense microorganismes patògens mitjançant una evaporació de l'aigua.

## 6.2. Valoració final

Un tema a aclarir és el de l'autosuficiència. En temes energètics, es genera més energia de la que es consumeix, per tant, tenim excedent, que el podem tant guardar en bateries com vendre. El fet que es generi més energia de la que es consumeix, i poder utilitzar-ne de les bateries implica ser autosuficient. Per altra banda, en temes d'aigua potable, com que no plou el suficient, tot i que s'apliquin els sistemes d'aigües grises i negres, que rebaixen més de la meitat la demanda d'aigua potable, es requereix l'obtenció d'aigua de la xarxa pública. Aquest tipus d'aigua seria de reg, ja que el sistema de l'edifici la potabilitzaria, i no seria necessària obtenir-ne una de potable, a més que la de reg és més de 5 vegades més econòmica que l'aigua potable. Però, tot i requerir l'obtenció d'aigua de la xarxa pública, l'edifici continua sent autosuficient, perquè té uns tancs d'emmagatzematge que permeten emmagatzemar l'aigua durant uns sis mesos. D'aquesta manera, encara que la xarxa pública deixi de funcionar, l'edifici continuaria disposant de l'aigua potable, una de pròpia.

Tot i que la proposta d'aquest treball és coherent i resol els possibles problemes que sorgirien, en cas de dur-lo a terme, el que sí que estaria bé seria disposar de la maquinària per observar químicament l'aigua. Seria interessant saber amb precisió màxima els components químics que s'haurien d'afegir a l'aigua una vegada ja ha estat evaporada i ha passat per tot el sistema de l'edifici. Cal destacar que aquesta maquinària té un preu molt elevat i només les empreses que es dediquen a això poden disposar-ne.

No obstant això, si es pogués continuar en aquesta recerca, o disposéssim de més temps, el que faríem seria entrar en cadascun dels temes amb molta més profunditat, definir al mínim detall de l'edifici. D'aquesta manera poder-lo fer encara més real, i més preparat perquè es pugui dur a terme a la realitat, és a dir, fer-li els retocs necessaris per poder aplicar aquest model d'edifici al món real i pugui ajudar al món en si.

Cal destacar que aquest sistema intern de funcionament de l'edifici és únic, creat per a aquest projecte, un tema que afegeix valor al disseny. A més, aquest disseny comporta molts avantatges tal com hem explicat amb més detall a l'apartat 6.1.1..

Per tant, per acabar de concloure i fer una valoració final de l'edifici, si tots els edificis fossin com aquest, tot seria més sostenible i millor. Això és a causa del fet que es reduirien molt els gasos d'efecte hivernacle, la contaminació atmosfèrica, entre moltíssims altres efectes. Com a resultat, això produiria una situació favorable per a revertir la situació tan desastrosa que hem de viure, tant la nostra generació, com totes les futures.

## 7. Bibliografia i webgrafia

### EDIFICI

- 5.1.- *Resistencia*. (s. f.). [Consultat: 16 d'abril del 2022]. Disponible a internet: [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/51\\_resistencia.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947489/contido/51_resistencia.html)
- BBC News Mundo. (2015b, agosto 1). *¿Cómo se mantienen erectos los rascacielos?* [Consultat: 16 d'abril del 2022]. Disponible a internet: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150728\\_finde\\_tecnologia\\_como\\_se\\_mantienen\\_en\\_pie\\_rascacielos\\_lv](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150728_finde_tecnologia_como_se_mantienen_en_pie_rascacielos_lv)
- Blund, S. (2021, 1 noviembre). *Porque Pudieron Levantarse Edificios Muy Altos En El Arte Gotico?* Criatura Del Arte. [Consultat: 11 d'abril del 2022]. Disponible a internet: [https://criaturadelarte.com/arte/porque-pudieron-levantarse-edificios-muy-altos-en-el-arte-gotico.html#Que\\_condiciones\\_permitieron\\_el\\_desarrollo\\_del\\_arte\\_gotico](https://criaturadelarte.com/arte/porque-pudieron-levantarse-edificios-muy-altos-en-el-arte-gotico.html#Que_condiciones_permitieron_el_desarrollo_del_arte_gotico)
- *brainly.lat*. (s. f.). [Consultat: 11 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <https://brainly.lat/tarea/30806349>
- *Definicion Edificio (Censo de edificios y locales 2010)*. (s. f.). [Consultat: 31 de març del 2022]. Disponible a internet: [https://www.eustat.eus/documentos/opt\\_1/tema\\_24/elem\\_1780/definicion.html](https://www.eustat.eus/documentos/opt_1/tema_24/elem_1780/definicion.html)

### EDIFICI SOSTENIBLE

- Santander Universidades. (2022a, julio 19). *Sostenibilidad, definición, tipos y ejemplos | Blog. Becas Santander*. [Consultat: 17 de setembre del 2022]. Disponible a internet: <https://www.becas-santander.com/es/blog/que-es-la-sostenibilidad.html>

### ARQUITECTURA SOSTENIBLE

- *AEC - Arquitectura sostenible*. (s. f.). [Consultat: 18 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/arquitectura-sostenible#:~:text=La%20arquitectura%20sostenible%20es%20aquella,uso%20y%20su%20derribo%20final>
- *Características que debe reunir un edificio sostenible*. (2019, 21 octubre). Pinturas Blatem. [Consultat: 3 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/caracteristicas-que-debe-reunir-un-edificio-sostenible>
- Sima, G. (2022, 27 abril). *IMPACTO DE LOS EDIFICIOS EN EL MEDIO AMBIENTE. PAEE*. [Consultat: 3 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://passivhaus-paee.com/impacto-de-los-edificios-en-el-medio-ambiente/>

### NECESSITAT D'AIGUA DINS L'EDIFICI

- Fundación Aquae. (2021, agosto 23). *Consumo medio de agua en los hogares españoles - Fundación Aquae*. Fundación Aquae. [Consultat: 18 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <https://www.fundacionaquae.org/en-que-se-utiliza-el-agua-en-espana/#:~:text=El%20consumo%20medio%20de%20agua%20en%20los%20hogares%20espa%C3%B1oles,142%20litros%20Fhabitante%20Fd%C3%ADa>

- Fundación Aquae. (2021, 15 diciembre). *Características del agua potable - Fundación Aquae*. Fundación Aquae. [Consultat: 18 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/caracteristicas-agua-potable/>

### NECESSITATS ENERGÈTIQUES DE L'EDIFICI

- E. (2021, 4 agosto). *La electricidad es una necesidad básica del hogar que consumimos Leer más*. Blog electricidad hogar | Factura luz | Emasp. [Consultat: 14 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://emasp.org/blog/lo-que-mas-electricidad-gasta-en-una-casa/>
- Tarifaluzhora.es. (2022, 30 mayo). *¿Cuál es el consumo medio mensual de luz en España?* [Consultat: 14 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://tarifaluzhora.es/info/consumo-mensual-luz>

### AIGUA PLUVIAL

- *Preguntas Agua de lluvia*. (s. f.). Recupera i aprofita l'aigua de pluja. [Consultat: 17 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://aguadelluvia.es/ca/preguntas-aguadepluja.html>

### OBTENCIÓ

- A. (2020, 12 enero). *Clima de Estambul: cuando ir a Estambul*. Guía de Viajes. [Consultat: 15 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.guiaviajes.org/clima-de-estambul-cuando-ir-a-estambul/>
- *Clima en Irlanda*. (s. f.). Me voy a Irlanda. [Consultat: 15 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.mevoyairlanda.com/clima-en-irlanda/#:%7E:text=El%20n%C3%BAmero%20pro%20medio%20de%20d%C3%ADas,m%C3%A1s%20secas%2C%20abril%20y%20junio>
- Fundació Aquae. (2021a, enero 9). *¿Qué país de Europa tiene más lluvia? - Fundación Aquae*. [Consultat: 15 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/wiki-aquaepaises-europa-llueve-mas/>
- Fundació Aquae. (2021, 23 agosto). *Consumo medio de agua en los hogares españoles - Fundación Aquae*. [Consultat: 13 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.fundacionaquae.org/en-que-se-utiliza-el-agua-en-espana/#:%7E:text=El%20con%20sumo%20medio%20de%20agua%20en%20los%20hogares%20espa%C3%B1oles%20es,Cuarto%20de%20la%20C3%B1o%20%3D%2073%25>
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (s. f.). *INEbase / Demografía y población / Cifras de población y Censos demográficos / Encuesta continua de hogares / Últimos datos*. INE. [Consultat: 14 de juny del 2022]. Disponible a internet: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176952&menu=ultiDatos&idp=1254735572981#:%7E:text=El%20n%C3%BAmero%20medio%20de%20hogares,a%C3%B1os%20viv%C3%ADa%20con%20sus%20padres](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176952&menu=ultiDatos&idp=1254735572981#:%7E:text=El%20n%C3%BAmero%20medio%20de%20hogares,a%C3%B1os%20viv%C3%ADa%20con%20sus%20padres)
- Periódico, E. (2018, 16 noviembre). *Barcelona supera los 1.000 litros/m2 de lluvia anual, casi el doble que Londres*. elperiodico. [Consultat: 3 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.elperiodico.com/es/barcelona/20181116/barcelona-lluvia-anual-londres-7150603>
- R. (2014, 15 mayo). *¿En Londres llueve mucho? Desmintiendo el mito*. Diario de un Londonense. [Consultat: 16 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <http://www.diariodeunlondonense.com/varios/curiosidades/mito-lluvia-londres>

- Solar, E. (2021, 16 junio). *¿Cuántos días de sol al año hay en Cataluña?* Expertos en energía solar fotovoltaica y paneles solares | EFC SOLAR. [Consultat: 3 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.efcsolar.com/blog/cuantos-dias-de-sol-al-ano-hay-en-cataluna/#:%7E:text=Barcelona%3A%20presenta%20una%20irradiaci%C3%B3n%20solar,horas%20de%20sol%20al%20a%C3%B1o>
- *El tiempo en Barcelona | El clima de Barcelona | Ajuntament de Barcelona.* (s. f.). [Consultat: 15 de juny del 2022]. Disponible a internet: [https://www.barcelona.cat/temps/es/climatologia/clima\\_barcelona#:%7E:text=El%20clima%20de%20Barcelona%20es,que%20a%20ras%20de%20costa](https://www.barcelona.cat/temps/es/climatologia/clima_barcelona#:%7E:text=El%20clima%20de%20Barcelona%20es,que%20a%20ras%20de%20costa)
- *El tiempo en Barcelona - Clima | Temperatura y lluvia | Temperatura y lluvia.* (2022, 21 junio). [Consultat: 3 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.webarcelona.net/es/tiempo-barcelona#:%7E:text=En%20Barcelona%20la%20media%20anual,varios%20d%C3%ADas%20de%20lluvia%20seguidos>

### SUBSTÀNCIES CONTAMINANTS

- Rosell, J. M. (2012, 4 abril). *La lluvia y los contaminantes de la atmósfera.* Ecogestos. [Consultat: 8 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.ecogestos.com/la-lluvia-y-los-contaminantes-de-la-atmosfera/>

### PROCÉS DE TRANSFORMACIÓ NATURAL

- *CONSUMA AGUA. . . BIEN INFORMADO - Portal SERNAC.* (s. f.). SERNAC: Noticias. [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.sernac.cl/portal/604/w3-article-1047.html#:%7E:text=El%20agua%20puede%20ser%3A,%2C%20cloro%2C%20azufre%20y%20f%C3%B3sforo>

### EMMAGATZEMATGE

- *Blog.* (s. f.). [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.eternit.com.ar/es-ar/blog/62050/como-elegir-tanque/>
- *Cómo crear y almacenar una reserva de agua de emergencia.* (2020, 4 agosto). Centers for Disease Control and Prevention. [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/es/drinking/creating-storing-emergency-water-supply.html>
- T. (2020, 28 enero). *Desarrollo Sostenible.* Tecnotanques. Tanques y Cisternas. [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://tecnotanques.com/desarrollo-sostenible/>

### DISTRIBUCIÓ DE L'AIGUA

- D. (2022, 22 junio). *Suministro y Distribucion de Agua Potable.* [Consultat: 10 de juny del 2022]. Disponible a internet: <http://instalacionessanitariaspsm.blogspot.com/2015/06/suministro-y-distribucion-de-agua.html>
- *Sistemas de abastecimiento de agua para instalaciones sanitarias interiores.* (s. f.). Noticias de Arquitectura - Buscador de Arquitectura. [Consultat: 10 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/15703.html#YqMuknZBy5c>

## AIGUA POTABLE

- R. (2016, 3 abril). *Que entenem per Aigua Potable ? fonts naturals, aigua, muntanya i més.* [Consultat: 11 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://fontsaigua.wordpress.com/2016/05/24/que-entenem-per-aigua-potable/>

## LEGISLACIÓ

- BOE.es - BOE-A-1982-16316 Real Decreto 1423/1982, de 18 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público. (s. f.). [Consultat: 10 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-16316>

## COMPOSICIÓ QUÍMICA

- CONSUMA AGUA. . . BIEN INFORMADO - Portal SERNAC. (s. f.). SERNAC: Noticias. [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.sernac.cl/porta/604/w3-article-1047.html#:~:text=El%20agua%20puede%20ser%3A,%2C%20cloro%2C%20azufre%20y%20f%C3%B3sforo>

## PROPIETATS FISCOQUÍMIQUES

- 2.1. *Propiedades físico químicas | Materiales de uso técnico.* (s. f.). [Consultat: 19 d'abril del 2022]. Disponible a internet: [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/21\\_propiedades\\_fisico\\_quimicas.html#:~:text=Son%20las%20que%20nos%20informan,el%20ataque%20de%20productos%20qu%C3%ADmicos](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/21_propiedades_fisico_quimicas.html#:~:text=Son%20las%20que%20nos%20informan,el%20ataque%20de%20productos%20qu%C3%ADmicos)
- A. (2006, 9 enero). *Calor específico del agua potable.* Todoexpertos. [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.todoexpertos.com/categorias/ciencias-e-ingenieria/fisica/respuestas/1348607/calor-especifico-del-agua-potable>
- *Conductividad del agua - Lenntech.* (s. f.). [Consultat: 19 d'abril del 2022]. Disponible a internet: [https://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm#:~:text=El%20agua%20destilada%20ordinaria%20en,\(20%20dS%2Fm\)](https://www.lenntech.es/aplicaciones/ultrapura/conductividad/conductividad-agua.htm#:~:text=El%20agua%20destilada%20ordinaria%20en,(20%20dS%2Fm))
- *Diccionario de cáncer del NCI.* (s. f.). Instituto Nacional del Cáncer. [Consultat: 19 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ph>
- *Ejemplos de Fenómenos Físicoquímicos.* (s. f.). [Consultat: 19 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <https://www.ejemplos.co/10-ejemplos-de-fenomenos-fisicoquimicos/>
- Fundación Aquae. (2021, 10 agosto). *CP del agua: significado y valores - Fundación Aquae.* [Consultat: 19 d'abril del 2022]. Disponible a internet: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/cp-del-agua/#:~:text=Esta%20cifra%20equivale%20a%204186,en%20cualquier%20otra%20sustancia%20com%C3%BA>
- Global Seafood Alliance. (2017, 11 diciembre). *Conductividad eléctrica del agua, parte 1 - Responsible Seafood Advocate.* [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.globalseafood.org/advocate/conductividad-electrica-del-agua-parte-1/#:~:text=Las%20aguas%20potables%20de%20mejor,1.000%2D1.500%20mmhos%2Fcm>



- Jauregui alzo, I. (2022, 4 enero). *El pH del agua: Beneficios del agua alcalina*. Peñaclara - Naturaleza viva. [Consultat: 9 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://penaclara.es/por-que-es-importante-el-ph-del-agua/#:%7E:text=Para%20que%20el%20agua%20sea,5%20y%20el%209%2C5>

## **FUNCIONS**

- Cosín, C. (2017, 21 julio). *Reutilización, la gran asignatura pendiente a nivel mundial*. iAgua. [Consultat: 25 d'Agost del 2022]. Disponible a internet: <https://www.iagua.es/blogs/carlos-cosin/reutilizacion-gran-asignatura-pendiente-nivel-mundial#::%7E:text=El%2060%25%20es%20para%20otros,susceptible%20aguas%20con%20menor%20calidad>

## **PLAQUES SOLARS**

- G. (2019, 12 noviembre). *¿Qué son las placas solares y cómo funcionan?* Gilabert Miró. [Consultat: 12 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.gilabertmiro.com/autoconsumo/que-son-las-placas-solares-y-como-funcionan/>
- Portillo, G. (2019, 24 octubre). *teules solars*. Renovables Verdes. [Consultat: 12 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.renovablesverdes.com/ca/teules-solars/>
- S. (2019b, abril 17). Tipos de paneles solares. Energía solar para principiantes. Endef. [Consultat: 12 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://endef.com/tipos-de-paneles-solares/>

## **TURBINES**

- A. (2018, 11 abril). *Turbinas y otros convertidores*. Ambientum Portal del Medioambiente. [Consultat: 12 de juny del 2022]. Disponible a internet: [https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/energia/turbinas\\_y\\_otros\\_convertidores.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/turbinas_y_otros_convertidores.asp)
- *Turbina hidroeléctrica*. (s. f.). Enel Green Power. [Consultat: 12 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica/turbina-hidroelectrica>
- Planas, O. (2021, 3 junio). *Turbina Francis, funcionamiento, ventajas y desventajas*. [Consultat: 17 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://solar-energia.net/energias-renovables/energia-hidraulica/turbinas-hidraulicas/turbina-francis>
- WWS Wasserkraft GmbH. (2020, 26 mayo). *Turbina Pelton - Ingeniería de turbinas*. [Consultat: 17 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.wws-wasserkraft.at/es/productos/turbina-pelton>

## **GEOTÈRMICA**

- Endesa. (2022, 8 junio). *Energía geotérmica: descubre qué es y cómo funciona*. [Consultat: 12 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/sostenibilidad/energia-geotermica>

## LEGISLACIÓ

- Fundación Ideograma. (2019, 3 mayo). *Objectius ONU*. Dies Internacionals. [Consultat: 19 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.diesinternacionals.cat/objectius-onu/>
- Hilcu, M. (2022, 3 enero). *Requisitos para instalar placas solares [2022]*. Otovo Blog. [Consultat: 12 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/requisitos-para-instalar-placas-solares/#los-requisitos-legales-para-instalar-placas-solares-la-reglamentaci-n-y-la-normativa>
- M. (2020, 10 diciembre). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. Desarrollo Sostenible. [Consultat: 19 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- *Normativa y requisitos del proyecto geotermia*. (s. f.). [Consultat: 17 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://www.certicalia.com/proyecto-geotermia/normativa-y-requisitos-del-proyecto-geotermia>
- Real Academia Española - RAE. (s. f.). *Organización de las Naciones Unidas (ONU)*. Diccionario panhispánico del español jurídico - Real Academia Española. [Consultat: 17 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://dpej.rae.es/lema/organizaci%C3%B3n-de-las-naciones-unidas-onu>

## SITUACIONES SENSE RECURSOS

- *Baterías al mejor precio | AutoSolar 2022*. (s. f.). [Consultat: 17 de juny del 2022]. Disponible a internet: <https://autosolar.es/baterias>

## FUNCIONAMENT DEL SISTEMA INTERN DE L'EDIFICI

- *#Alertainmobiliaria | Resolución Ministerial N° 136–2021-VIVIENDA*. (2021, 7 mayo). Rubio Leguía Normand. [Consultat: 6 de juliol del 2022]. Disponible a internet: <https://rubio.pe/publicacionescont/alertainmobiliaria-resolucion-ministerial-n-136-2021-vivienda/>
- Flores, A. (2016, 28 junio). *Aislamiento térmico, tipos y recomendaciones (actualizado) | Grupo Unamacor*. Grupo Unamacor | Suministros para la construcción. [Consultat: 6 de juliol del 2022]. Disponible a internet: <https://www.grupounamacor.com/aislamiento-termico-tipos-y-recomendaciones/#:%7E:text=Espesores%3A%20desde%2030%20mm.,mayor%20capacidad%20de%20aislamiento%20t%C3%A9rmico>

## CÀLCULS

- Carrasco, L. (2022, 4 mayo). *Cómo elegir el tamaño perfecto para tus placas solares*. EnchufeSolar. [Consultat: 24 d'agost del 2022]. Disponible a internet: <https://enchufesolar.com/blog/el-tamano-de-los-paneles-solares/>
- Chamorro, J. (2018, 16 abril). *Sobre el precio del agua para la agricultura*. iAgua. [Consultat: 30 d'agost del 2022]. Disponible a internet: <https://www.iaqua.es/blogs/jorge-chamorro/precio-agua-agricultura>
- *Energía Útil - Construmatica*. (s. f.). [Consultat: 25 d'agost del 2022]. Disponible a internet: [https://www.construmatica.com/construpedia/Energ%C3%ADa\\_%C3%9Atil](https://www.construmatica.com/construpedia/Energ%C3%ADa_%C3%9Atil)

- *Potencia contratada y energía consumida* | AEQ. (s. f.). [Consultat: 25 d'agost del 2022]. Disponible a internet:  
<https://www.aegenergia.com/index.php/blog/potencia-contratada-y-energia-consumida#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20Energ%C3%ADa%20Consumida,de%20utilizaci%C3%B3n%20de%20cada%20aparato>
- *Sabadell*. (s. f.). [Consultat: 22 de juny del 2022]. Disponible a internet:  
<https://es.climate-data.org/europe/espana/cataluna/sabadell-3039/#:~:text=En%20Sabadell%2C%20la%20temperatura%20media,de%20precipitaciones%20de%20658%20mm>
- Tarifasdeagua. (2021, 11 noviembre). *Precio de agua en España: Toda la información*. <https://tarifasdeagua.es/>. [Consultat: 30 d'agost del 2022]. Disponible a internet:  
<https://tarifasdeagua.es/info/precio>