

## EFICIÈNCIA ENERGÈTICA PEL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE

Alejandro Amo Hernández

ETSECCPPB  
Av.Corts Catalanes 544, 6è3a  
08930 – St.Adrià de Besòs, Spain  
Phone: +34 649 94 72 31

aamo38@gmail.com

**Paraules clau:** Energia, eficiència, sostenibilitat

### RESUM

Som una societat totalment ineficient, tenim molta energia barata per introduir al balanç energètic del medi i fer-lo més gran energèticament i no físicament. Aquesta energia contamina el medi en totes les formes que se'n deriven, l'avenç tecnològic implica increment del consum d'energia i per tant una necessitat d'afegir més energia.

Contaminació	<i>Eespecífica</i>	Contaminació
<i>E'1</i>	<i>E1</i> <i>E2</i>	<i>E'2</i>

La Dintre de la cultura de l' "un sol ús", l' "stand by" dels electrodomèstics, les retencions de tràfic, els correus brossa, les llums incandescents, els embolcalls excessius i milers d'altres exemples, l'eficiència és una anècdota.

En un món regulat pels costos/beneficis, l'eficiència depèn que el resultat de la següent equació sigui positiu:

$$\text{Beneficis} - (\text{Cost Inversió Eficiència} + \text{Cost Producte}) = \text{Resultats}$$

Necessitem buscar la màxima eficiència en tots els aspectes per tal d'apropar-nos a una societat sostenible. Actualment i gestionant correctament les tecnologies de que disposem, podem ser més eficients i s'ha de planificar les futures per tal que compleixin aquesta filosofia.

L'eficiència és la forma de quantificar la sostenibilitat.

En l'article es donarà una sèrie de recomanacions per avançar en la sostenibilitat, des d'aspectes que a dia d'avui ja es podrien ficar en pràctica a d'altres que; per la investigació que necessiten, són a llarg termini. S'enfocarà tant a nivell tècnic com social, d'educació i formació energètica; tot indicant cinc punts bàsics a seguir com són 1. Identificació i avaluació de la sostenibilitat, 2. Conscienciació, 3. Educació, 4. Inducció i Obligatorietat, 5. Investigació

## ARTICLE COMPLET

### INTRODUCCIÓ

L'energia ens envolta, la fem servir a diari, a tot moment; la que ens permet viure, moure'ns, treballar i fer totes les activitats imaginables, parlem d'ella, la notem i la transformem. És la que mou el món, en tots els sentits de la frase.

L'energia és vital, però com qualsevol element que necessita un equilibri per ser útil, un excés o una mancança pot provocar un col·lapse. Tal i com s'explica durant aquest text, el desequilibri és la contaminació i d'entre altres contaminants tenim al CO<sub>2</sub> que ràpidament s'associa a l'obtenció d'energia.

Per tal de facilitar l'assimilació d'aquesta exposició es parlarà d'energia ajustant-nos a la definició que apareixerà més endavant. S'ha evitat entrar en que la matèria es pot traduir a energia i a l'inrevés; tot i que el tractament i les reflexions són perfectament aplicables a ambdós casos.

S'emprarà la paraula sistema a mode de sinònim de medi per tal de no carregar la lectura.

### OBJECTIUS

El principal objectiu d'aquesta redacció és simplificar al màxim el món que ens envolta per trobar les causes de la contaminació i donar pautes senzilles per eliminar el problema; tot explicat al voltant d'un mateix tema, l'energia.

La metodologia emprada per aconseguir l'objectiu es basa en els següents punts:

1. Definicions d'energia, contaminació i CO<sub>2</sub>
2. Història de la humanitat
3. Resumir l'actualitat
4. Sostenibilitat, gestió actual i futura
5. Conclusions
6. Recomanacions i pautes pel futur

### ENERGIA. DEFINICIONS I IMPLICACIÓ A LA VIDA

Seguint una de les definicions d'energia que ens diu "És la capacitat de realitzar un treball" i tenint present el principi de conservació de l'energia "L'energia ni es crea ni es destrueix, sinó que es transforma", arribem a la conclusió següent. Si mantenir la vida requereix realitzar una sèrie de treballs, podem dir que la transformació de l'energia és allò que permet l'existència de la vida.

Qualsevol medi és capaç de transformar l'energia i la diferència entre que sigui viu o inert és la capacitat del primer de mantenir una energia que tendeix a l' $E_{equilibri}$ . Quan la durada del medi inert tendeix a infinit l'entropia tendeix a infinit i quan el medi viu tendeix a infinit (dins l'interval de la vida) l'entropia tendeix a constant.

Tots els medis tenen una energia específica (en endavant  $E_{esp}$ ), la quantitat, les aportacions, el temps fins assolir l' $E_{equilibri}$ , les transformacions i interaccions d'aquesta Eesp defineixen energèticament el medi. L' Eesp es troba acotada i dintre dels seus límits l'intercanvi o la utilització d'aquesta energia no suposa un dany al medi.

## DEFINICIÓ DE CONTAMINACIÓ

La contaminació és una aportació o extracció d'energia a un sistema viu que necessita un temps per tornar a assolir l'equilibri tal que excedeix dels límits energètics específics del sistema.

Per tant, una explotació d'un medi contamina quan supera el límit inferior  $E_1$  i una aportació contamina quan superem el límit superior  $E_2$ .

<i>E específica</i>	
$E_1$	$E_2$

Encara es poden identificar dos límits més;  $E_1'$  i  $E_2'$ , inferior i superior respectivament, per sobre dels quals la contaminació exercida provoca que un cop el medi es recuperés i tornés a l' $E_{equilibri}$ , el sistema davant el qual ens trobaríem seria diferent a l'inicial; és a dir, amb una  $E_{esp}$  diferent.

Contaminació	<i>E específica</i>		Contaminació
$E_1'$	$E_1$	$E_2$	$E_2'$

Tots els éssers vius a excepció de l'Home mantenen un equilibri natural amb l'energia. Si considerem aquesta com l'aliment, totes les formes de vida no poden obtenir més energia que la que hi ha al menjar; per tant, si el seu menjar és constant en número ells també ho seran.

En conclusió, la vida tendeix a mantenir l'equilibri d'intercanvi d'energia ( $E=cte$ ) i en conseqüència el medi també.

L'energia d'aportació natural de qualsevol medi és el sol. La gran majoria de la radiació solar que arriba a la terra es retorna a l'espai en forma de radiació infraroja; només una petita part queda retinguda en un procés de transformació continu, que dura un temps determinat dintre del medi fins que aconsegueix escapar a l'espai; també en forma d'infrarojos, o que queda emmagatzemada en forma d'hidrocarburs.

Llavors podem dir que tots els medis en un estat inalterat es troben al voltant de l' $E_{equilibri}$  i tendeixem a ella constantment.

## EL CO<sub>2</sub>

El CO<sub>2</sub> és una molècula en estat gasos a temperatura ambiental i pressió atmosfèrica. És un dels gasos responsables de l'efecte hivernacle; efecte gràcies al qual la Terra té la temperatura adient per la vida que coneixem.

Prové de l'oxidació del carboni amb l'oxigen, entre d'altres reaccions aquesta es dona en el procés de respiració dels organismes aerobis i en la combustió de la matèria orgànica i combustibles fòssils.

La principal forma que ha tingut l'ésser humà per introduir energia al medi ha estat a través de la combustió de combustibles basats en el carboni i per tant emetent CO<sub>2</sub>.

L'evolució tecnològica i el creixement econòmic dels països comporta un augment en la demanda d'energia i amb aquest un increment d'emissions de CO<sub>2</sub>.

## BREU HISTÒRIA DE LA HUMANITAT

Definirem  $E'$  com l'aportació o consum energètic per sobre del necessari per la supervivència. Al principi la humanitat mantenia el mateix equilibri que la resta d'éssers.

A partir del control del foc apareix  $E'$  però seria menyspreable. Fins l'aparició de la ramaderia, agricultura i sedentarisme,  $E'$  no comença a tenir certa rellevància; però donat que  $E'$  pertanyia a l'interval del medi no arribaven a contaminar.

És l'aparició dels excedents la que origina el mercat i amb ell l'intercanvi energètic entre diferents medis, i a partir d'aquest moment es pot parlar de contaminació; malgrat que i com cada medi estava limitat pels seus propis  $E_1$  i  $E_2$  ràpidament s'assolia l'estat de no contaminació.

A mesura que els mercats mantenien durant temps una aportació energètica la humanitat es va començar a concentrar al seu voltant en nuclis cada cop més grans, això va provocar que el període entre l'estat de no contaminació i contaminació s'escurcés, i en conseqüència aparegueren les invasions que no té altre motiu més que el d'ampliar el medi per tal d'ampliar l'interval  $E_1$  i  $E_2$ .

Sigui:

$$[\text{Eq. 1}] E_{\text{esp}(\text{medi A})} + E_{\text{esp}(\text{medi B})} = E_{\text{esp}(\text{medi suma})}$$

Llavors:

$$[\text{Eq. 2}] E'_{1(\text{medi suma})} < E'_{1(\text{medi A})} \text{ i } E'_{2(\text{medi B})}$$

$$[\text{Eq. 3}] E'_{1(\text{medi suma})} < E'_{1(\text{medi A})} \text{ i } E'_{2(\text{medi B})}$$

## ANÀLISI DE L'IMPERI ROMÀ

La civilització romana va arribar a l'èxit de supervivència de l'espècie, en aquell moment s'aproparen als límits energètics del sistema i per tal de mantenir-lo van començar a expandir-se.

La seva civilització necessitava l'expansió constant per tal de sobreviure. Un cop aquesta expansió no va reportar un augment significatiu de l'interval va començar el principi de la caiguda del sistema.

La contaminació del medi que s'havia produït durant aquells segles va propiciar l'edat mitjana.

Amb l'experiència de l'imperi Romà, tot sistema anterior a la revolució industrial no podia créixer més que els límits naturals del sistema més gran.

## SITUACIÓ ACTUAL

La revolució industrial marca una fita dintre de la nostra relació energètica amb el medi. Amb l'aprofitament de les reserves energètiques en forma de carbó i

posteriorment de petroli, la humanitat va aconseguir ampliar els límits del medi sense haver de fer-lo més gran físicament.

El petroli, gas natural i carbó són els excedents d'energia de medis antics que van sortir del balanç energètic dels mateixos.

Som ineficients, tenim molta  $E'$  barata per introduir al balanç energètic del medi i fer-lo més gran. Aquesta  $E'$  contamina el medi, l'avenç tecnològic implica increment del consum d'energia i per tant una necessitat d'afegir més  $E'$ . Com ja s'ha vist abans l' $E'$  significa emissions de  $CO_2$ , per tant l'augment del segon és relativament proporcional a la del primer.

Tenim un medi limitat físicament però il·limitat; aparentment, des del punt de vista energètic.

Dintre de la cultura de l' "un sol ús", l' "stand by" dels electrodomèstics, les retencions de tràfic, els correus brossa, les llums incandescents, els embolcalls excessius i milers d'altres exemples, l'eficiència és una anècdota.

En un món regulat pels costos/beneficis, l'eficiència depèn que el resultat de la següent equació sigui positiu:

$$[\text{Eq. 4}] B - (CIE + CP) = \text{Resultats}$$

$$[\text{Eq. 5}] I + E' + PTI = \uparrow E_{esp} = \uparrow \text{emissions } CO_2$$

on B és benefici, CI cost inversió per l'eficiència, CP cost producte, I és la ineficiència i PTI és progrés tecnològic ineficient.

## LES ENERGIES RENOVABLES CONTAMINEN?

Sí. Durant la fabricació, muntatge i manteniment contaminen ja que la font d'energia que mou el món es basa en els hidrocarburs.

No. Transformen energia que ja existeix dintre de l'  $E_{esp}$  del medi per abastir-nos sense cap  $E'$ . Val a dir que la fotovoltaica, solar tèrmica i la geotèrmica són difícils d'avaluar perquè són fonts d'energia renovables, que a l'aprofitar una energia que d'altra manera hauria escapat en forma d'infrarojos podria contaminar. Seria necessari fer el balanç de si l'energia aprofitada, després de ser utilitzada, torna a marxar com infrarojos en la mateixa quantitat o si queda retinguda degut a la seva difuminació.

Com la quantitat d'energia que rebem de les renovables és superior a la invertida pel seu funcionament, es pot afirmar que no contaminen.

La clau per l'èxit de les energies renovables és la diversificació, ja que es complementen. Per exemple, si un dia hi ha poc sol però fa vent podem continuar tenint electricitat.

## EL RECICLATGE CONTAMINA?

Sí. Sempre que a l' [Eq. 5] existeixi la variable  $E'$  el reciclatge contaminarà.

L'explicació és senzilla; l'energia emprada en un producte reciclat ( $E_{pc}$ ) és el resultat de sumar l'energia de producció del producte original ( $E_{ppo}$ ) i l'energia del procés de reciclatge ( $E_r$ ), tal i com es reflexa a l' [Eq. 6]

$$[\text{Eq. 6}] E_{ppo} + E_r = E_{pr}$$

Llavors  $E_{pc} > E_{ppo}$

La pregunta que sorgeix davant aquesta afirmació seria que per què es recicla si contamina més que si no es fes.

La resposta continua present a l' [Eq. 5] i en aquest cas es tracta del terme de l'equació I (ineficiència), com més gran sigui I més incrementa l'  $E_{esp}$  i amb ella les emissions de  $\text{CO}_2$ .

Resulta doncs, que és més ineficient dispersar el residu que reciclar-los, ja que els recursos d'on provenen són limitats i si quan s'esgotin es troben dispersos costarà més tornar a explotar-los.

## SOSTENIBILITAT

La sostenibilitat és una altra de les paraules de moda però que poca gent arriba a copsar què implica ser sostenible.

Una definició podria ser que l'activitat humana tingui un impacte al medi tolerable.

Emprant el punt de vista energètic que s'ha seguit durant els anteriors paràgrafs, sostenibilitat no és més que tota l'activitat humana no surti dels límits energètics del medi.

Tal i com s'explicarà més endavant la sostenibilitat es podria avaluar assimilant-la a eficiència.

Possem un exemple:

Un mateix carrer amb dos semaforitzacions diferents; la primera permet una velocitat mitja de 40km/h sense parar amb una densitat de tràfic normal, el segon una velocitat mitja de 20km/h però parant cada tres semàfors. Quina semaforització és més sostenible?

La més eficient, i aquesta és la primera, la que permet anar a 40km/h. Les raons són: els majors consums a velocitats curtes es produeixen arrencant i parant, passa el mateix amb el soroll, la densitat de tràfic augmenta i per tant el temps de recorregut, com més semàfors en àmbit ens trobem més gent intentarà passar-lo abans del vermell i tots aquests ocuparan l'espai que ocuparien els que volen incorporar-se a aquest carrer, fent que els que arrenquin s'hagin d'aturar en arribar a la cruïlla per deixar accedir als que s'estaven incorporant i es troben a mitges.

La primera és més eficient al consumir menys energia.

## BALANÇ ZERO

En els darrers anys s'ha començat a parlar del balanç zero de CO<sub>2</sub>. Es tracta de la forma de justificar com a sostenible les emissions de CO<sub>2</sub>.

Si aboquem a l'atmosfera una certa quantitat de CO<sub>2</sub> i l'origen són unes plantacions que prèviament havien fixat el CO<sub>2</sub> atmosfèric, es diu que tenim un balanç d'emissions zero.

Aquesta teoria és la que utilitzen per defensar els biocombustibles, els cotxes d'emissions zero que per cada cotxe comprat que funciona amb hidrocarburs en plantes uns quants arbres.

Com ja s'ha exposat anteriorment si vols fer créixer energèticament un medi l'has de fer més gran físicament o aportar-ne energia emmagatzemada de medis antics.

Donat això i que la societat tal i com està establerta necessita del creixement constant per poder sobreviure, fa que aquesta teoria no es pugui acomplir.

És més, si tenim en compte l'ineficiència del sistema que proposa, amb la necessitat d'energia d'aportació, que el producte es destina a la mateixa ineficient tecnologia i fent servir l'[Eq. 5] arribem a la conclusió que aquesta teoria no només no es compleix sinó que es més contaminant que si no la posem en pràctica.

## **EL CAMÍ CAP A LA SOSTENIBILITAT**

Partint de la definició abans exposada, ens trobem en una situació molt allunyada de tenir una societat sostenible.

Els principals punts que s'haurien de seguir per apropar-nos són:

1. Identificació i avaluació de la sostenibilitat
2. Conscienciació
3. Educació
4. Inducció i Obligatorietat
5. Investigació

A continuació es desenvoluparan els punts esmentats.

### **1. Identificació i avaluació de la sostenibilitat**

Com identificar els límits del medi és complicat, quantificar i avaluar la sostenibilitat també ho és.

Mentre es busquen eines a tals efectes, la forma més fàcil és fer el següent símil:

$$\text{Sostenibilitat} = \text{Eficiència}$$

L'eficiència és relativament fàcil de mesurar en funció de quant es consumeix en relació a una altra cosa; per aquest motiu podem dir que si una activitat consumeix menys que una altra a la que pot substituir, aquesta primera és més eficient i per tant més sostenible que no pas la segona.

Amb això actuem sobre la "I" de l'[Eq. 5] fent-la disminuir.

## 2. Conscienciació

La conscienciació és bàsica. Si la gent no es consciencia que el problema existeix i que s'ha d'unificar esforços per resoldre'l, qualsevol mesura correctora o preventiva tindrà poca o nul·la efectivitat.

La conscienciació passa per que tothom que la seva opinió repercuteixi a la població, tingui el concepte i les mesures clares i no hi hagi divergències.

*Exemple:* Que dos diaris diferents, a l'hora de parlar de la sostenibilitat, tinguin clar el concepte, la problemàtica i que informin de la mateixa forma sobre el tema.

## 3. Educació

La correcta educació de la població en aquests temes farà que els dos punts següents s'acceptin i es posin en pràctica.

*Exemple:* Fer campanyes als medis de comunicació sobre com pots ser més eficients en totes les activitats quotidianes.

## 4. Inducció i Obligatorietat

Amb el concepte clar, conscients del problema i amb l'educació de com aportar el màxim per resoldre'l, aconseguirem induir a la gent per tal de fer bé les coses.

Mentre no es faci i quan sigui difícil induir, es necessitarà obligar mitjançant lleis.

*Exemple:* No es pot obligar a la gent a apagar les llums quan no ho necessitin, però es pot induir a fer-ho si són conscients i tenen l'educació per saber que ho han de fer. Mentre manquin aquest punts es pot obligar, prohibint la venda d'electrodomèstics amb l'"stand by", els rellotges als DVD's, microones, etc.

## 5. Investigació

La investigació per aconseguir la màxima eficiència és un dels altres punts bàsics que s'han de fomentar. Tot i que si fallen els altres aquest no tindrà la repercussió desitjada.

*Exemple:* Es pot aconseguir tenir aparells més eficients però si els altres punts no estan consolidats podem tenir un pensament com aquest: "...total, si pel que consumeix..."

Per aconseguir la inversió en investigació es necessita també que els punts anteriors estiguin establerts. Sense ells l' [Eq. 4] fa que s'incrementi la variable CIE sense que B també ho faci. En conclusió, si una empresa no guanya més essent més eficient no invertirà en eficiència.

## GESTIÓ TECNOLOGIES ACTUALS

El problema principal de la sostenibilitat resideix en que ens trobem massa lluny de ser-ne. Per tant, en els punts 2, 3 i 5 queda molta feina per fer. Però es pot actuar de forma immediata en el punt 4. Obligatorietat.

Es podria:

- Prohibir la venda de llums incandescents en un període màxim d'un any.



- Prohibir la venda d'electrodomèstics amb "stand by", rellotges, que no disposin de mode estalvi d'energia, que estiguin per sota de la classificació C d'eficiència energètica.
- Prohibir que els edificis públics, d'oficines i monuments estiguin il·luminats més enllà de les 00h.
- Crear una normativa unificada per l'aprofitament pel cosum de l'aigua depurada.
- Prohibir la venda de piles no recarregables.
- Crear un segell d'eficiència energètica pels productes; de l'estil "CE" per la qualitat, que marqui un mínim sota el qual no es podrà comercialitzar.
- Crear dintre dels diferents nivells de governs la figura de gestors de sostenibilitat. Que desenvolupin les funcions d'identificar, avaluar i proposar lleis i canvis per tal de fer més sostenibles les activitats i treballs que ens envolten.
- Fomentar més les energies renovables.

### **GESTIÓ TECNOLOGIES FUTURES**

Mentre els punts 2, 3 i 4 es fiquen en pràctica es pot influir en el 5 sota la condició d'una bona planificació, si la variable "B" benefici de l'[Eq. 4] no és prou clara s'haurà de pressionar per invertir en eficiència, a més dels punts anteriors es pot marcar un mínim d'inversió que les empreses haurien de fer en investigació en eficiència. Un sistema similar a la prevenció en riscos laborals.

Tal i com s'ha exposat anteriorment, la clau en l'èxit de les energies renovables és la diversificació. A més, s'ha de treballar en solucionar la problemàtica de la falta d'adequació en el temps de la producció/demanada.

Una possibilitat seria emmagatzemar els excedents d'energia produïda en forma d'aire comprimit, i amb un generador que funcioni amb aquest aire, elaborar energia elèctrica quan la xarxa ho demani.

Amb aquest sistema, la diversificació de les renovables i una xarxa bidireccional, tothom podria ser fabricant i consumidor. O sigui que per una banda tindriem els grans centres generadors d'electricitat i per una altra els petits productors; que serien cadascú de nosaltres amb una mininstal·lació a casa.

Si considerem que les vivendes tenen un consum puntual i baix, tindrien excedents. Els centres de treball i altres processos tenen consums perllongats i més alts, essent llavors deficitaris. Amb aquest concepte i el sistema anterior tindriem una xarxa descentralitzada, més segura i fiable, i sobretot més eficient i per tant més sostenible.

## CONCLUSIONS

Després de l'anàlisi durant la redacció i la reflexió que s'ha de fer al final s'arriba a les següents conclusions:

1. Continuar afegint energia al medi per tal de cobrir les creixents demandes no és la solució
2. Som ineficients
3. La cultura i l'economia ens aboca al malbaratament de l'energia
4. Les energies renovables no contaminen
5. El CO<sub>2</sub> no és un contaminant en sí mateix i no és l'únic
6. Estem molt lluny d'assolir la sostenibilitat

## RECOMANACIONS

Hem d'invertir la situació.

S'ha d'avançar cap a una educació i una tecnologia que aprofiti les energies internes del medi; és a dir, la  $E_{esp}$  sense haver d'introduir  $E'$ .

Un dels camins per arribar a aquest estat és a partir de les energies renovables, basant-nos en la diversificació i complementació entre elles. Optimitzar i buscar la màxima eficiència a tot.

I arribar finalment a estar entre  $E1$  i  $E2$ , participar amb el medi sense alterar-lo quedant-nos dintre dels límits; és a dir, aconseguir una societat sostenible.

Resumint per consolidar idees:

1. Educar energèticament
2. Avenç tecnològic en pro de l'eficiència
3. Diversificar i complementar les energies renovables
4. No ser conformistes amb els rendiments
5. Assolir un sistema energètic que quedi dintre dels límits.

## Referències

Per a la realització d'aquest treball no s'ha emprat cap referència bibliogràfica. Les fonts han sigut pròpies.

El present treball és fruit de l'observació i reflexió personal.