

# Avaluació de la Sostenibilitat dels projectes de fi de carrera: una eina per al premi a la sostenibilitat CETIB.

Jordi Segalàs<sup>1</sup>; Didac Ferrer-Balas<sup>2</sup>; Antonio Carrillo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Càtedra UNESCO en Tecnologia, Desenvolupament Sostenible, Desequilibris i Canvi Global.  
Universitat Politècnica de Catalunya, EPSEVG,  
Av. Víctor Balaguer s/n 08800 Vilanova i la Geltrú. Barcelona, Catalunya  
e-mail: jordi.segalas@upc.es, - URL: <http://www.catunesco.upc.es>

<sup>2</sup>Coordinador del Pla de Medi Ambient de la UPC.

<sup>3</sup>Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona.

## 1 EL PERQUÈ D'UN PREMI A LA SOSTENIBILITAT.

L'empresa del segle XXI està immersa en un context molt diferent al de la dècada passada. Es caracteritza per la nova realitat global, així com per la necessitat d'adequar els seus objectius al desenvolupament sostenible. L'enginyer o enginyera és un dels principals actors de lideratge d'aquest món empresarial i tecnològic que s'enfronta al repte que la sostenibilitat representa i, per tant, requereix d'una formació transdisciplinària en què el desenvolupament sostenible sigui una premissa bàsica.

### 1.1 Impacte de la professió d'enginyeria.

La Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), ha realitzat dos estudis d'avaluació de la repercussió ambiental de l'activitat de dues escoles d'enginyeria tècnica industrial, on s'han tingut en compte aspectes tant d'impacte directe (edificis construïts, energia consumida), com indirecte, en particular l'activitat futura dels titulats durant la seva vida professional.

?? Informe de repercussió ambiental de la EUPVG. (*Roset 2000*)

?? Petjada ecològica de la EUPM. (*Busquets 2002*).

El resultat global d'aquests estudis es mostra a la taula 1.

Escola	Impacte dels titulats [TnCO <sub>2</sub> /any titulat]	Petjada ecològica [ha/any titulat]	Impacte relatiu respecte a l'escola (Construcció més funcionament)
EUPVG	110	24,02	99 %
EUPM	118	25,76	97,69 %

Taula 1: Impacte de l'exercici de l'enginyeria

Els valors anterior posen de manifest que si una universitat vol tenir un gran impacte en la societat el punt fort ha de ser la formació de titulats i titulades envers la sostenibilitat, donat que representen entorn un 98% dels impactes globals que la universitat produeix<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Això no vol dir que no cal tenir cura de l'ambientalització de la vida universitària, controlant la generació i el tractament de residus, l'eficiència energètica, la contractació laboral, les exigències sostenibilistes al proveïdors, etc. Que de fet també forma part de la formació dels estudiants i estudiantes que aprenen amb l'exemple.

En aquest sentit, la UPC que al 1997 va aprovar la seva declaració ambiental, en el seu segon Pla de Medi Ambient fa una referència especial a l'ambientalització Curricular (Ferrer 2004).

## **1.2 Compromís del Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona amb la sostenibilitat.**

En el context actual de canvis cada cop més accelerats, el sistema econòmic i de mercat mundial, potenciat per les tecnologies de la informació i la comunicació i per una voluntat política neoliberal, ha provocat la globalització del mercat. Els impulsors d'aquesta situació, preocupant alhora que esperançadora, mantenen que aquest sistema és conseqüència del progrés i que és l'únic capaç d'acabar amb la pobresa. No obstant, la realitat sembla evidenciar que quan més avança aquesta globalització més guanyen els rics i pitjor estan els pobres. A més a més, l'actual sistema postindustrial, altament tecnocientífic i sofisticat, mostra una frenètica i preocupant acció transformadora, ja que massa sovint té un impacte ambiental superior a la capacitat de recuperació dels sistemes naturals. Per tant sembla evident que, paral·lelament als promotors de la globalització econòmica, sorgeixen consciències individuals i col·lectives orientades a equilibrar la situació. Aquestes consciències són partidàries de globalitzar també els aspectes socials, culturals i ambientals si no volem sobrepassar els límits del planeta.

El Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona (CETIB) és sensible a aquestes dinàmiques de transformació, i per això treballa per entendre i afrontar els canvis i el reptes que estem vivint. L'ètica professional, la responsabilitat social i el compromís amb el medi ambient són valors que, juntament amb els aspectes científics i tecnològics, han de donar contingut a una enginyeria i professió sostenible. Aquesta és la raó de l'esforç per desplegar continuadament elements i activitats orientades a promocionar aquests valors que han d'anar configurant actituds responsables, compromeses i sostenibles.

D'ambdues inquietuds i de la col·laboració entre el CETIB i la UPC nasqué la convocatòria anual del Premi a la Sostenibilitat per a projectes de fi de carrera (PFC), essent enguany la VIª edició.

## **2 EL PREMI A LA SOSTENIBILITAT**

El premi a la sostenibilitat és únic i pioner en l'àmbit de l'enginyeria tècnica industrial i té com a objectiu promocionar els principis i valors del desenvolupament sostenible.

Creat pel CETIB, l'àmbit del premi és universitari, prenent incidir en l'origen de la professió s'adreça al PFC, atès que aquest representa l'enllaç entre el món acadèmic i el professional.

El premi està obert als estudiants i estudiantes d'enginyeria tècnica industrial de les escoles de la demarcació del CETIB i de totes les escoles de la UPC. Un total de 10 Escoles amb una influència d'uns 2000 estudiants a l'any.

Els premis lliurats són tres:

- ?? Un al treball guanyador: diploma + 9000 € per a l'estudiant i/o a l'estudianta + 3000 € per al professor tutor i/o a la professora tutora.
- ?? Dos accèssits per als treballs segon i tercer: diploma + 1000 € per a l'estudiant i/o a l'estudianta.

El treballs premiats fins ara són els següents:

Edició	Projecte de fi de carrera.
1a	Reutilització dels banys de remull a rendit, com a millor tècnica disponible (MTD) en el procés d'adobat de la pell vacuna
2a	Reducció de consums energètics i adaptació d'energia solar en un habitatge ja construït.
3a	Projecte d'indústria tèxtil integral i sostenible
4a	Tancament del cicle de la matèria orgànica a països subdesenvolupats: Disseny d'un ecoparc de baixa tecnologia

*Taula 2: Premis lliurats en les edicions anteriors.*

A mesura que el premi s'ha anat consolidant en l'àmbit acadèmic, la qualitat dels projectes presentats a concurs ha experimentat una millora considerable, posant-se de manifest que els valors de la sostenibilitat s'assumeixen cada cop més per part dels actors artífexs dels treballs: d'una banda, el professorat i, de l'altra, l'estudiantat, que serà el futur professional que exercirà l'enginyeria, essent aquest l'objectiu principal de la convocatòria del premi.

### 3 EL MODEL D'AVALUACIÓ DE LA SOSTENIBILITAT DEL PFC

El model conté cinc punts clau de sostenibilitat que s'avaluen durant tot el procés de desenvolupament del projecte. Aquests criteris són la idoneïtat en continguts ambientals, socials, econòmics, la innovació i l'eficiència dels recursos utilitzats.

Tots els criteris s'avaluen durant les quatre etapes de desenvolupament del projecte: Disseny, construcció, explotació i manteniment i l'etapa de desmanegament, obtenint-se una visió global del grau de sostenibilitat de tot el procés i vida útil del PFC.

Per a desenvolupar els criteris en detall, cadascun va acompanyat per uns subcriteris a considerar en el moment de realitzar l'avaluació.

Els criteris i els seus respectius subcriteris són els següents:

☞ **Criteri 1. Contingut Ambiental:** S'avalua la interacció amb el medi que té el projecte. Es consideren tant les immissions (recursos, energia) com les emissions (residus, afluents).  
Subcriteris:

- Contaminació del medi (aigua, sòl i aire).
- Ús de recursos (naturals i energia)
- Generació de residus (quantitat i toxicitat)

☞ **Criteri 2. Contingut Social:** S'avalua la relació amb la societat. Es considera la seguretat i higiene dels llocs de treball, les condicions socials i laborals dels treballadors i l'impacte en l'entorn social proper (subministradors, clients i treballadors) i llunyà (cooperació internacional).

Subcriteris:

- Cooperació.
- Mercat de treball.

☞☞ **Criteri 3. Contingut econòmic:** S'avalua el cost econòmic de la contaminació, generació de residus i ús d'energia, així com el repartiment equitatiu dels beneficis entre la comunitat.

Subcriteris:

- Internalització de costos ambientals.
- Internalització de costos socials.

☞☞ **Criteri 4. Eficiència:** L'eficiència és la relació entre el que s'obté respecte al que s'inverteix. Quant més eficient sigui una activitat, menys consum de recursos i energia per unitat de benefici obtinguda, fet que provoca que aquesta sigui més sostenible.

Subcriteris:

- Eficiència energètica.
- Eficiència en recursos.

☞☞ **Criteri 5. Innovació:** La innovació és una de las tasques principals de l'enginyer, entenent-la com al descobriment de noves tecnologies o l'ús de tecnologies ja conegudes en noves aplicacions..

Subcriteris:

- Disseny de nova tecnologia.
- Nou ús de tecnologia.

#### 4 EINES PER REALITZAR L'AVALUACIÓ.

Per a quantificar els projectes en funció dels criteris anteriors, s'ha definit onze indicadors classificats segons el subcriteri que avaluen i considerats en totes les fases de desenvolupament del projecte.

Individualment cada indicador és puntuat de 0 a 4, segons el grau de "sostenibilitat" amb que ha estat tingut en compte en la realització del projecte de fi de carrera. Mitjançant la mitjana ponderada dels onze indicador s'obté la puntuació global de la sostenibilitat del treball.

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{11} I_i}{10,25} \quad [\text{Equació 1}]$$

on S és l'índex de sostenibilitat del projecte i  $I_i$  és la puntuació de cada indicador "i".

#### 5 CONCLUSIONS

El model que aquí es presenta pretén ser una eina de difusió de la sostenibilitat en l'àmbit de l'educació de l'enginyeria, professió que en el seu exercici s'ha mostrat en gran mesura impermeable a la introducció de criteris sostenibilistes..

El projecte de fi de carrera fa la funció d'interfase entre l'etapa de formació reglada i l'etapa d'exercici de la professió d'enginyer, essent un bon referent per incidir sobre la necessitat de l'aplicació de criteris sostenibles en l'enginyeria.

El fet d'aplicar el model al projecte de fi de carrera augmenta la relació directa entre la sostenibilitat i els impactes de l'exercici de l'enginyeria en la vida real, fent que l'estudiant interioritzi la seva responsabilitat envers la societat en què està immers.

De l'experiència de l'aplicació del model en les 3 darreres edicions del premi val la pena destacar els aspectes següents:

- Inicialment el premi es va limitar exclusivament a projectes de fi de carrera de construcció o disseny de nous productes o processos industrials, però atès que molts projectes de fi de carrera que es defensen a les escoles d'enginyeria són estudis, en la tercera edició es va ampliar la tipologia de projectes a estudis.
- La baixa puntuació obtinguda per la majoria de projectes presentats, la qual s'atribueix, en primer lloc, a la baixa sostenibilitat dels projectes que actualment es realitzen a les escoles d'enginyeria, posant de manifest la necessitat d'iniciatives com la del premi per incentivar la introducció de criteris sostenibilistes en els PFC i, en segon lloc, que el model d'avaluació resulta molt exigent a l'hora de puntuar. En aquest sentit, el PFC guanyador de la tercera edició del premi, tot i estar dissenyat en base al model, obtingué una puntuació de 2.5 (sobre 4), fet que corrobora el caire pedagògic del model.
- Respecte a la decisió del jurat del premi, la puntuació obtinguda en el model no determina inexorablement el guanyador, sinó que el model s'utilitza com a eina discriminatòria amb la qual s'obtenen els projectes més sostenibles d'entre tots els presentats, essent la decisió final una decisió subjectiva realitzada pels membres del jurat i fonamentada en la seva experiència pedagògica i professional en sostenibilitat.

Finalment és important remarcar que la col·laboració entre una institució educativa, com la UPC, i una institució professional, com el CETIB, és un bon exemple que mostra que aquests tipus de sinèrgies permet assolir uns objectius de difusió del desenvolupament sostenible molt més amplis que actuant aïlladament.

Des de la Universitat Politècnica de Catalunya i el Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona s'anima a altres universitats a utilitzar el model com a eina de sensibilització dels futurs titulats i titulades cap a un món més sostenible, l'únic món possible.

## REFERÈNCIES

Busquest, P.; Jorge, J. (2002). *Petjada ecològica de l'EUPM*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. [on line]. Pàgina Web, URL.

<http://www.upc.es/mediambient/documents/documents/petjadaEUPMdocument.pdf>

CETIB (2002). *L'avaluació sostenibilista del PFC*. Pàgina Web, URL

<http://www.cetib.net/informacio/documents/avaluacio-sostenibilista.pdf>

Ferrer-Balas, Didac. (2004). *Global environmental planning at the technical university of Catalonia*. International Journal of Sustainability in Higher Education. Volum 5, Revista 1. pp. 48-62.

Ferrer-Balas, Didac; Bruno, Jordi; De Mingo, Mireia; Sans, Ramon. (In press). *Advances in education transformation towards Sustainable Development at the Technical University of Catalonia*, Barcelona. International Journal of Sustainability in Higher Education.

Roset, X.; Pujadas, M.; González, M.R. (2000). *Informe de repercussió ambiental de l'EUPVG*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. [on line]. Pàgina Web, URL.

[http://www.upc.es/mediambient/coordinacio/RambEUPVG/Repercussio\\_Ambiental.pdf](http://www.upc.es/mediambient/coordinacio/RambEUPVG/Repercussio_Ambiental.pdf)

UPC (2001). *UPC 2n Pla de Medi Ambient 2002-2005*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. [on line]. Pàgina Web, URL . Web <http://www.upc.es/mediambient/cat/upcma/plaMA/2PMA.pdf>