

# Energies renovables i la piezoelectricitat com a font d'energia sostenible

---

## Presentació

L'aposta per la implementació d'energies renovables, com a opció estratègica de futur, esdevé una prioritat nacional des de fa uns anys davant el canvi climàtic i l'efecte hivernacle que s'està patint a nivell mundial.

La proposta d'energies renovables provinents del sol, tot i ser una opció com a energies netes substitutives de l'energia fòssil i contaminant, presenta les seves limitacions pel fet de dependre, la majoria d'elles, de la meteorologia i de la situació geogràfica. En aquest sentit, l'avenç tecnològic afavoreix l'aparició de noves maneres d'obtenció d'energia assegurant una explotació sostenible i alternativa.

Una opció és l'energia piezoelèctrica. Encara que es va descobrir fa més d'un segle, fins fa pocs anys no ha estat possible utilitzar-la com una font massiva d'energia. Dit això, el meu interès i motiu d'elecció del tema en el qual he centrat el treball de recerca és conèixer altres tipus de fonts d'energia diferents de les energies renovables ja conegudes.

Els objectius del treball es concreten en:

- Identificar els avantatges i les limitacions que presenten les energies renovables convencionals.

---



- 
- Estudiar en profunditat l'energia piezoelèctrica així com els seus avantatges i aplicacions.
  - Construir una maqueta d'un estadi esportiu a escala, instal·lant-hi un sistema elèctric a partir de l'energia piezoelèctrica.

### **Metodologia**

El treball s'ha desenvolupat en dues parts. Una part teòrica, que ha consistit en una recerca bibliogràfica i de compilació d'informació, i una part pràctica o projecte tecnològic, que s'ha caracteritzat pel disseny i la construcció d'una maqueta i la seva corresponent instal·lació elèctrica a partir de la piezoelectricitat, exemplificant així la viabilitat d'aquesta font d'energia per a projectes futurs, assegurant la seva sostenibilitat.

En la primera part o part teòrica es revisen les energies renovables convencionals que solen ser objecte d'explotació com a alternativa a les energies contaminants. Partint d'algunes de les limitacions que presenten, m'he interessat per aprofundir en altres fonts d'energia sostenible i alternativa, com és la piezoelectricitat.

S'explica amb detall el fenomen piezoelèctric, així com la manera com es va descobrir i els materials que presenten aquesta propietat. Finalment, s'exposen les seves diverses aplicacions així com el seu ús prometedor com a font d'energia massiva alternativa.

El projecte tecnològic desenvolupat ha comportat l'estudi de la viabilitat d'aplicació del fenomen piezoelèctric en un camp de futbol i atletisme (estadi). Dur a terme aquest projecte ha suposat fer el disseny i la construcció a escala de l'estadi, així com, i de forma paral·lela, construir el circuit elèctric a partir de peces piezoelèctriques amb la finalitat d'alimentar l'enllumenat de l'estadi.

### **Cos del treball**

#### *Part teòrica*

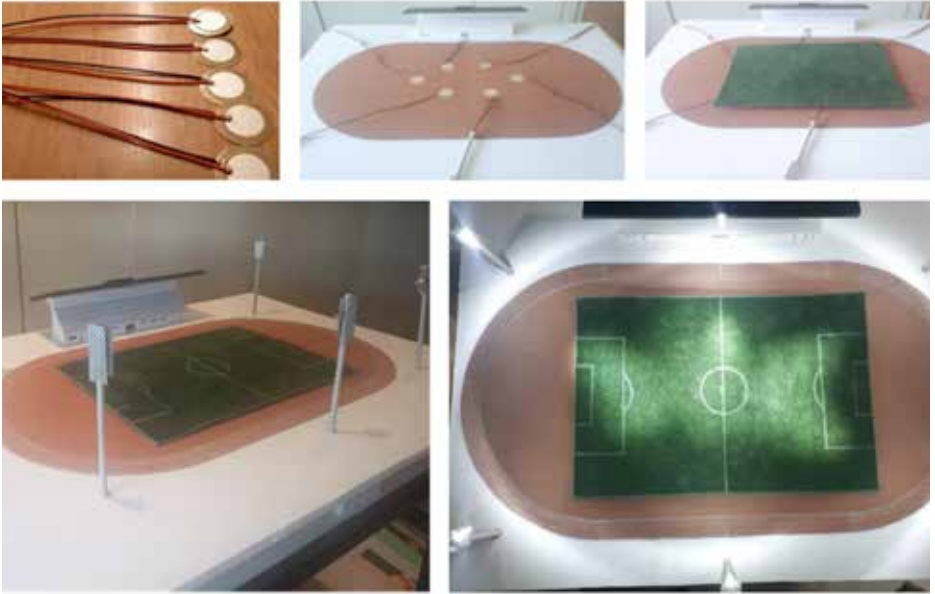
#### *– Limitacions de les energies renovables*

Les energies renovables són un conjunt d'energies que es troben a disposició dels humans, i que aquests aprofiten per poder-les transformar en una energia útil per al consum humà. Són inesgotables, ja que sempre es poden tornar a utilitzar, i no contaminen l'escorça terrestre.

Les energies renovables que han estat objecte de la meua revisió són les energies solar, fotovoltaica, eòlica, hidràulica, geotèrmica i, també, l'energia a partir de la biomassa.

Un denominador comú de totes elles és el de les limitacions que comporta la seva dependència de la meteorologia i de la zona geogràfica on s'implementen. En aquest sentit no es pot assegurar el seu aprofitament de forma regular i donar resposta a la demanda de consum de la població.

---



---

### – La piezoelectricitat

Es defineix la piezoelectricitat com la càrrega elèctrica que s'acumula en alguns materials sòlids en resposta a una tensió mecànica i que pot aprofitar-se per produir voltatge.

La piezoelectricitat és una propietat física d'alguns materials no conductors cristal·lins com, per exemple, la turmalina, el quars i la sal de Rochelle, per la qual davant la variació de la seva estructura cristal·lina per una força mecànica externa o tensió es genera un moment dipolar elèctric i, per tant, un voltatge. L'efecte piezoelèctric descriu la relació entre una tensió mecànica i un voltatge elèctric en sòlids. Aquest procés s'anomena efecte piezoelèctric directe. També es pot observar, com he dit, l'efecte invers, en el qual els materials piezoelèctrics es deformen per l'aplicació d'un camp elèctric.

Així, la piezoelectricitat inclou dos fenòmens:

- a) Quan s'indueixen forces de compressió al mineral, es genera electricitat.
  - b) Quan s'indueix càrrega elèctrica al mineral, es produeix so.
-

---

### – *Materials piezoelèctrics*

Els materials piezoelèctrics són cristalls naturals o sintètics que no tenen centre de simetria. Una compressió o un cisallament provoquen una dissociació dels centres de gravetat de les càrregues elèctriques, tant positives com negatives.

Com a conseqüència, en la massa apareixen dipòls elementals (elements de corrent de longitud  $h$ , recorregut per un corrent uniforme, les dimensions dels quals són petites comparades amb la longitud de l'ona  $\lambda$ ) i, per influència, en les superfícies enfrontades apareixen càrregues de signe oposat.

Dit d'una altra manera, la piezoelectricitat són impulsos elèctrics generats per la deformació de certs cristalls minerals, que esdevenen una font d'energia neta, totalment renovable.

### – *Aplicacions*

La primera aplicació pràctica de la piezoelectricitat sorgeix de la casualitat de transformar un senyal mecànic (pressió) en un senyal elèctric (corrent elèctric), i és el sonar.

Una de les aplicacions més esteses d'aquesta propietat de determinats cristalls és en els encenedors elèctrics. En el seu interior tenen un cristall piezoelèctric el qual colpeja bruscament el mecanisme d'encendre. Altres aplicacions serien en altaveus d'aguts, per a càpsules de tocadiscs, encenedors elèctrics (estufes de gas, escalfadors), transformadors piezoelèctrics per a sensors o material odontològic.

En les darreres dècades s'han desenvolupat dispositius a partir del fenomen piezoelèctric capaços no només de captar l'energia, sinó també d'acumular-la en bateries per utilitzar-la a gran escala i com una font sostenible.

L'any 2014 es va dissenyar una lloseta piezoelèctrica que converteix l'energia cinètica de la «trepitjada» en uns 5-7 W, depenent de la deformació produïda (segons el pes de la persona). Està pensada per a entorns urbans amb un elevat trànsit, com estacions de metro o places on s'hi concentra molta gent. L'energia generada per milions de trepitjades pot ser utilitzada per a múltiples aplicacions.

L'aprofitament d'aquests fenòmens fisicoelèctrics sobre certs materials representen una font d'energia infinita (renovable) a partir de l'energia generada per les persones (moviment humà o zones molt transitades: autopistes, vies de tren...).

### *Part pràctica*

La proposta de construir una maqueta d'un estadi poliesportiu que inclogui un circuit elèctric a partir de la piezoelectricitat, ha suposat el projecte tecnològic o part pràctica de la meua recerca.

L'objectiu és demostrar que aquest tipus d'energia (col·locant les llosetes sota la gespa i la pista d'atletisme) és una opció neta i sostenible per alimentar la xarxa elèctrica

---

---

del complex esportiu.

La construcció de la maqueta, incloent el camp de futbol i una pista d'atletisme, s'ha fet a escala 1:250.

Per dur a terme la construcció del circuit piezoelèctric he utilitzat peces piezoelèctriques que, connectades a uns leds mitjançant unes bateries, suposarien l'enllumenat de l'estadi.

La finalitat d'incloure-hi bateries ha estat per emmagatzemar l'energia originada en pressiona/colpejar les peces piezoelèctriques col·locades sota la gespa o sota la pista.

## **Conclusions**

Dur a terme aquest treball m'ha permès aprofundir en una font d'energia renovable alternativa i/o complementària a les energies renovables convencionals, i alhora experimentar-ho mitjançant un projecte. En definitiva, algunes de les conclusions que aquesta recerca m'ha permès formular són:

- El desenvolupament de la piezoelectricitat pot contribuir notablement al necessari procés de transformació de les ciutats i el seu entorn en llocs més sostenibles.
- El desenvolupament tecnològic a partir de la piezoelectricitat ha permès dissenyar llosetes intel·ligents, capaces de produir i emmagatzemar energia cinètica a partir de les «trepitjades».
- El projecte de l'estadi ha permès exemplificar l'aplicació del fenomen piezoelèctric per alimentar l'enllumenat del complex.

## **Bibliografia i webgrafia**

LLIBRES I REVISTES ESPECIALITZADES CONSULTADES: – ÁLVAREZ, L.; MEDINA, J.; MORALES, L. «Aplicaciones de la piezoelectricidad en Ingeniería Civil». *Revista de Ingeniería Civil*, 1-2:15-26, 2017. – GONZÁLEZ DÍAZ, M. «Obtención de energía de las olas empleando materiales piezoeléctricos (Ocean wave power generation using piezoelectric devices)». Trabajo de Fin de Grado para acceder al grado en física, septiembre de 2017. – PÉREZ PINEDA, E.; VELÁZQUEZ ALFARO, S. «Diseño e implementación de un generador piezoeléctrico baldosa para alimentar un sistema de iluminación de baja potencia». Tesis. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México, 2016. – TENA TORRECILLA, K. «Implementación de sensores piezoeléctricos para la generación eléctrica bajo calzada: aplicaciones en el Aeropuerto de Barcelona». TFG Universitat Politècnica Catalunya. Barcelona, juliol, 2017. – RECURSOS ELECTRÒNICS: – «Aplicaciones energía solar fotovoltaica» (2012). <<http://www.atersa.com/quienes.asp?param=21>> (Consulta: juliol 2018) – «Aplicaciones energía eólica». <<http://www20.gencat.cat/docs/icaen/Migracio%20automatica/Documents/El%20gestor%20energetic/Arxius/eolica.pdf>> (Consulta: agost 2018) – «Aplicaciones energía hidráulica». <[http://hidraulica-ingenieria.blogspot.com.es\(2007/08\)aplicaciones-de-la-hidraulica](http://hidraulica-ingenieria.blogspot.com.es(2007/08)aplicaciones-de-la-hidraulica)>

---

---

html> (Consulta: juny 2018) – «Avantatges i inconvenients de l'energia biomassa» (2015). <[http://mesenlladelpetroli.blogspot.com.es\(2012/05\) avantatges-i-inconvenients-de-la.html](http://mesenlladelpetroli.blogspot.com.es(2012/05) avantatges-i-inconvenients-de-la.html)> (Consulta: juny 2018) – «Baldosas piezoelèctriques para generar energía limpia» (2016). <<http://www.ingenieros.es/noticias/4207>> (Consulta: agost 2018) – «Energía geotèrmica» (2015). <<http://energiageotermica.es/>> (Consulta: juliol 2018) – «Energía piezoelèctrica». <<http://energiyalibre23.blogspot.com/2011/04/energia-piezoelctrica.html>> (Consulta: juliol 2018) – «Energías renovables». <[http://ca.wikipedia.org/wiki/Energia\\_renovable](http://ca.wikipedia.org/wiki/Energia_renovable)> (Consulta: juny 2018) – «Energies renovables». <<http://www20.gencat.cat/portal/site/icaen/menuitem.3>> (Consulta: juny 2018) – «Energies renovables» (Centre Nacional Energies Renovables). <<http://www.cener.com/es/index.asp>> (Consulta: juliol 2018) – «Energías renovables en España». <<http://www.eic.cat/gfe/docs/9448.pdf>> (Consulta: juliol 2018) – «Generación de energía eléctrica del elemento piezoelèctrico» (2014). <[https://www.askix.com/generacion-de-energia-electrica-del-elemento-piezoelctrico\\_7.html#title](https://www.askix.com/generacion-de-energia-electrica-del-elemento-piezoelctrico_7.html#title)> (Consulta: juliol 2018) – «Innovaciones para obtener energía» (2013). <<http://efectowhopper.blogspot.com/2013/05/html>> (Consulta: agost 2018) – «Instalaciones Energía Solar Fotovoltaica». <[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5654\\_FV\\_pliego\\_condiciones\\_tecnicas\\_instalaciones\\_conectadas\\_a\\_red\\_\(Julio\\_2011\)](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_(Julio_2011))> (Consulta: juliol 2018) – «Introducció a les energies renovables». <<http://www.xtec.cat/~cbadia23/introduccio.htm>> (Consulta: juny 2018) – «La energía producida al caminar y la piezoelectricidad» (2016). <<https://www.youtube.com/wath?v=jXv0Y1Z6X9Q>> (Consulta: agost 2018) – «Piezoelectricidad» (2015). <<https://es.wikipedia.org/wiki/Piezoelectricidad>> (Consulta: juliol 2018) – «Piezoelectricidad. Alternativa verde para alumbrado público» (2016). <[https://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/piezoelectricidad\\_alternativa\\_verde\\_para\\_alumbrado\\_publico.asp](https://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/piezoelectricidad_alternativa_verde_para_alumbrado_publico.asp)> (Consulta: juliol 2018) – RAGUPATHY A. (s.f.) «Piezoelectric transducer and its applications». <<https://circuitdigest.com/electronic-circuits/piezoelectric-transducer-circuit-diagram>> (2016). (Consulta: agost 2018) – SEPÚLVEDA OROZCO, E. «Diseño de un colector de energía piezoelèctrico (Energy Harvesting) mediante optimización topológica que maximice la transformación de energía mecánica en eléctrica generada por un ser humano al caminar» (2015). <<http://www.bdigital.unal.edu.co/47308/1/1128267719.2015.pdf>> (Consulta: agost 2018) – «Situació actual energies renovables a Espanya». <[http://www.energiasrenovables.es/normativa\\_subvenciones/subvenciones\\_ayudas/energiasrenovables.html](http://www.energiasrenovables.es/normativa_subvenciones/subvenciones_ayudas/energiasrenovables.html)> (Consulta: juny 2018)

---