

## **Treball final de màster**

**Estudi: Màster en Enginyeria Industrial**

**Títol:**

Estudi i anàlisi de les pèrdues de rendiment en instal·lacions  
fotovoltaïques

**Document:** Resum

**Alumne:** Aleix Andreu Palahí

**Tutor:** Teodor Pulido Sureda

**Departament:** Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Mecànica de medis continus i teoria de les estructures

**Convocatòria (mes/any) Setembre 2022**

# ÍNDEX

1.	RESUM .....	1
----	-------------	---

## 1. RESUM

El present treball consisteix en un estudi i anàlisi de les pèrdues d'eficiències que presenten les instal·lacions fotovoltaïques.

Des que el 2019 es va canviar la llei a Espanya i es van començar a compensar a la factura de la llum els excedents fotovoltaïcs el sector ha crescut sense descans, ni la crisi del COVID-19 va frenar-ne el creixement. La cirereta va arribar amb l'anunci de subvencions per a la seva instal·lació i la gran escalada de preus de la llum en la qual ens trobem submergits donada la situació geopolítica i d'escassetat actual.

A priori les instal·lacions fotovoltaïques són senzilles d'entendre i de funcionament, però la realitat és que com qualsevol font d'energia presenta diversos inconvenients en forma de pèrdues de rendiment que la gran majoria d'usuaris ignoren o no hi fan cas.

L'objectiu d'aquest treball no és altre que entrar en aquest món de la energia fotovoltaïca per investigar-ne les pèrdues d'eficiència i saber-ne els motius, les magnituds, les solucions...El que es realitza doncs és un repàs de varis articles i estudis científics per a conèixer millor aquestes pèrdues i sobretot saber en quina proporció es produeix cada tipus de pèrdua.

Programes de càlcul com el PVGIS, que és un programa desenvolupat per la comissió europea i que utilitzen la gran majoria de tècnics i instal·ladors del sector, permeten determinar l'energia que una instal·lació produirà. En té prou amb saber la ubicació, la inclinació, la orientació i la potència pic. Amb aquestes dades el programa proporciona totes les dades que fan falta per a veure com actuarà una instal·lació que encara no existeix. En base a valors històrics de radiació solar, temperatura i velocitat del vent doncs proporciona l'energia que produirà. Aquests tipus de programes, però, tenen en compte un percentatge de pèrdues que normalment es dona per bo sense entrar-hi més en detall. Però realment aquestes pèrdues que els programes de càlcul proporcionen són correctes? En que es basen per a saber quin rendiment tindrà la instal·lació?

Aquestes preguntes són les que es busquen respondre amb la primera part del treball: cercar informació contrastada per autors científics del sector, avaluar estudis empírics i analitzar documentació dels fabricants del sector per a comprovar si les diferents pèrdues que teòricament ha de presentar una instal·lació fotovoltaïca són certes i si el seu valor total coincideix més o menys amb els valors que els programes plantegen.

A mode de resum les instal·lacions fotovoltaïques poden perdre eficiència per culpa dels següents motius:

- Pèrdues per temperatura
- Pèrdues per brutícia
- Pèrdues per òhmiques del cablejat
- Pèrdues per degradació
- Pèrdues per ombres
- Pèrdues angulars i espectrals
- Pèrdues d'eficiència de l'inversor
- Pèrdues per "mismatch"
- Pèrdues de tolerància dels panells
- Pèrdues de no seguiment del MPPT de l'inversor
- Pèrdues per disponibilitat

Tot i que semblen instal·lacions amb pocs components aquests són tots els motius pels quals una instal·lació pot perdre eficiència respecte les dades que el fabricant proporciona. S'entra en detall en cada una d'aquestes pèrdues per a intentar quantificar-los tots i comprovar si realment té un sentit amb el que els programes de càlcul mostren.

Com a feina addicional, respecte les pèrdues per temperatura (sovint les més importants) es presenten fins a 12 models extrets de bibliografia científica que permeten calcular a quina temperatura es troben les plaques en funció de les condicions ambientals en cada moment del dia. Les pèrdues per temperatura depenen directament de la temperatura a la qual es troben els panells per tant el càlcul d'aquesta temperatura és molt important per saber que els està passant a les plaques. Per aquest motiu es prenen 12 models.

En segon lloc s'analitzen 4 instal·lacions reals per comprovar empíricament si realment el rendiment és el que s'ha deduït i si s'acosta als valors que els programes marquen. Es disposa de diferents informacions d'instal·lacions industrials i d'hotels ubicades al Pla de l'Estany, a Riudellots de la Selva, a Osona i a La Selva (se'n manté l'anonimat dels propietaris) i amb les dades disponibles i els diferents portals amb dades meteorològiques de la zona s'analitzarà el rendiment de les instal·lacions.

Aprofitant que en dues de les instal·lacions es disposa de monitorització d'efectes ambientals (temperatura del panell, temperatura ambient, irradiància i velocitat del vent) es comprovarà la validesa dels 12 models comentats. Sabent amb certesa la temperatura dels panells que proporciona la monitorització doncs es calcularà de nou amb els 12 models per a comprovar si realment són vàlids i quin és el seu marge d'error.

Veure la validesa dels models i saber quin d'ells resulta més fiable pel clima espanyola serà de gran ajuda per a poder determinar la temperatura dels panells per a qualsevol instal·lació, tant les del present treball com qualsevol instal·lació altra.

A partir del model més fiable, es determinarà la temperatura de les plaques per a totes 4 instal·lacions i es calcularà les pèrdues exactes per temperatura que les instal·lacions presenten. L'objectiu serà comprovar la viabilitat del model de càlcul i analitzar si el percentatge de pèrdues encaixa i coincideix amb els articles revisats i amb els programes de càlcul. Aquestes pèrdues es determinaran per diferents èpoques de l'any utilitzant dades meteorològiques extretes de serveis oficials i/o fiables (PVGIS, Generalitat de Catalunya...).

Per últim s'avaluen de forma empírica les pèrdues per brutícia de 3 de les 4 instal·lacions. Aquestes s'han netejat almenys una vegada els últims mesos de manera que es compara la producció de les instal·lacions els dies previs a la neteja i els dies posteriors a la neteja. L'objectiu és veure si la millora de rendiment coincideix amb les pèrdues per brutícia vistes en diversos articles científics.

Aquest estudi pretén entendre millor el funcionament de les instal·lacions fotovoltaïques i sobretot conèixer els efectes de factors com la temperatura o la brutícia. Resulta molt important disposar d'aquestes dades de cares a dimensionar correctament una instal·lació en èpoques caloroses o per saber cada quan fan falta les neteges per a que les instal·lacions no perdin excessiva eficiència.

És molt habitual, i cada vegada més, veure al sector certa desinformació respecte els venedors d'aquesta tecnologia pel la realització d'aquest treball busca conèixer bé aquesta tecnologia i comprovar amb números i dades si algunes de les coses que se'n diuen de forma habitual són reals o no.

D'alguna manera es busca trobar aquesta informació respecte instal·lacions reals i al mateix temps verificar la validesa dels diferents articles revisats.