



WWW.AIRDRONEJET.COM



...

PRODUCTIVIDAD DE

LOS PANELES FTV



LOS TRES INCONVENIENTES CAUSADOS POR LA FALTA DE LIMPIEZA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

La falta de limpieza de los paneles fotovoltaicos puede provocar diversos inconvenientes, entre ellos:

1. **Reducción de la eficiencia energética:** La capa de polvo y depósitos reduce la radiación incidente sobre las celdas; en Italia, la pérdida media varía entre el 2 % y el 10 %, mientras que en entornos muy polvorientos puede alcanzar hasta el 30 %.
2. **Riesgos para la vida útil del sistema:** La suciedad persistente, las hojas y los excrementos favorecen la formación de hot-spots, arañazos y delaminaciones, anticipando la sustitución de los módulos.
3. **Impacto económico:** Cada punto porcentual de rendimiento perdido equivale a kWh no producidos; esto significa menos incentivos, menos energía autoconsumida y más compras a la red.





MÁS LIMPIO, MÁS GANANCIA

Solo una instalación fotovoltaica limpia funciona con la máxima eficiencia y garantiza la producción constante de energía a partir de fuentes renovables, en este caso el sol. A continuación, algunos estudios internacionales que confirman este hecho:

- Universidad de California, San Diego (Mejia & Kleissl, 2013): Después de 145 días sin lluvia, la planta de prueba registró una disminución media del 7,4 %; la limpieza restableció la producción.
- Solarplaza, base de datos de 40 instalaciones internacionales (2016): Beneficios de la limpieza comprendidos entre el 3 % y el 30 %, en función del clima, la inclinación y el tipo de suciedad.

Estos datos demuestran que la limpieza regular de los paneles fotovoltaicos puede generar incrementos significativos en la eficiencia energética y, en consecuencia, en los rendimientos financieros de las inversiones en instalaciones solares.





REALIZAR LA LIMPIEZA DEL FOTOVOLTAICO PERMITE EVITAR PÉRDIDAS DE POTENCIA CAUSADAS POR LA SUCIEDAD QUE PUEDEN RESULTAR MUY COSTOSAS

Por qué conviene actuar

Un estudio coordinado por Leonardo Micheli (Universidad La Sapienza de Roma) estima que el efecto soiling reduce la producción solar mundial entre un 3-4 %, con pérdidas anuales de 3-5 mil millones de euros; sin intervenciones, la cifra podría aumentar al 4-7 % para 2025.



MÁS ALLÁ DEL RETORNO ECONÓMICO: BENEFICIOS TÉCNICOS

1 Reducción del estrés térmico y prevención de hot-spots

Misure in campo NREL su moduli con soiling 5 % hanno mostrato differenze di temperatura fino a +22 °C fra celle ombreggiate e pulite: gli hot-spot accelerano micro-cricche e delaminazioni, aumentando il tasso di guasto dei diodi bypass e il rischio di incendi. ([nrel.gov](https://www.nrel.gov))

2. Protección de los recubrimientos antirreflectantes

La acumulación de calcio y sales marinas provoca corrosión superficial del vidrio; ensayos en climas costeros indican pérdidas de transmitancia del 8 % después de solo 24 meses sin limpieza programada. ([sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com))

3. Mantenimiento de la garantía de fábrica

La mayoría de los fabricantes (p. ej., Jinko, Trina) exige prueba de mantenimiento anual; en ausencia de informes de limpieza, la cobertura de la «Performance Warranty» puede quedar invalidada.

4. Reducción de la degradación aparente

El conjunto de datos NREL Fleet Performance (255 instalaciones) evidencia una pérdida mediana por soiling del 5 % anual, superior a la tasa de degradación fisiológica de los módulos (-0,6 %/a). Esto significa que una planta «nunca lavada» duplica la caída de producción en solo 5 años. ([nrel.gov](https://www.nrel.gov))



MÁS ALLÁ DEL RETORNO ECONÓMICO: BENEFICIOS TÉCNICOS

Qué tan extendido está el problema?

- IEA PVPS señala que en Europa más del 60 % de las instalaciones residenciales «confían únicamente en la lluvia» para la limpieza. (iea-pvps.org)
- Inspecciones AirDroneJet 2024: de 120 tejados examinados, el 82 % no había sido limpiado en más de 18 meses; el 15 % ya presentaba vidrios opacos o corroídos (datos internos).
- Encuesta pv magazine/Ecoppia 2022: casi 1 operador de cada 2 carece de un procedimiento de limpieza automatizado o regular. (pv-magazine.com)

Conclusión técnica

La limpieza periódica no es un «extra», sino una forma de mantenimiento preventivo que:

- reduce el ΔT entre celdas, evitando hot-spots e incendios;
- preserva los recubrimientos ópticos y la mecánica de los marcos;
- mantiene válida la pass-through warranty de los módulos;
- estabiliza el rendimiento y simplifica el monitoreo SCADA (menos falsas alarmas).
-

Implementar un programa anual de limpieza con dron significa prolongar la vida útil efectiva de la instalación en 5-7 años y proteger su valor de reventa.



LA IMPORTANCIA DE LA MODELIZACIÓN

La investigación objeto del proyecto del profesor de “La Sapienza” está dedicada al análisis y a la modelización de la energía fotovoltaica, con un trabajo en los últimos años centrado en el efecto soiling en los paneles solares y en la optimización de los ciclos de limpieza del fotovoltaico. Soiling es un término inglés que define la acumulación de suciedad en las superficies de captación de luz en los sistemas de energía solar. A este fenómeno contribuyen varios factores, siendo el más relevante la concentración de polvo en el aire.





FALTA DE UNA LIMPIEZA ADECUADA DE LOS PANELES

Esta fotografía fue tomada en una empresa de cultivo de plantas en California Central.

La limpieza se realiza rociando agua sobre los paneles desde un camión todos los días.

Son claramente visibles las franjas de calcio depositadas por el uso de agua dura sin filtración.

Estos paneles fueron instalados hace apenas dos años y es poco probable que duren más de dos o tres años sin causar daños significativos tanto a los propios módulos como al rendimiento de la instalación.





FALTA DE UNA LIMPIEZA ADECUADA DE LOS PANELES

Una fotografía de una empresa de productos alimentarios en Alemania.
Hay una gran cantidad de excrementos de aves que nunca han sido eliminados.
Esto provoca una pérdida sustancial de rendimiento debido a la falta de limpieza frecuente.





FALTA DE UNA LIMPIEZA ADECUADA DE LOS PANELES

En la superficie de estos paneles instalados en la azotea de una empresa productora de piensos para animales se pueden observar restos de cortezas de cerdo, junto con excrementos de gaviotas.

Estos residuos se han depositado sobre el panel y, principalmente debido al calor, se han convertido en incrustaciones muy difíciles de eliminar.





FALTA DE UNA LIMPIEZA ADECUADA DE LOS PANELES

Invernadero con instalación fotovoltaica, en proximidad al mar. Depósitos de salinidad en los paneles.





PRECIOS 2025,

Listino prezzi impianti residenziali

Sistema	DE 1 a 5 KW	Precio	de €100,00 a €450,00
Sistema	DE 5a 10 KW	Precio	de €450,00 a €800,00
Sistema	DE 10 a 15 KW	Precio	de €800,00 a €1.050,00
Sistema	DE 15 a 20 KW	Precio	de €1.050,00 a €1.400,00



ESTIMACIÓN FV 6 kW ANUAL

Una instalación fotovoltaica de 6 kW puede producir en promedio entre 6.500 y 9.000 kWh al año, dependiendo de la ubicación geográfica y de las condiciones climáticas.

Producción anual media en Italia: 6.500 – 9.000 kWh

Valor de la energía con tarifa de 0,35 €/kWh: 2.275 – 3.150 €.

Hipótesis prudente para folleto: 2.000 € «valor mínimo de referencia».

Pérdida potencial por suciedad 30 %: 600 €.

Costo de limpieza AirDroneJet: 450 €

Recuperación neta de pérdidas: $\approx$ +150 €.

La limpieza regular de una instalación fotovoltaica no solo incrementa la producción de energía, sino que resulta fundamental para la prevención de fallos y para prolongar la vida útil del sistema.



ESTIMACIÓN FV 10 kW ANUAL

Una instalación fotovoltaica de 10 kWp produce en promedio entre 12.000 y 13.000 kWh anuales. Esta producción, traducida en valor económico, depende del precio de la electricidad: con un precio medio de 0,35 €/kWh, la energía generada podría tener un valor aproximado de 4.200 – 4.550 € al año.

Producción anual: 12.000 – 13.000 kWh

Valor de la energía (0,35 €/kWh): 4.200 – 4.550 €

Pérdida 30 %: 1.300 €

Costo de limpieza: 800 €

Recuperación neta de pérdidas: $\approx$ +500 €

La limpieza regular de una instalación fotovoltaica no solo incrementa la producción de energía, sino que resulta fundamental para la prevención de averías y para la prolongación de la vida útil del sistema.



ESTIMACIÓN FV 100 kW ANUAL

Una planta fotovoltaica de 100 kW puede producir anualmente entre 120.000 y 150.000 kWh, generando un beneficio estimado que varía entre 12.000,00 € y 15.000,00 €, dependiendo de la ubicación geográfica y de las condiciones de radiación solar.

Producción anual: 120.000 – 150.000 kWh

Valor de la energía con un SSP medio de 0,10 €/kWh: 12.000 – 15.000 €

Pérdida 30 %: 4.000 €

Costo de limpieza: 1.000 €

Recuperación neta de pérdidas: $\approx$ +3.000 €

La limpieza regular de una instalación fotovoltaica no solo incrementa la producción de energía, sino que resulta fundamental para la prevención de averías y para la prolongación de la vida útil del sistema.



ESTIMACIÓN FV 1000 kW ANUAL

Una planta fotovoltaica de 1000 kW, en función de la ubicación y de las condiciones de instalación, puede producir aproximadamente entre 1.100.000 y 1.500.000 kWh al año. Si el sistema está conectado al mecanismo de “Scambio sul Posto”, el GSE (Gestore dei Servizi Energetici) remunerará la energía vertida a la red a un precio variable, que en promedio oscila entre 0,10 y 0,16 €/kWh. Por lo tanto, una planta de 1000 kW podría generar unos ingresos anuales de entre 132.000 y 180.000 €.

Producción anual: 1.100.000 – 1.500.000 kWh → confirmado.

Valor de la energía SSP (0,12 €/kWh): 132.000 – 180.000 €; media 144.000 €.

Pérdida 25 %: 36.000 €.

Costo de limpieza: 9.000 €.

Recuperación de pérdidas (Loss-recovery): $\approx$ +27.000 €.

La limpieza regular de una instalación fotovoltaica no solo aumenta la producción de energía, sino que también es fundamental para la prevención de fallos y para prolongar la vida útil del sistema.



ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA DE RENDIMIENTO Y GANANCIA

Potencia de la instalación	Producción media estimada anual	Valor de la energía	Pérdida anual de rendimiento debida a la falta de limpieza	Pérdida 30 %	Costo de limpieza	ROI
KW	kwh	€	%	€	€	1.er año
6	6.500 / 9.000	2.275 - 3.150	30	600,00	450,00	150
10	12.000 /13.000	4.200 - 4550	30	1.300,00	800,00	500
100	120.000 / 150.000	12.000 - 15.000	30	4.000,00	1.000,00	3000
1000	1.100.000 / 1.500.000	132.000 - 180.000	30	36.000,00	9.000,00	27000

.....



MÉTODO AIRDRONEJET

AirDroneJet ofrece soluciones de limpieza en altura mediante drones industriales de última generación.

Gracias a detergentes profesionales especiales y a pilotos certificados por ENAC, garantizamos intervenciones rápidas, precisas y seguras incluso en superficies de difícil acceso.

Operamos en franjas horarias específicas para reducir el impacto en las actividades circundantes, respetando plenamente las normas de seguridad y de privacidad.

¿El resultado? Superficies impecables, sin andamios ni molestias.

Todos los operadores cuentan con licencia ENAC UAS CRO y con un seguro de responsabilidad civil profesional.

Antes



Después



“Limpieza desde lo alto, precisión de jet.”

THANK YOU

FOR YOUR TIME

