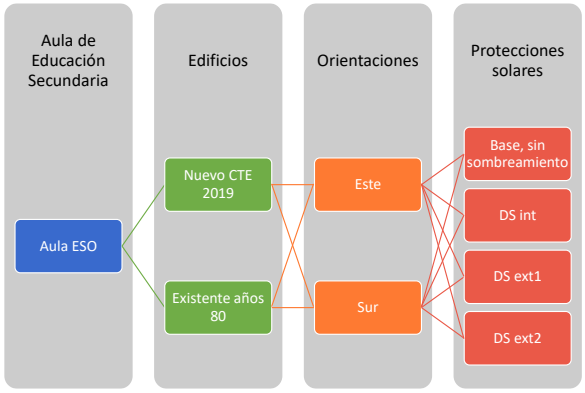
# ESTUDIO DEL POTENCIAL DEL SOMBREADO SOLAR EN EDIFICIOS EDUCATIVOS

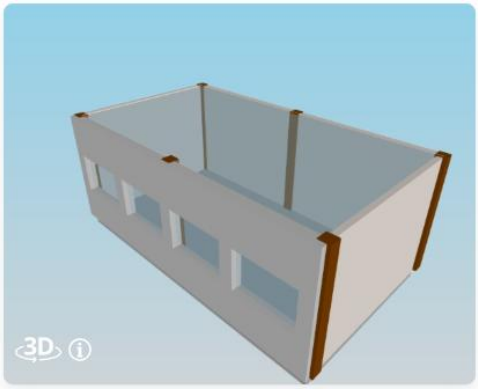
## Resumen ejecutivo del estudio con principales resultados

Este estudio permite conocer los potenciales de los dispositivos de sombreamiento para la mejora del confort interior en colegios de secundaria.

La metodología consiste en la definición de un aula tipo, ajustada a unas dimensiones, ocupación, actividad y horarios habituales en los centros escolares en España. Para los cálculos energéticos se ha utilizado CYPETHERM HE plus, un programa oficial reconocido por el Ministerio de Fomento para la certificación de la eficiencia energética de edificios y para la justificación normativa del CTE (DB HE1 y DB HE4). Este programa genera resultados detallados que han ayudado a comprender qué aportan los sombreamientos.

El estudio ha calculado **16 casos en el clima de Madrid.** Se analizan cómo funcionan las protecciones solares aplicadas tanto en edificios nuevos EECN que cumplan la normativa de CTE DB-HE de 2019, así como en edificios existentes de los años 80 basados en la NBE CT-79. Se han evaluado los efectos en aulas con orientaciones Sur y Este, ya que el horario escolar es sobre todo de mañanas.

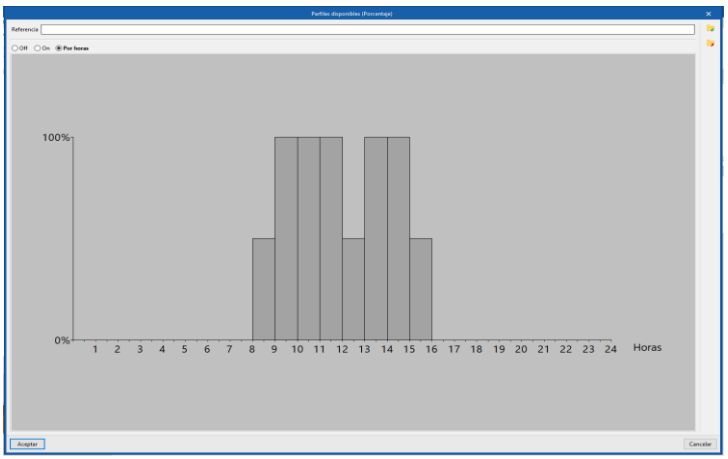


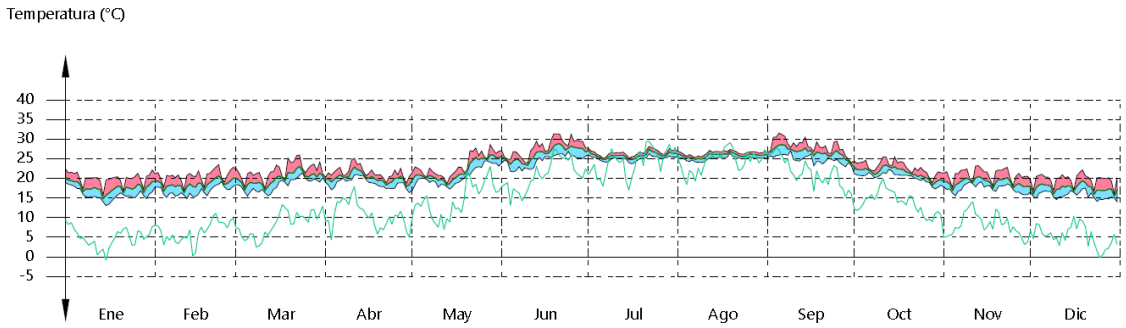
Se han analizado **4 niveles de protecciones solares**, partiendo de un caso base sin protecciones solares. A este supuesto se incorporan protecciones solares interiores automatizadas o protecciones exteriores automatizadas con eficiencia media o mayor, siendo estos persianas enrollables, toldos y persianas graduables. Las prestaciones energéticas dependen entre otros del color del tejido en el caso de toldos, del porcentaje de extensión de una persiana y de la inclinación de las lamas en el caso de persianas graduables.

| Protección solar | $g_{gl}$ | | $g_{gl;sh,wi}$ | |
|---|---|---|---|---|
| Casos | Nuevo CTE 2019 | Existente años 80 | Nuevo CTE 2019 | Existente años 80 |
| Sin DS | 0.70 | 0.75 | | |
| DS int | | | 0.44 | 0.47 |
| DS ext1 | | | 0.20 | 0.20 |
| DS ext2 | | | 0.12 | 0.15 |

Los modelos se han definido siguiendo el funcionamiento habitual en los institutos de secundaria. Esto incluye un horario intensivo de mañanas, las cargas internas e iluminación según normativa (CTE, RITE y ASHRAE) y ventilación. En el edificio existente se han estimado un caudal básico de 1 ren/h, por no tener ventilación mecánica, y en el edificio nuevo se aplican los caudales del RITE. En ambos casos se añade una ventilación natural adicional por ventanas en periodo cálido, lo que se ha estimado en 30min antes de clases, 10 min entre clases, 30 min en patio y 2 h a la salida. Las infiltraciones son de 0,3 ACH ó ren/h en los dos casos.



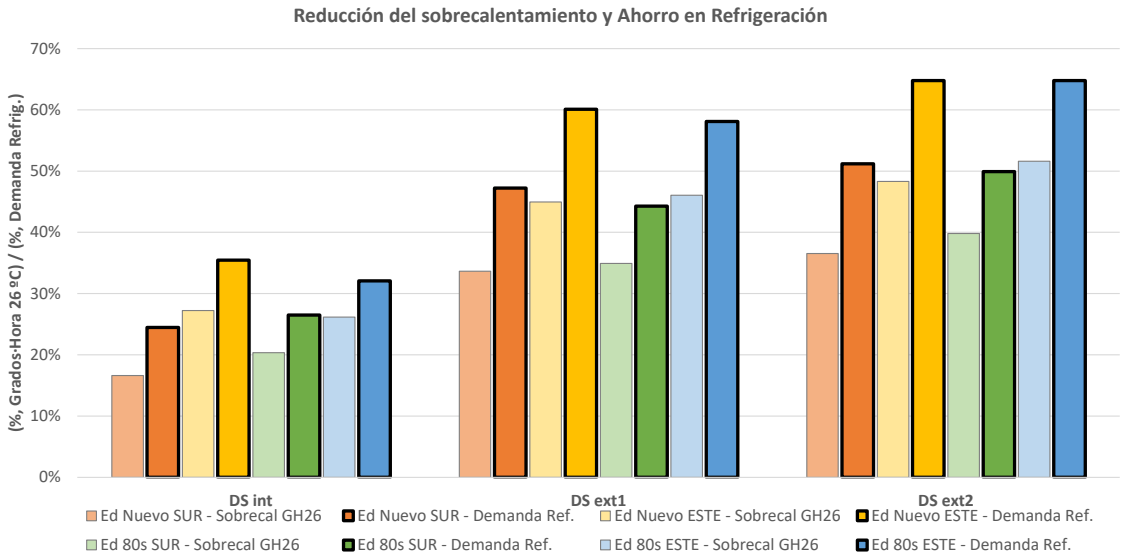

Ejemplo de resultados horarios del caso CTE2019-Este con persiana automática:



## Resultados principales

- **Reducción del sobrecalentamiento**, bajan un 36% los grados·hora por encima de 26 ºC, entre 17-52% por sombreamiento, casos y orientación.
- **Bajan las temperaturas máximas pico**, unos 2 ºC menos el día más caluroso, entre 1-4 ºC según sombreamiento, casos y orientaciones.
- **Ahorro de un 47% de la demanda de refrigeración**, entre 24-65%.

Los **periodos con temperaturas altas se reducen** en torno a un **23% con DS interiores**, un **40% con DS ext1** y un **44% con DS ext2**. Hay diferencias ±10% para edificios nuevos o existentes y según su orientación.




Las temperaturas máximas en estos espacios se producen en junio y septiembre, donde se observa una correspondencia por su orientación. La reducción de la temperatura pico se reduce en torno a **2 - 4 ºC en aulas al Este** y **0,5 - 1 ºC al Sur.**

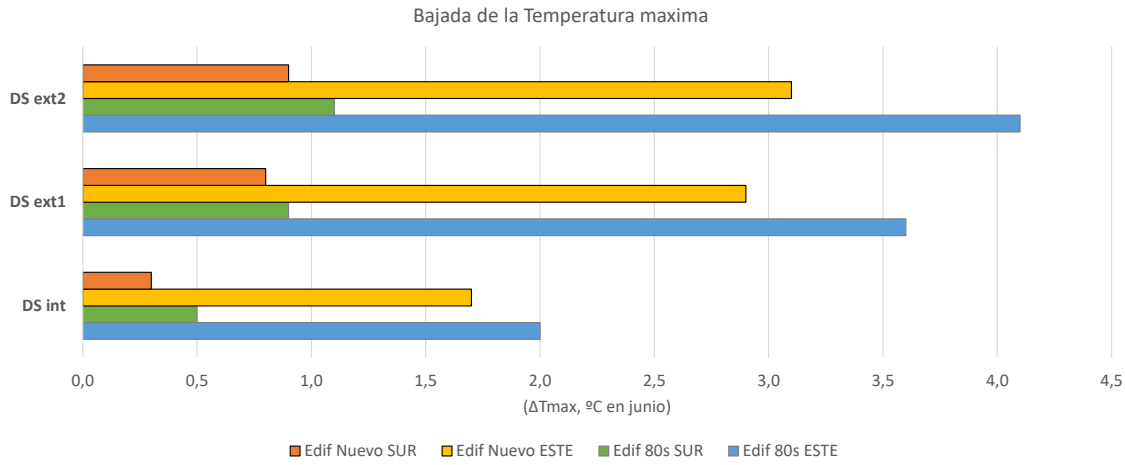
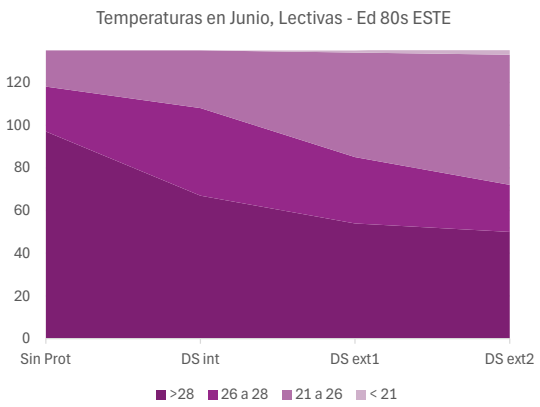


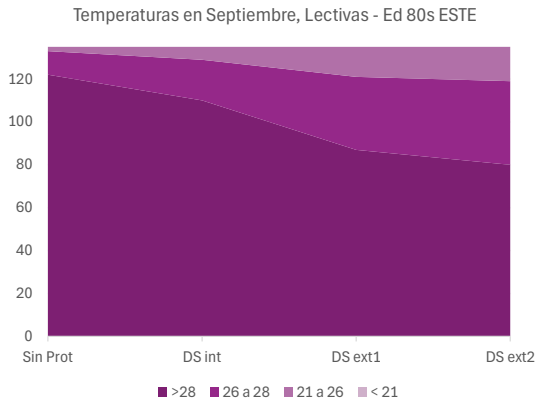
Tabla resumen de los resultados principales

| Edificio | Orientación | Protección solar | Reducción del sobrecalentamiento (%, Grados·Hora 26 ºC) | Bajada de la Temperatura maxima (ΔTmax, ºC en junio) | Ahorro en Refrigeración (%, Demanda Refrig.) |
|---|---|---|---|---|---|
| Instituto Existente (1980) | Este | DS int | 26% | 2,0 | 32% |
| | | DS ext1 | 46% | 3,6 | 58% |
| | | DS ext2 | 52% | 4,1 | 65% |
| | Sur | DS int | 20% | 0,5 | 27% |
| | | DS ext1 | 35% | 0,9 | 44% |
| | | DS ext2 | 40% | 1,1 | 50% |
| Instituto Nuevo (2020) | Este | DS int | 27% | 1,7 | 35% |
| | | DS ext1 | 45% | 2,9 | 60% |
| | | DS ext2 | 48% | 3,1 | 65% |
| | Sur | DS int | 17% | 0,3 | 24% |
| | | DS ext1 | 34% | 0,8 | 47% |
| | | DS ext2 | 37% | 0,9 | 51% |
| Promedio por Sistema de Sombreamiento | | DS int | 23% | 1,1 | 30% |
| | | DS ext1 | 40% | 2,1 | 52% |
| | | DS ext2 | 44% | 2,3 | 58% |

## Detalles adicionales y ejemplos

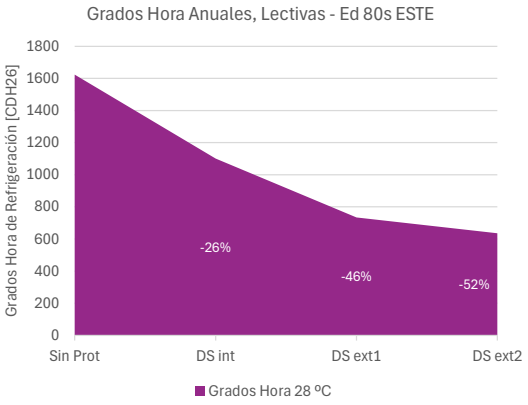
Sin protecciones solares, los modelos presentan un elevado número de horas por encima de 28 ºC, en torno a un tercio del total de horas lectivas, con variaciones según la antigüedad del edificio y su orientación. Al introducir sistemas de sombreamiento, la mejora promedio es un 36%, siendo de hasta el 52% para institutos de los años 80 Este, con sombreamientos exteriores automáticos de alta eficiencia, DS ext2.

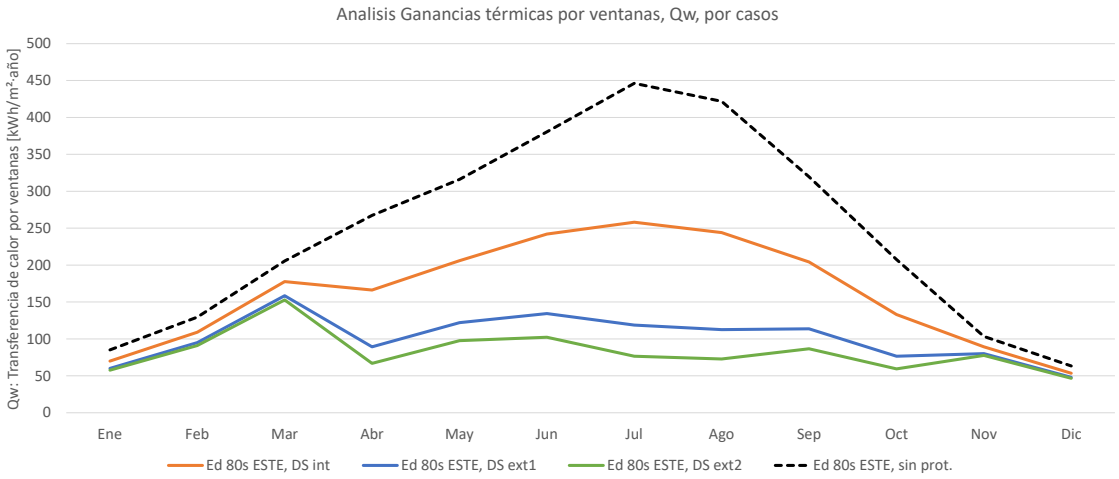


Para medir la severidad de las temperaturas elevadas, se ha utilizado el parámetro Grados·hora por encima de 26 ºC. A la derecha, los resultados de diferentes protecciones solares en un Edificio existente años 80 - Este.

Así mismo, se ha confirmado la reducción de las ganancias térmicas por las ventanas, ver gráfico inferior.




## Conclusiones

Se han observado que los sombreamientos aportan MEJORAS SIGNIFICATIVAS EN TODOS LOS CASOS ANALIZADOS, tanto con sombreamientos interiores como exteriores.

Hay una REDUCCIÓN DEL SOBRECALENTAMIENTO generalizada, con una bajada media del 36% en los grados·hora a 26 ºC. Esta mejora es entre 17-52%, según los casos y sombreamientos analizados.

Se puede conseguir un AHORRO DE LA MITAD DE LA REFRIGERACIÓN, con una reducción media del 47% en la demanda de frío. Los ahorros oscilan entre 24-65%, según los casos y sombreamientos analizados.

Las protecciones solares BAJAN LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS unos 2 ºC de media en verano sin Aire Acondicionado. Aportan mayor adaptabilidad a las temperaturas altas, y varía entre 1-4 ºC, según los casos y sombreamientos analizados.

Estas prestaciones de los dispositivos de control solar dinámico, junto con un uso adecuado de los espacios y la ventilación mecánica o natural, mejoran el confort interior notablemente y reducen el riesgo de sobrecalentamiento en periodos cálidos.