



ARQ

ISSN: 0716-0852

revista.arq@gmail.com

Pontificia Universidad Católica de Chile

Chile

Bustamante, Waldo; Encinas Bustamante, Felipe; Otarola, Roberto; Pino, Alan
ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO DE EDIFICIOS EN
DIFERENTES CLIMAS DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

ARQ, núm. 82, 2012, pp. 16-19

Pontificia Universidad Católica de Chile
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37525388019>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO DE EDIFICIOS EN DIFERENTES CLIMAS DE LA ZONA CENTRAL DEL CHILE

WALDO BUSTAMANTE - FELIPE ENCINAS BUSTAMANTE - ROBERTO OTÁROLA - ALAN PINO

Waldo Bustamante / Ingeniero Civil Mecánico, Universidad de Chile; Magíster en Desarrollo Urbano, Pontificia Universidad Católica de Chile; Doctor en Ciencias Aplicadas, Université Catholique de Louvain. / Profesor, Escuela de Arquitectura, UC.

Felipe Encinas Bustamante / Arquitecto, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2002; Máster en Ciencias, Universidad de Nottingham, 2004; Doctor en Arquitectura Universidad Católica de Lovaina, 2012. Su línea de investigación está asociada al comportamiento térmico y desempeño energético de edificaciones. / Actualmente es profesor de la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Roberto Otárola / Ingeniero Comercial, Universidad de Chile; Candidato a Magíster en Ingeniería de la Energía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Alan Pino / Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile; Candidato a Ingeniero Civil Mecánico y Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Este ejercicio se avoca a la evaluación de tres edificios de oficina, estadísticamente representativos, de la zona central Chile. Dos de ellos se ubican en clima mediterráneo¹ (ECM01 y ECM02) y el tercero en clima costero² (ECC01). En conjunto abarcan vastas zonas de dicha región (FIGS.01 A 04). En clima mediterráneo, uno de los edificios (ECM01) es de fachada completamente transparente (FIG.05) y, el otro (ECM02), de fachada mixta (FIG.15). En clima costero también se estudió un edificio completamente vidriado (ECC01) (FIG.11).

Para cada caso se analizó el desempeño térmico y lumínico, tanto en su situación original como con mejoramientos aplicados, para conocer la variación en su desempeño según cada tipo de edificio. El desempeño térmico se evaluó en régimen dinámico con el software de simulación TAS. Se consideran las **demandas de energía** de calefacción y de refrigeración y se observa también, en algunos casos, la variación de temperatura interior, para ciertos recintos en días característicos. El desempeño lumínico se analizó en distintos períodos del año con los software Ecotect y Radiance. Se aplicó además ventilación nocturna como estrategia de enfriamiento. TRANSPARENCIA PARCIAL / En los casos ECM01 y ECC01, se observó que la **demandas de energía** de refrigeración fue significativa-

mente más alta que la de calefacción (FIGS.08 Y 13). En ECM01, la variación de temperatura interior en un día típico de verano mostró severos problemas de **sobrecalentamiento** (FIG.06). Este mismo fenómeno se observó en algunos días despejados de invierno (FIG.08), lo que indica la necesidad, aun en este período del año, de utilizar sistemas de refrigeración. Se supuso la aplicación de protección solar en ambos edificios a través de la incorporación de celosías en el exterior (FIGS.08 Y 13) para disminuir la demanda de refrigeración, la cual siguió siendo alta en comparación al edificio de **envolvente mixta** (FIG.18).

A los problemas de **sobrecalentamiento** se suma el **deslumbramiento** que provoca la falta de confort lumínico, según se desprende del bajo índice de **iluminancia natural útil** (UDI, Usefull Daylight Illuminance). Este fenómeno es mayor en el caso ECM01 con DVH claro, que con DVH selectivo (FIGS.09 Y 10). En el caso ECC01 también se observaron severos problemas de **deslumbramiento**, aun cuando se trata de un clima con mayores niveles de nubosidad y de una fachada con **vidrio selectivo** (FIG.14).

TRANSPARENCIA PARCIAL / El caso ECM02 mostró una demanda de calefacción menor a la de refrigeración. Esto confirma que en la zona mediterránea de Chile central, las solicitudes climáticas más críticas en edificios de ofi-

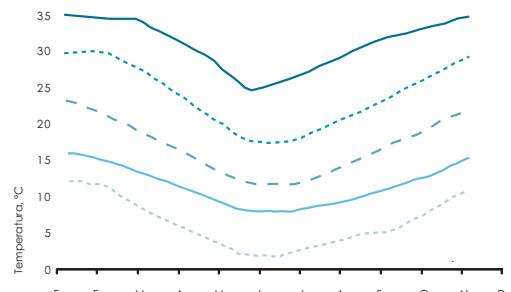


FIG.01 >
 ■ T° extrema mínima
 ■ T° media mínima
 ■ T° media
 ■ T° media máxima
 ■ T° extrema máxima

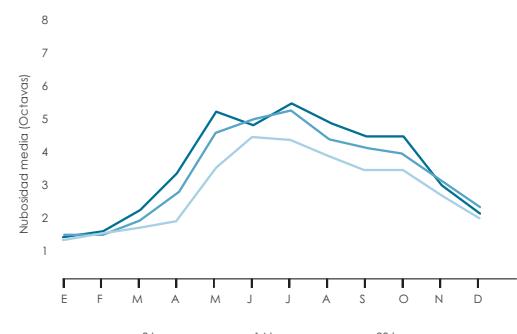


FIG.02 >

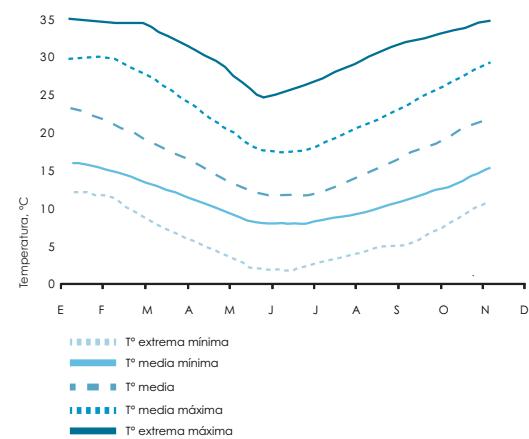


FIG.03 >

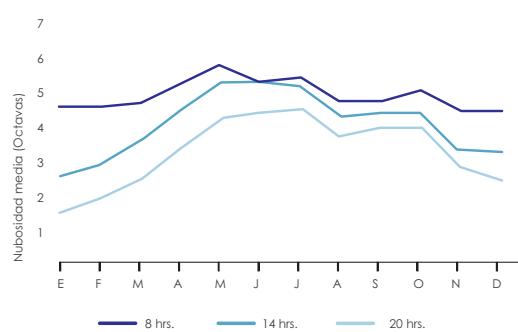


FIG.04 >

1 Clima templado, con invierno de cuatro a cinco meses, verano y estaciones intermedias con oscilación térmica moderada entre día y noche, y radiación solar intensa; nubosidad baja en verano.

2 Clima templado con influencia marítima, inviernos de cuatro a cinco meses; oscilación térmica baja; nubosidad matinal en verano que disipa al mediodía.

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO DE EDIFICIOS EN DIFERENTES CLIMAS DE LA ZONA CENTRAL DEL CHILE

WALDO BUSTAMANTE - FELIPE ENCINAS BUSTAMANTE - ROBERTO OTÁROLA - ALAN PINO

Waldo Bustamante / Ingeniero Civil Mecánico, Universidad de Chile; Magíster en Desarrollo Urbano, Pontificia Universidad Católica de Chile; Doctor en Ciencias Aplicadas, Université Catholique de Louvain. / Profesor, Escuela de Arquitectura, UC.

Felipe Encinas Bustamante / Arquitecto, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2002; Máster en Ciencias, Universidad de Nottingham, 2004; Doctor en Arquitectura Universidad Católica de Lovaina, 2012. Su línea de investigación está asociada al comportamiento térmico y desempeño energético de edificaciones. / Actualmente es profesor de la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Roberto Otárola / Ingeniero Comercial, Universidad de Chile; Candidato a Magíster en Ingeniería de la Energía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Alan Pino / Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile; Candidato a Ingeniero Civil Mecánico y Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Este ejercicio se avoca a la evaluación de tres edificios de oficina, estadísticamente representativos, de la zona central Chile. Dos de ellos se ubican en clima mediterráneo¹ (ECM01 y ECM02) y el tercero en clima costero² (ECC01). En conjunto abarcan vastas zonas de dicha región (FIGS.01 A 04). En clima mediterráneo, uno de los edificios (ECM01) es de fachada completamente transparente (FIG.05) y, el otro (ECM02), de fachada mixta (FIG.15). En clima costero también se estudió un edificio completamente vidriado (ECC01) (FIG.11).

Para cada caso se analizó el desempeño térmico y lumínico, tanto en su situación original como con mejoramientos aplicados, para conocer la variación en su desempeño según cada tipo de edificio. El desempeño térmico se evaluó en régimen dinámico con el software de simulación TAS. Se consideran las **demandas de energía** de calefacción y de refrigeración y se observa también, en algunos casos, la variación de temperatura interior, para ciertos recintos en días característicos. El desempeño lumínico se analizó en distintos períodos del año con los software Ecotect y Radiance. Se aplicó además ventilación nocturna como estrategia de enfriamiento. TRANSPARENCIA PARCIAL / En los casos ECM01 y ECC01, se observó que la **demandas de energía** de refrigeración fue significativa-

mente más alta que la de calefacción (FIGS.08 Y 13). En ECM01, la variación de temperatura interior en un día típico de verano mostró severos problemas de **sobrecalentamiento** (FIG.06). Este mismo fenómeno se observó en algunos días despejados de invierno (FIG.08), lo que indica la necesidad, aun en este período del año, de utilizar sistemas de refrigeración. Se supuso la aplicación de protección solar en ambos edificios a través de la incorporación de celosías en el exterior (FIGS.08 Y 13) para disminuir la demanda de refrigeración, la cual siguió siendo alta en comparación al edificio de **envolvente mixta** (FIG.18).

A los problemas de **sobrecalentamiento** se suma el **deslumbramiento** que provoca la falta de confort lumínico, según se desprende del bajo índice de **iluminancia natural útil** (UDI, Usefull Daylight Illuminance). Este fenómeno es mayor en el caso ECM01 con DVH claro, que con DVH selectivo (FIGS.09 Y 10). En el caso ECC01 también se observaron severos problemas de **deslumbramiento**, aun cuando se trata de un clima con mayores niveles de nubosidad y de una fachada con **vidrio selectivo** (FIG.14).

TRANSPARENCIA PARCIAL / El caso ECM02 mostró una demanda de calefacción menor a la de refrigeración. Esto confirma que en la zona mediterránea de Chile central, las solicitudes climáticas más críticas en edificios de ofi-

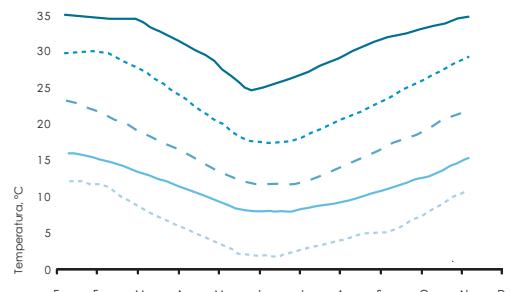


FIG.01 >
 ■ T° extrema mínima
 ■ T° media mínima
 ■ T° media
 ■ T° media máxima
 ■ T° extrema máxima

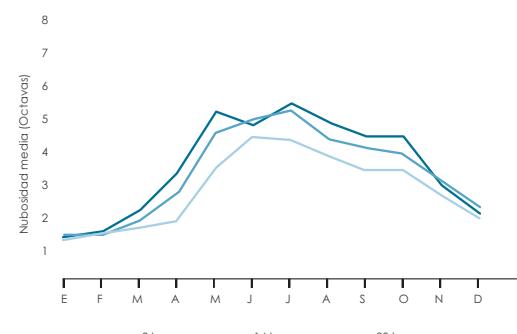


FIG.02 >

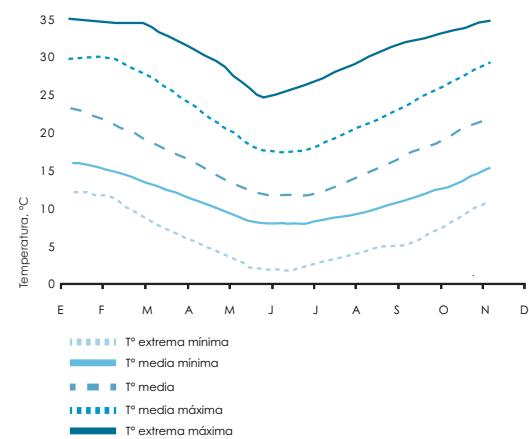


FIG.03 >

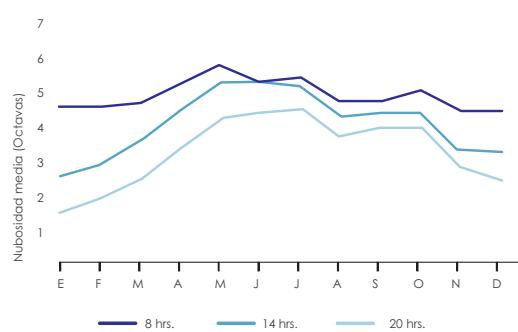


FIG.04 >

1 Clima templado, con invierno de cuatro a cinco meses, verano y estaciones intermedias con oscilación térmica moderada entre día y noche, y radiación solar intensa; nubosidad baja en verano.

2 Clima templado con influencia marítima, inviernos de cuatro a cinco meses; oscilación térmica baja; nubosidad matinal en verano que disipa al mediodía.

cina ocurren en el período de refrigeración (FIG.18). Además se observó **sobrecalentamiento** durante el verano, lo que obliga a ocupar estos sistemas de refrigeración. Sin embargo, en un día despejado de invierno este fenómeno tuvo menor intensidad que en ECM01, que es completamente vidriado y se encuentra en el mismo clima (FIGS. 7 Y 17).

En ECM02 se observó que la demanda de calefacción fue mayor que la del edificio completamente transparente (ECM01) (FIGS.8 Y 18). Para enfrentar esto, como primera medida, se mejorará el estándar de las ventanas con DVH de tipo selectivo. Al hacerlo se observó que la **demandada de energía** de calefacción disminuyó solo levemente (FIG.18), lo que indicó la necesidad de optimizar también el muro de hormigón. Luego con la incorporación de aislante térmico de 50 mm en el muro, su transmisione disminuyó significativamente, lo que permitió que la **demandada de energía** de calefacción descendiera a niveles muy bajos (FIG.19).

Respecto de la **demandada de energía** de refrigeración, las mejoras aplicadas para disminuir la demanda de calefacción no generaron un efecto significativo. Se desprende de aquí la necesidad de incrementar la ventilación nocturna.

En relación con el confort lumínico, aunque ECM02 tiene menor superficie vidriada, siguió mostrando un alto riesgo de **deslumbramiento**; sin embargo, se pudo establecer que el uso de protección solar exterior reduce significativamente. El índice UDI para rango entre 100 y 2.000 lux es extremadamente bajo cuando no se tiene protección solar (FIG.20), y con ello predomina la existencia de **deslumbramiento** porque la iluminancia estaría mayoritariamente sobre 2.000 lux.

VENTILACIÓN NOCTURNA / Con esta estrategia, la masa del edificio se enfriará durante la noche para que al día siguiente dicha masa fría absorba calor del ambiente interno, lo que permite disminuir su temperatura. Se obtiene así una curva de temperatura amortiguada, con máximos retardados respecto de la temperatura externa (FIG.22). Cabe señalar que un muro de hormigón u otro material de alta densidad, cuya aislación térmica se instala por el interior, no ofrece **inercia térmica** al edificio pues su masa se expone hacia el exterior.

Se aplicó ventilación nocturna al caso ECM01, en su versión con protección solar externa. Esto permitió disminuir la demanda de refrigeración en un 7,1%, aunque siguió siendo superior a la de ECM02, en su versión original. Por lo tanto este ejercicio no fue suficientemente efectivo por la escasa **inercia térmica** del edificio.

También se aplicó ventilación nocturna al caso ECM02. Se consideraron todos los mejoramientos aplicados, lo que disminuyó la demanda de refrigeración hasta límites significativamente más bajos que los alcanzados en ECM01 (FIGS.8 Y 18). Esta caída fue de alrededor de un 37,5% respecto de la situación original –escenario 1–. Si bien es probable que en un edificio de fachada mixta en clima mediterráneo la demanda de refrigeración llegue a límites inferiores, se observa que el conjunto de medidas aplicadas al edificio ECM02 permiten mejorar su comportamiento térmico, en todo el año, de manera muy significativa.

CONSIDERACIONES FINALES / El que la **demandada de energía** de calefacción haya sido –en los tres edificios– inferior a las respectivas demandas de enfriamiento, muestra que en edificios de oficina, con uso diurno intensivo, los problemas térmicos –y también lumínicos– son más críticos en verano y en ciertos meses de las estaciones intermedias. Por ello es que deben utilizarse estrategias de diseño tales como: vidrios selectivos, **doble vidriado hermético** (DVH), protección solar y ventilación nocturna.

A continuación, –en el texto final de esta edición–, se desarrolla un **análisis de sensibilidad** que permite conocer con mayor precisión el efecto combinado de estas y otras estrategias de diseño destinadas a enfrentar los problemas aquí detectados. +

FIG.11 A 14 ECC01. Edificio en clima costero 1. Fuente: elaboración propia.

Especificaciones técnicas

Muro cortina: vidrio simple tipo reflectivo. Transmitancia solar ($TS = 0,47$). Factor de transmisión de luz ($TL = 0,52$). Transmitancia térmica ($U = 5,8 \text{ W/m}^2\text{C}$). Piso sobre subterráneo: hormigón armado (HA) 200 mm. Transmitancia térmica ($U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{C}$). Cubierta: hormigón armado (HA) de 150 mm. Transmitancia térmica ($U = 4,3 \text{ W/m}^2\text{C}$).

FIG.11 Esquema y planta.

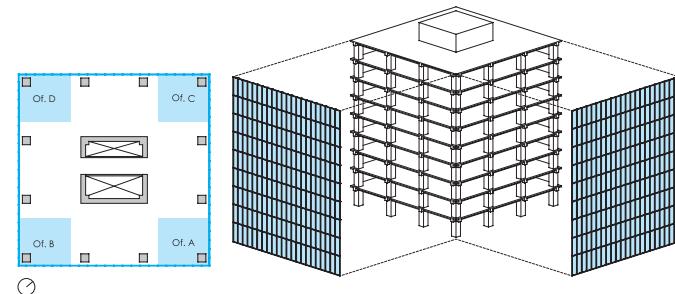


FIG.11 >

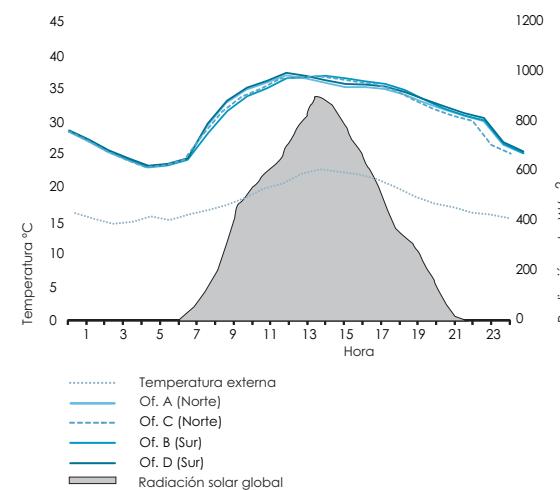


FIG.12 >

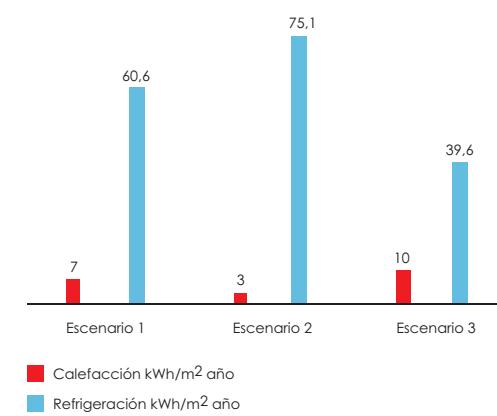


FIG.13 >

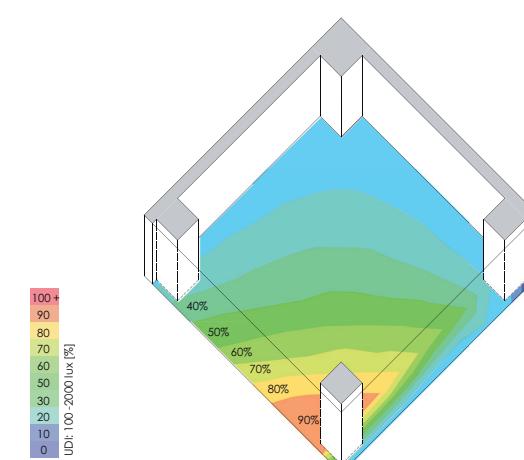


FIG.14 >

cina ocurren en el período de refrigeración (FIG.18). Además se observó **sobrecalentamiento** durante el verano, lo que obliga a ocupar estos sistemas de refrigeración. Sin embargo, en un día despejado de invierno este fenómeno tuvo menor intensidad que en ECM01, que es completamente vidriado y se encuentra en el mismo clima (FIGS. 7 Y 17).

En ECM02 se observó que la demanda de calefacción fue mayor que la del edificio completamente transparente (ECM01) (FIGS.8 Y 18). Para enfrentar esto, como primera medida, se mejorará el estándar de las ventanas con DVH de tipo selectivo. Al hacerlo se observó que la **demandada de energía** de calefacción disminuyó solo levemente (FIG.18), lo que indicó la necesidad de optimizar también el muro de hormigón. Luego con la incorporación de aislante térmico de 50 mm en el muro, su transmisione disminuyó significativamente, lo que permitió que la **demandada de energía** de calefacción descendiera a niveles muy bajos (FIG.19).

Respecto de la **demandada de energía** de refrigeración, las mejoras aplicadas para disminuir la demanda de calefacción no generaron un efecto significativo. Se desprende de aquí la necesidad de incrementar la ventilación nocturna.

En relación con el confort lumínico, aunque ECM02 tiene menor superficie vidriada, siguió mostrando un alto riesgo de **deslumbramiento**; sin embargo, se pudo establecer que el uso de protección solar exterior reduce significativamente. El índice UDI para rango entre 100 y 2.000 lux es extremadamente bajo cuando no se tiene protección solar (FIG.20), y con ello predomina la existencia de **deslumbramiento** porque la iluminancia estaría mayoritariamente sobre 2.000 lux.

VENTILACIÓN NOCTURNA / Con esta estrategia, la masa del edificio se enfriará durante la noche para que al día siguiente dicha masa fría absorba calor del ambiente interno, lo que permite disminuir su temperatura. Se obtiene así una curva de temperatura amortiguada, con máximos retardados respecto de la temperatura externa (FIG.22). Cabe señalar que un muro de hormigón u otro material de alta densidad, cuya aislación térmica se instala por el interior, no ofrece **inercia térmica** al edificio pues su masa se expone hacia el exterior.

Se aplicó ventilación nocturna al caso ECM01, en su versión con protección solar externa. Esto permitió disminuir la demanda de refrigeración en un 7,1%, aunque siguió siendo superior a la de ECM02, en su versión original. Por lo tanto este ejercicio no fue suficientemente efectivo por la escasa **inercia térmica** del edificio.

También se aplicó ventilación nocturna al caso ECM02. Se consideraron todos los mejoramientos aplicados, lo que disminuyó la demanda de refrigeración hasta límites significativamente más bajos que los alcanzados en ECM01 (FIGS.8 Y 18). Esta caída fue de alrededor de un 37,5% respecto de la situación original –escenario 1–. Si bien es probable que en un edificio de fachada mixta en clima mediterráneo la demanda de refrigeración llegue a límites inferiores, se observa que el conjunto de medidas aplicadas al edificio ECM02 permiten mejorar su comportamiento térmico, en todo el año, de manera muy significativa.

CONSIDERACIONES FINALES / El que la **demandada de energía** de calefacción haya sido –en los tres edificios– inferior a las respectivas demandas de enfriamiento, muestra que en edificios de oficina, con uso diurno intensivo, los problemas térmicos –y también lumínicos– son más críticos en verano y en ciertos meses de las estaciones intermedias. Por ello es que deben utilizarse estrategias de diseño tales como: vidrios selectivos, **doble vidriado hermético** (DVH), protección solar y ventilación nocturna.

A continuación, –en el texto final de esta edición–, se desarrolla un **análisis de sensibilidad** que permite conocer con mayor precisión el efecto combinado de estas y otras estrategias de diseño destinadas a enfrentar los problemas aquí detectados. +

FIG.11 A 14 ECC01. Edificio en clima costero 1. Fuente: elaboración propia.

Especificaciones técnicas

Muro cortina: vidrio simple tipo reflectivo. Transmitancia solar ($TS = 0,47$). Factor de transmisión de luz ($TL = 0,52$). Transmitancia térmica ($U = 5,8 \text{ W/m}^2\text{C}$). Piso sobre subterráneo: hormigón armado (HA) 200 mm. Transmitancia térmica ($U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{C}$). Cubierta: hormigón armado (HA) de 150 mm. Transmitancia térmica ($U = 4,3 \text{ W/m}^2\text{C}$).

FIG.11 Esquema y planta.

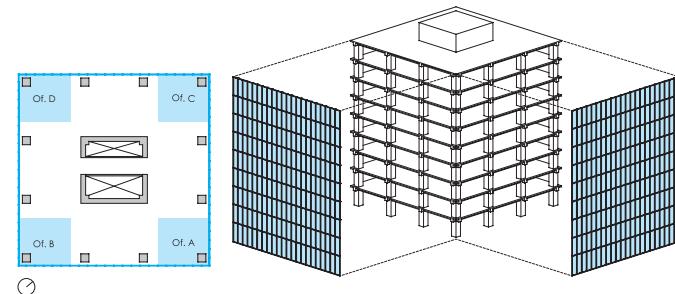


FIG.11 >

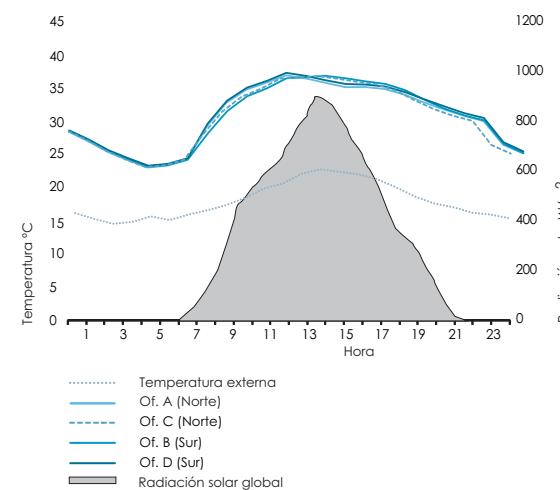


FIG.12 >

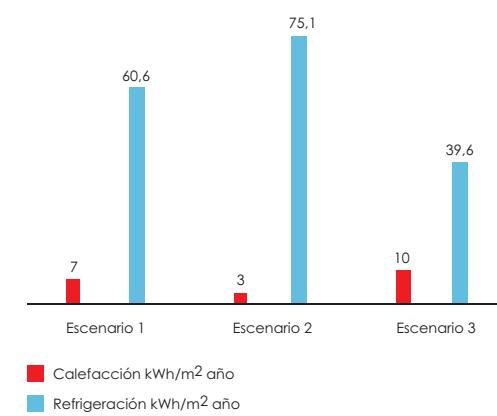


FIG.13 >

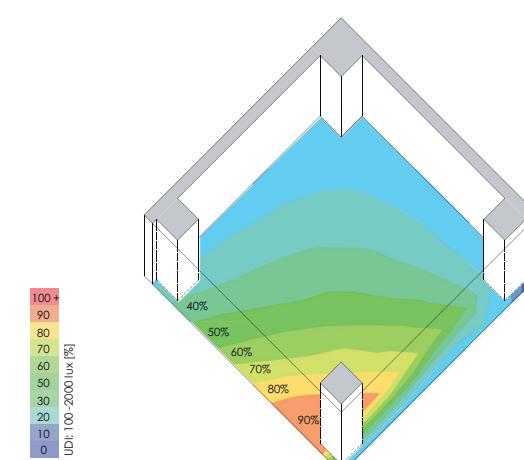


FIG.14 >