



INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CANARIAS



Jornada de Eficiencia Energética asociada al confort térmico en establecimientos hoteleros

*Las Palmas de Gran Canaria, 26 de Noviembre de 2014
Santa Cruz de Tenerife, 27 de Noviembre de 2014*

Ahorro energético en establecimientos hoteleros y extra-hoteleros en Canarias: Integración de sistemas de energía solar térmica y rehabilitación de la envolvente edificatoria. Proyecto TRNSHOTEL

Pilar Navarro Rivero

privero@itccanarias.org

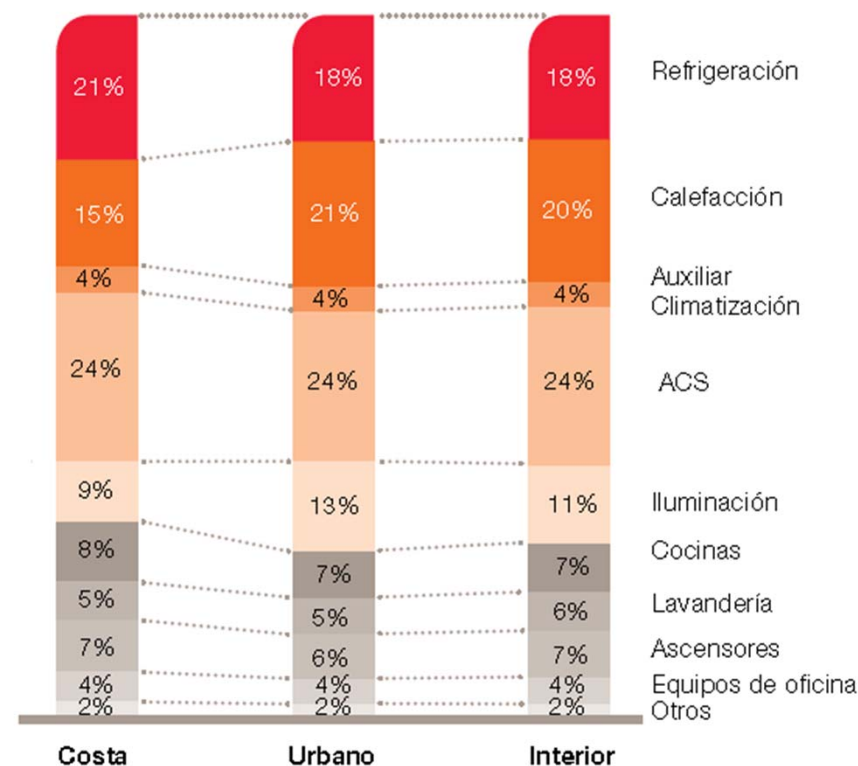
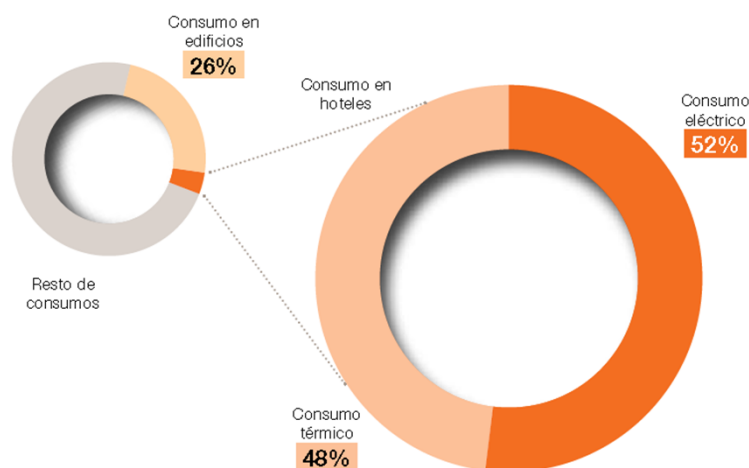
Jefe de Sección, Departamento de Energías Renovables

Instituto Tecnológico de Canarias, ITC

www.itccanarias.org

Consumos energéticos en instalaciones hoteleras

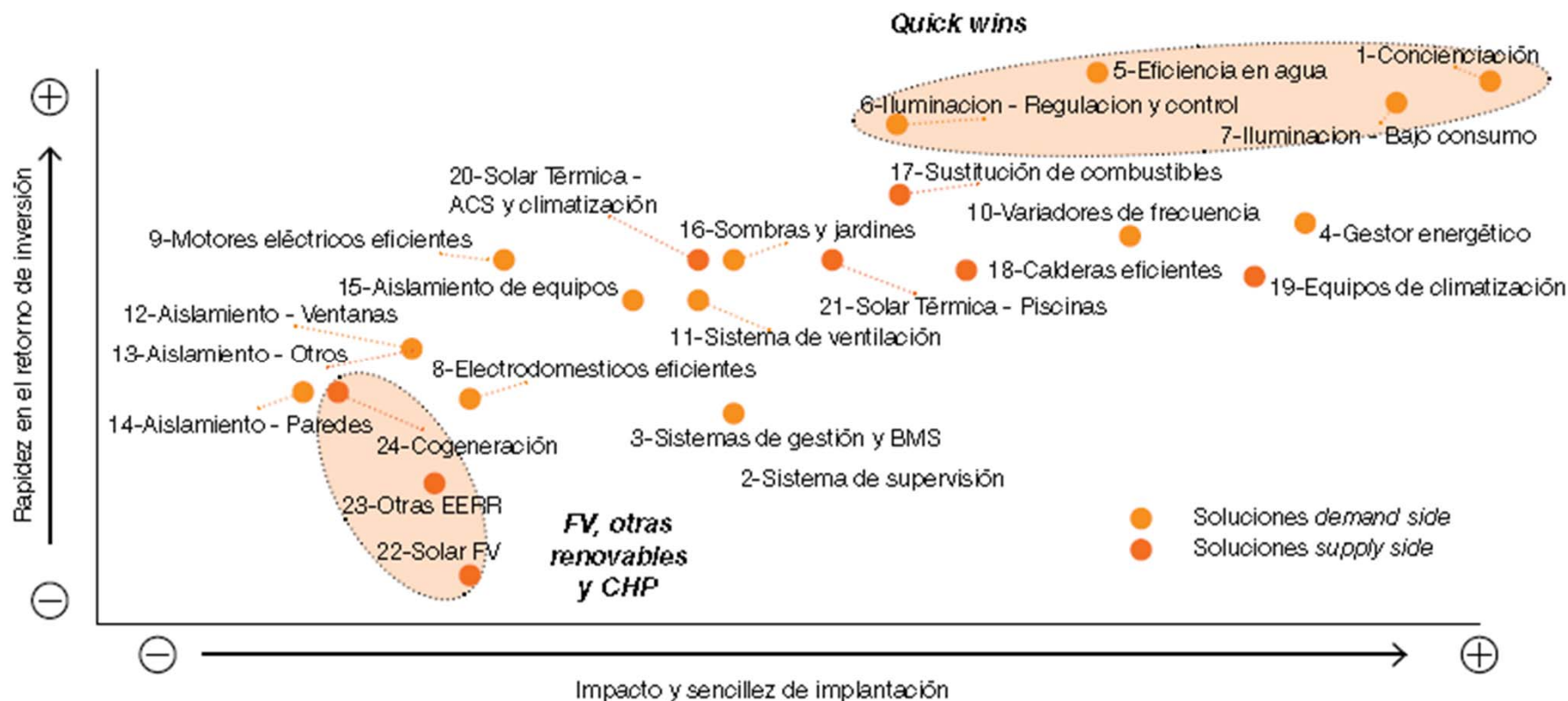
Los costes de aprovisionamientos energéticos y de agua suponen de media el 9% de los costes totales de explotación de un establecimiento hotelero, oscilando entre el 4% para hoteles con consumos básicos de iluminación y agua caliente sanitaria y de un 25% en instalaciones que cuentan con piscinas climatizadas, SPA o cocinas.



Consumos en hotel medio europeo según localización

Fuente: IDAE, Hotel Energy Solutions y análisis de PwC.
 Extraído de "Cómo impulsar la eficiencia energética. Sector hotelero español". PwC y Plataforma tecnológica española de eficiencia energética.

Medidas de ahorro, eficiencia energética e introducción de energías renovables en establecimientos hoteleros



Fuente: "Cómo impulsar la eficiencia energética. Sector hotelero español". PwC y Plataforma tecnológica española de eficiencia energética.

Energía Solar Térmica. Beneficios / Oportunidades

- Seguridad en el suministro energético
- Estabilidad de los precios de la energía
- Protección del clima
- Creación de empleo local
- Líderes tecnológicos



Aplicación	Tecnología	Temperatura de trabajo
Calentamiento de piscinas	Captadores sin cubierta	<30°C
	Captadores de placa plana convencionales (<i>si se combina la producción de agua caliente sanitaria y el calentamiento de la piscina</i>)	
Agua caliente sanitaria	Captadores de placa plana convencionales	45°C – 55°C
Calefacción	Captadores de placa plana de alto rendimiento	>60°C
	Captadores tubulares de vacío	
Refrigeración de espacios (con máquina de absorción de simple efecto)	Captadores de placa plana de alto rendimiento	70 - 90°C
	Captadores tubulares de vacío	



Marco regulatorio

Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre de 2013, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE “Ahorro de Energía” del **Código Técnico de la Edificación, CTE**, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo y posteriormente corregida por la disposición 11688 publicada en el BOE de 8 de noviembre de 2013. Sección HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”

Producción de ACS: *La contribución solar mínima anual es del 60% para un nivel de demanda de ACS en los edificios entre 50 y 5000 l/d y del 70% para demandas de ACS superiores.*

Climatización piscinas cubiertas: *La contribución solar mínima anual es del 70%.*

La contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio; bien realizada en el propio edificio o bien a través de la conexión a una red de climatización urbana siempre que:

*Las **emisiones de dióxido de carbono** y el **consumo de energía primaria no renovable**, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada.*

*Factor de conversión de energía final a primaria para electricidad convencional en Canarias: 3,117 kWhEprimaria/kWhEfinal
Factor de emisión de CO₂: 0,811 kg CO₂/kWh Efinal*

Marco regulatorio

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, RITE**, (Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio)

IT 1.2.4.6.3. Para el calentamiento de piscinas al aire libre sólo podrán utilizarse fuentes de energía renovable o residual.

- **Circular de la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias relativa a las condiciones de uso de las bombas de calor en el calentamiento de piscinas al aire libre en Canarias**
(28/04/2014)

”Se aceptará un sistema de bomba de calor para el calentamiento de piscinas al aire libre en el que se aproveche el porcentaje de energía renovable de la bomba de calor como uno de los subsistemas que integran el sistema de instalación térmica de un edificio destinado a la producción de agua caliente sanitaria y calefacción, supeditado a cumplir en el balance de energía global del edificio los porcentajes de contribución renovable y el resto de preceptos establecidos en la reglamentación vigente sobre instalaciones térmicas en los edificios”.

Análisis económico y energético: Producción de ACS

Establecimiento hotelero de 4 estrellas y 560 plazas ubicado en la localidad de Maspalomas (Gran Canaria):

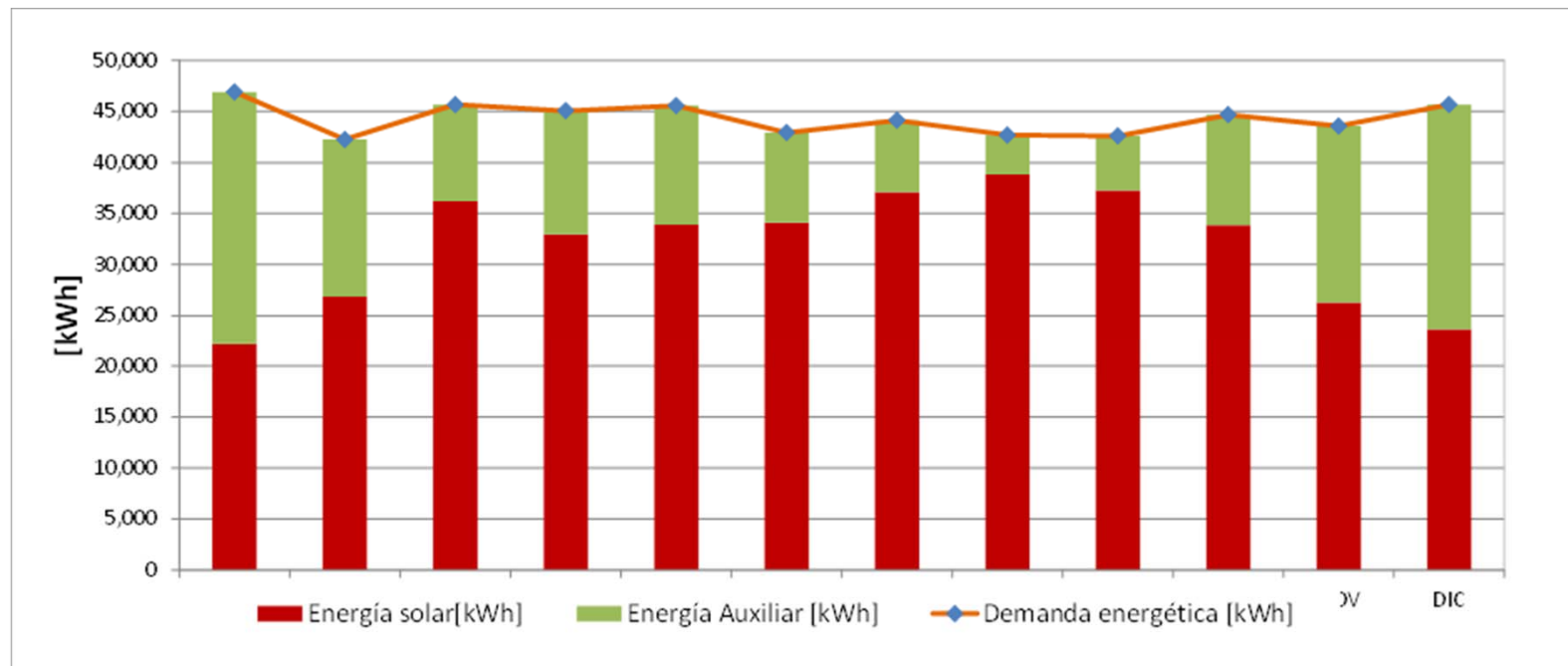
Consumo anual de ACS: 17.807 metros cúbicos (45°C)

Demanda energética anual: 531 677 kWh_{th}.

Instalación solar propuesta (captadores solares de placa plana con superficie selectiva): 410 m² (287 kW_{th})

Aporte solar: 72.1% (383 278 kWh_{th})

Inversión estimada: 287 280€; Periodo de retorno del capital: 5 años



Análisis económico y energético: Producción de ACS

	Energía final [kWh _{th}]	Energía primaria de origen renovable [kWh _{th}]	Energía primaria de origen no renovable [kWh _{th}]	tCO ₂ emitidas
Energía solar con apoyo de caldera de gasóleo	164 888	495	194 402	51.3
Energía solar con apoyo de caldera de propano	161 303	484	193 725	41.0
Energía solar con apoyo de caldera de biomasa	161 303	165 820	13 711	2.9

	Energía final [kWh _e]	Energía primaria de origen renovable [kWh _{th}]	Energía primaria de origen no renovable [kWh _{th}]	tCO ₂ emitidas	E _{RES} extra [kWh _{th}]
Energía solar con apoyo de bomba de calor aerotérmica	53 304	3145	163 004	43.2	95 095
Energía solar con apoyo de bomba de calor geotérmica	25 174	1485	76 981	20.4	123 225

Análisis económico y energético: Producción de ACS y climatización de piscina al aire libre

Establecimiento hotelero de 4 estrellas de 560 plazas ubicado en la localidad de Maspalomas (Gran Canaria) y piscina al exterior de 200 m²

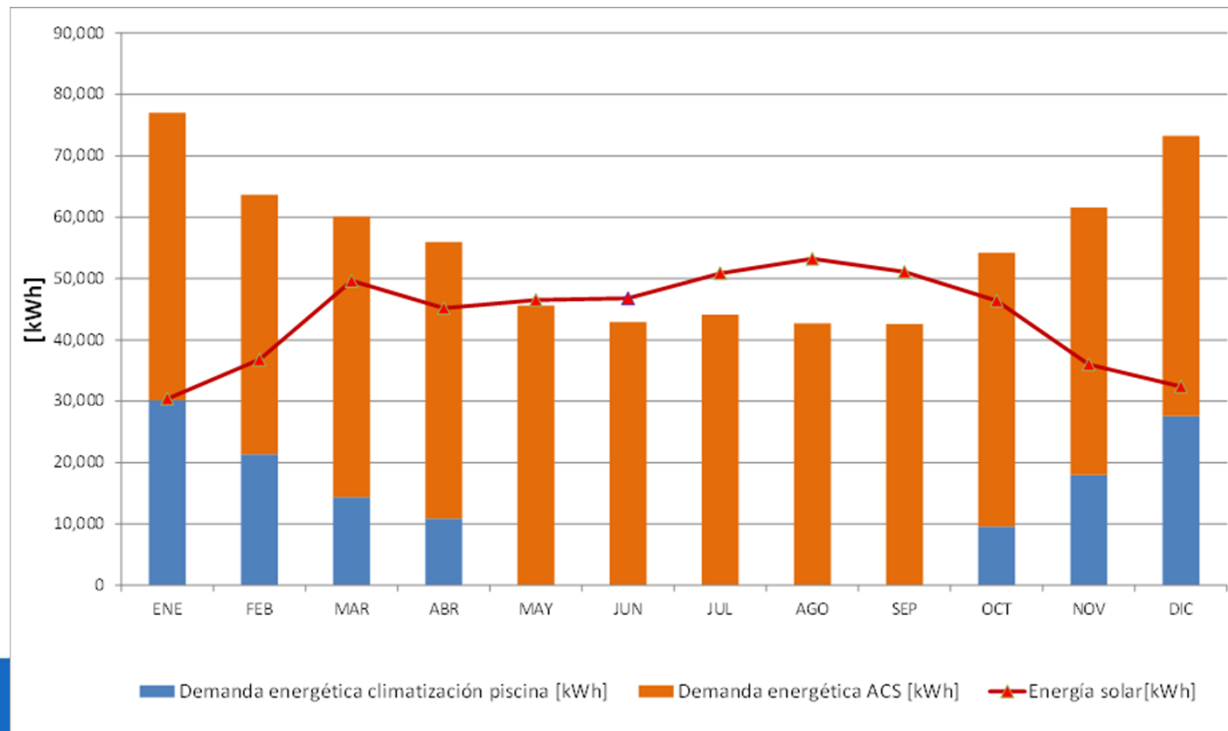
Demanda energética anual ACS: 531 677 kWh_{th}.

Demanda energética climatización piscina: 131 921 kWh_{th}.

Instalación solar propuesta (captadores solares de placa plana con superficie selectiva): 562,4 m² (393,6 kW_{th})

Aporte solar: 525 233 kWh_{th} (131 921 kWh_{th} piscina y 393 312 kWh_{th} ACS (74%))

Inversión estimada: 393 680€; Periodo de retorno del capital: 5 años



Análisis económico y energético. Producción de calor

	Coste [€/kWh _{th}]	Emisiones [kgCO ₂ /kWh _{th}]
Energía solar térmica	0.056	0.000
Caldera de alto rendimiento alimentada con propano	0.127-0.146	0.276
Caldera de alto rendimiento alimentada con gasóleo	0.062	0.346
Caldera de biomasa alimentada con pellets	0.057	0.020
Bomba de calor aerotérmica (electricidad)	0.032	0.253
Bomba de calor geotérmica (electricidad)	0.023	0.180

El coste de producción de ACS con energía solar térmica se ha evaluado incluyendo el coste de inversión de los equipos requeridos y los costes de mantenimiento anuales del sistema durante toda su vida útil (aproximadamente 20 años).

El coste de producción de ACS con otras tecnologías se ha estimado en función del precio actual del combustible (propano, gasóleo o pellet) o de electricidad y no incluye el coste de inversión e instalación del equipo de producción de calor y las infraestructuras adicionales que pueda precisar (pozos geotérmicos, silos de almacenamiento, etc...).

Climatización solar

La demanda energética en refrigeración es proporcional a la intensidad de la radiación solar, coincidiendo los periodos de máxima demanda con los de máxima radiación solar.

Tecnologías disponibles en enfriadoras de agua accionadas térmicamente: absorción, adsorción y enfriamiento evaporativo.

La mayoría de las enfriadoras de absorción utilizan como refrigerante el agua y una solución líquida de Bromuro de Litio como absorbente, aunque también se utilizan otros pares de componentes químicos como el $\text{H}_2\text{O}/\text{LiCl}$ y $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$.

La temperatura mínima requerida para el accionamiento de enfriadoras de absorción de simple efecto es 85°C y los valores de COP (Coefficient of performance) habituales están entre 0.6-0.8.



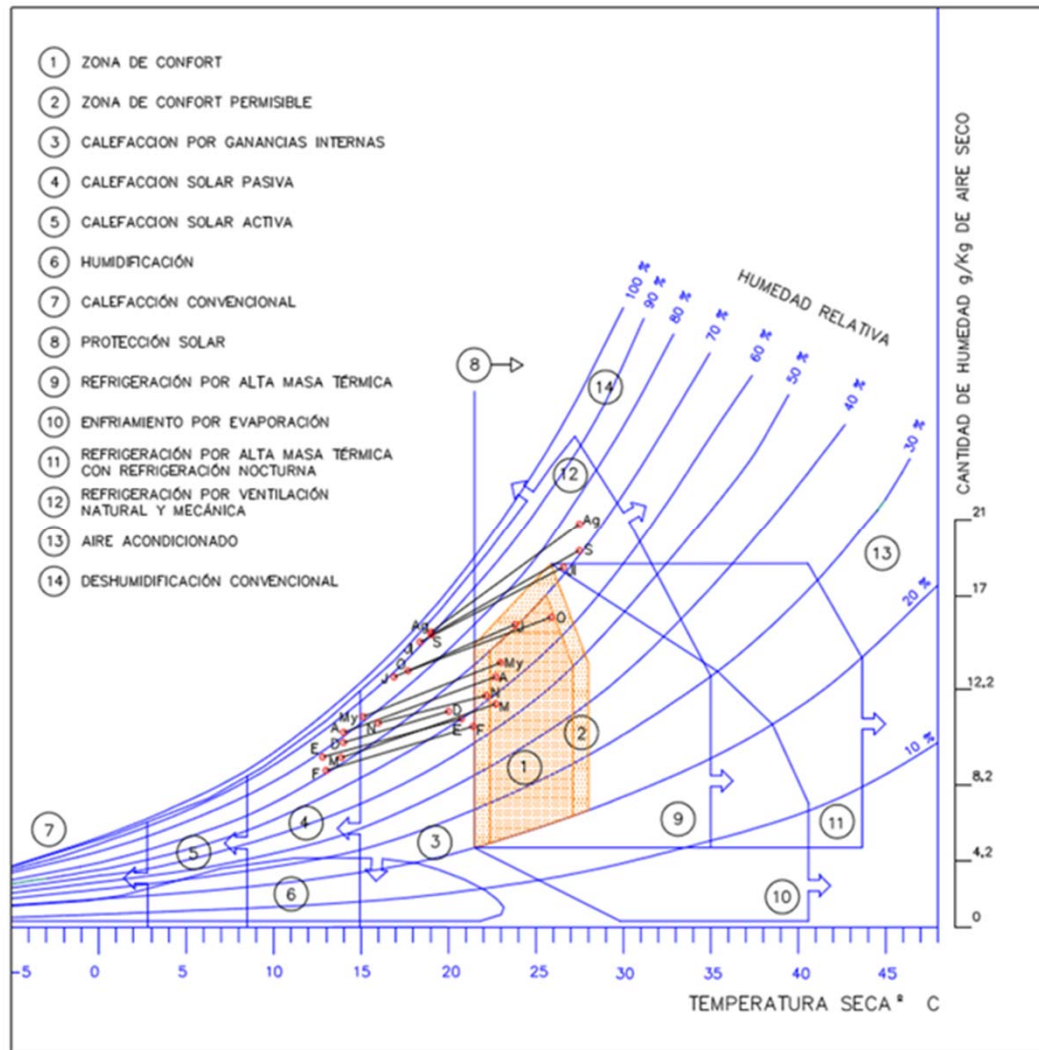
Análisis económico y energético. Refrigeración

	Coste [€/kWh _{th}]	Emisiones [kgCO ₂ /kWh _{th}]
Enfriadoras de agua de absorción (100 kW) accionadas con energía solar térmica (excedentes energéticos)	0,047	0,000
Enfriadoras de agua de compresión mecánica accionadas eléctricamente de condensación por aire	0,033	0.262
Enfriadoras de agua de compresión mecánica accionadas eléctricamente de condensación geotérmica (aguas subterráneas)	0,020	0.159

Factores que influyen negativamente para la implantación de la climatización solar:

- Coste de inversión elevado de la tecnología de absorción
Potencias entre 35-200 kW:
1126-419 €/kWfrío (absorción)
400-230 €/kWfrío (compresión mecánica y condensación por aire)
- COP reducido (0,6-0,7)
- Marcada estacionalidad en la demanda de refrigeración

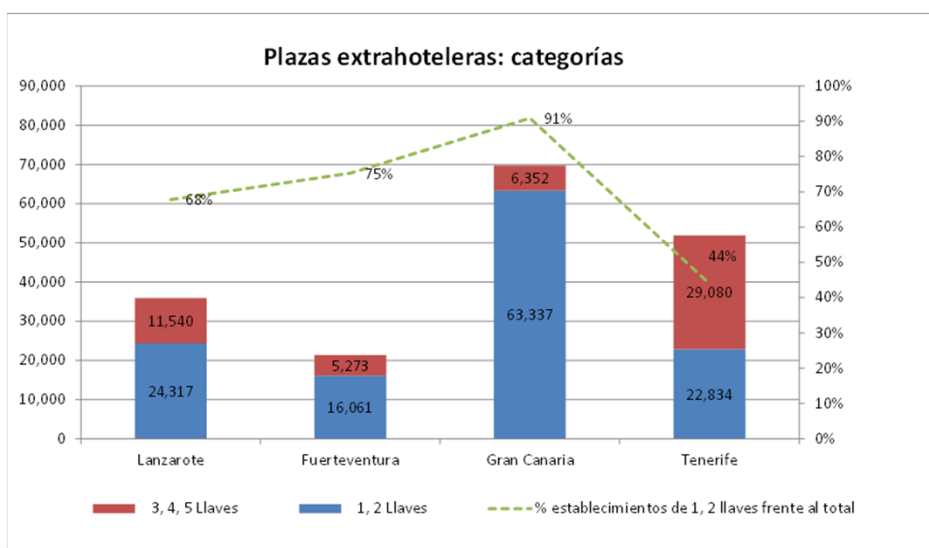
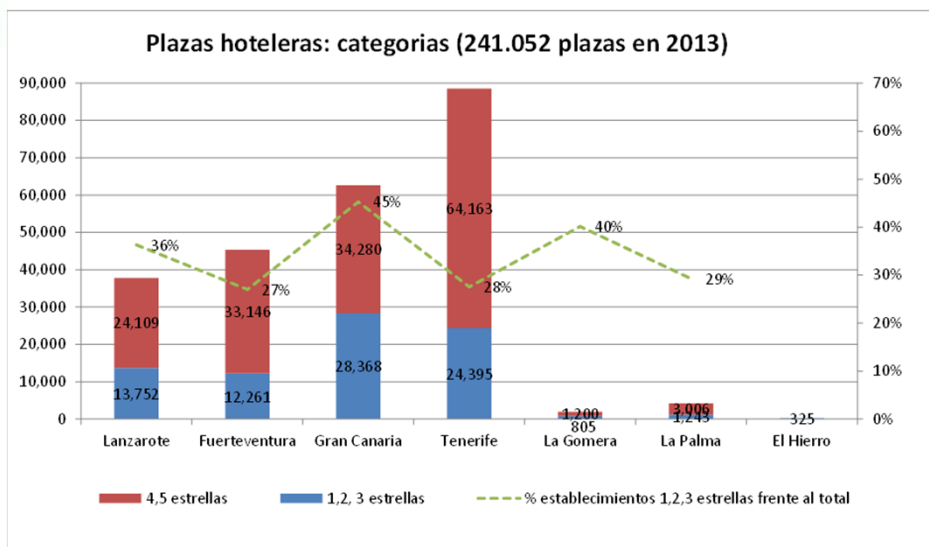
Rehabilitación de la envolvente edificatoria



Carta bioclimática de Givoni, 28°N latitud Norte, Maspalomas (Gran Canaria). Fuente: “Sostenibilidad energética de la edificación en Canarias”, ISBN 978-84-693-9611-7, Instituto Tecnológico de Canarias

<http://www.renovae.org/mabican/>

Estructura de la oferta de plazas hoteleras y extra-hoteleras en Canarias



Establecimientos hoteleros: 625 (56% de categoría inferior a 4 estrellas)

Establecimientos extra-hoteleros: 1179 (el 71% corresponden a establecimientos de 1 o 2 llaves)

Ley 2/2013, de 29 de mayo, de Renovación y Modernización Turística de Canarias, ofrece importantes incentivos para la renovación edificatoria de establecimientos hoteleros y extra-hoteleros cuando la categoría a obtener tras la renovación sea de 3 estrellas o superior

Fuente: Instituto Canario de Estadísticas, ISTAC, año 2013

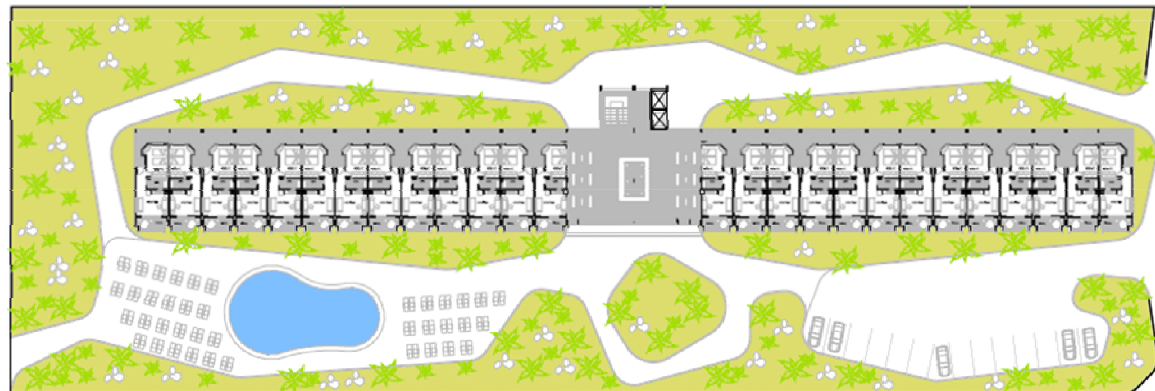
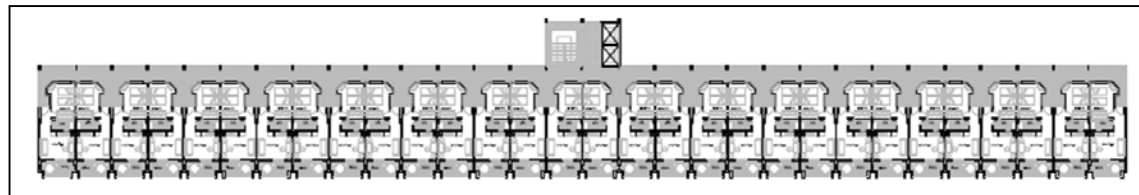
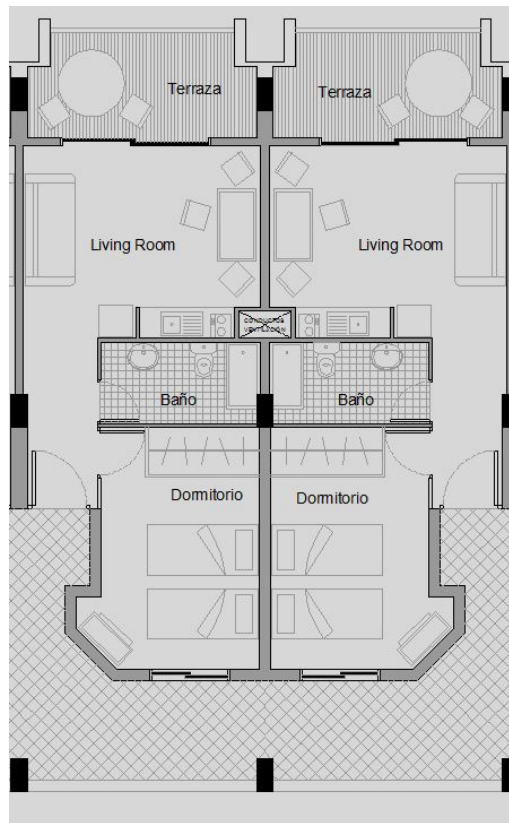
Hotel de referencia TRNSHOTEL

Planta baja (incluye recepción) + 4 plantas

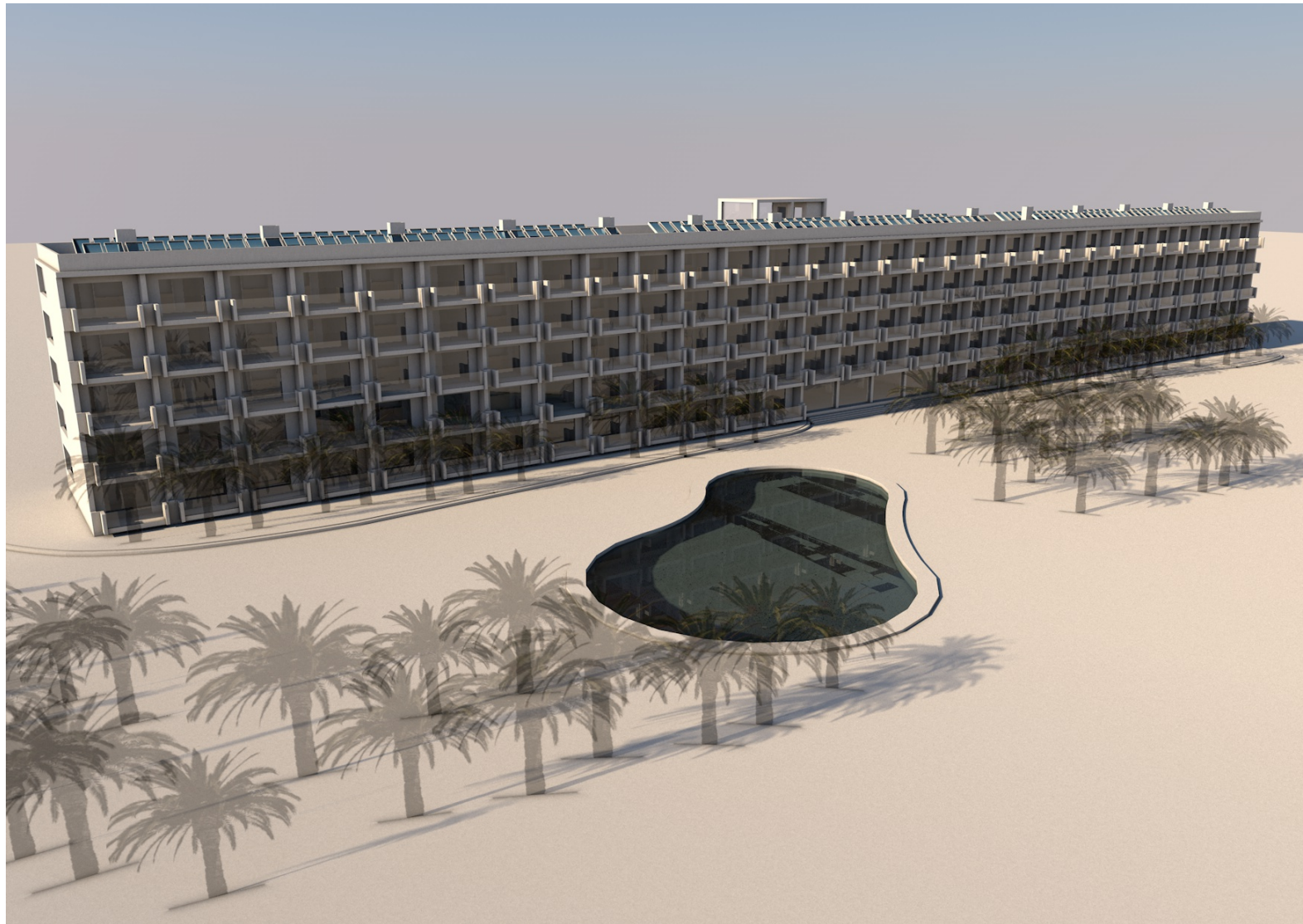
146 apartamentos /292 plazas

5895 m²

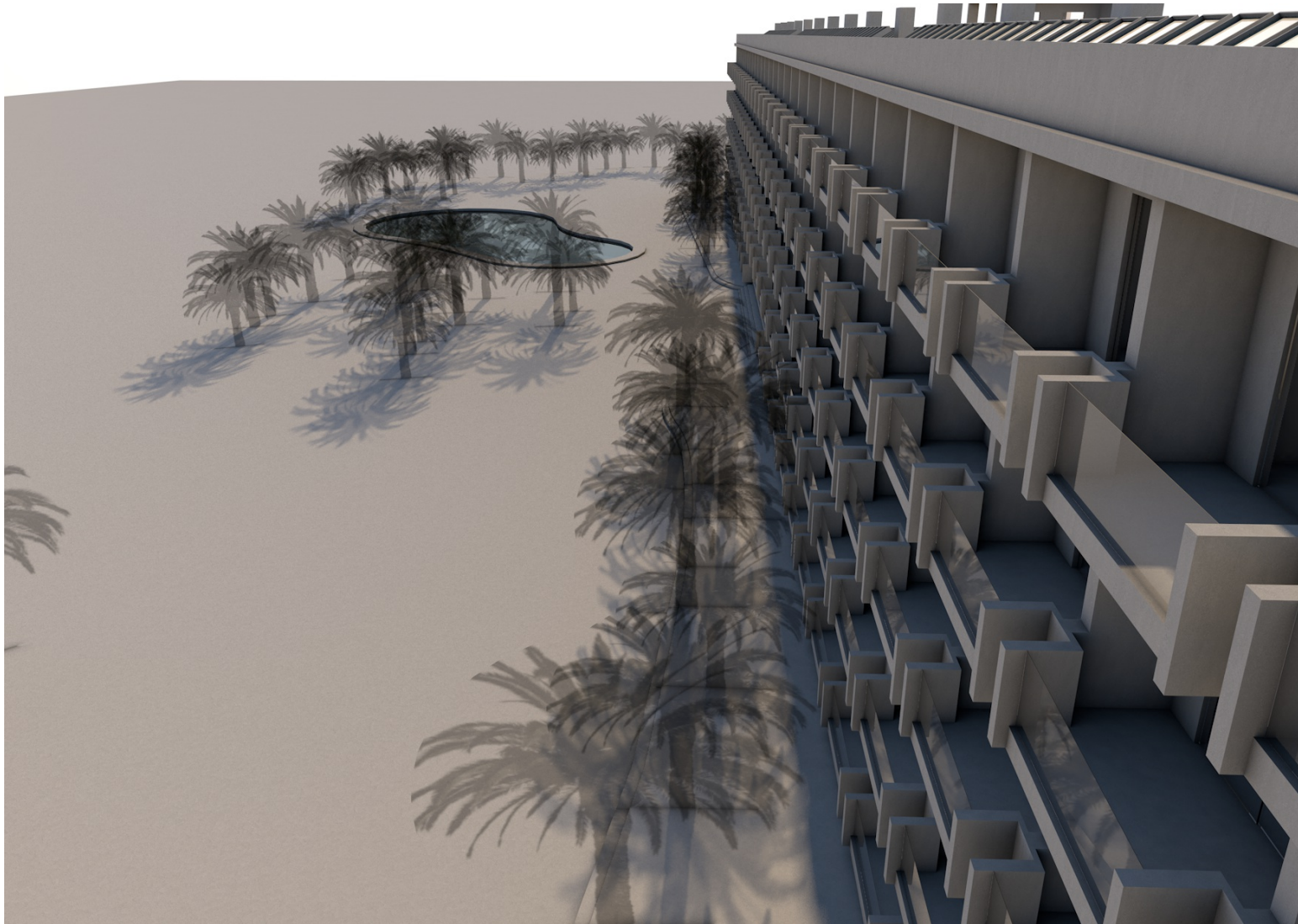
Maspalomas (Gran Canaria)



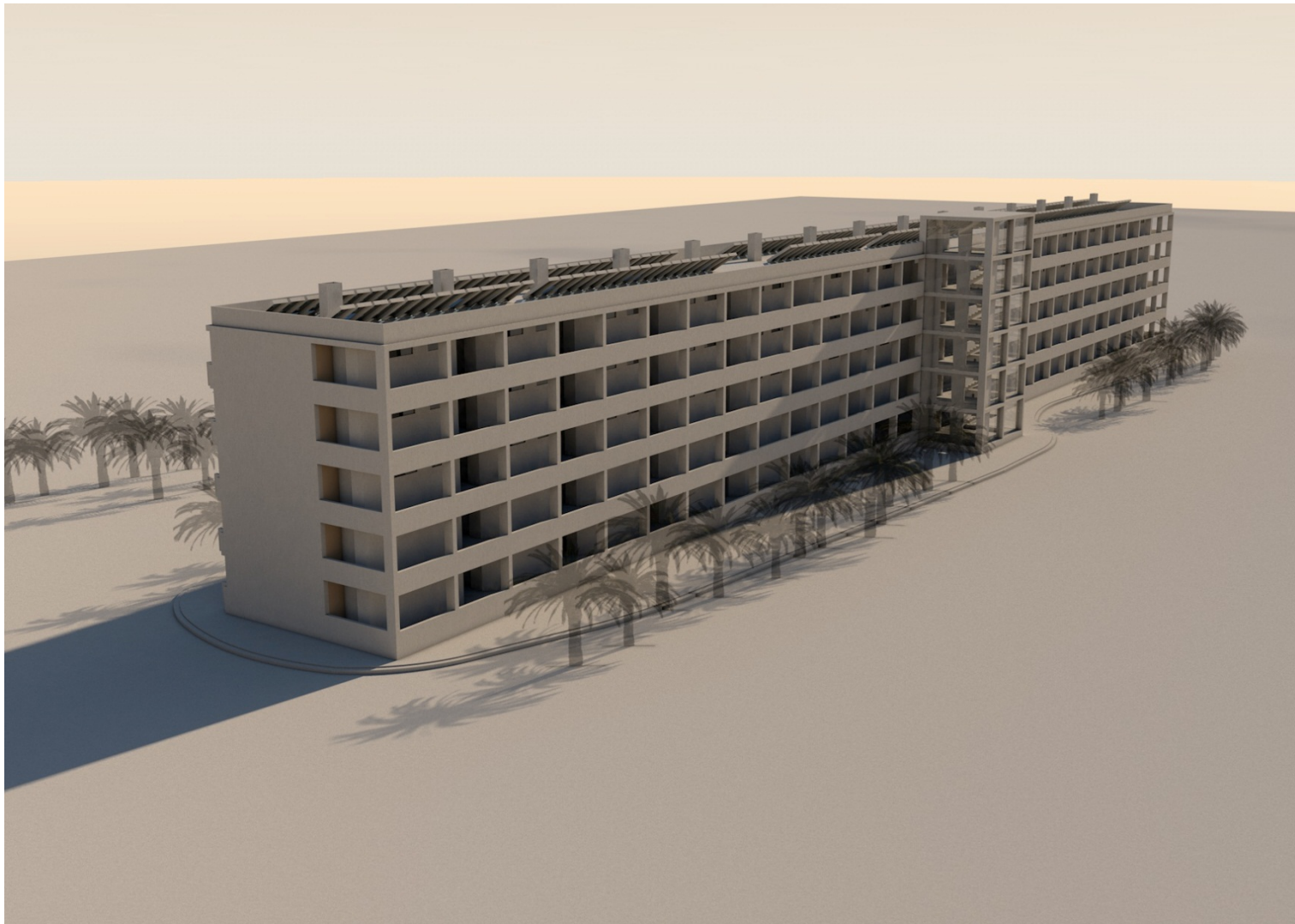
Hotel de referencia TRNSHOTEL



Hotel de referencia TRNSHOTEL

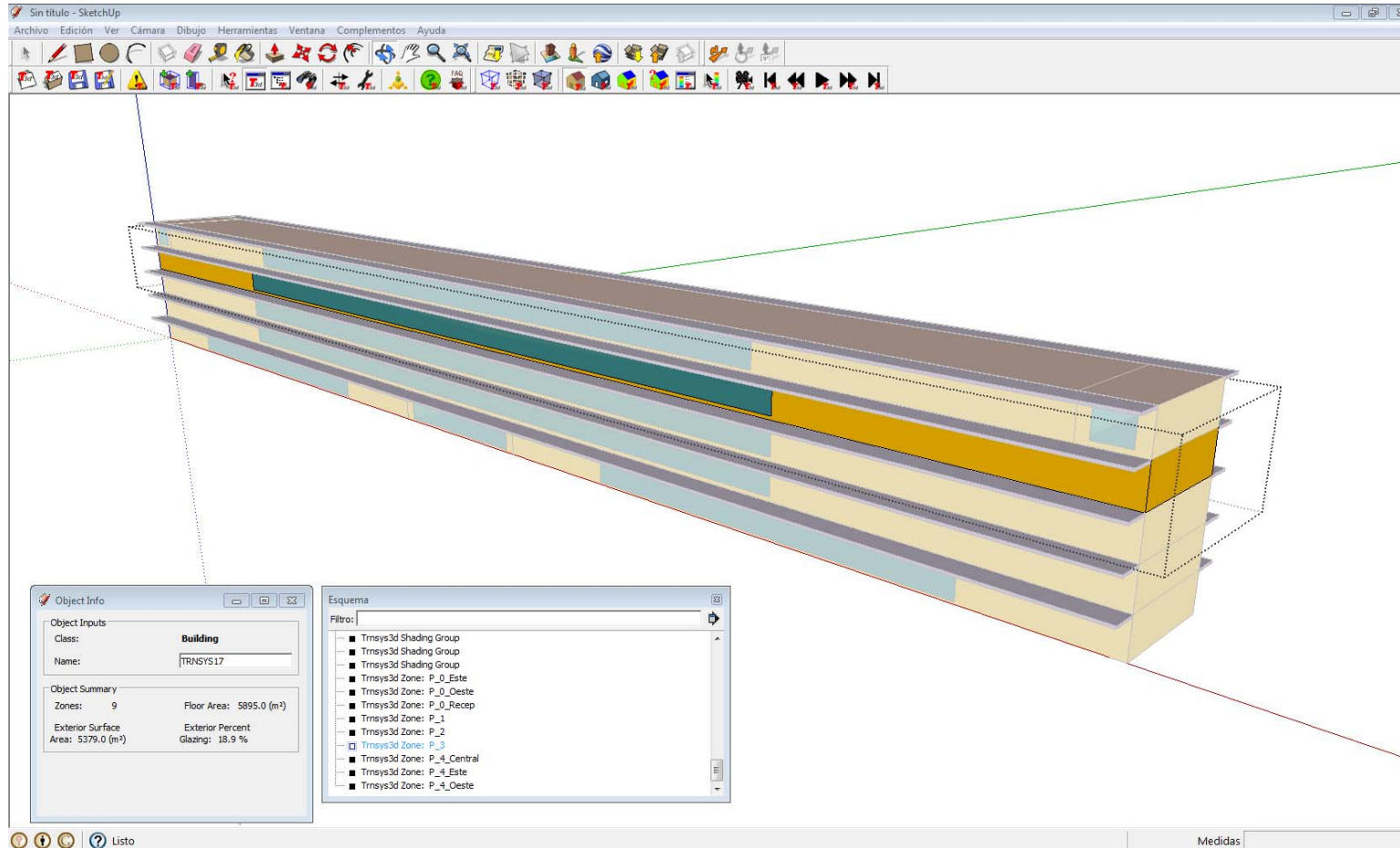


Hotel de referencia TRNSHOTEL



Hotel de referencia TRNSHOTEL

TRNSYS: Herramienta de simulación dinámica para evaluar el comportamiento térmico de edificios



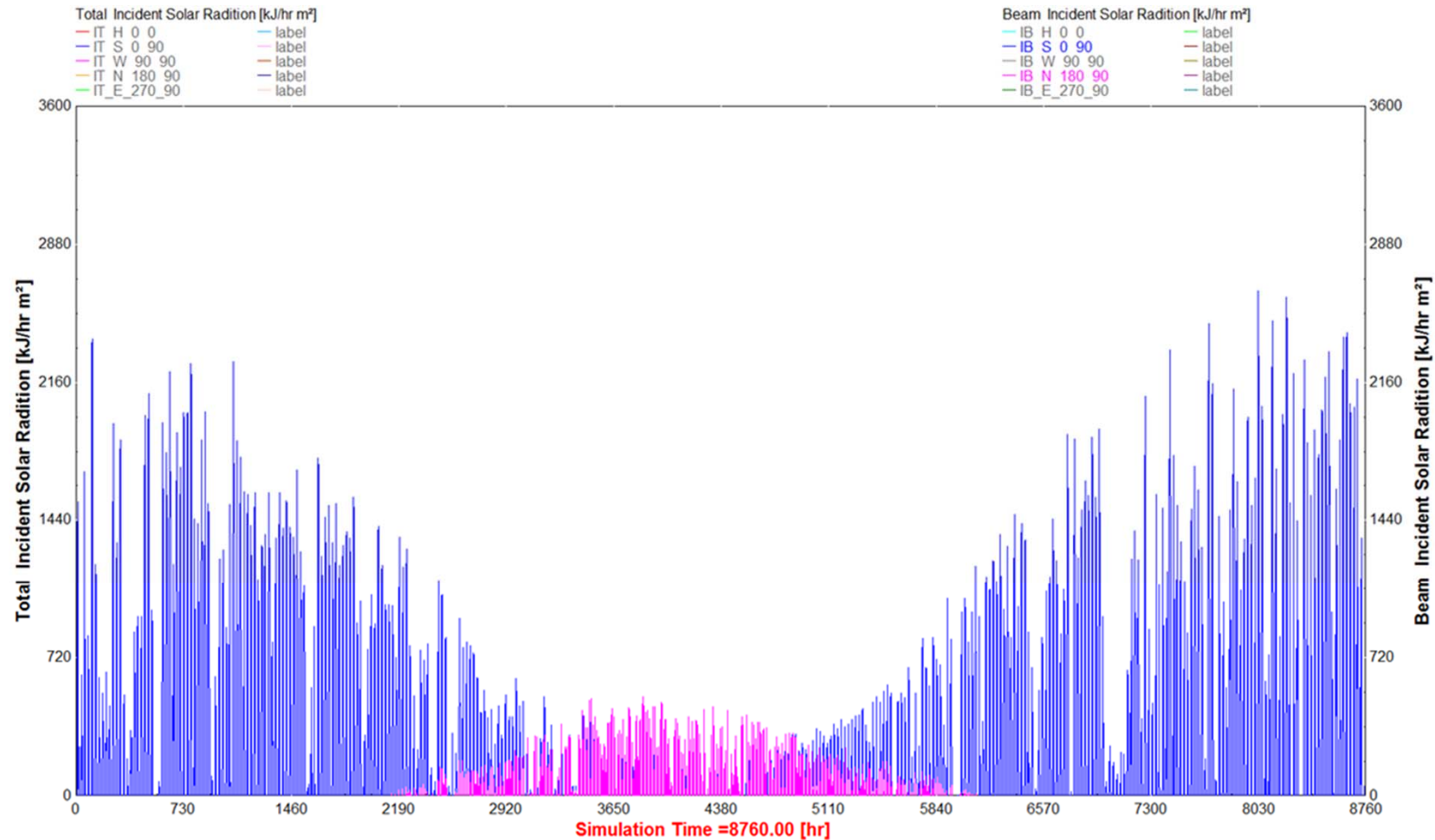
Hotel de referencia. Construcción convencional

	Construcción convencional	CTE
Transmitancia límite de muros y fachada, U_{Mlim}	1.655 W/m ² K	0.94 W/m ² K
Transmitancia límite de suelos, U_{Slim}	0.940 W/m ² K	0.53 W/m ² K
Transmitancia límite de cubiertas, U_{Clim}	1.370 W/m ² K	0.50 W/m ² K
Transmitancia límite de huecos, U_{Hlim}	5.8 W/m ² K	Sur: 5.7 W/m ² K

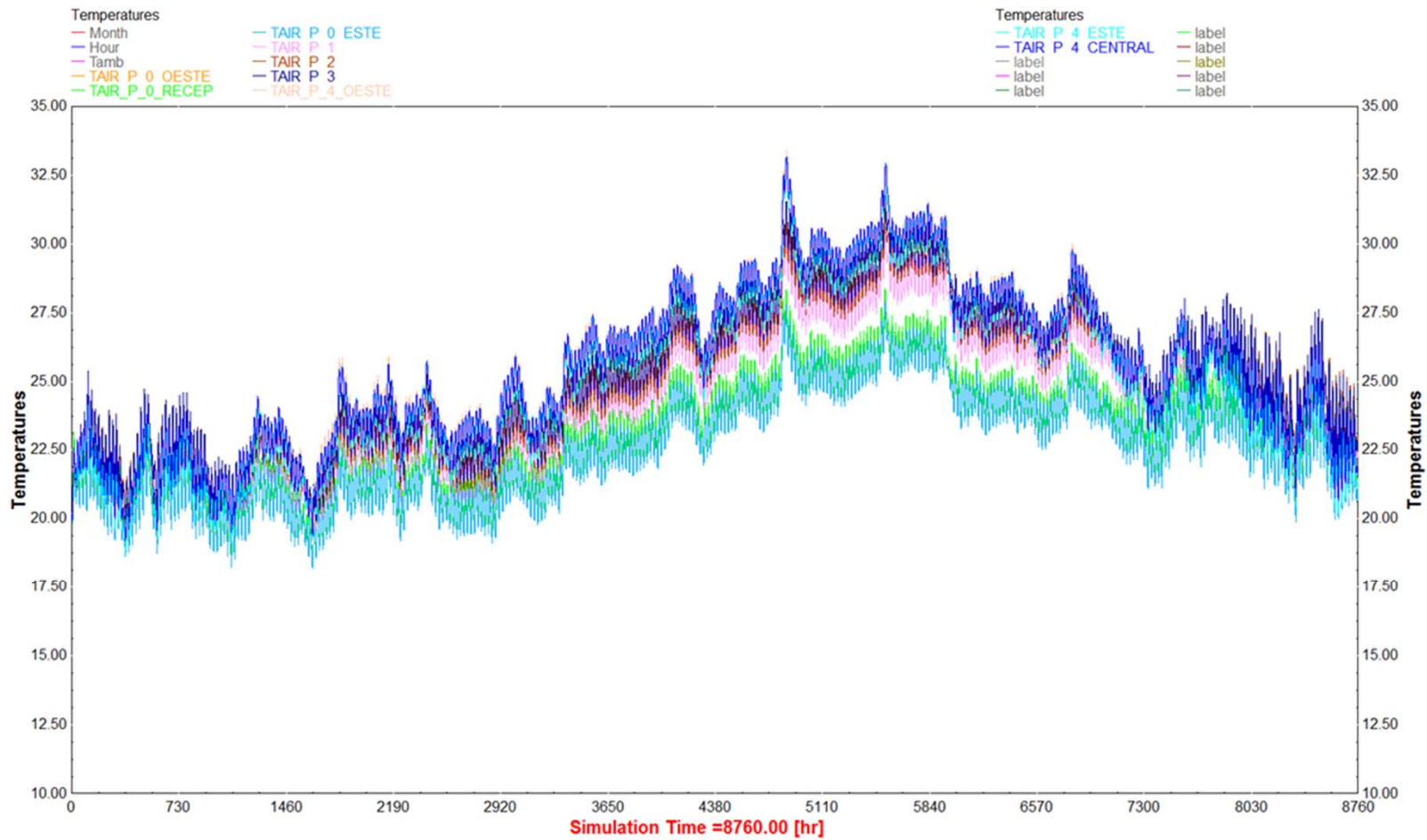
Huecos: Vidrio incoloro monolítico 4 mm, $U=5.8$ W/m²K, $F=0.85$

Construcción convencional. Orientación Sur

Orientación SUR



Construcción convencional. Orientación Sur

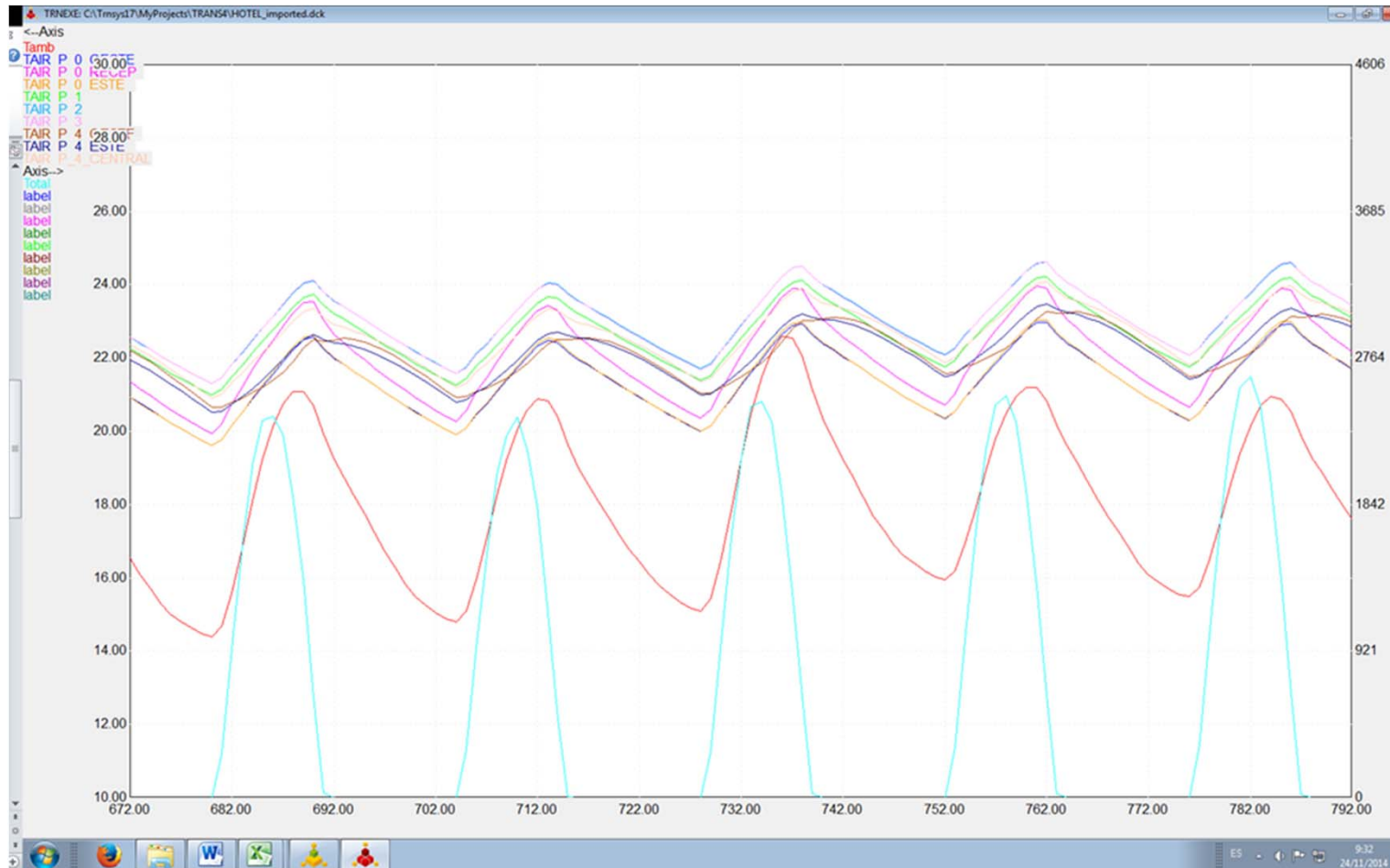


Construcción convencional. Orientación Sur

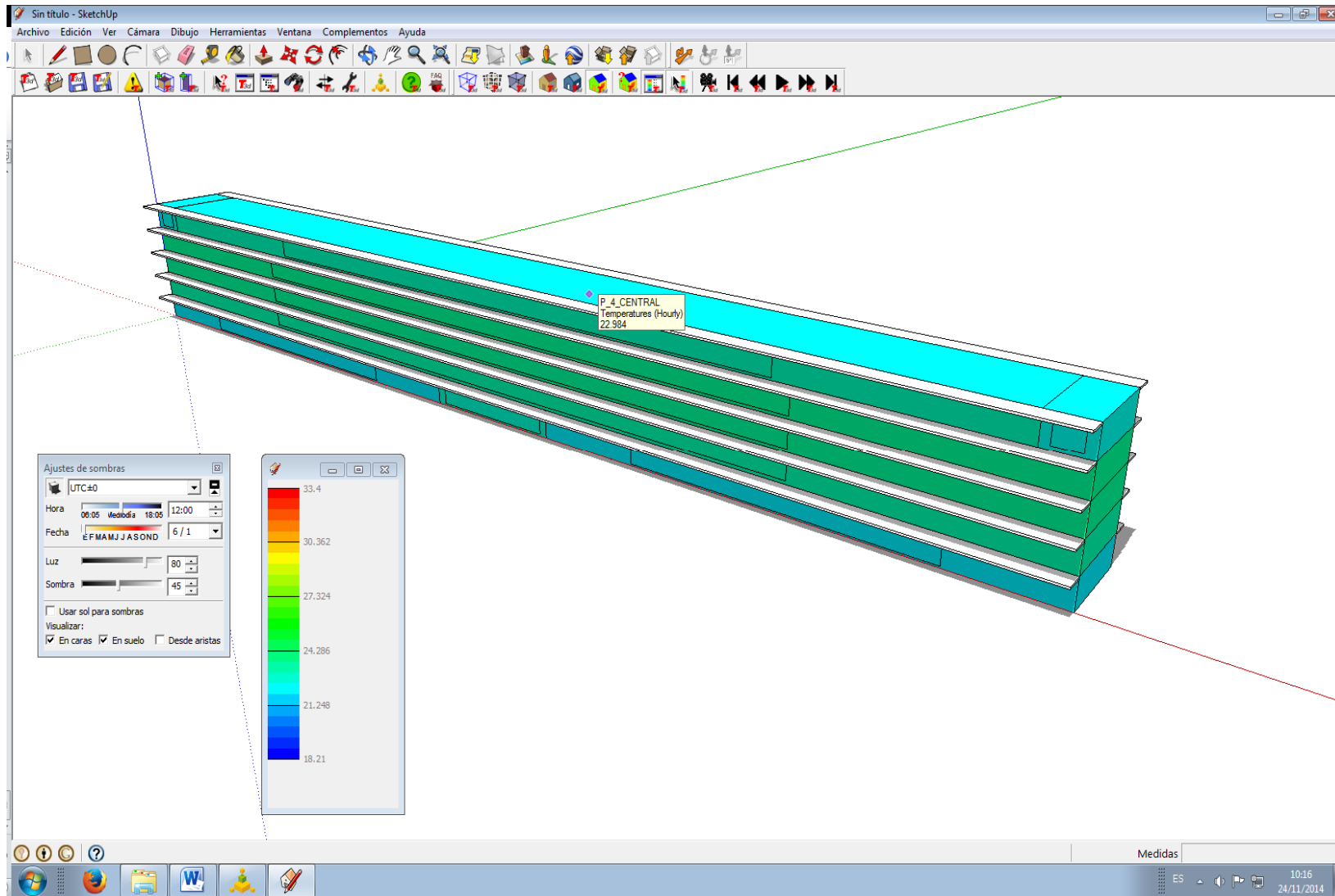
INVIERNO: 28/01 al 01/02

1-1,5 horas

Tª mínimas: planta 4 y planta 0



Construcción convencional. Orientación Sur

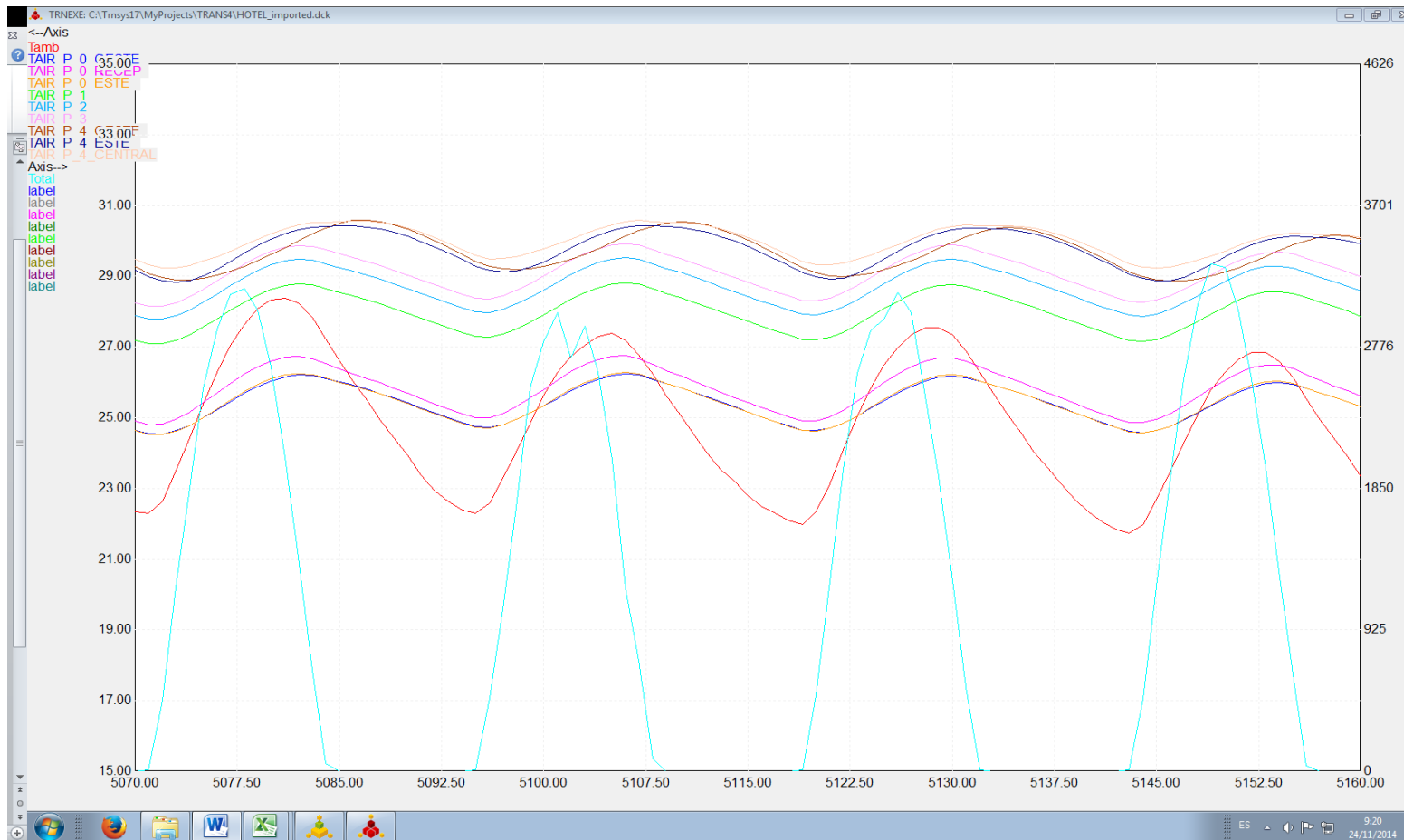


Construcción convencional. Orientación Sur

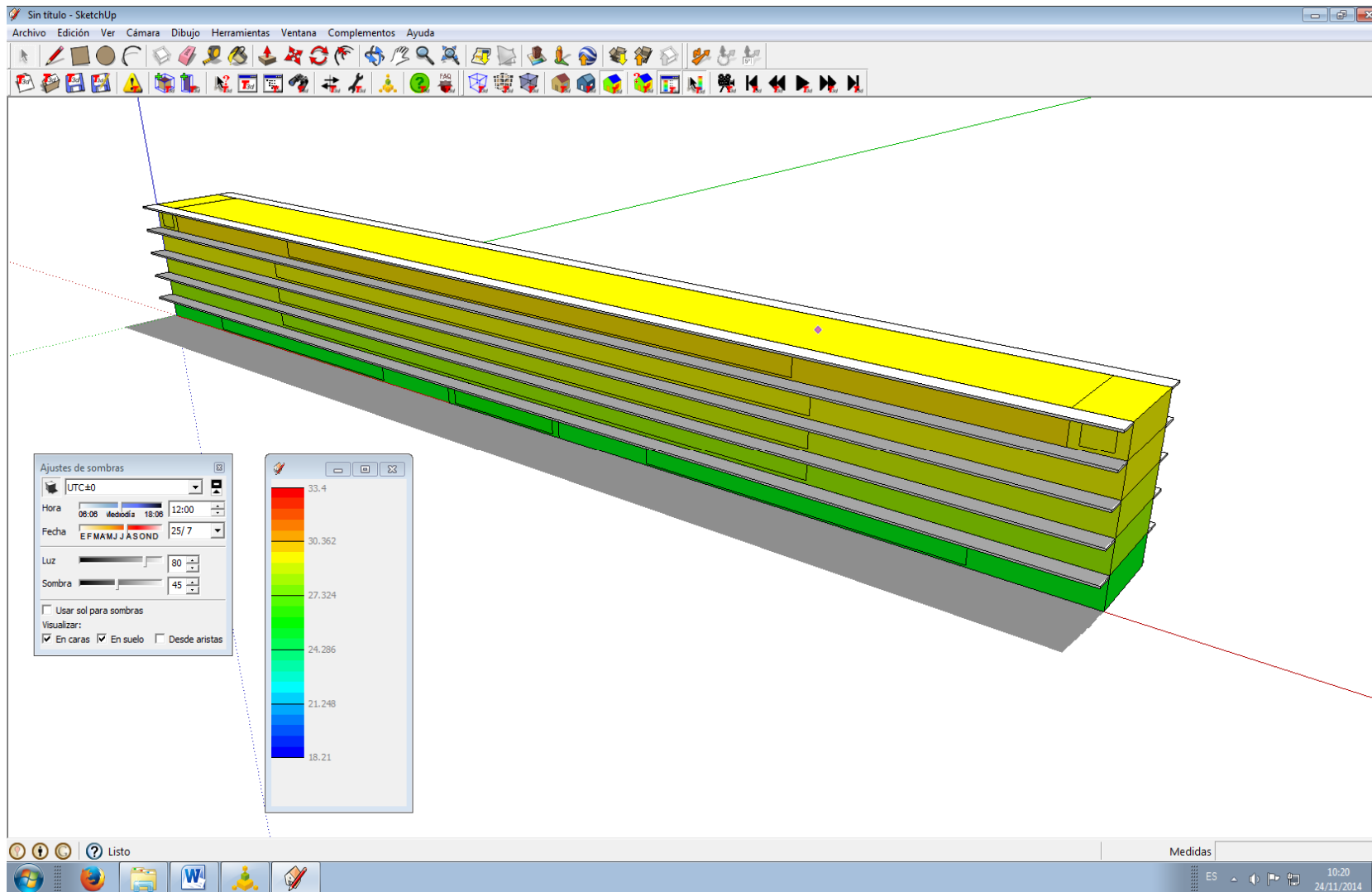
VERANO: 31/07 al 03/08

2 horas

Tª máximas en planta 4

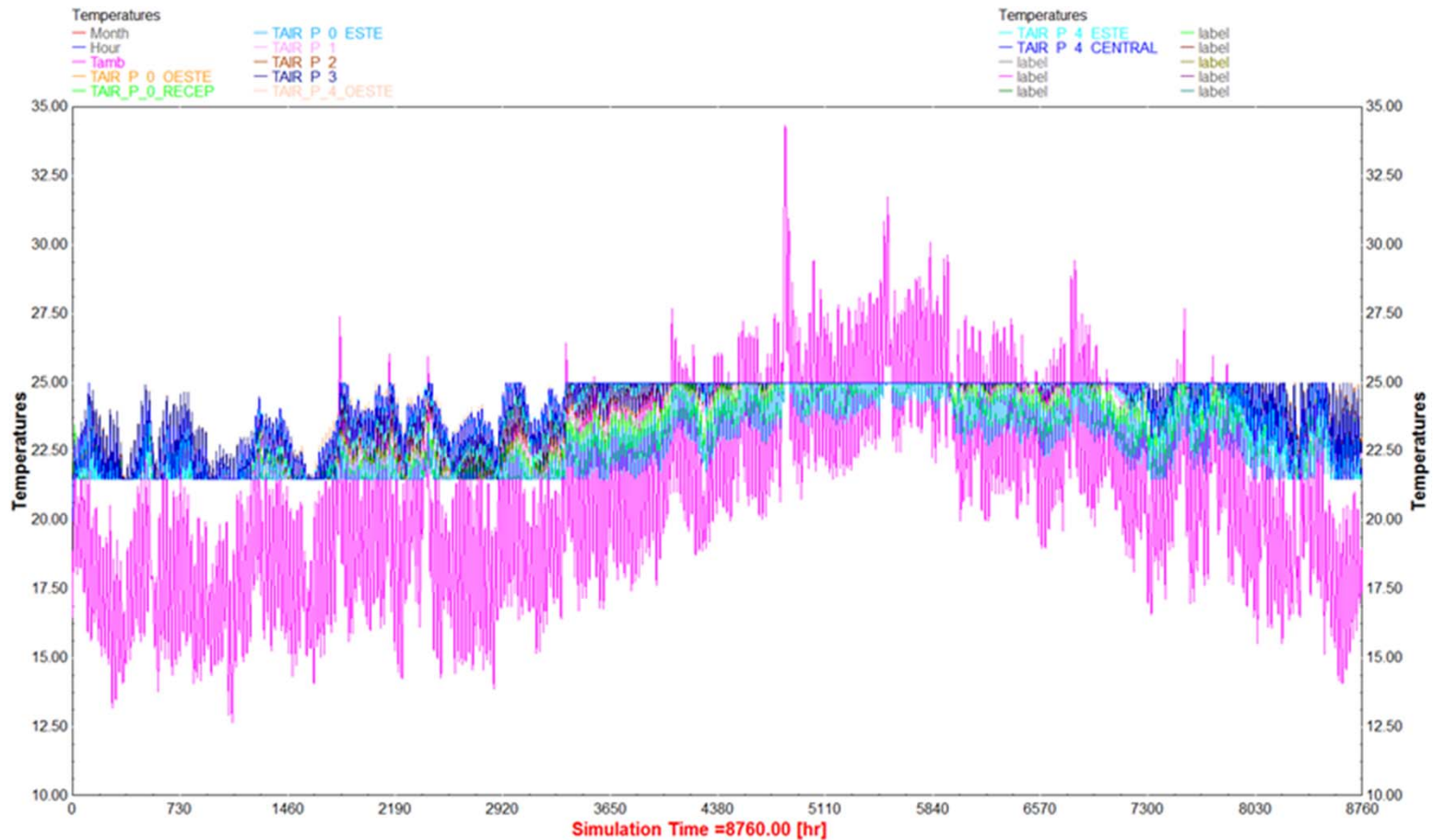


Construcción convencional. Orientación Sur



Construcción convencional. Orientación Sur

Condiciones de confort térmico: 21.5°C – 25°C



Construcción convencional. Orientación Sur

Demanda energética refrigeración: 115 410 kWh/año

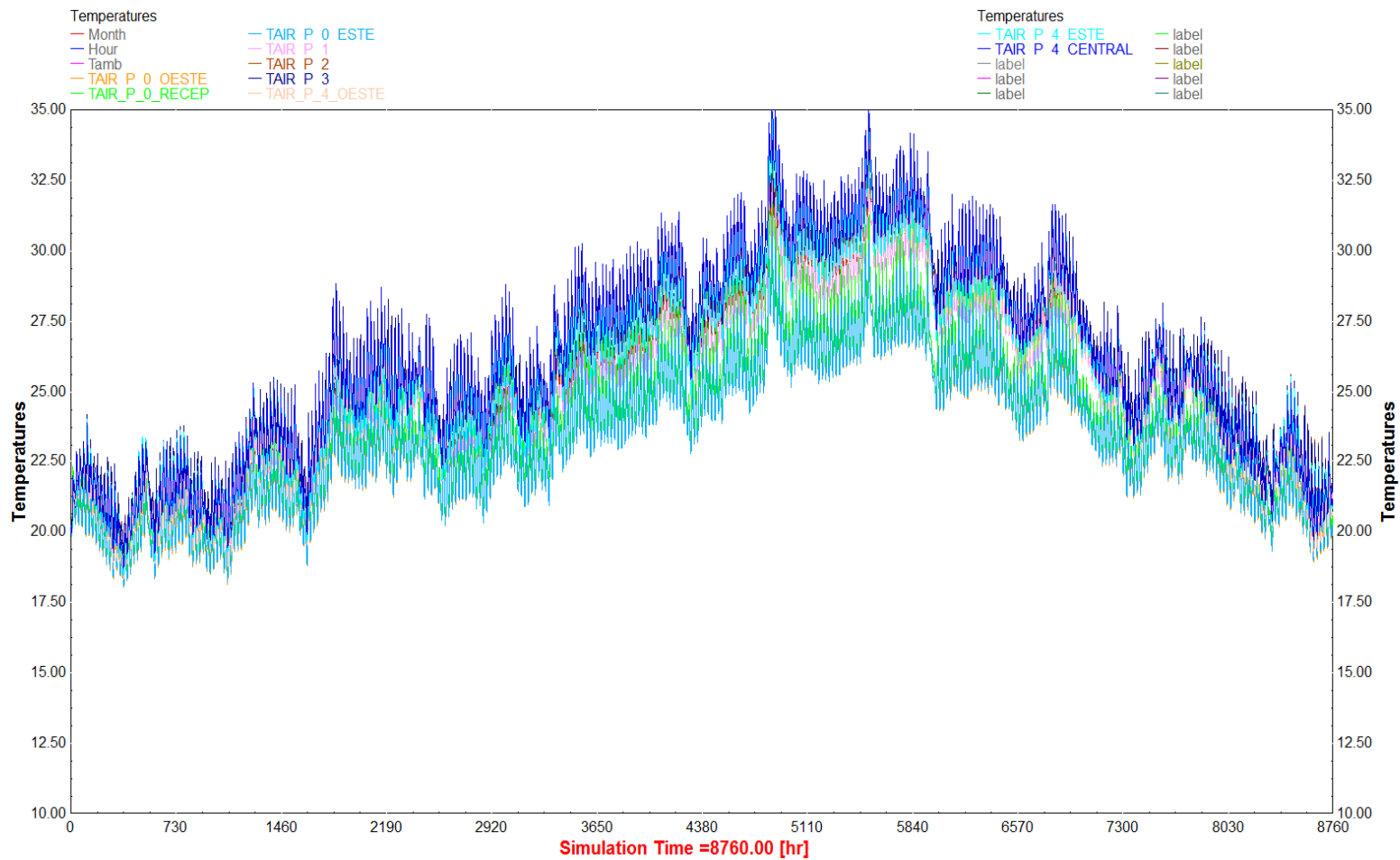
Demanda energética refrigeración/superficie: 19.58 kWh/m²

QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_1	QHEAT_P_2	QHEAT_P_3	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_1	QCOOL_P_2	QCOOL_P_3	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	TOTAL COOL
1,035.9	1,029.9	224.7	426.1	321.6	359.7	66.3	66.8	816.6	0.0	0.0	0.9	2.3	8.6	9.3	0.0	0.0	0.8	21.8
1,142.0	1,131.5	272.5	548.8	416.9	437.8	54.2	51.4	626.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,197.4	1,208.6	322.4	519.3	402.2	369.5	22.8	21.6	316.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	4.0	79.3	89.5
1,048.7	1,054.8	267.5	235.7	97.5	31.2	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	11.5	1.8	1.8	49.1	66.6
425.5	429.8	91.7	23.2	11.5	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	111.8	233.8	51.7	50.6	1,241.8	1,703.9
1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	941.0	1,567.8	1,927.2	201.1	205.3	4,778.5	9,627.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	221.3	226.4	134.4	4,272.2	5,038.0	5,437.6	433.4	438.9	9,537.1	25,739.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	480.9	495.3	274.9	6,505.9	7,106.7	7,526.2	558.0	563.0	11,962.9	35,473.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.4	87.5	52.7	3,385.1	4,113.2	4,428.0	339.7	342.4	7,361.3	20,195.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.1	26.0	20.5	2,006.2	2,780.9	3,018.8	194.6	193.1	4,488.7	12,753.0
13.2	13.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	11.9	47.9	1,379.9	1,995.9	2,085.7	55.1	49.8	1,751.1	7,387.1
245.5	245.2	33.5	0.6	0.0	0.0	10.6	13.1	74.0	6.8	9.2	44.9	487.9	782.9	749.1	2.1	2.3	266.8	2,352.1
5,109.25	5,114.37	1,213.17	1,753.72	1,249.77	1,202.99	154.25	153.25	1,832.92	828.16	856.31	583.13	18,994.63	23,508.24	25,427.14	1,843.87	1,851.27	41,517.44	115,410.20
9.96	9.97	7.93	1.49	1.06	1.02	3.81	3.78	1.67	1.61	1.67	3.81	16.11	19.94	21.57	45.53	45.71	37.81	19.58

- Limitar las ganancias a través de la cubierta
- Limitar las pérdidas a través de suelo
- Importancia de los elementos de sombra
- Mejorar la ventilación natural

Construcción convencional. Orientación Oeste

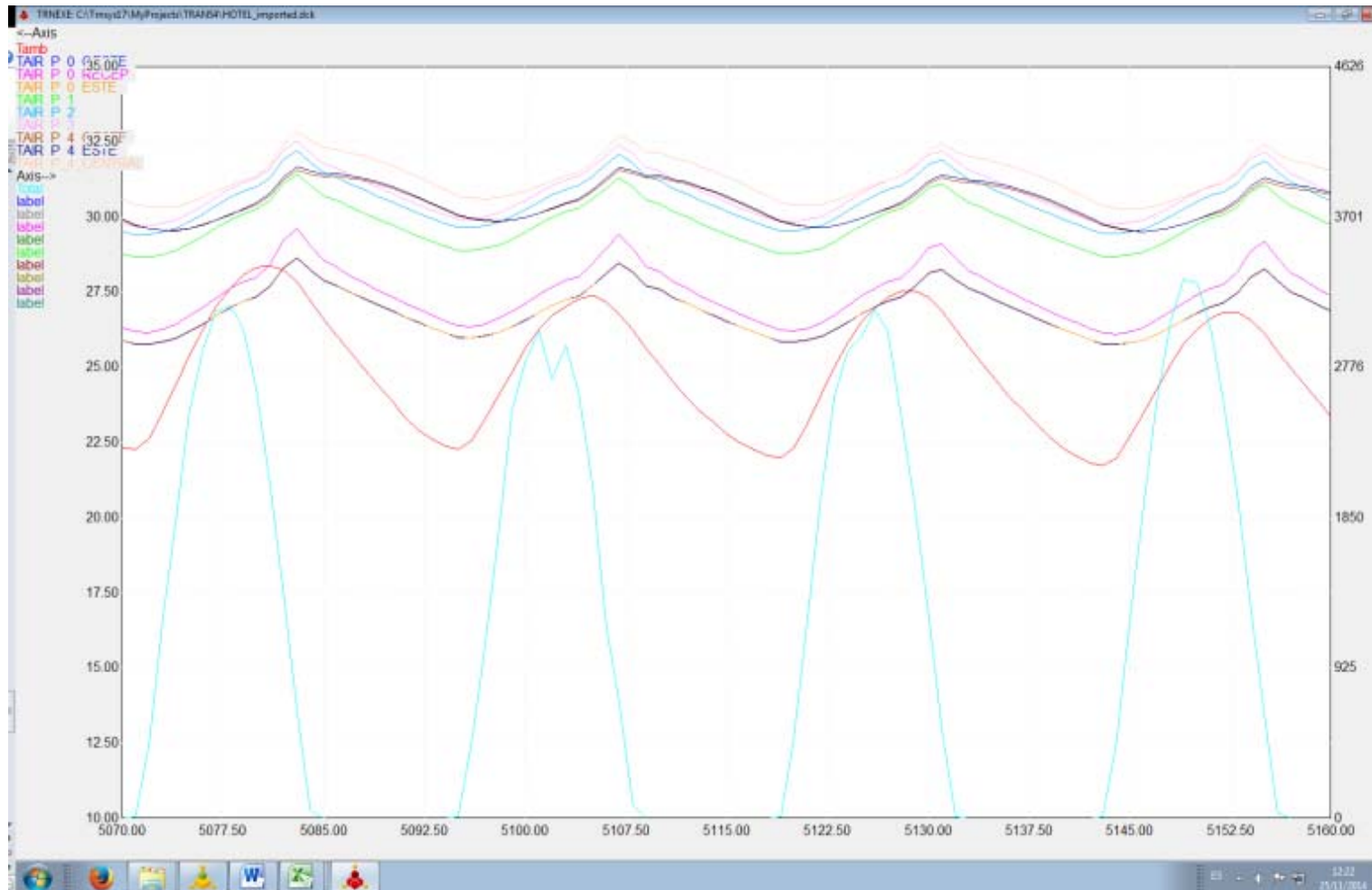
Orientación OESTE



Construcción convencional. Orientación Oeste

VERANO: 31/07 al 03/08

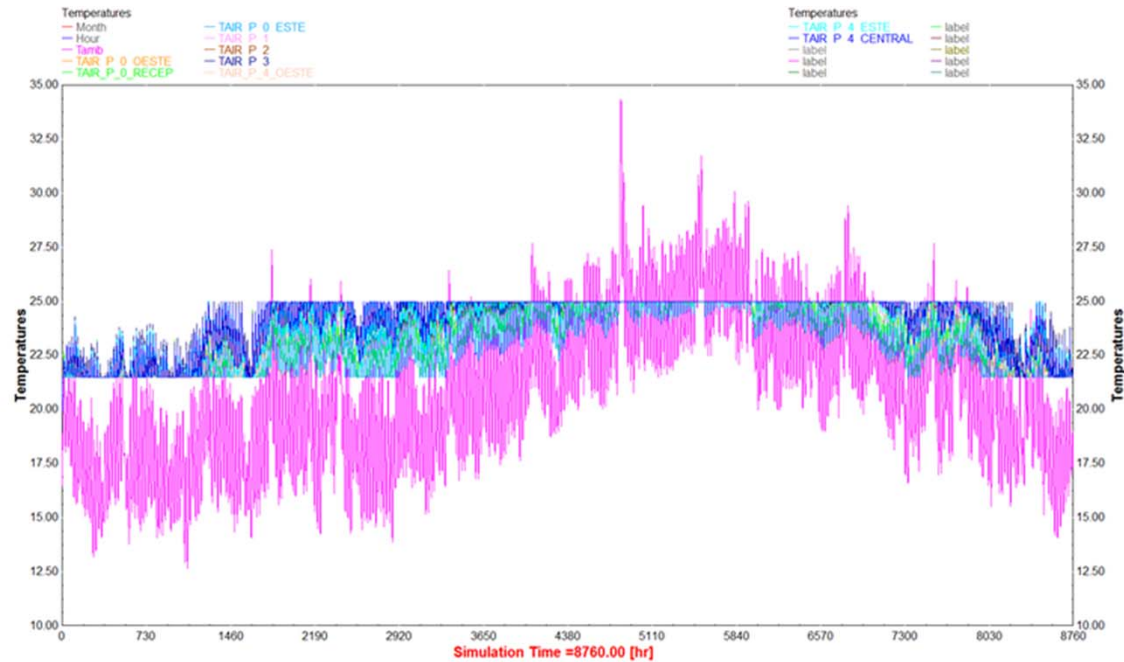
2-2,5 horas



Construcción convencional. Orientación Oeste

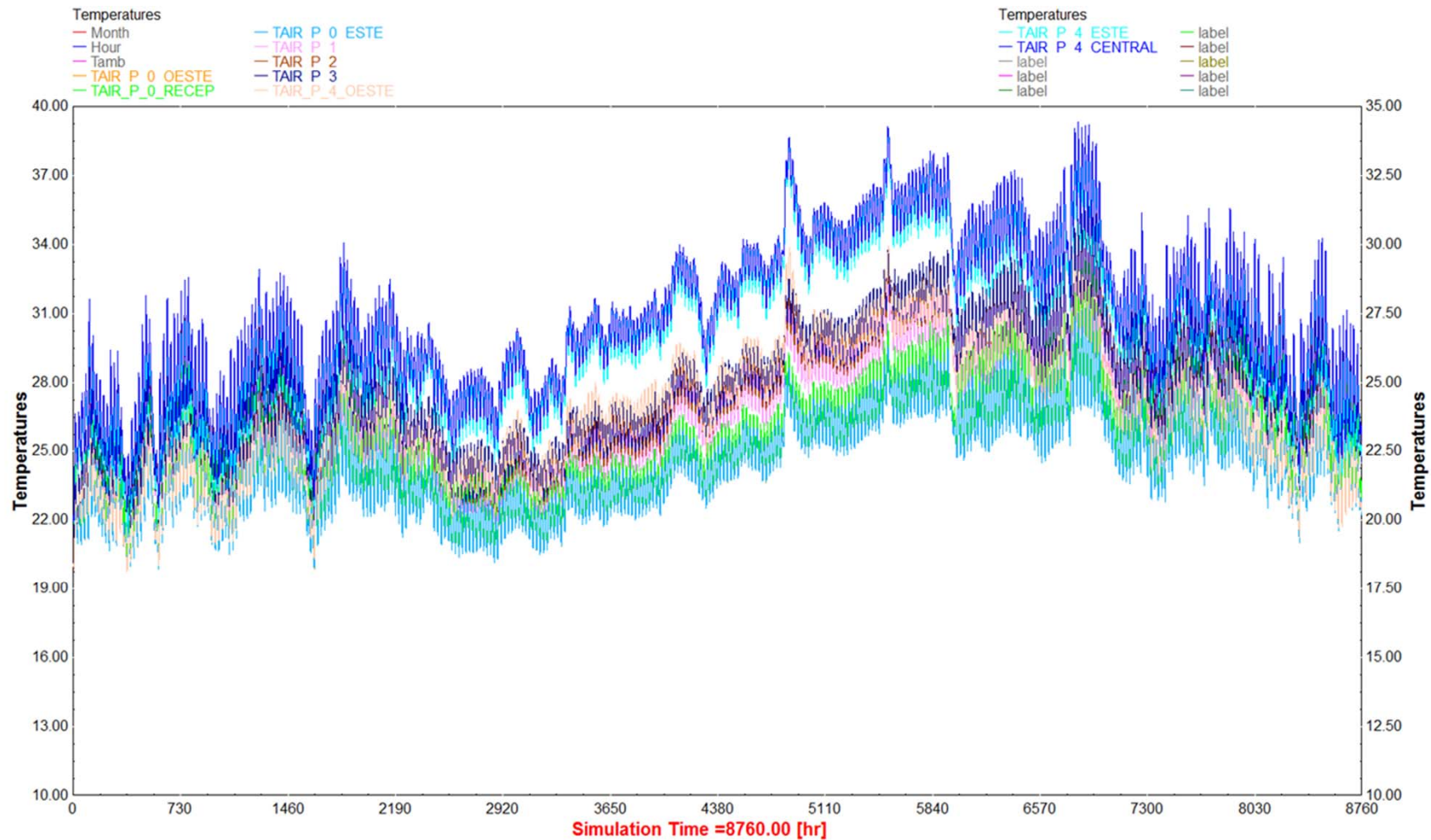
Demanda energética refrigeración:
186 763 kWh/año (161.3%)

Demanda energética refrigeración/superficie:
31.68 kWh/m²



QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_1	QHEAT_P_2	QHEAT_P_3	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_1	QCOOL_P_2	QCOOL_P_3	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	TOTAL COOL
1,779.0	1,703.9	452.6	1,142.2	961.3	1,004.4	128.8	85.6	1,562.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,292.2	1,216.9	314.7	689.8	560.9	585.5	83.6	47.4	840.5	0.0	0.0	0.0	2.2	13.3	18.3	0.0	0.7	12.5	47.0	47.0
418.6	389.5	83.1	73.5	46.0	49.5	14.6	10.0	117.8	28.2	36.0	49.0	718.6	1,025.9	1,130.0	21.5	46.6	1,288.2	4,344.0	4,344.0
172.1	161.1	25.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	11.2	31.8	530.8	874.7	998.9	11.8	25.6	1,242.5	3,735.6	3,735.6
49.7	47.3	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.3	59.1	71.8	1,402.5	1,929.4	2,172.4	94.2	96.3	3,574.8	9,456.9	9,456.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	243.1	246.1	192.7	3,787.1	4,487.5	4,806.5	263.4	250.7	7,572.7	21,849.7	21,849.7
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	983.3	992.5	502.4	7,400.0	8,056.2	8,439.3	491.2	485.7	12,189.6	39,540.2	39,540.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,508.4	1,541.0	702.1	9,555.8	10,099.3	10,515.2	607.7	628.0	14,568.6	49,726.1	49,726.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	735.9	786.4	403.1	6,543.6	7,160.7	7,461.4	435.8	9,986.5	33,893.9	33,893.9	33,893.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	239.2	272.8	161.7	3,522.0	4,243.9	4,456.7	195.5	265.9	5,719.3	19,076.9	19,076.9
15.8	11.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	4.0	18.0	829.6	1,346.0	1,427.7	26.9	69.1	1,246.5	4,970.7	4,970.7
937.4	866.2	203.0	189.3	121.1	145.4	51.7	26.4	498.6	0.0	0.0	0.2	13.9	49.6	50.2	0.0	1.1	7.6	122.6	122.6
4,664.85	4,396.39	1,083.87	2,094.81	1,689.21	1,784.87	278.84	169.42	3,019.50	3,805.42	3,949.15	2,132.80	34,306.06	39,286.65	41,476.82	2,092.65	2,305.51	57,408.67	186,763.71	186,763.71
9.09	8.57	7.08	1.78	1.43	1.51	6.88	4.18	2.75	7.42	7.70	13.94	29.10	33.32	35.18	51.67	56.93	52.28	31.68	31.68

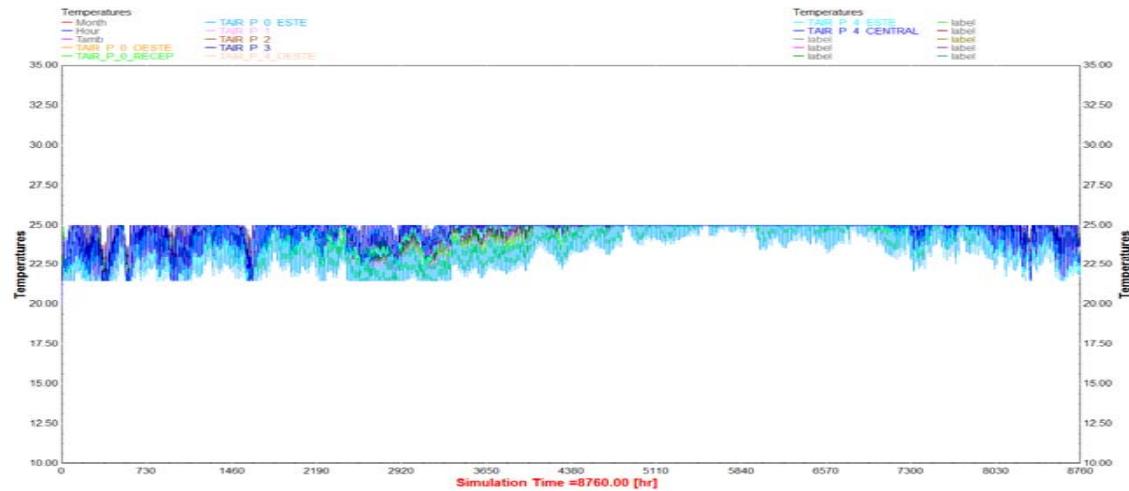
Construcción convencional sin elementos de sombra



Construcción convencional sin elementos de sombra

Demanda energética refrigeración:
274 746 kWh/año (238%)

Demanda energética refrigeración/superficie:
46.61 kWh/m²



QHEAT P 0	QHEAT P 0	QHEAT P 0	QHEAT P 1	QHEAT P 2	QHEAT P 3	QHEAT P 4	QHEAT P 4	QHEAT P 4	QCOOL P 0	QCOOL P 0	QCOOL P 0	QCOOL P 1	QCOOL P 2	QCOOL P 3	QCOOL P 4	QCOOL P 4	QCOOL P 4	TOTAL COOL
263.1	264.1	43.4	87.6	83.3	84.9	22.8	23.1	241.5	223.5	230.9	272.6	2,055.0	2,367.5	2,209.1	9.4	14.0	931.7	8,313.6
85.5	86.1	8.2	0.0	0.0	0.0	4.2	4.2	11.4	321.2	332.8	371.1	3,081.0	3,482.6	3,318.0	31.4	38.4	1,747.2	12,723.8
77.1	77.8	13.0	1.9	0.0	0.2	3.5	3.3	28.4	260.2	270.4	329.6	3,260.9	3,745.4	3,760.1	87.8	88.9	3,016.7	14,820.1
217.5	223.3	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.4	25.9	654.2	940.2	1,041.7	24.3	25.7	984.3	3,700.7
106.6	109.4	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	440.8	849.6	1,076.6	84.1	85.2	2,293.5	4,829.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.3	33.3	41.7	2,120.6	2,833.4	3,160.4	241.8	246.7	5,902.8	14,611.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	500.8	512.5	304.9	6,020.7	6,675.5	7,034.7	483.8	489.8	10,837.6	32,860.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,408.7	1,419.4	689.5	9,373.9	9,889.9	10,270.3	645.2	650.8	14,203.0	48,550.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,369.7	1,380.2	742.2	8,775.9	9,294.5	9,534.3	499.6	502.6	11,553.7	43,652.6
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,539.4	1,545.6	861.7	8,974.9	9,527.4	9,636.2	397.1	398.2	9,922.2	42,802.7
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	945.2	946.9	652.0	6,543.2	7,097.5	7,038.9	185.6	180.4	5,455.1	29,044.9
20.3	20.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.9	1.3	2.7	655.4	662.9	555.3	4,578.5	5,069.2	4,810.2	50.3	55.2	2,399.5	18,836.4
769.98	781.52	110.47	89.50	83.26	85.12	31.43	32.02	283.92	7,256.36	7,337.26	4,846.49	55,879.64	61,772.77	62,890.60	2,740.41	2,775.79	69,247.29	274,746.61
1.50	1.52	0.72	0.08	0.07	0.07	0.78	0.79	0.26	14.14	14.30	31.68	47.40	52.39	53.34	67.66	68.54	63.07	46.61

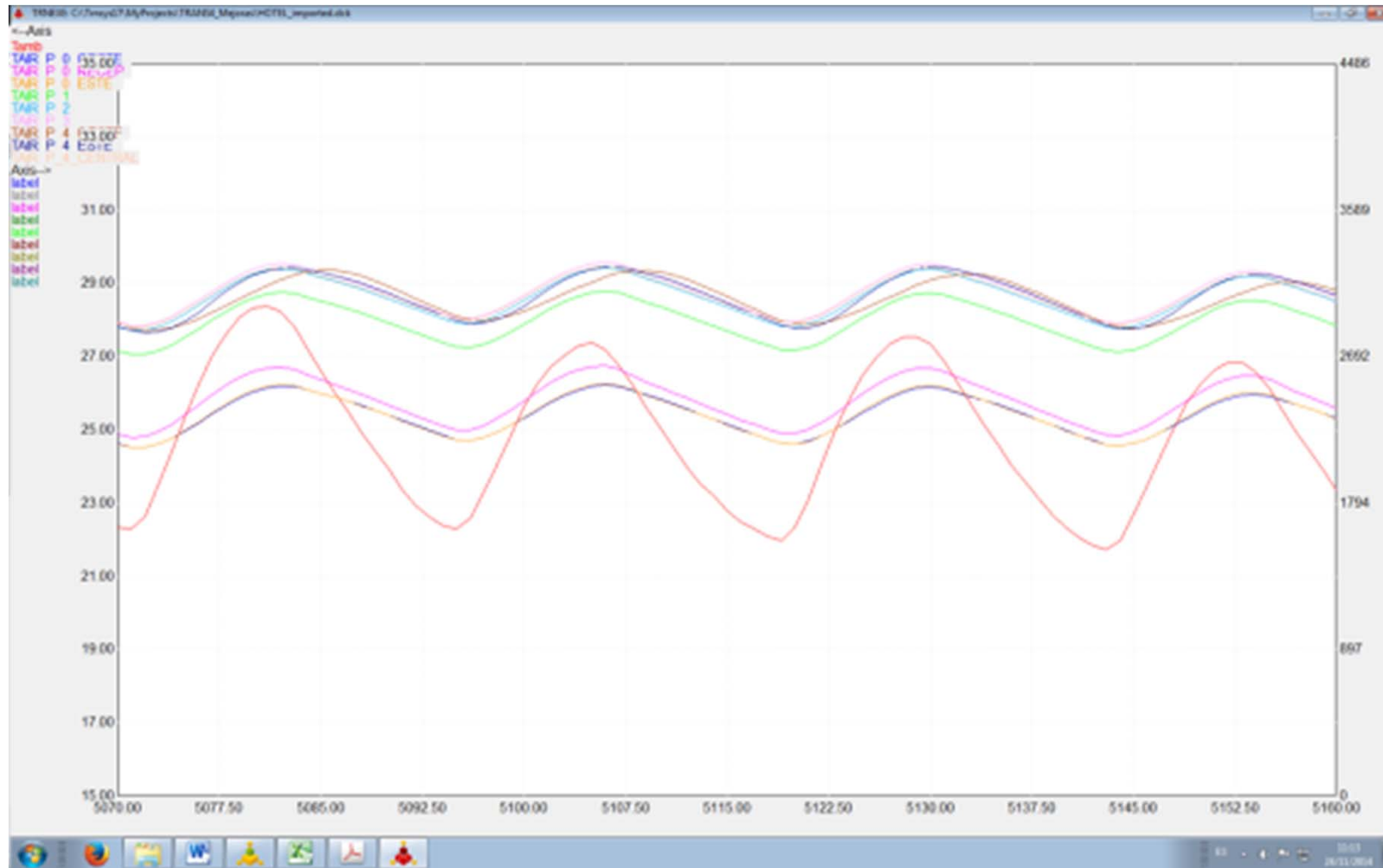
Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

	Mejoras propuestas	CTE
Transmitancia límite de muros y fachada, U_{Mlim}	0.671 W/m ² K	0.94 W/m ² K
Transmitancia límite de suelos, U_{Slim}	0.446 W/m ² K	0.53 W/m ² K
Transmitancia límite de cubiertas, U_{Clim}	0.358 W/m ² K	0.50 W/m ² K
Transmitancia límite de huecos, U_{Hlim}	1.43 W/m ² K	Sur: 5.7 W/m ² K

Huecos: Doble acristalamiento 4(15) 4, $U=1.43$ W/m²K, $F=0.605$

Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en cubierta



Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en cubierta: Reducción del 20% demanda anual de refrigeración y del 57% en demanda planta 4

Construcción convencional

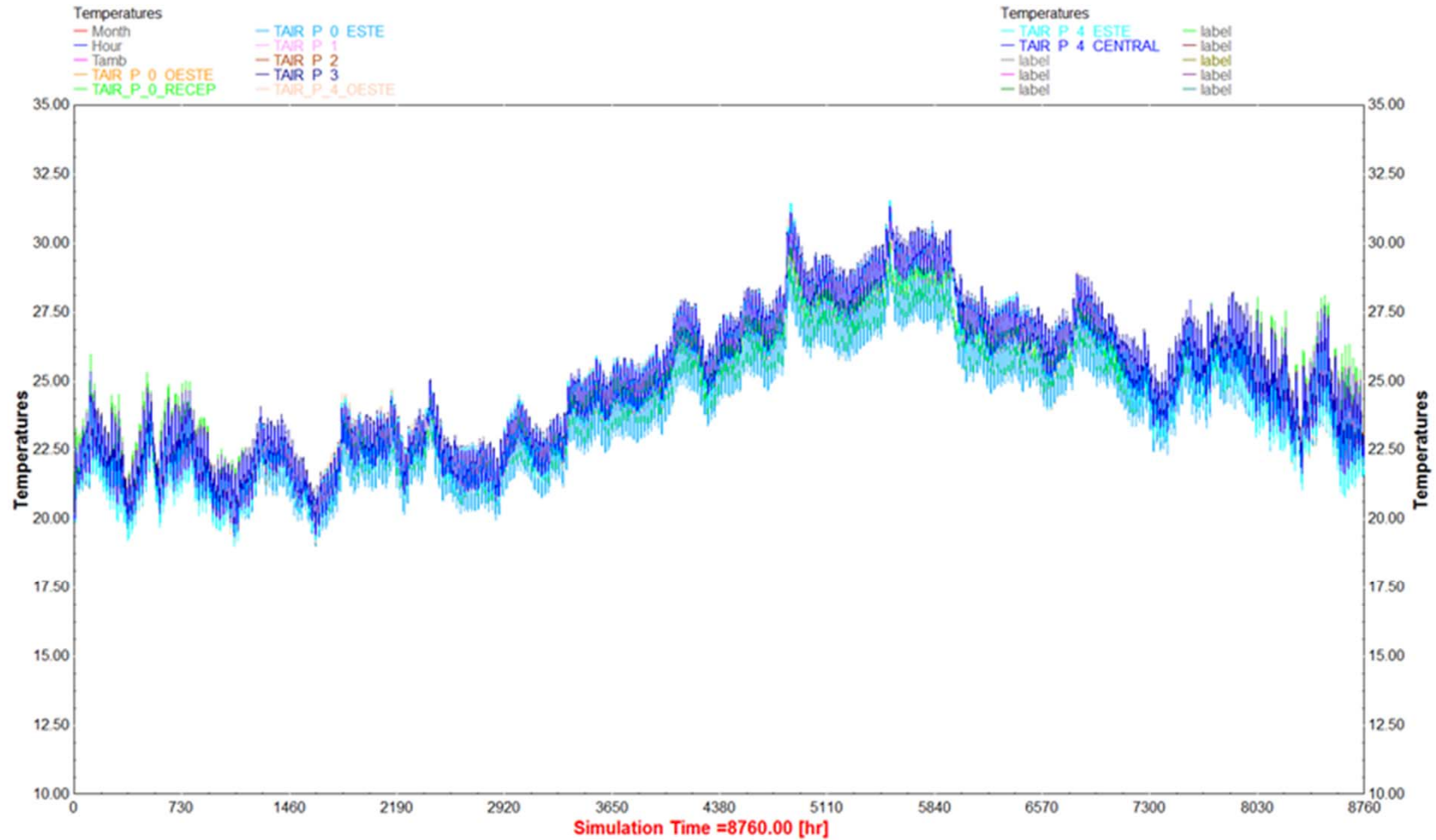
QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_1	QHEAT_P_2	QHEAT_P_3	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_1	QCOOL_P_2	QCOOL_P_3	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	TOTAL COOL
1,035.9	1,029.9	224.7	426.1	321.6	359.7	66.3	66.8	816.6	0.0	0.0	0.9	2.3	8.6	9.3	0.0	0.0	0.8	21.8
1,142.0	1,131.5	272.5	548.8	416.9	437.8	54.2	51.4	626.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,197.4	1,208.6	322.4	519.3	402.2	369.5	22.8	21.6	316.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	4.0	79.3	89.5
1,048.7	1,054.8	267.5	235.7	97.5	31.2	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	11.5	1.8	1.8	49.1	66.6
425.5	429.8	91.7	23.2	11.5	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	111.8	233.8	51.7	50.6	1,241.8	1,703.9
1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	941.0	1,567.8	1,927.2	201.1	205.3	4,778.5	9,627.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	221.3	226.4	134.4	4,272.2	5,038.0	5,437.6	433.4	438.9	9,537.1	25,739.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	480.9	495.3	274.9	6,505.9	7,106.7	7,526.2	558.0	563.0	11,962.9	35,473.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.4	87.5	52.7	3,385.1	4,113.2	4,428.0	339.7	342.4	7,361.3	20,195.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.1	26.0	20.5	2,006.2	2,780.9	3,018.8	194.6	193.1	4,488.7	12,753.0
13.2	13.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	11.9	47.9	1,379.9	1,995.9	2,085.7	55.1	49.8	1,751.1	7,387.1
245.5	245.2	33.5	0.6	0.0	0.0	10.6	13.1	74.0	6.8	9.2	44.9	487.9	782.9	749.1	2.1	2.3	266.8	2,352.1
5,109.25	5,114.37	1,213.17	1,753.72	1,249.77	1,202.99	154.25	153.25	1,832.92	828.16	856.31	583.13	18,994.63	23,508.24	25,427.14	1,843.87	1,851.27	41,517.44	115,410.20
9.96	9.97	7.93	1.49	1.06	1.02	3.81	3.78	1.67	1.61	1.67	3.81	16.11	19.94	21.57	45.53	45.71	37.81	19.58

Renovación

QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_1	QHEAT_P_2	QHEAT_P_3	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_1	QCOOL_P_2	QCOOL_P_3	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	TOTAL COOL
1,035.7	1,029.8	224.7	424.7	315.3	321.3	50.6	51.9	474.8	0.0	0.0	0.9	2.3	8.5	8.8	0.0	0.0	5.4	25.9
1,141.9	1,131.4	272.5	547.8	413.2	418.4	52.7	51.2	600.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,199.0	1,210.2	322.8	522.2	412.8	416.5	31.1	33.5	528.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,051.3	1,057.4	268.2	244.6	124.3	117.5	10.4	12.7	157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.8	0.0	0.0	0.0	2.7
427.8	432.1	92.3	24.5	14.1	14.0	1.1	1.6	19.5	0.0	0.0	0.0	13.6	95.9	124.4	5.4	5.8	88.1	333.3
1.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	937.6	1,532.3	1,636.1	72.1	78.4	1,436.7	5,700.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	221.3	226.4	134.4	4,270.0	5,011.8	5,097.2	247.9	254.0	4,837.3	20,300.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	480.8	495.3	274.9	6,504.0	7,080.7	7,154.0	358.1	363.2	6,928.8	29,639.8
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.4	87.5	52.7	3,383.5	4,092.5	4,166.6	203.4	206.8	3,890.7	16,169.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.1	26.0	20.5	2,005.0	2,766.6	2,853.7	118.6	118.1	2,542.5	10,475.0
13.2	13.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	11.9	47.9	1,379.7	1,993.3	2,056.7	45.8	41.6	1,642.7	7,229.1
245.1	244.9	33.4	0.5	0.0	0.0	2.3	3.9	1.0	6.9	9.2	45.0	489.6	796.7	813.0	4.3	5.1	548.1	2,717.8
5,115.20	5,120.31	1,214.74	1,764.16	1,279.65	1,287.77	148.20	154.77	1,782.21	828.12	856.29	583.13	18,985.29	23,379.26	23,912.44	1,055.57	1,073.08	21,920.17	92,593.34
9.97	9.98	7.94	1.50	1.09	1.09	3.66	3.82	1.62	1.61	1.67	3.81	16.10	19.83	20.28	26.06	26.50	19.96	15.71

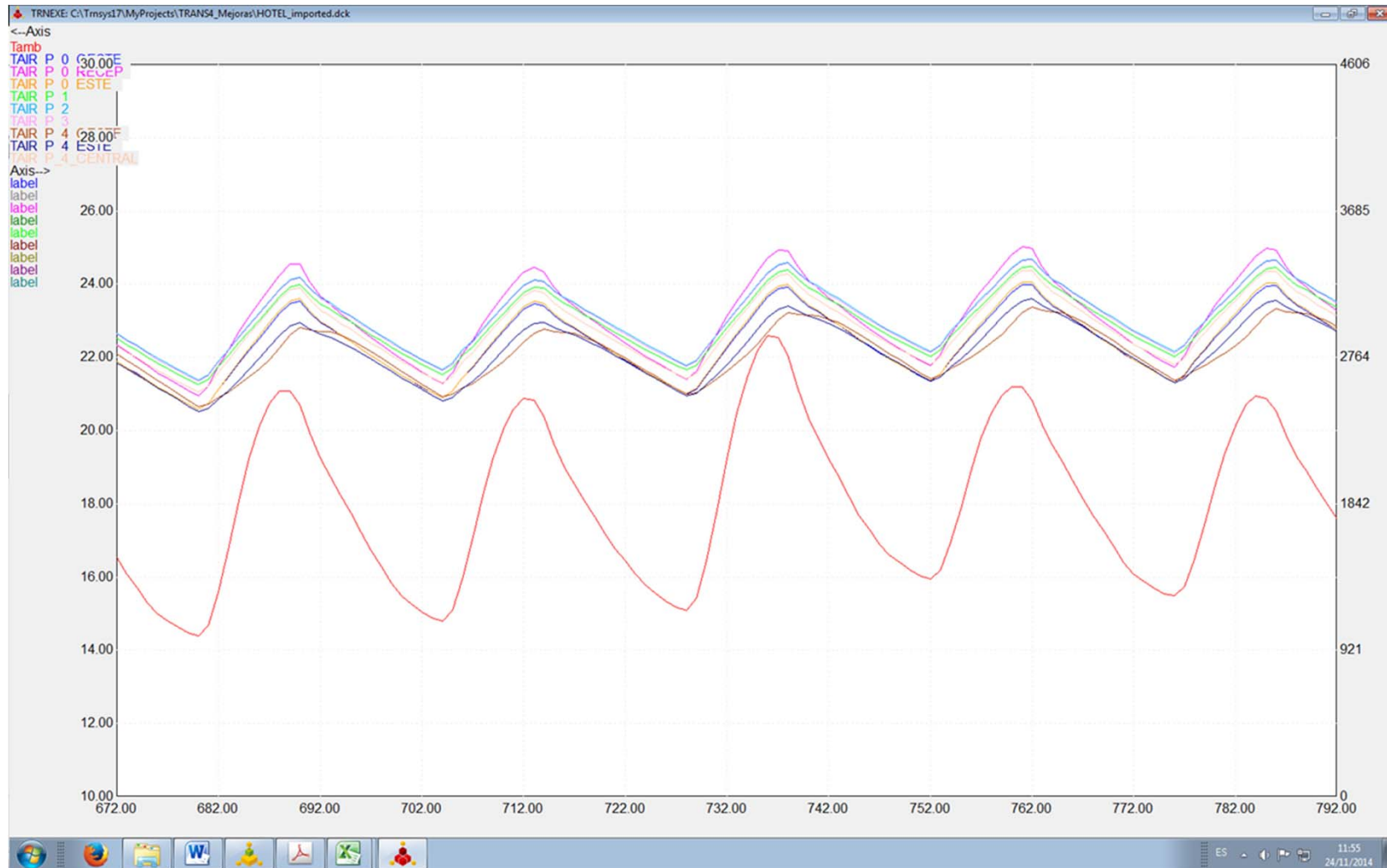
Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en suelo



Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en suelo



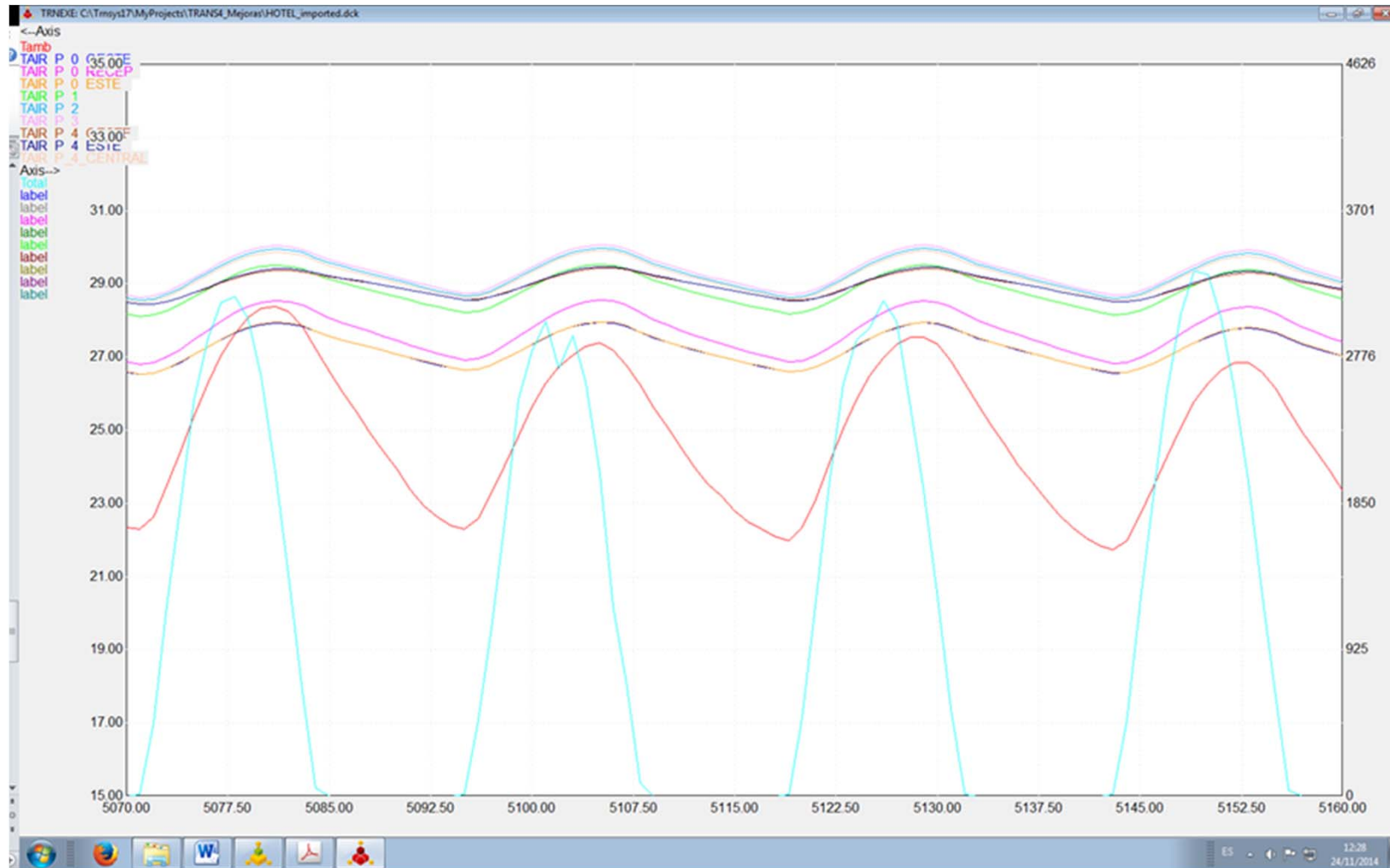
Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en suelo: Se alcanzan condiciones de confort térmico en meses fríos. Aumenta ligeramente la demanda de refrigeración en planta 0 en verano

QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_1	QHEAT_P_2	QHEAT_P_3	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_1	QCOOL_P_2	QCOOL_P_3	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	TOTAL COOL
379.9	375.8	67.4	346.3	302.5	318.3	50.5	51.8	473.8	0.0	0.0	5.6	4.7	8.9	8.9	0.0	0.0	5.4	33.5
455.8	449.3	93.3	457.1	398.8	415.2	52.6	51.2	599.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
476.1	482.7	121.1	454.2	402.5	414.0	31.1	33.5	527.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
349.2	354.9	79.1	166.6	111.8	114.4	10.3	12.6	156.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	2.0	0.0	0.0	0.0	3.8
67.3	68.5	10.8	16.9	13.4	13.8	1.1	1.6	19.5	0.0	0.0	0.6	53.3	116.7	128.8	5.4	5.9	88.9	399.6
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141.6	146.9	93.5	1,345.7	1,609.8	1,647.6	72.2	78.5	1,438.4	6,574.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,026.1	1,040.4	461.0	4,813.3	5,063.3	5,102.2	247.9	254.0	4,837.8	22,845.9
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,767.3	1,778.9	704.1	6,904.7	7,108.0	7,156.0	358.1	363.2	6,928.9	33,069.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	712.8	723.9	316.4	3,905.7	4,137.4	4,170.2	203.4	206.8	3,891.0	18,267.7
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	365.6	376.0	191.4	2,551.6	2,829.9	2,860.0	118.7	118.1	2,543.1	11,954.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	306.3	317.5	230.7	1,781.2	2,056.4	2,065.8	45.8	41.6	1,644.0	8,489.3
9.5	9.6	0.4	0.0	0.0	0.0	2.3	3.9	1.0	132.2	141.7	160.3	675.6	840.4	820.9	4.3	5.1	549.2	3,329.7
1,737.82	1,740.74	372.14	1,441.09	1,228.88	1,275.76	147.97	154.52	1,778.26	4,451.84	4,525.28	2,163.82	22,035.75	23,772.53	23,962.46	1,055.78	1,073.29	21,926.57	104,967.31
3.39	3.39	2.43	1.22	1.04	1.08	3.65	3.82	1.62	8.68	8.82	14.14	18.69	20.16	20.32	26.07	26.50	19.97	17.81

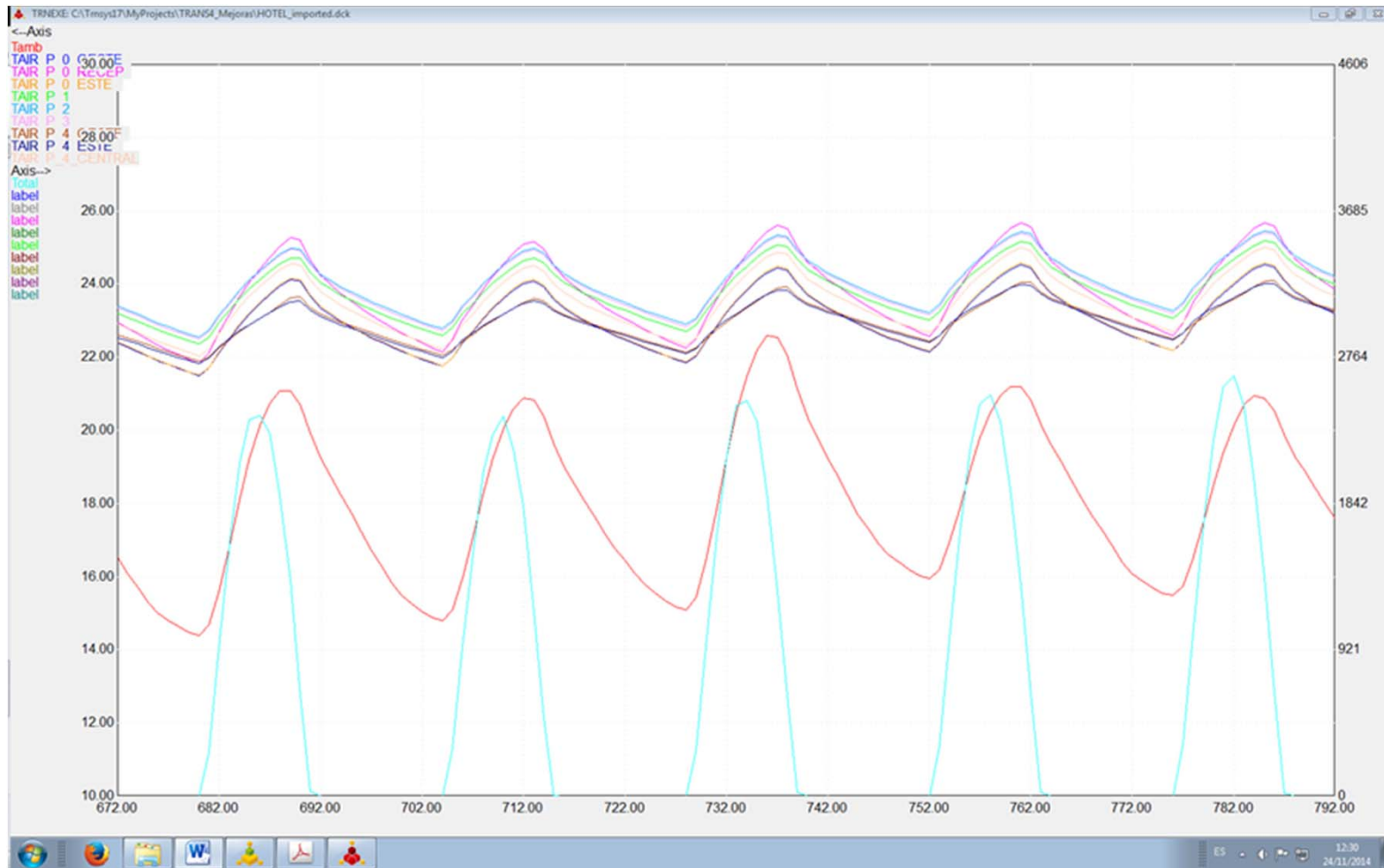
Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en muros exteriores



Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en muros exteriores



Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

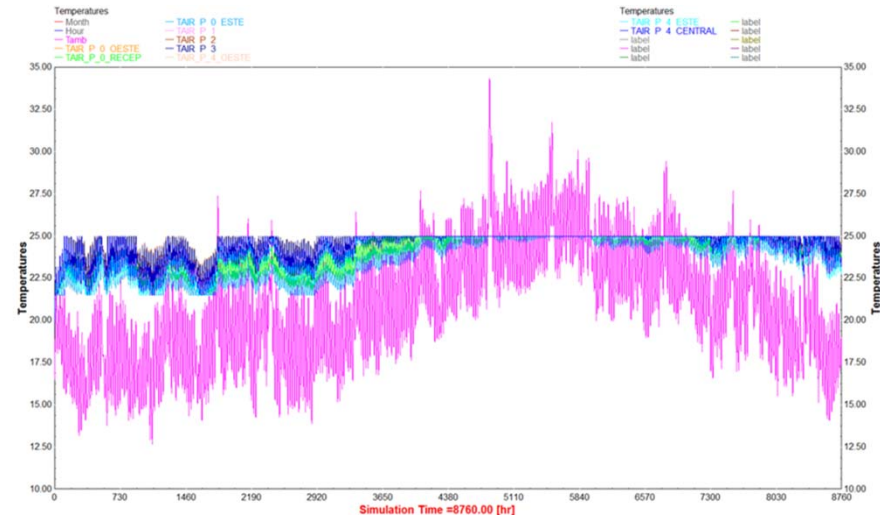
Intervención en muros exteriores: Disminuyen todas la demandas energéticas para la obtención de confort térmico. Disminución apreciable de la demanda de refrigeración en zonas P_4_ Este y P_4_Oeste (mayor peso de los cerramientos Este y Oeste)

QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_1	QHEAT_P_2	QHEAT_P_3	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_1	QCOOL_P_2	QCOOL_P_3	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	TOTAL COOL
108.3	106.0	20.2	84.2	81.5	82.0	9.7	9.9	121.1	0.0	0.0	16.7	11.7	39.2	34.6	0.0	0.0	9.0	111.2
179.2	174.0	31.8	67.5	46.5	53.0	12.8	12.9	169.6	0.0	0.0	4.4	5.6	19.4	16.8	0.0	0.0	0.4	46.6
306.5	305.1	73.9	157.3	121.0	130.0	12.2	12.7	241.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
143.4	143.0	27.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7
15.0	14.9	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	110.8	235.0	255.3	2.1	2.4	190.4	797.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	106.5	108.3	94.5	1,498.0	1,845.3	1,889.1	53.2	54.4	1,678.0	7,327.3
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	785.2	791.4	414.1	4,415.8	4,703.1	4,745.5	186.6	187.5	4,606.3	20,835.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,340.9	1,347.1	616.9	6,040.0	6,265.8	6,319.8	266.1	266.8	6,292.8	28,756.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	488.9	493.6	280.6	3,504.4	3,774.6	3,810.9	152.4	152.7	3,637.0	16,295.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	232.0	238.6	179.2	2,385.2	2,722.1	2,755.2	94.7	93.2	2,455.4	11,155.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	360.1	370.9	277.3	2,180.9	2,533.5	2,541.3	55.2	50.6	1,969.0	10,339.1
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255.1	265.9	259.0	1,377.7	1,675.8	1,620.8	15.3	14.1	994.6	6,478.2
752.46	742.98	155.21	309.37	249.11	265.04	34.73	35.67	532.48	3,568.71	3,615.85	2,143.93	21,530.07	23,814.53	23,990.28	825.64	821.63	21,832.76	102,143.39
1.47	1.45	1.01	0.26	0.21	0.22	0.86	0.88	0.48	6.96	7.05	14.01	18.26	20.20	20.35	20.39	20.29	19.88	17.33

Hotel de referencia. Mejoras propuestas. Orientación Sur

Intervención en suelos entre plantas y huecos

El diseño del edificio y la orientación escogida determina una protección solar alta de los huecos por lo que el efecto de la mejora de las condiciones de los huecos no es prácticamente apreciable.



QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_0	QHEAT_P_1	QHEAT_P_2	QHEAT_P_3	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QHEAT_P_4	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_0	QCOOL_P_1	QCOOL_P_2	QCOOL_P_3	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	QCOOL_P_4	TOTAL COOL
59.5	58.2	10.2	59.7	58.9	58.6	5.3	5.4	54.2	0.0	0.0	7.5	219.2	379.3	350.7	0.0	0.0	89.4	1,046.1
33.1	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.6	8.8	0.0	0.0	4.5	71.7	150.1	132.9	0.0	0.0	30.1	389.3
97.9	97.0	3.2	0.0	0.0	0.0	2.0	1.9	11.3	0.0	0.0	0.0	35.8	133.3	123.2	0.0	0.0	19.8	312.0
8.9	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.2	160.2	152.8	0.0	0.0	52.8	425.1
1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	493.7	776.9	776.3	7.7	8.3	541.5	2,605.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.3	46.8	81.1	2,177.6	2,474.4	2,490.2	65.1	66.3	2,221.5	9,668.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	517.7	522.8	329.8	4,502.1	4,690.8	4,709.7	180.5	181.7	4,676.8	20,312.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	934.6	939.8	468.6	5,649.2	5,788.6	5,817.9	245.3	246.2	5,971.0	26,061.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	313.6	317.4	227.6	3,755.0	3,920.3	3,935.9	149.6	150.1	3,811.9	16,581.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.7	126.8	146.2	2,866.3	3,108.5	3,120.0	96.3	95.4	2,766.2	12,448.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	174.1	181.3	223.4	2,586.3	2,892.9	2,889.7	51.9	47.9	2,158.8	11,206.2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	122.2	129.0	229.4	2,003.9	2,285.6	2,230.0	13.6	12.8	1,278.0	8,304.5
200.91	195.97	13.41	59.67	58.87	58.62	10.02	9.98	74.26	2,230.39	2,263.90	1,718.72	24,419.94	26,761.00	26,729.29	810.15	808.74	23,617.78	109,359.90
0.39	0.38	0.09	0.05	0.05	0.05	0.25	0.25	0.07	4.35	4.41	11.23	20.71	22.70	22.67	20.00	19.97	21.51	18.55

¡Gracias por su atención!

Pilar Navarro-Rivero
privero@itccanarias.org

Instituto Tecnológico de Canarias, ITC
Playa de Pozo Izquierdo, s/n, E-35119,
Santa Lucía, Gran Canaria, Spain
www.itccanarias.org