Anthesis Lavola

ANÁLISIS AMBIENTAL Y ENERGÉTICO DE LA FASE DE USO DE UN EDIFICIO CON SISTEMA SATE

OCTUBRE 2023

1. DEFINICIÓN DEL EDIFICIO TIPO PARA LA REALIZACIÓN DE SIMULACIONES CON CE3X 3
1.1 INTRODUCCIÓN 3
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO TIPO 3
1.3 SUPERFÍCIE DE FACHADA A INSTALAR AISLAMIENTO 5
1.4 RESUMEN DE VALORES APLICADOS A CE3X 5
2. SOLUCIONES DE BAUMIT, SL A SIMULAR 6
3. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES 7
4. INFORMACIÓN AMBIENTAL 9
4.1 Ahorro emisiones a 30 años por m^2 de aislamiento instalado 9
4.2 Ahorro emisiones a 50 años por m^2 de aislamiento instalado 10
5. CONCLUSIONES 11

1. DEFINICIÓN DEL EDIFICIO TIPO PARA LA REALIZACIÓN DE SIMULACIONES CON CE3X

1.1 INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de poder realizar simulaciones representativas de ahorro energético y reducción de emisiones a partir de la instalación de aislamiento térmico por el exterior en fachadas de edificios residenciales (**SATE EPS y LM)**, en este apartado se definen las características a considerar para el edificio tipo de partida.

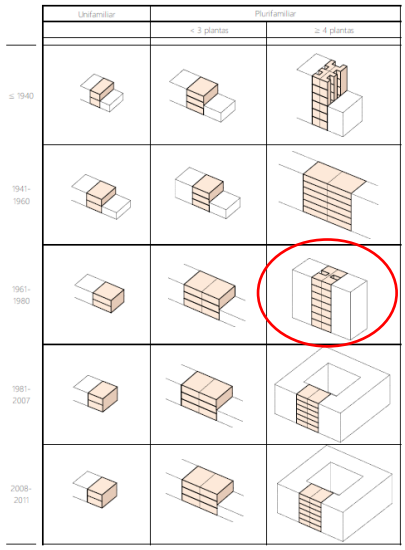
Para la definición del edificio tipo se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Datos reales estadísticos del INE (Instituto Nacional de Estadística) para obtener información sobre:
    - Años de construcción de las viviendas de España
    - Tipo de vivienda mayoritaria según tipo de edificio
    - Superficie útil media de las viviendas
- Requerimientos normativos en cuanto a las transmitancias de la envolvente térmica para edificios rehabilitados (DBHE1_CTE 2019).
- Estructura, composición de cerramientos y características más típicas de los edificios construidos en el período determinado. Esta información se ha obtenido de diferentes fuentes, como por ejemplo el manual de usuario de CE3X que define edificios tipo, datos de la ERESEE (La Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España), la "Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios" del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), etc.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO TIPO

- **Año de construcción:** Anterior al 1980 (aunque según los datos del INE el 56% de las viviendas en España están construidas entre el 1970 y el 2000, la realidad es que la mayor demanda de proyectos de rehabilitación de la envolvente en edificios residenciales se centra en edificios con construcción anterior al 1980).
- **Normativa aplicable:**
    - anterior a la NBE-CT-79
- **Tipo de vivienda:** Bloque residencial con 4 fachadas exteriores, formado por 3 bloques de edificios; uno en cada extremo y un bloque en el centro entre medianeras (según el INE, el 64% de las viviendas en España están en edificios de 3 plantas o más, es decir que son viviendas plurifamiliares).
- **Superficie vivienda:** 75 m^2 (según el INE, el 70% de las viviendas en España tienen una superficie de entre 40 y 90 m^2).
- **Composición de los cerramientos (**en todos los casos se ha comprobado que coincide o que se aproxima con la elección "por defecto" en CE3X entrando el año de construcción y la normativa aplicable):
    - **Fachadas exteriores:**
        - anterior a la NBE-CT-79: 1/2 pie de fábrica de ladrillo, sin aislamiento térmico.
    - **Cubierta:**
        - anterior a la NBE-CT-79: Plana unidireccional sin aislamiento térmico.

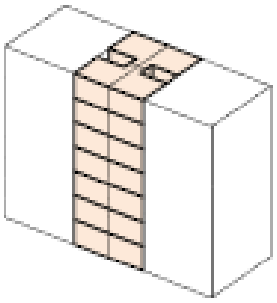
Figura 1.10. Matriz de modelización volumétrica de los clústeres de vivienda considerados en la ERESEE 2020.



Fuente: MITMA. (2019) "Segmentación del parque residencial de viviendas en España en clústeres tipológicos". Estudio (01) para la ERESEE 2020.

  - **Medianeras:** 1/2 pie de fábrica de ladrillo.
  - **Ventanas:** Carpintería de aluminio sin rotura de puente térmico y vidrios simples

- **Consideraciones:** La planta baja serán comercios, por lo que habrá una partición horizontal con un espacio inferior habitable climatizado, pero como también se aislaran, entraremos un suelo. No definiremos forjados porqué todas las viviendas están climatizadas. No se definirán particiones verticales centrales para el hueco de escalera, ya que también se considera habitable. Se aplicará aislamiento térmico tanto en fachadas como en cubierta. Se definirán dos patios de luces centrales (ver imagen de "matriz de modelización volumétrica" ERESEE 2020, para una vivienda plurifamiliar de 4 o más plantas, construida entre 1961 y 1980).
- **Instalaciones:** 3 generadores mixtos de ACS y calefacción de gas natural por defecto, con una potencia de 480 kW (24 kW x 20 viviendas). Potencia térmica total de 1.440 kW. No es un punto especialmente importante pues no afecta para la calificación de demanda energética.
- **Dimensiones:**
  - Número de plantas: Bajo (comercio) + 5 de viviendas
  - Viviendas por planta: 4
  - Total viviendas: 20 viviendas x 3 bloques = 60 viviendas
  - Superficie total habitable: 4.500 m^2 (60 viviendas de 75 m^2) + 900 m^2 (6 comercios de 150 m^2 o 12 comercios de 75 m^2) = 5.400 m^2
  - Longitud edificio: 20 m x 3 bloques = 60 m
  - Ancho edificio: 15 m
  - Altura total: 18 m (3 m * 6 plantas, con altura libre de 2,8 m por planta)
  - 2 patios de luces de 3x3 m por planta (considerando 8 fachadas de 3x18 m a orientación N).
- **Huecos:** 2 ventanas de 1x1,4 m + 1 balcón de 2x2,5 m a fachada larga por cada vivienda (total 12 ventanas y 6 balcones por planta y fachada larga). Más una ventana a patio de luces por vivienda, de 1x1 m, que en los pisos esquineros estará situada en la fachada exterior corta y será de 1x1,4 m. En las plantas bajas (comercios) 30 m^2 de huecos en fachada larga de cada comercio y en los 4 esquineros también 12 m^2 de huecos en fachada corta.



1.3 SUPERFÍCIE DE FACHADA A INSTALAR AISLAMIENTO

	Total edificio (con comercios)	
Superficie fachadas largas a calle (m^2)	2.160	2 fachadas de (20x3) x 18 m
Superficie fachadas cortas a calle (m^2)	540	2 fachadas de 15x18 m
Superficie fachadas a patio luces (m^2)	432	8 fachadas de 3x18 m
Superficie huecos fachadas largas a calle (P1-P5) (m^2)	468	12 ventanas de 1x1,4 m y 6 balcones de 2x2,5 m por 5 plantas y por 2 fachadas
Superficie huecos fachadas cortas a calle (P1-P5) (m^2)	28	2 ventanas de 1x1,4 m por 5 plantas y por 2 fachadas
Superficie huecos a patio luces (m^2)	48	48 ventanas de 1x1 m
Superficie huecos fachadas largas a calle (P0) (m^2)	180	30 m^2 de hueco por 6 comercios
Superficie huecos fachadas cortas a calle (P0) (m^2)	48	12 m^2 de hueco por 4 comercios
Superficie a aislar (m^2)	**2.360**	**(superficie total de fachadas menos superficie total de huecos)**

*La superficie total de huecos (772 m^2) es el 25% de la superficie total de fachadas (3.132 m^2).

1.4 RESUMEN DE VALORES APLICADOS A CE3X

Normativa anterior a NBE-CT-79	Fachada por defecto	2,38	W/m^2K	
	Una hoja de 1/2 pie de fábrica de ladrillo	2,38	W/m^2K	
	Cubierta plana por defecto	2,17	W/m^2K	
	Cubierta plana unidireccional	2,27	W/m^2K	
	Suelo con terreno de profundidad menor o igual que 0,5 m, por defecto	1,00	W/m^2K	
	Ventanas vidrio simple, aluminio sin rotura de puente térmico, poco estanco, retranqueo 15 cm	5,7	W/m^2K	vidrio
		5,7	W/m^2K	marco

No se aplicarán los valores por defecto ya que el programa no deja modificarlos. Para poder simular con aislamiento es necesario definir los cerramientos, por este motivo se eligen las opciones en verde. En el caso de las cubiertas, dado que en las simulaciones también se aplicará el aislamiento necesario para cumplir con la tabla a-Anejo E del documento (HE1 – DBHE1_CTE 2019), se cogerá el valor de cubierta plana unidireccional.

Los puentes térmicos se definirán todos por defecto, a excepción del encuentro de fachada con forjado y con suelo en contacto con aire, ya que no aplican para el edificio definido. Con la instalación del aislamiento SATE se eliminarán los puentes térmicos tanto de pilares como de contornos de hueco y cajas de persiana.

- Para las instalaciones se definirán 3 calderas de gas natural mixtas (para calefacción y ACS) de 480 kW (que equivaldría a 20 calderas de 24 kW). Potencia térmica total de 1.440 kW. Antiguas con mal aislamiento.
- La demanda de ACS, teniendo en cuenta las estadísticas del INE, sería de 130 litros/persona y día, que, considerando 3 personas por vivienda, daría una demanda de ACS total de 23.400 litros al día.

2. SOLUCIONES DE BAUMIT A SIMULAR

- **SATE EPS con una Ra de 1,75 m^2K/W** (la media entre 1,62 y 1,88): La resistencia térmica indicada es para un espesor de aislante de 60 mm. **Se considera una conductividad de 0,034 W/mK.**
- **SATE LM con una Ra de 1,67 m^2K/W:** La resistencia térmica indicada es para un espesor de aislante de 60 mm. **Se considera una conductividad de 0,036 W/mK.**
- **Las simulaciones se realizan para las 5 zonas climáticas de España (A, B, C, D, E).**
- **Se indican los espesores mínimos de aislante para el cumplimiento normativo (HE1 – DBHE1_CTE 2019) y para cada zona climática, teniendo en cuenta la tabla a-Anejo E de valores orientativos de transmitancia, los cuales son más restrictivos que los de la tabla 3.1.1.a de valores límite.**

Tabla a-Anejo E. Transmitancia térmica del elemento, U [W/m² K]

	Zona Climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior, U_M, U_S	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
Cubiertas en contacto con el aire exterior, U_C	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U_T	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), U_H	2,7	2,7	2,0	2,0	1,6	1,5

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de *transmitancia térmica*, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_S, U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la *envolvente térmica* (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

- **La información final que calcular y comunicar es el ahorro energético y de emisiones que se obtendrá con la instalación de cada aislamiento con el espesor mínimo para cumplir con las recomendaciones normativas de la tabla a-Anejo E del DBHE1_CTE 2019.**
- **Finalmente se calcula el valor total de emisiones de CO_2 evitadas por cada m^2 de aislante instalado durante un período de vida útil de 30 años, por tal de valorar el balance de emisiones de los productos de Baumit, SL considerando tanto la etapa de fabricación como la etapa de uso.**

3. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

A continuación se presentan las tablas de resultados obtenidos con la herramienta oficial de certificación energética de edificios CE3X, aplicando todas las características especificadas en los apartados anteriores de este documento.

Para todos los casos se han considerado las siguientes características

Año de construcción	1970
Normativa aplicable	Anterior a la NBE-CT-79
Superficie útil habitable	5.400 m^2
Superficie de fachada a aislar	2.360 m^2
Composición fachada	1/2 pie de fábrica de ladrillo
Composición cubierta	Plana unidireccional
Puentes térmicos eliminados con el aislamiento	Pilares, contornos de huecos y cajas de persiana
Transmitancia SATE EPS	0,034 W/mK
Transmitancia SATE LM	0,036 W/mK

Tabla 1. Espesor de aislante para cada zona climática para el cumplimiento de la tabla a-Anejo E (HE1 - DBHE1_CTE 2019)

Zona climática	Ubicación	Caso simulado	Espesor de aislamiento para cumplir con la tabla a-Anejo E (HE1 - DBHE1_CTE 2019)	Transmitancia de fachada obtenida	Transmitancia fachada tabla a-Anejo E (HE1 - DBHE1_CTE 2019)
			cm	W/m^2K	W/m^2K
A	CÁDIZ (A3)	Base	-	2,38	0,50
		SATE EPS	6	0,46	
		SATE LM	6	0,48	
B	MALLORCA (B3)	Base	-	2,38	0,38
		SATE EPS	8	0,36	
		SATE LM	8	0,38	
C	BARCELONA (C2)	Base	-	2,38	0,29
		SATE EPS	12	0,25	
		SATE LM	12	0,27	
D	MADRID (D3)	Base	-	2,38	0,27
		SATE EPS	12	0,25	
		SATE LM	12	0,27	
E	LEÓN (E1)	Base	-	2,38	0,23
		SATE EPS	14	0,22	
		SATE LM	14	0,23	

Tabla 2. Demanda energética y ahorro energético para cada zona climática

Zona climática	Ubicación	Caso simulado	Espesor de aislamiento para cumplir con la tabla a-Anejo E (HE1 - DBHE1_CTE 2019)	Demanda calefacción	Demanda refrigeración	Demanda energética total	Ahorro energético por superficie		Ahorro energético total edificio	Ahorro energético por m^2 de aislamiento instalado	Ahorro energético a 30 años por m^2 de aislamiento instalado
			cm	kWh/m^2 y año	kWh/m^2 y año	kWh/m^2 y año	kWh/m^2 y año	%	kWh/año	kWh/m^2 y año	kWh/m^2
A	CÁDIZ (A3)	Base	-	26,5	20,2	46,7	-	-	-	-	-
		SATE EPS	6	6,5	19,4	25,9	20,8	45%	112.320	48	1.428
		SATE LM	6	6,6	19,5	26,1	20,6	44%	111.240	47	1.414
B	MALLORCA (B3)	Base	-	42,2	15,7	57,9	-	-	-	-	-
		SATE EPS	8	14,9	15,3	30,2	27,7	48%	149.580	63	1.901
		SATE LM	8	15,1	15,4	30,5	27,4	47%	147.960	63	1.881
C	BARCELONA (C2)	Base	-	75,3	9,1	84,4	-	-	-	-	-
		SATE EPS	12	31,1	8,9	40,0	44,4	53%	239.760	102	3.048
		SATE LM	12	31,3	9,0	40,3	44,1	52%	238.140	101	3.027
D	MADRID (D3)	Base	-	105,6	20,4	126,0	-	-	-	-	-
		SATE EPS	12	47,2	19,7	66,9	59,1	47%	319.140	135	4.057
		SATE LM	12	47,6	19,8	67,4	58,6	47%	316.440	134	4.023
E	LEÓN (E1)	Base	-	135,3	-	135,3	-	-	-	-	-
		SATE EPS	14	63,5	-	63,5	71,8	53%	387.720	164	4.929
		SATE LM	14	63,8	-	63,8	71,5	53%	386.100	164	4.908

4. INFORMACIÓN AMBIENTAL

Los resultados energéticos obtenidos en el apartado anterior se han utilizado para calcular el beneficio ambiental sobre la huella de carbono. Estos beneficios estarán plasmados en el ahorro de kg de CO_2 eq emitidos por el edificio, procedente de la disminución del consumo energético obtenido por la instalación de los sistemas SATE.

Para garantizar la comparabilidad de este análisis con los resultados obtenidos en la DAP de los productos, para desarrollar el cálculo de emisiones de CO_2 eq ahorradas se ha utilizado el mismo programa, Simapro y la misma base de datos, Ecoinvent 3.8. Para calcular el impacto se ha considerado el ahorro energético a 30 o 50 años por m^2 de aislamiento instalado y el mismo mix eléctrico utilizado en la DAP. En este apartado, se han analizado 4 categorías de impacto de potencial de calentamiento global.

El potencial de calentamiento global (kg CO2 eq) es uno de los indicadores de la huella de carbono. Mide la contribución de un sistema en el incremento de la temperatura media del planeta. Este efecto se produce por el aumento de la concentración de gases de CO_2 eq, que absorben buena parte de la radiación infrarroja que emite la superficie terrestre. De esta manera, el balance energético entre esta radiación y la emitida por el sol queda desequilibrado, con las consecuentes repercusiones sobre el clima. Esta categoría de impacto incluye, por separado, el carbono biogénico, el carbono fósil y el carbono relativo al uso del suelo y su transformación.

Tabla 3. Definición de las categorías de impacto del calentamiento global.

Impactos ambientales potenciales	Descripción	Acrónimo	Unidades
Calentamiento global – fósil	Emisiones de GEI derivadas de combustibles fósiles.	GWP-fossil	kg CO_2 eq
Calentamiento global – biogénico	Emisiones de GEI derivadas de la biomasa.	GWP-biogenic	kg CO_2 eq
Calentamiento global – uso del suelo	Emisiones de GEI derivadas del cambio en el uso o gestión humana del suelo.	GWP-luluc	kg CO_2 eq

4.1 Ahorro emisiones a 30 años por m^2 de aislamiento instalado

Este escenario se calcula de acorde con los años de vida útil que dicta la DAP de los productos. A continuación, se presentan el impacto del ciclo de vida y el ahorro en emisiones de los SATE EPS y LM a 30 años por m^2 de aislamiento instalado.

Tabla 4. Impacto total y ahorro emisiones por categoría de impacto para cada zona climática del SATE EPS.

Zona climática	Impacto ciclo vida SATE EPS (GWP)	Impacto módulos A1-A3 SATE EPS (GWP)	Ahorro emisiones a 30 años por m^2 de aislamiento instalado			
			GWP - Total	GWP - Biogenic	GWP- Fossil	GWP - Luluc
	kg CO_2 eq/m^2	kg CO_2 eq/m^2	kg CO_2/m^2	kg CO_2/m^2	kg CO_2/m^2	kg CO_2/m^2
A	13,20	11,42	367	2,35	362	2,74
B			488	3,13	481	3,64
C			783	5,02	772	5,84
D			1.042	6,69	1.027	7,78
E			1.266	8,12	1.248	9,45

Tabla 5. Impacto total y ahorro emisiones por categoría de impacto para cada zona climática del SATE LM.

Zona climática	Impacto ciclo vida SATE LM (GWP)	Impacto módulos A1-A3 SATE LM (GWP)	Ahorro emisiones a 30 años por m² de aislamiento instalado			
			GWP - Total	GWP - Biogenic	GWP- Fossil	GWP - Luluc
	kg CO_2 eq/m²	kg CO_2 eq/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²
A	19,30	17,17	363	2,33	358	2,71
B			483	3,10	476	3,61
C			777	4,99	767	5,80
D			1.033	6,63	1.019	7,71
E			1.260	8,09	1.243	9,41

4.2 Ahorro emisiones a 50 años por m² de aislamiento instalado

Este escenario se calcula para mostrar el impacto del análisis de ciclo de vida del aislamiento instalado en un edificio con una vida útil de 50 años. Para calcular este escenario se ha considerado que la etapa de mantenimiento (B2) del ciclo de vida del SATE tiene el doble de impacto que en el escenario de 30 años.

A continuación, se presentan por separado el impacto del ciclo de vida y el ahorro en emisiones de los SATE EPS y LM a 50 años por m² de aislamiento instalado.

Tabla 6. Ahorro a 50 años según el análisis ciclo de vida del edificio SATE EPS.

Zona climática	Impacto ciclo vida SATE EPS (GWP)	Impacto módulos A1-A3 SATE EPS (GWP)	Ahorro emisiones a 50 años según análisis ciclo de vida del producto			
			GWP - Total	GWP - Biogenic	GWP- Fossil	GWP - Luluc
	kg CO_2 eq/m²	kg CO_2 eq/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²
A	13,73	11,42	611	3,92	603	4,56
B			814	5,22	802	6,08
C			1.304	8,37	1.286	9,74
D			1.736	11,15	1.712	12,96
E			2.109	13,54	2.080	15,75

Tabla 7. Ahorro a 50 años según el análisis ciclo de vida del edificio SATE LM.

Zona climática	Impacto ciclo vida SATE LM (GWP)	Impacto módulos A1-A3 SATE LM (GWP)	Ahorro emisiones a 50 años según análisis ciclo de vida del producto			
			GWP - Total	GWP - Biogenic	GWP- Fossil	GWP - Luluc
	kg CO_2 eq/m²	kg CO_2 eq/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²	kg CO_2/m²
A	19,83	17,17	605	3,88	597	4,52
B			805	5,17	794	6,01
C			1.296	8,32	1.278	9,67
D			1.722	11,05	1.698	12,85
E			2.101	13,48	2.071	15,68

5. CONCLUSIONES

El objetivo de este análisis ha sido calcular el valor total de emisiones de CO_2 evitadas por cada m^2 de aislante instalado durante un período de vida útil de un edificio, con tal de valorar el balance de emisiones de los productos Baumit, considerando todo su ciclo de vida.

Para realizar el estudio se ha considerado el escenario de estudio de una vivienda anterior al 1980 formada por 3 bloques residenciales y con 4 fachadas exteriores. Este escenario se ha analizado por 5 zonas climáticas de España. Datos reales estadísticos del INE se han recopilado para determinar estos escenarios.

Así, en los últimos apartados de este documento, se obtienen el ahorro total de emisiones de kg de CO_2 evitadas por cada m^2 de aislante SATE instalado durante un período de vida útil de 30 años y las emisiones totales de kg CO_2 evitades en detalle por zona climática y categoría de impacto.

En adición, también se ha calculado el impacto y el ahorro del aislamiento instalado en un edificio con las mismas características, pero con una vida útil de 50 años. Se puede observar que, en este escenario, el impacto del ciclo de vida del SATE incrementa menos de un 5% y, por otro lado, el ahorro en emisiones incrementa más de un 50%.

El poder aislante de ambos tipos de SATE, conseguido gracias al conjunto de componentes que constituyen los sistemas, es el que permite la inercia térmica de los edificios y, en consecuencia, este ahorro energético y el ahorro en emisiones de CO_2. Su aplicación también protege al edificio de las inclemencias climatológicas, evitando el deterioro de las fachadas y contribuyendo en su durabilidad, contribuyendo también a un menor impacto.

Con este análisis queda reflejado que el impacto del ciclo de vida de los sistemas SATE, que acuerdo con su DAP es de 13,20 kg CO_2 eq y 19,30 kg CO_2 eq para el SATE EPS y SATE LM respectivamente, queda compensado con el ahorro energético y la disminución de emisiones de CO_2 eq que estos suponen.

T +34 938 515 055
hola@anthesisgroup.com
www.anthesisgroup.com/ca