

Modelos de negocio aplicables a la venta de energía térmica (agua fría) para acondicionamiento de aire en usuarios residenciales y comerciales

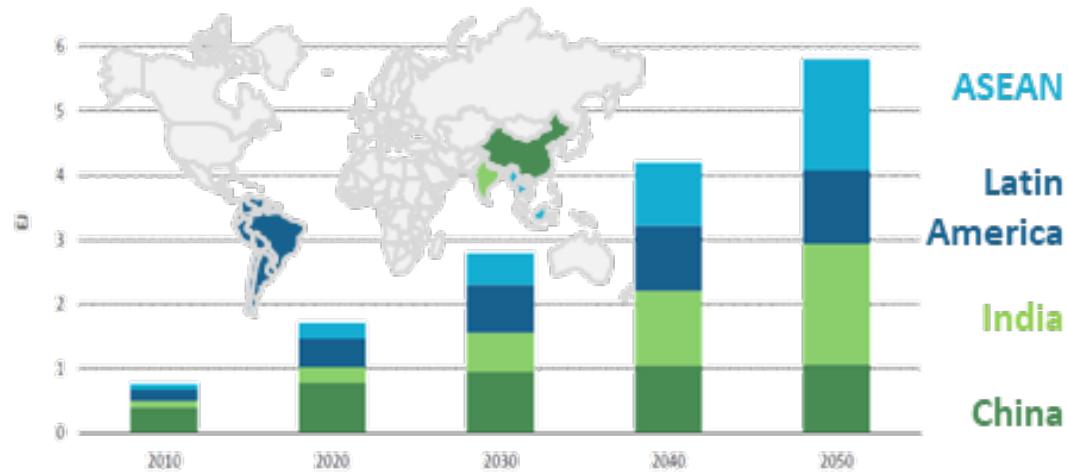
Thomas Stetter

13.08.2021, 08.00 – 09.30 / 15.00 – 16.30 CEST

Objetivos de la conferencia

1. Presentar modelos de negocio que se pueden aplicar a la venta de energía térmica (agua fría) para aire acondicionado, para usuarios residenciales y comerciales.
2. Presentar diferencias que puedan existir entre los modelos de negocio para los DT privados, públicos o público-privados.
3. Presentar ejemplos de aplicación a nivel internacional de modelos de negocio para la venta de energía térmica (agua fría) para aire acondicionado, para usuarios residenciales y comerciales.
4. Presentar ejemplos de regulación de tarifas de venta de energía térmica que se pueden aplicar a la venta de energía térmica (agua fría) para aire acondicionado (si los hay).

Enfriamiento: La problemática

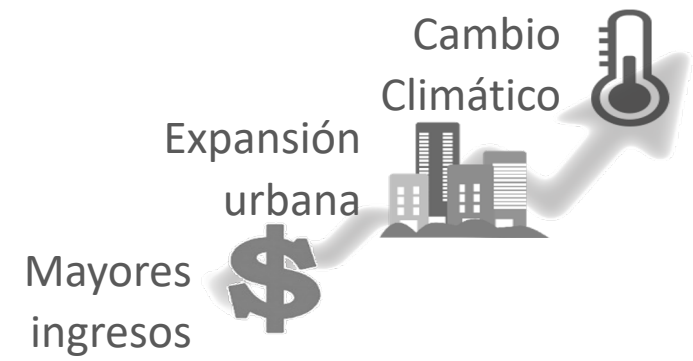


Uso final de Energía según la IEA 2°C escenario, 2010–2050



El enfriamiento (A/C) en las ciudades crecerá un **625%** de aquí a 2050 en Asia y América Latina

Factores de crecimiento:



Mejoras cualitativas

Flexibilidad y seguridad de suministro

Aumento de eficiencia energética

Uso recursos naturales

Espacio libre: techo, sótano

Mejoras cuantitativas



Menos consumo de energía



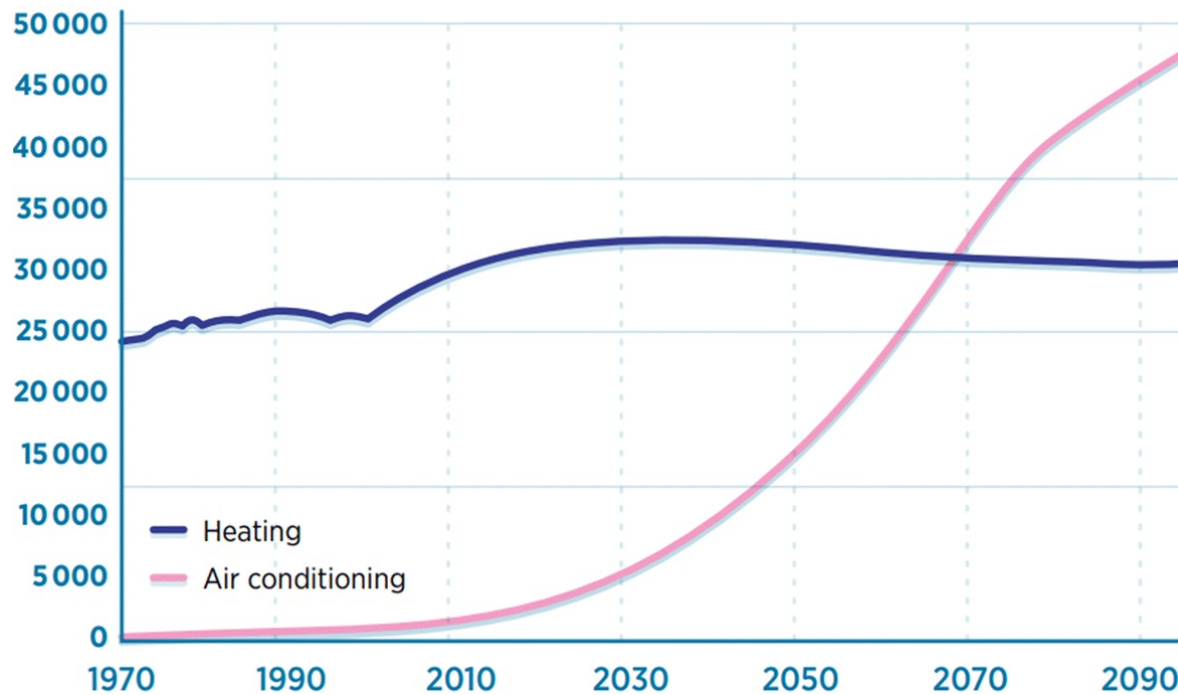
Menos emisiones CO₂



Incremento en eficiencia energética

El desafío 2050

Global energy demand (PJ/year)



Incremento en eficiencia energética



Menos emisiones CO₂

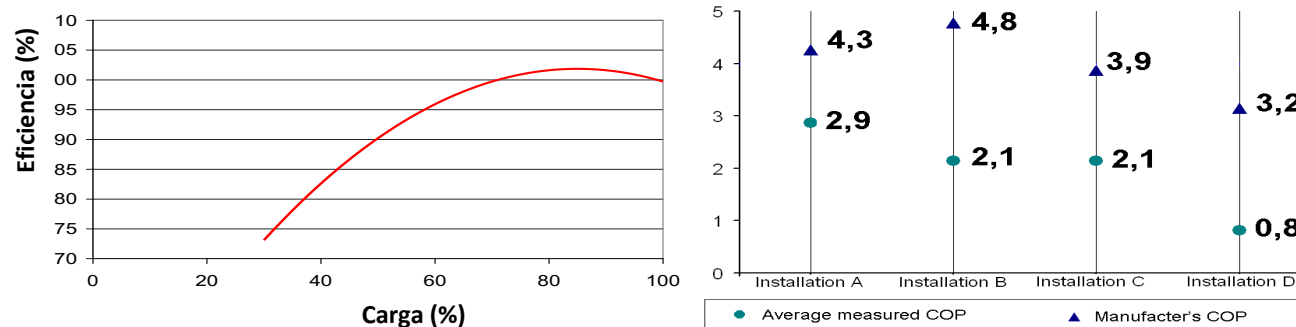
Al monitorear sistemas centralizados se observa que:

- El consumo de equipos auxiliares se subestima
- El COP se reduce a carga parcial
- Gran diferencia entre el COP nominal (fabricante) vs el real

Distritos Térmicos:

→ Auxiliares menos relevantes

→ COP a carga nominal



Eficiencia energética de los Distritos Térmicos



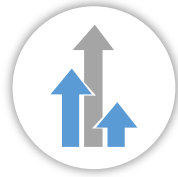
Plantas inteligentes
conectadas a una
SMART GRID



Mantenimiento
Predictivo y correctivo



Manejo en tiempo real de parámetros de producción



Eficiencia optimizada



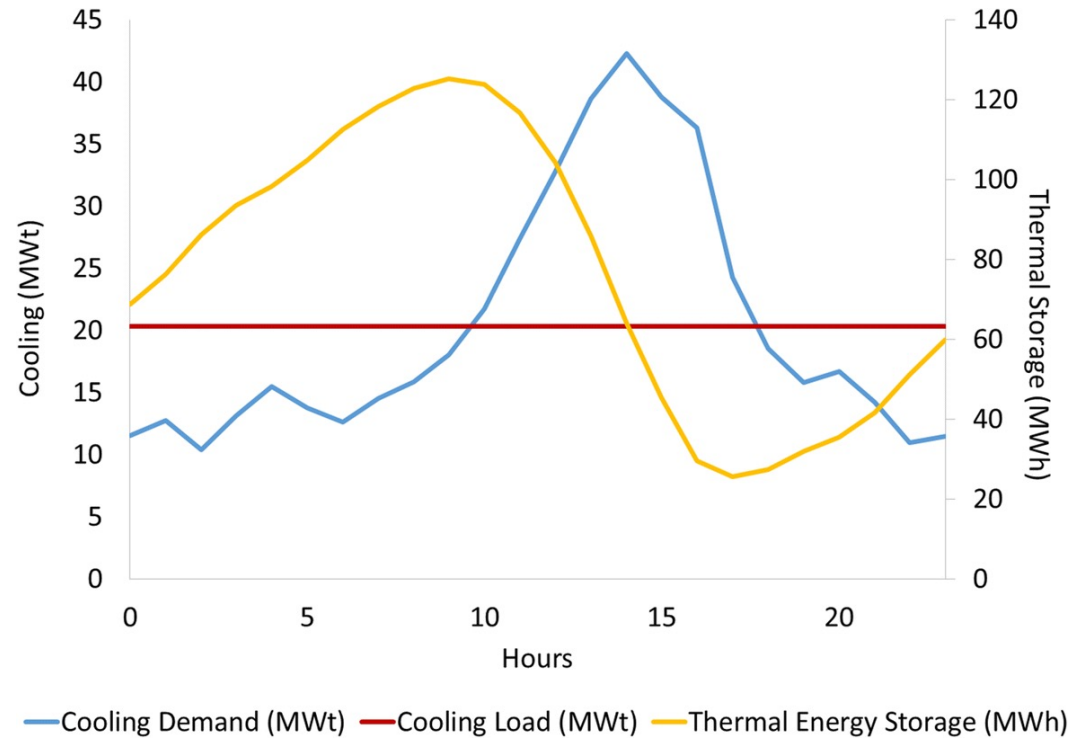
Uso de **tecnologías avanzadas**



Almacenamiento



Uso de energías renovables



**Almacenamiento
permite el uso de
energías
renovables
intermitentes**

**Centralización
permite el uso de
energías
renovables /
residuales**

Un DT es grande – economía de escala

- Los costos de distribución de energía son altos. Tiene sentido desarrollar un DT si las tecnologías para la generación de frío no permiten una solución descentralizada por razones técnicas y económicas.
- Si una tecnología es en cada aspecto equivalente a escala pequeña, una solución descentralizada es siempre mejor (desde un punto de vista económico).

Infraestructura cara – energía económica

- La capacidad instalada y la distribución [kW] son caras, pero la generación de energía [kWh] tiene un costo bajo.
- La energía tiene un costo bajo porque se genera de manera eficiente y tendría que ser energía renovable.
- Competitividad del costo de la energía final a través de una baja capacidad instalada y una demanda energética constante y alta.
- El costo de energía final es más competitivo mientras más alta la densidad energética por m².
- El costo del capital tiene que ser disminuido mediante largos plazos de amortización.

Características de un Distrito Térmico

Edificios adecuados

- Edificios que tienen una demanda a largo plazo
- Edificios que quieren asegurar el suministro de energía por varias décadas
- Edificio de administración con una alta demanda de frío
 - Administración pública
 - Bancos, seguros etc.
- Edificios nuevos – en barrios con personas más adineradas y en regiones con las condiciones climáticas correspondientes
- Hospitales, hoteles

Edificios no adecuados

- Plantas de producción con una planificación de máximo 10 años. No firman contratos de largo plazo sino buscan tiempos de amortización muy cortos.
- Objetos que necesitan cierta flexibilidad y que perderían su atractivo al cerrar contratos de largo plazo
- Barrios con una densidad baja de edificaciones

Un buen cliente es quien puede adaptarse a las características del DT mediante medidas propias en el edificio:

- Reducir la demanda máxima
- Demanda equilibrada de energía
- Optimización de temperaturas

Uso correcto del capital limitado: Primero mejorar la eficiencia energética del edificio y luego la eficiencia de la generación.

Tecnologías aptas para Distritos Térmicos:

- Economía de escala – tecnologías complejas
 - Trigeneración (energía eléctrica, calor y frío) con gas natural
=> Enfocar en un alto coeficiente de rendimiento
- Aprovechamiento de energías de fuentes no móviles que sólo están disponibles en ciertos lugares
 - Calor residual de procesos (industria e incineración de basura)
 - Energías ambientales (agua del lago o del mar, aguas subterráneas, energía geotérmica)
 - Materias primas renovables

Definición de la interfaz entre el DT y el cliente

- El operador del DT posee, instala y opera los aparatos que
 - garantizan la operación segura de la red
 - permiten la buena regulación de la red
 - garantizan la regulación de la subestación para cumplir con las obligaciones según el contrato
 - permiten la facturación correcta de la energía suministrada

Aspectos Técnicos – Conversión del Edificio

Refrigeración a distancia es diferente – es necesario adaptar el sistema de distribución en el edificio

- Sistemas individuales de refrigeración son sistemas simples de “on/off”.
- Refrigeración a distancia requiere una diferencia alta de temperaturas, mediante una regulación inteligente y un flujo variable en la distribución.
- Sistemas individuales de refrigeración son flexibles en cuanto a la carga y la temperatura.

Procedimiento general para la conversión del edificio:

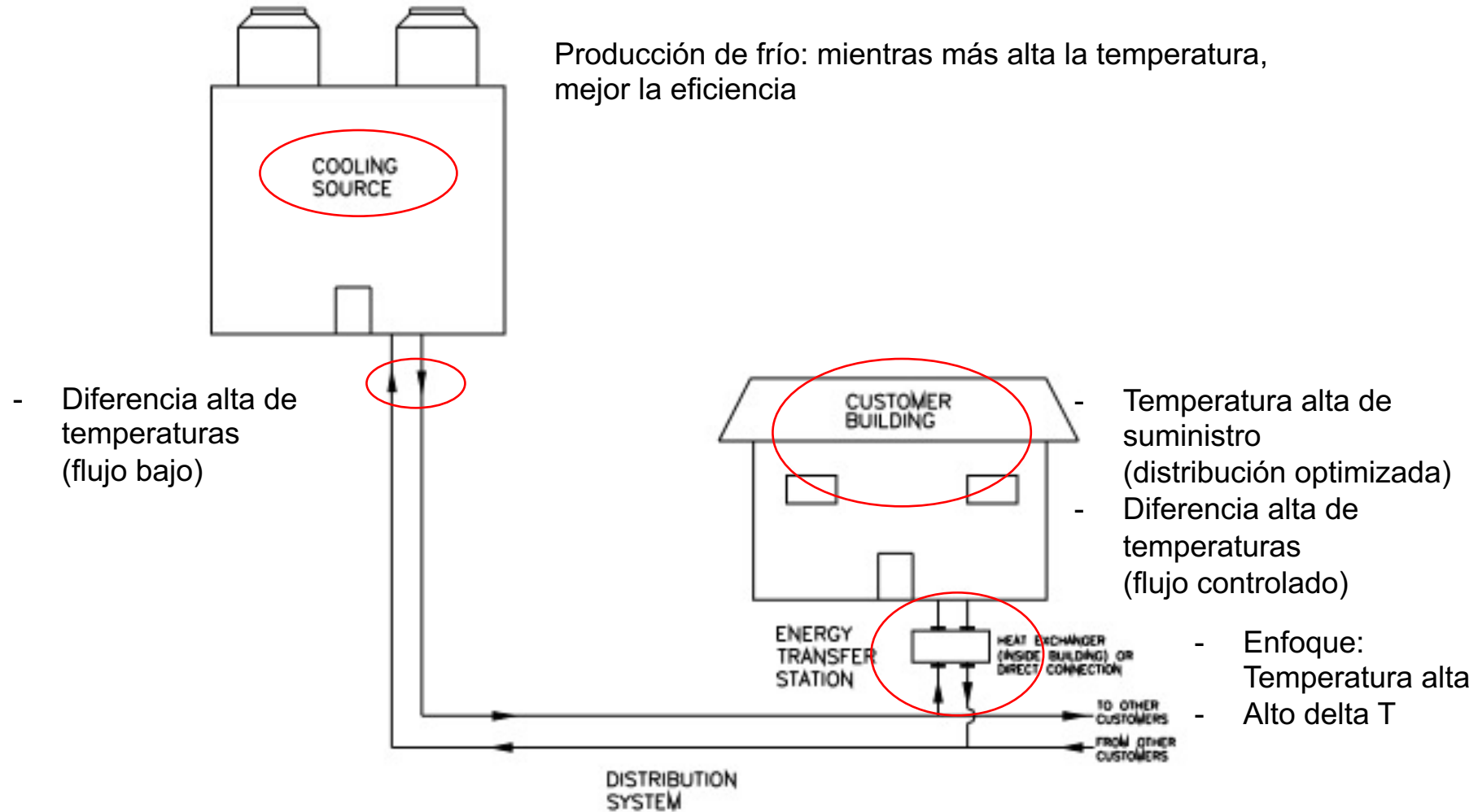
- Inspección y diseño esquemático
- Carga máxima y demanda anual
- Compatibilidad
- Concepto para la conversión y estimación de costos
- Optimización del sistema y diseño detallado

No es necesario enfriar los ambientes demasiado: 24°C está bien.

No confíe en configuraciones actuales.

Un sistema interno de refrigeración siempre puede ser adaptado a los requisitos de un DT.

Aspectos Técnicos - Diseño



Mejorar la rentabilidad

- Enfocar en una red de alta densidad
 - Potencia alta con una red corta ([kW]/longitud)
 - Suministro alto de energía con una red corta ([kWh]/longitud)
 - Buenas posibilidades de aumentar la densidad de la red.

Planificación de las conexiones

- Supuestos no realistas en cuanto a los costos de conexión
- Evaluación imprecisa de la demanda energética real de los edificios → Supuestos optimistas en cuanto a la demanda
- “*Wishful thinking*” y presión política contribuyen a eso.

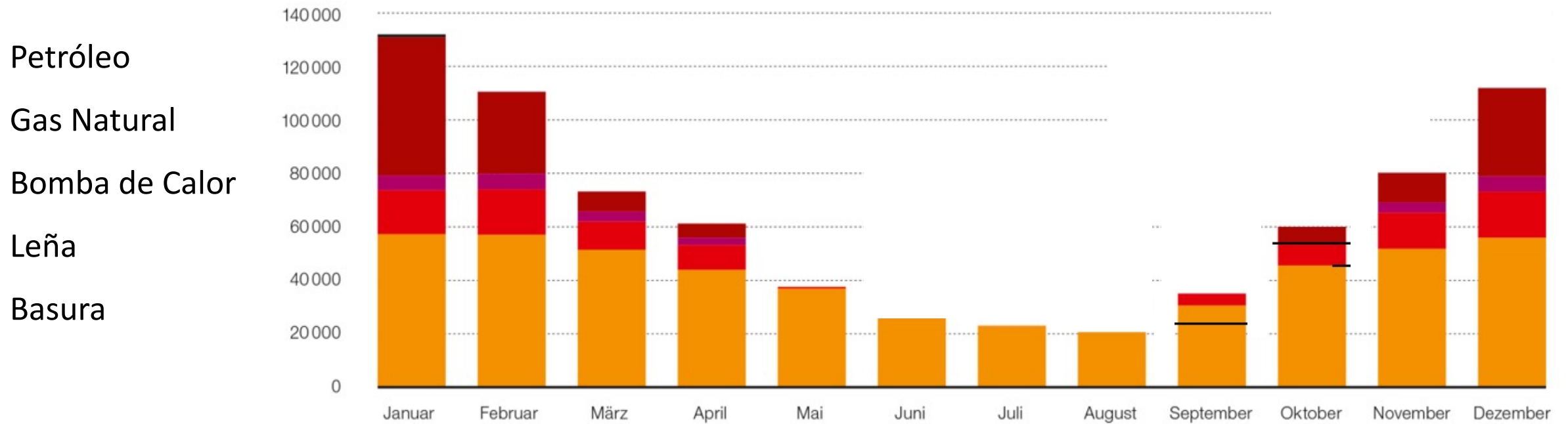
Menos ingresos por cambios en el comportamiento del consumidor

- Demanda reducida por mejorar la eficiencia del edificio.

Estructura tarifaria

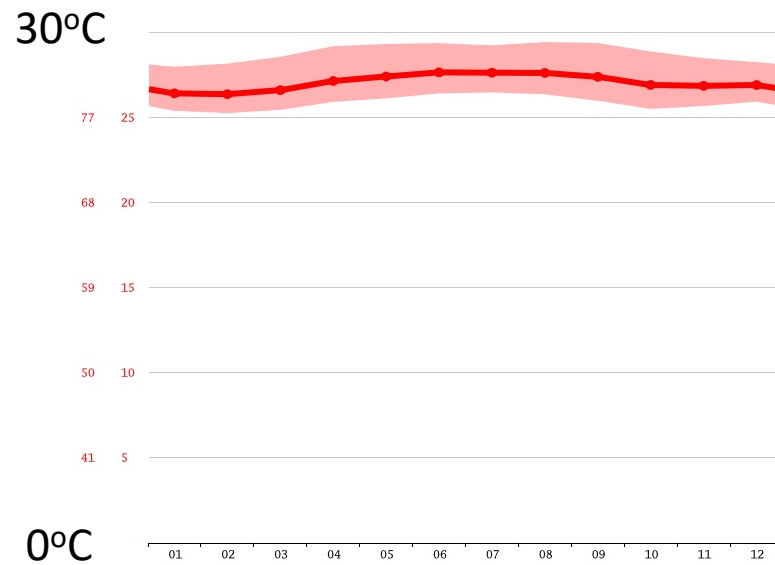
- Los costos del DT compuestos de costos variables y fijos no se reflejan adecuadamente en la estructura tarifaria. En tal caso, cambios en la demanda de los edificios pueden poner en riesgo la rentabilidad.

Energía térmica para Zurich: Fuentes energéticas durante el año

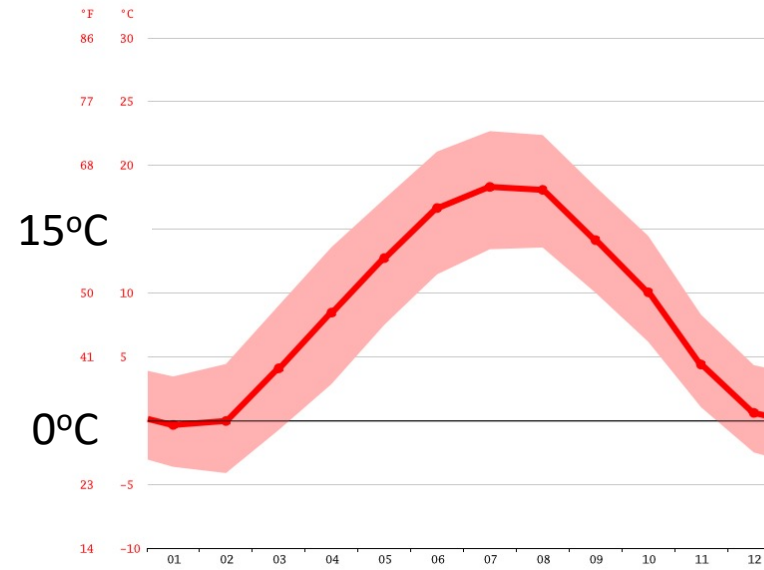


Aspectos Económicos: Condiciones Favorables de Colombia

Temperatura Barranquilla

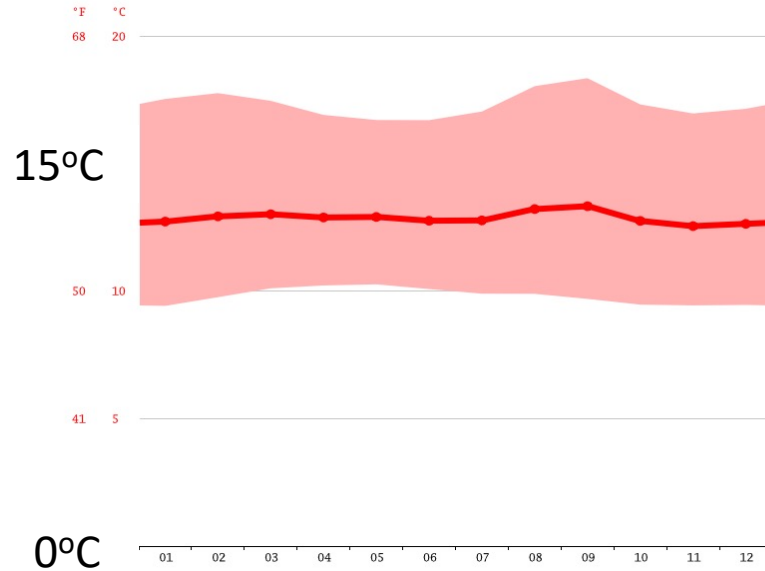


Temperatura Zúrich

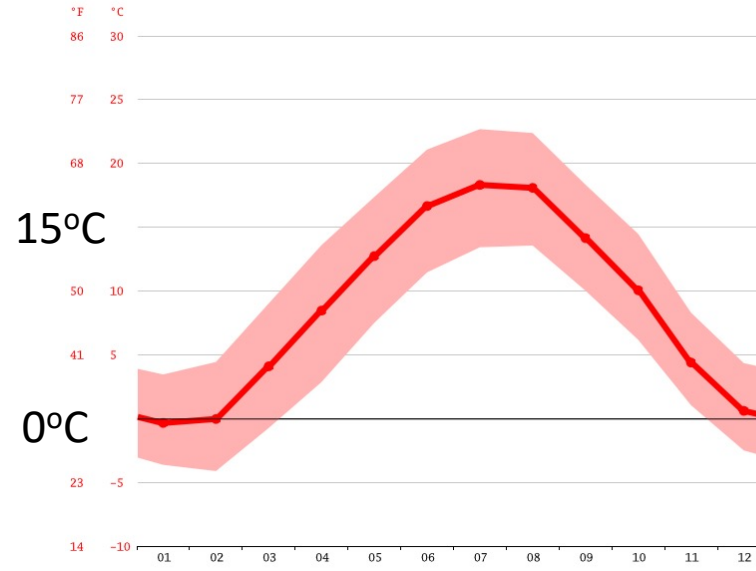


Aspectos Económicos: Condiciones Favorables de Colombia

Temperatura Bogotá



Temperatura Zúrich



Estructura tarifaria

- Es necesario definir la estructura tarifaria ya en la fase de la planificación del DT y aplicarla luego de la misma manera a todos los clientes:
 1. Tarifa única de conexión (COP)
 2. Tarifa capacidad (COP / kW * año)
 3. Tarifa suministro energía (COP / kWh * año)
- Un descuento por mayor capacidad contratada puede ser aplicado a las tarifas fijas pero no a la tarifa energética.

1. Tarifa única de conexión

- Participación del cliente en la inversión que permite reducir la tarifa básica anual.
- Se define normalmente de acuerdo a la capacidad contratada.
- Tiene que ser aplicada consecuentemente.

2. Tarifa capacidad cubre los costos fijos anuales

1. Costo del capital (interés, amortización, inflación)
2. Costos fijos de operación y mantenimiento, que no dependen de la generación de energía
3. Costos por la expansión del DT

3. Tarifa suministro de energía cubre los costos variables anuales

1. Costo de Energía
2. Costos variables de operación y mantenimiento

4. Descuentos

Dependiendo de la filosofía del DT se ofrecen descuentos por la contratación de conexiones de capacidades altas. Tales descuentos sólo pueden ser aplicados si se conoce bien la composición final de los consumidores.

Aspectos contractuales importantes

- Los contratos deben ser firmados antes de empezar con la implementación.
- Los contratos tienen una duración de al menos 15 años.

Desarrollo de un Distrito Térmico

1. Mediante un estudio de viabilidad se obtiene una primera indicación si se puede realizar un DT o no. En base a ello se toma la decisión de invertir en la elaboración del concepto detallado.
2. Al elaborar el concepto se determinan los parámetros definitivos con respecto a la tecnología y los costos/tarifas.
3. La estructura del contrato tiene que estar definida antes de empezar con la adquisición final. Recién cuando los contratos estén firmados se puede empezar con la implementación del DT.
4. En general, el 70% de los costos del DT deberían estar cubiertos por los primeros contratos.

Filial de la **ciudad de Zúrich**, Fernwärme Zúrich (56 empleados, 50 millones de euros de facturación) opera y desarrolla en Zúrich uno de los principales sistemas de calefacción y refrigeración urbana de Europa en 5 centros de producción:

- 365 000 Toneladas de basura / año
- 420 000 MWh / año agua caliente
- 178 000 MWh / año producción de electricidad
- 209 000 Toneladas de reducción de CO₂ / año
- 170 000 Apartamentos con calefacción distrital

Ejemplo: DT Zúrich

El precio de DT Zúrich se compone de tres elementos:

- Precio de suministro de la energía (CHF / kWh*año):
 - Está parcialmente vinculado al precio del petróleo, que se utiliza en combinación de energía primaria, además del calor residual.
 - A partir de un precio del petróleo de 45 francos por 100 litros, la amortiguación tarifaria integrada se traduce en precios más favorables para DT Zúrich.
- Precio de Capacidad (CHF / kW*año):
 - Incluye la infraestructura, el mantenimiento y la revisión de la conexión con DT Zúrich
 - Servicio de 24 horas.
- Precio de conexión (CHF):
 - Cubre los costos de establecimiento de su nueva conexión a Zürich Wärme.

Estructura Tarifaria DT Zúrich

Precio de Suministro de Energía P1 (CHF/kWh)

30%

- PÖI = 30 - 45 CHF/100 Liter (1): $P1 = 1.40 \times PÖI$
- PÖI < 30 CHF/100 Liter (2): $P1 = 1.40 \times 30 \text{ CHF/100I} - (30 \text{ CHF/100I} - PÖI) \times 0.5$
- PÖI > 45 CHF/100 Liter (3): $P1 = 1.40 \times 45 \text{ CHF/100I} + (PÖI - 45 \text{ CHF/100I}) \times 0.5$

Precio de Capacidad P2 (CHF/kW)

70%

- $P2 = F \times L$ plus MwSt.

Tarifa de conexión P3 (CHF)

1x

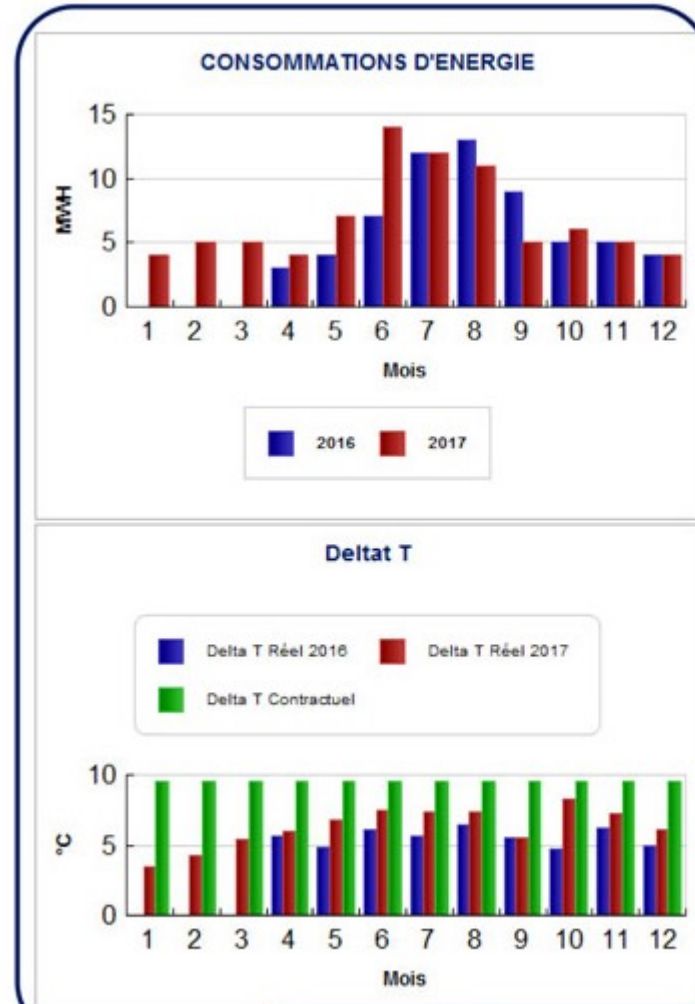
- Nuevo edificio:
 $P3 = (12\ 000 + 125\ 000 \times L) \times \text{Index}$ para $L < 1 \text{ MW}$
 $P3 = (52\ 000 + 85\ 000 \times L) \times \text{Index}$ para $L > 1 \text{ MW}$
- Edificio existente: $P3 = (12\ 000 + 85\ 000 \times L) \times \text{Index}$

Filial del **Grupo ENGIE**, CLIMESPACE (153 empleados, 90 millones de euros de volumen de negocios) opera y desarrolla en París uno de los principales sistemas de refrigeración urbana del mundo y el líder en Europa: 10 centros de producción y 4 de almacenamiento son capaces de suministrar 370 GWh/año de refrigeración a más de 700 edificios a través de 86 km de redes.

Desglose de clientes por segmento:

- 53% Oficinas
- 9% Centros comerciales y supermercados
- 22% Tiendas y oficinas
- 9% Hoteles y restaurantes
- 7% Teatros y museos, otros

Climespace: Demanda de Energía y Delta T



En Image

Estructura Tarifaria Climespace Paris: Ejemplo de 1 cliente

Precio de Suministro de Energía P1 (CHF/kWh)

ENERGIE	DÉC. 2017		4 (MWh)	49,870 (€/MWh)	199,48
VOLUME	DÉC. 2017		569 (m ³)	0,224 (€/m ³)	127,46
SOUS TOTAL 2					326,94

**Variable:
3%**

Precio de Capacidad y de Conexión (CHF / kW*año):

	Periode	Souscription (KW)	Quantité	Prix HT	Montant HT (€)
DROIT DE RACCORDEMENT - R'2	2018	200	1er Trim.	95,72 (€/kW/AN)	4 786,00
ABONNEMENT - R2	2018	200	1er Trim.	72,60 (€/kW/AN)	3 630,00
SOUS TOTAL 1					8 416,00

**Fijo:
97%**

Estructura Tarifaria Climespace Paris

Tarifs de la concession applicables au 1er janvier 2021

A- Tarifs des ventes de froid :

Tarif 50 (en voie d'extinction)		
Droit de raccordement	782,66 €	/ KW souscrits
Dépôt de garantie	73,24 €	/ KW souscrits
R1 Volume (M3)	1,137 €	/ M3 conso.
R2	76,21 €	/ KW souscrits

Tarif Puissances Mini (50-120 KW)		
Droit de raccordement	63 528,00 €	Forfait
Dépôt de garantie	58,59 €	/ KW souscrits
R1 Hiver Volume (M3) Nov. à Mars inclus	0,201 €	/ M3 conso.
R1 Hiver Energie (MWh) Nov à Mars inclus	45,23 €	/ MWh conso.
R1 Eté Volume (M3) Avril à Octobre inclus	0,224 €	/ M3 conso.
R1 Eté Energie (MWh) Avril à Octobre inclus	51,33 €	/ MWh conso.
R2	60,96 €	/ KW souscrits

Tarif Puissances Moyennes (121 KW - 5000 KW)		
Dépôt de garantie	73,24 €	/ KW souscrits
Droit de raccordement	408,75 €	/ KW souscrits
R1 Hiver Volume (M3) Nov. à Mars inclus	0,238 €	/ M3 conso.
R1 Hiver Energie (MWh) Nov à Mars inclus	53,220 €	/ MWh conso.
R1 Eté Volume (M3) Avril à Octobre inclus	0,264 €	/ M3 conso.
R1 Eté Energie (MWh) Avril à Octobre inclus	60,370 €	/ MWh conso.
R2	76,210 €	/ KW souscrits
R2 1 an	410,04 €	/ KW souscrits
R2 5 ans	102,79 €	/ KW souscrits

Tarif Puissances Maxi (au-delà de 6000 KW)		
Dépôt de garantie	73,24 €	/ KW souscrits
Droit de raccordement	408,75 €	/ KW souscrits
R2 1 an	410,04 €	/ KW souscrits
R2 5 ans	102,79 €	/ KW souscrits

PS = 6000 kw		
R1 Hiver Volume (M3) Nov. à Mars inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Hiver Energie (MWh) Nov à Mars inclus	45,24 €	/ MWh conso.
R1 Eté Volume (M3) Avril à Octobre inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Eté Energie (MWh) Avril à Octobre inclus	51,31 €	/ MWh conso.
R2	68,59 €	/ KW souscrits

6000 kw < PS <ou= 8000 kw		
R1 Hiver Volume (M3) Nov. à Mars inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Hiver Energie (MWh) Nov à Mars inclus	45,24 €	/ MWh conso.
R1 Eté Volume (M3) Avril à Octobre inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Eté Energie (MWh) Avril à Octobre inclus	51,31 €	/ MWh conso.
R2	53,35 €	/ KW souscrits

8000 kw < PS <ou= 10000 kw		
R1 Hiver Volume (M3) Nov. à Mars inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Hiver Energie (MWh) Nov à Mars inclus	38,58 €	/ MWh conso.
R1 Eté Volume (M3) Avril à Octobre inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Eté Energie (MWh) Avril à Octobre inclus	43,77 €	/ MWh conso.
R2	38,10 €	/ KW souscrits

PS > 10000 kw		
R1 Hiver Volume (M3) Nov. à Mars inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Hiver Energie (MWh) Nov à Mars inclus	31,93 €	/ MWh conso.
R1 Eté Volume (M3) Avril à Octobre inclus	(1)	/ M3 conso.
R1 Eté Energie (MWh) Avril à Octobre inclus	36,22 €	/ MWh conso.
R2	22,86 €	/ KW souscrits

(1) delta T de référence = 6,5 °C
 - si augmentation du delta T : tarif puissances moyennes -15% par degré
 - si diminution du delta T : tarif puissances moyennes +15% par degré

- Diferenciación de la tarifa segun consumo
- Delta T:
 - min 6,5°C;
 - > 6,5°C: -15% por cada grado
 - < 6,5°C: +15% por cada grado
- Conexión:
 - Usuarios < 120 kW: 1x
 - Usuarios > 120 kW: anualmente
- Diferenciación precio energía verano – invierno

Las oficinas son el primer consumidor de energía del sector terciario en París y tienen un consumo medio de energía de refrigeración de 66 kWh/m²/año.

Ventajas:

- Bienestar de los ocupantes
- Solución eficiente para el control de la temperatura
- Continuidad del servicio
- Eliminación de la contaminación visual, acústica y de vibraciones
- Cumplimiento de la legislación sanitaria y medioambiental, gestión de los riesgos sanitarios y normativos
- Aumento del valor de la propiedad
- Utilización óptima del espacio del cliente, reducción de las necesidades de espacio
- Rendimiento energético, asesoramiento para optimizar los consumos de las oficinas
- Suministro de energía de refrigeración con alto valor medioambiental

Climespace: Ventajas para centros comerciales y grandes almacenes

En los centros comerciales y grandes almacenes, la refrigeración representa el 4% del consumo energético global de las zonas comunes y el 7% de las zonas de las tiendas

Ventajas:

- Bienestar de los ocupantes: Solución eficiente para el control de la temperatura, eliminación de la contaminación visual, acústica y de vibraciones
- Control de la temperatura en todos los espacios; solución adaptada a las distintas necesidades de las tiendas; enfriamiento de instalaciones de refrigeración como cámaras frigoríficas, máquinas de hielo, etc.
- Supervisión y resolución de problemas a distancia 24 horas al día
- Optimización de las zonas comerciales, estudio de diseño para una solución a medida
- Reducción de las necesidades de espacio
- Control del consumo, reducción del consumo eléctrico
- Asesoramiento para optimizar los consumos de refrigeración

Los **teatros y museos** representan el 6% de los clientes totales de CLIMESPACE conectados y tienen un consumo medio de energía de refrigeración de 72 kWh/m²/año (2018).

Ventajas:

- Bienestar de los ocupantes; solución eficiente para el control de la temperatura
- Continuidad del servicio
- Cumplimiento de la legislación sanitaria y medioambiental, gestión de los riesgos sanitarios y normativos
- Estaciones de transferencia de energía inteligentes: supervisión y resolución de problemas a distancia 24 horas al día, control de las horas punta
- Aumento del valor de la propiedad: uso óptimo del espacio del cliente, reducción de las necesidades de espacio

Los **hoteles, cafés y restaurantes** representan el 16% de todos los consumos de energía del sector terciario en París y tienen un consumo medio de energía de refrigeración de 125 kWh/m²/año (2018).

Ventajas:

- Bienestar de los ocupantes, solución eficiente para el control de la temperatura
- Continuidad del servicio, eliminación de la contaminación visual, acústica y de vibraciones, control de la temperatura en todos los espacios
- Solución adaptada a las distintas necesidades de los hoteles y restaurantes: enfriamiento de instalaciones de refrigeración como cámaras frigoríficas, máquinas de hielo, etc., optimización de la capacidad de alojamiento, estudio de diseño para una solución a medida
- Reducción de las necesidades de espacio
- Supervisión y resolución de problemas a distancia 24 horas al día, control de las horas punta
- Reducción de la potencia eléctrica necesaria
- Aumento del valor de la propiedad, uso óptimo del espacio del cliente, reducción de las necesidades de espacio

En los **centros de datos**, el 100% de la electricidad consumida se convierte en calor $1\text{kWe} = 1\text{kWp}$; por tanto, la refrigeración representa el 40% de su consumo energético.

Ventajas:

- Fiabilidad, tasa de disponibilidad superior al 99%
- Apoyo a la implantación de sistemas de refrigeración redundantes
- Estaciones inteligentes de transferencia de energía, supervisión y resolución de problemas a distancia 24 horas al día
- Control del consumo, reducción de los consumos eléctricos, asesoramiento para optimizar los consumos de refrigeración
- Suministro de energía de refrigeración con alto valor medioambiental

Hay diferencias entre los modelos de negocio para los DT privados, públicos o público-privados?

- Formato de tarifa:
 - Reglamento municipal
 - Contrato privado
- Velocidad de adaptación
- Subvenciones sí / no:
 - Producción
 - Conexión
 - Tarifa fija e variable

Comparación Económica: Ejemplo Cali, Costo total de propiedad

- ✓ **CAPEX convencional:** 3570 USD/TR
- ✓ **OPEX convencional:** 888 USD/TR/año promedio a 30 años
- ✓ **Vida útil DT:** 30 años
- ✓ **Vida útil convencional:** 16 años
- ✓ Convencional sobredimensionado un 20%, y DT 50% más eficiente eléctricamente

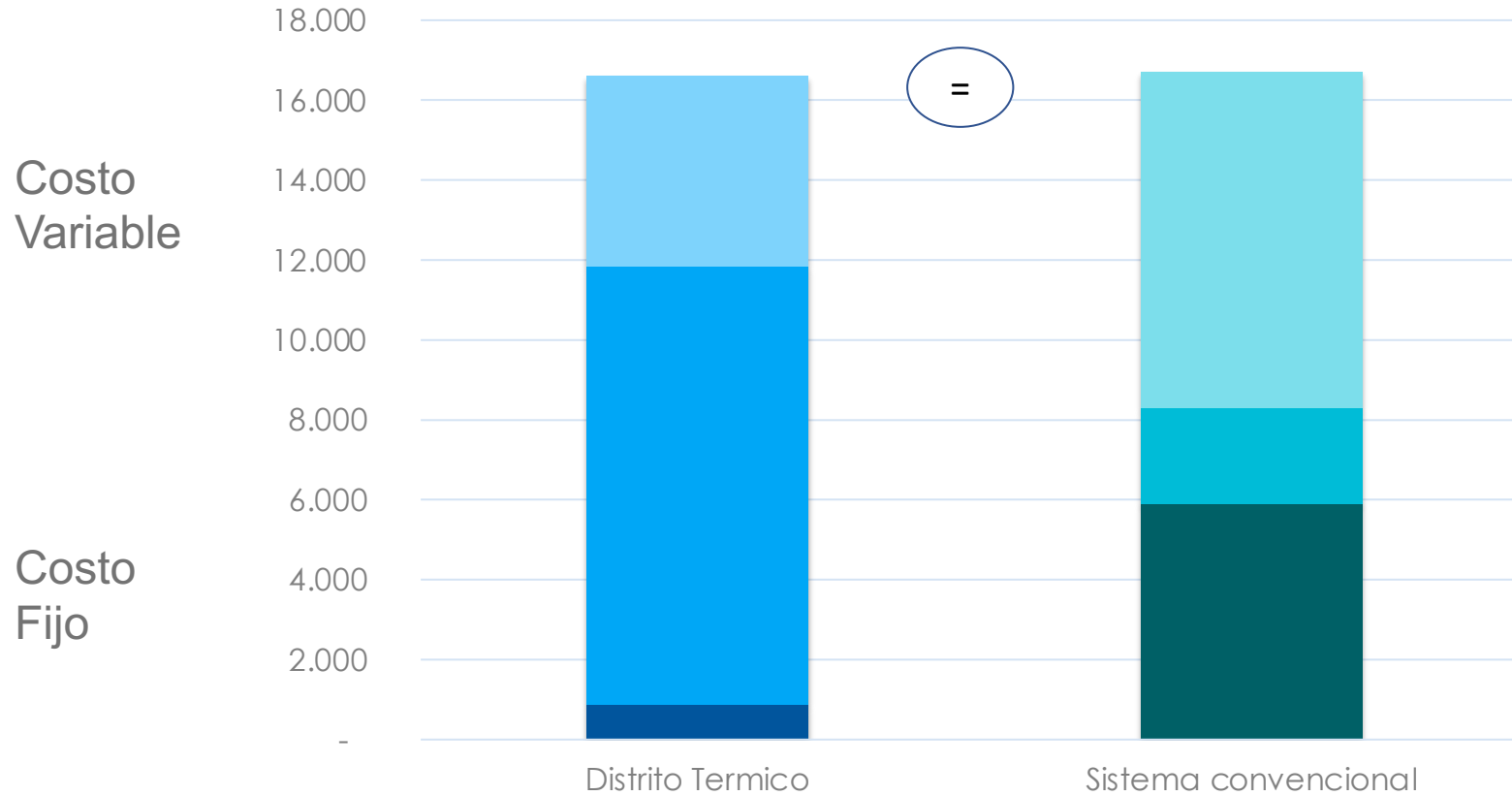
DT

		Densidad de clientes (m)									
		TR	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Plant Capacity MWt (TR)	5	1,433	15,167	15,525	15,847	16,205	16,563	16,922	17,244	17,602	17,960
	10	2,866	11,615	11,838	12,096	12,319	12,542	12,800	13,023	13,246	13,505
	15	4,299	10,329	10,535	10,705	10,875	11,080	11,250	11,456	11,625	11,795
	20	5,732	9,698	9,832	10,002	10,136	10,270	10,404	10,574	10,709	10,843
	25	7,165	9,397	9,551	9,740	9,894	10,048	10,202	10,391	10,545	10,699
	30	8,598	9,101	9,234	9,367	9,534	9,667	9,800	9,932	10,100	10,233
	40	11,464	8,748	8,855	8,962	9,105	9,212	9,320	9,427	9,534	9,677
	50	14,330	8,555	8,646	8,736	8,827	8,953	9,044	9,135	9,226	9,317

Conv

15.444 USD/TR

Comparación Económica: Ejemplo Cali



El DT resulta igual en costo al cliente asociado a una TIR del 12.7% (servicio SIN IVA)

GRACIAS

- Thomas Stetter
- Consultor Técnico Seco Suiza
thomas.stetter@stetter-ecoenergia.cl



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Departamento Federal de Economía,
Formación e Investigación DEFI
Secretaría de Estado para Asuntos Económicos