

# III Jornada d'Eficiència Energètica a l'Edificació

## Del Consum Gairebé Nul a la Gestió Energètica

### Gestió Energètica d'un edifici singular: el Liceu

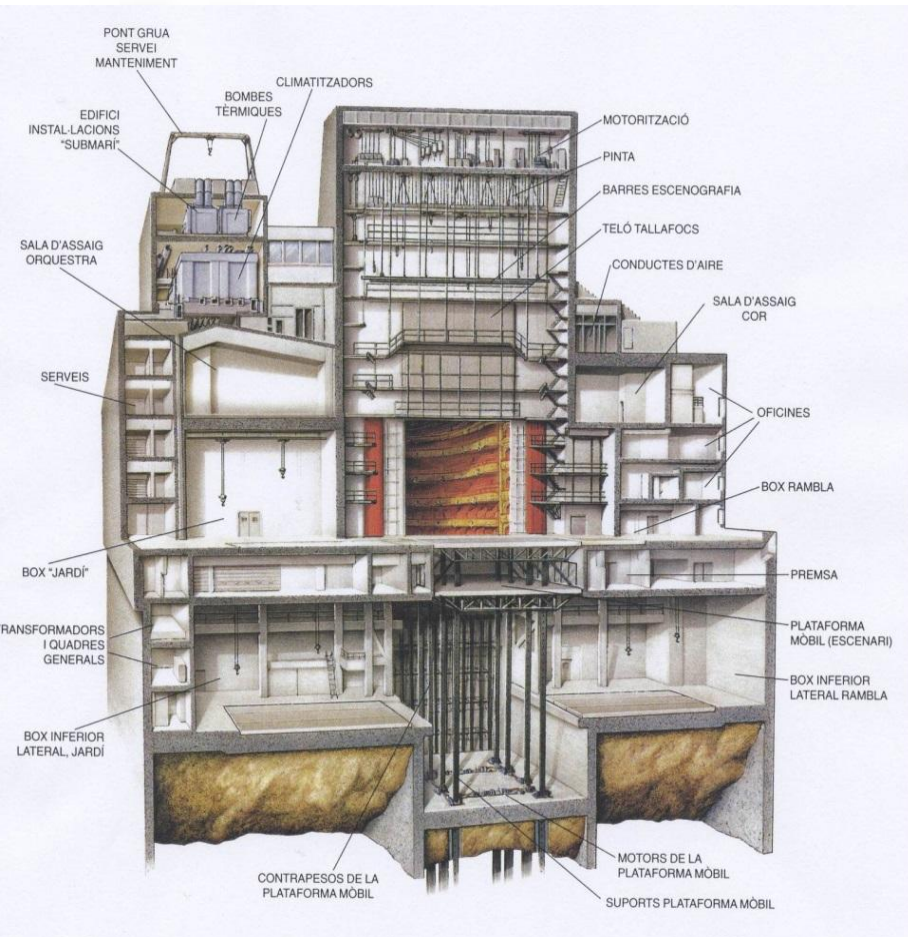
**Antoni Garcia – Resp. Serv. Infraestructures i Manteniment**

Auditori Pompeu Fabra, 20 de maig de 2014

# SISTEMA de GESTIÓ AMBIENTAL i ENERGÈTIC del LICEU

Liceu  Òpera  
Barcelona

Compromís per millorar el nostre  
comportament ambiental i energètic



ISO 14.001



EMAS



ISO 50.001



Management System  
ISO 50001:2011

www.tuv.com  
ID 9105032612



## **DADES INICIALS D'EMISSIONS (TN CO<sub>2</sub>/any)**

A l'any 2003, les emissions atmosfèriques generades pel conjunt de totes les activitats al Liceu, eren de: **3.672 Tones de CO<sub>2</sub>**

### ■ **Relatius als Consums Energètics**

- Consum ELECTRICITAT: 8,9 GWh/any ..... **3.300 TN CO<sub>2</sub>/any**
- Consum GAS NATURAL: 110.000 m<sup>3</sup>/any ..... **225 TN CO<sub>2</sub>/any**

### ■ **Gestió Residus i Decorats**..... **80 TN CO<sub>2</sub>/any** (en concepte del tractament dels residus generats: 207.000 kg residus )

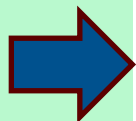
### ■ **Gestió Transports d'Escenografies** (Dièsel i Biodièsel)..... **66 TN CO<sub>2</sub>/any**

### ■ **Aigua consumida** : 14.000 m<sup>3</sup>/any ..... **1 TN CO<sub>2</sub>/any**

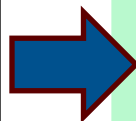
### ■ **Aigua Nivell Freàtic (aprofitament)**: -100.000 m<sup>3</sup>/any ..... **- 9 TN CO<sub>2</sub>/any**

# Eficiència Energètica

**CONSUM**



$$C = \frac{D}{\eta}$$



**DEMANDA**

**ENERGIA  
PRIMARIA**

**ENERGIA  
UTIL**

**RENDIMENT**

RENDIMENT ESTACIONAL DELS PROCESSOS  
PER SATISFER LES PRESTACIONS

**APROFITAMENT  
EFICAÇ DELS  
RECURSOS**

**us d'energies  
renovables i  
residuals**

**CAPACITAT  
POTENCIAL  
d'ESTALVI**

NIVELL DE PRESTACIONS

- HÀBITS DE COMPORTAMENT
- PUNTS DE CONSIGNA
- HORARIS DE FUNCIONAMENT
- NIVELLS DE PRODUCCIÓ
- NIVELLS DE VENTILACIÓ
- NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ
- NIVELLS D'OCUPACIÓ
- .....

COMPORTAMENT TERMIC EDIFICI

FACTORS EXTERNS

- VARIACIÓ GRAUS- DIA
- VARIACIÓ HUMITAT EXTERIOR
- .....

EEER - COP

INNOVACIO TECNOLOGICA

MANTENIMENT - OPERACIO (generació, transport, distribució)

# ESTRUCTURA FUNCIONAL ISO 50.001



Gran Teatre del Liceu

CICLO DE MEJORA CONTINUA

P  
PLANIFICAR

POLITICA  
ENERGETICA

PLANIFICACION  
ENERGETICA

REVISION  
ENERGETICA

USOS

SIGNIFICATIVOS DE  
ENERGIA

MMEE

MEDIDAS Y PROYECTOS  
DE MEJORA

OBJETIVOS

LINEAS  
BASE

METAS

INDICADORES  
DE DESEMPEÑO  
ENERGETICO

PLANES DE  
ACCION

LEGISLACIÓN  
APLICABLE  
VIGENTE

H  
HACER

IMPLEMENTACIÓN  
& OPERACIÓN

DISEÑO

COMPRA

CAPACITACIÓN

FORMACION

COMUNICACIÓN

CONTROL  
OPERACIONAL

V  
VER

VERIFICACIÓN

DOCUMENTACIÓN

CONTROL DE  
REGISTROS

AUDITORIA  
INTERNA DE  
GESTION

NO CONFORMIDAD,  
CORRECCIÓN, ACCION  
CORRECTIVA Y  
PREVENTIVA

SEGUIMIENTO,  
MEDICION,  
ANALISIS

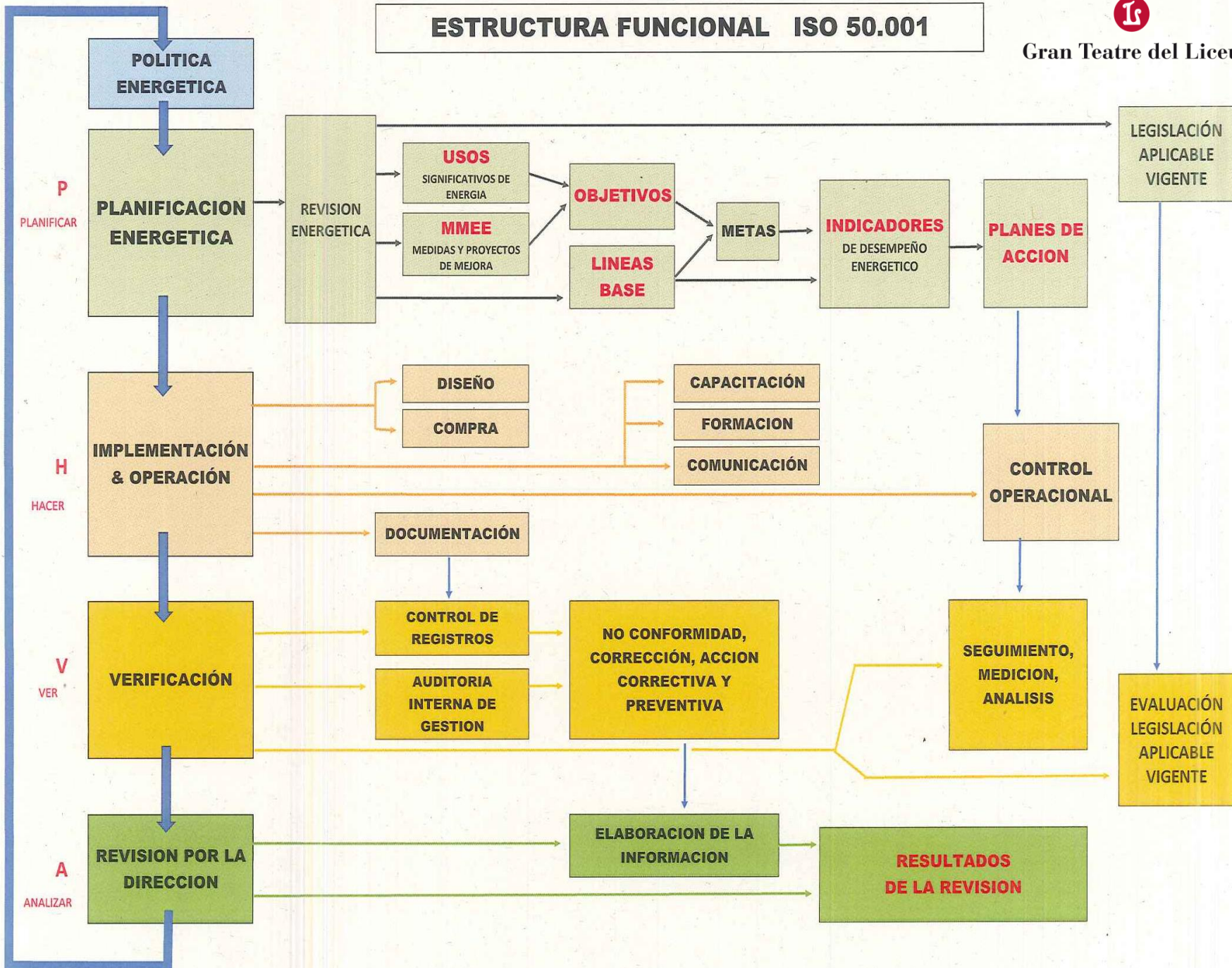
EVALUACIÓN  
LEGISLACIÓN  
APLICABLE  
VIGENTE

A  
ANALIZAR

REVISION POR LA  
DIRECCION

ELABORACION DE LA  
INFORMACION

RESULTADOS  
DE LA REVISION



<b>POLÍTICA ENERGÈTICA</b> <b>Gran Teatre del Liceu</b>	Fomentar l'Estalvi i l'Eficiència Energètica
	Fomentar l'ús d'energia procedent de fonts d'Energia Renovable



OBJECTIUS ESTRATEGICS		
Gestió del <b>Consum</b> d'Energia	Ús	Gestió Demanda
		Bones Practiques
		MMEE
<b>(kWh)</b>	Origen	Fomentar Energia Renovable
		Aprofitar Energia Residual
Gestió de la <b>Compra</b> d'Energia <b>(€/kWh)</b>	Compra Verda	
	Clúster Equip. Cult.	



OBJECTIUS OPERACIONALS	ACCIONS Pla d'Acció 2009-2015
Marc Contractual (licitació)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ctº Mtt i G.E., SLA, KPI's</li> <li>Energy Performance Contracting</li> </ul>
<b>Temp 09-10</b>	
a) Pla de Mesura i Monitorització Consums	Anàlisi us de l'energia passat i present Identificació <b>USOS SIGNIFICATIUS</b>
	Identificar <b>VARIABLES rellevants</b> que afecten a l'ús de l'energia
b) Capacitat Potencial Estalvi	Identificar <b>OPORTUNITATS Millora</b> Auditoria Energètica Processos
c) Quadre de Comandament	<b>LÍNIA BASE</b> (consum ref.) i <b>PM&amp;V</b>
	<b>INDICADORS</b> (comport. energètic)
d) Assolir <b>nivell racional consum</b>	<b>Bones Practiques i Gestió Demanda</b>
<b>Temp 10-11</b>	
e) Reduir 20% el consum	Continuar a), b), c) i d)
	Reforma CTF + innovació tecnològica
f) Compra Verda 50%	Contractació i Subhasta Electrònica
<b>Temp 11-12</b>	
g) Consolidar nivells consums assolits	Continuar a), b), c) i d)

Com consumim? Mapa Consum <b>(Visio estàtica)</b>
Quin ús fem ? Visio en temps real del nostre comportament <b>(Visio dinàmica)</b>



Manteniment
Operació
Exploació
Conducció
Formació
Sensibilització
Comunicació
Benchmarking
Green Team / Green Theater

# Bones Pràctiques i Gestió de la Demanda

## MANTENIMENT

**Normatiu**  
(CTE, RITE, i altres disposicions)

**Rendiments òptims**

**Calibratge d'equips**

**Filtres**  
eficàcia/eficiència

**Qualitat de les aigües dels circuits tancats**

**Bescanviadors tèrmics**

assegurar òptim intercanvi tèrmic

**Lubricants**  
s/instruccions fabricant

## CONDUCCIÓ

**Conducció energètica en temps real**

activitat no rutinària  
ON/OFF, PUNTS CONSIGNA, DESVIACIONS, etc

**PM&V**

Pla de Mesura i Monitorització de consums

**Comptabilitat energètica**

**FACTOR HUMÀ**

## OPERACIO / EXPLOTACIO

**Rendiment Estacional**

Gestió Automàtica  
Parcialització de carregues  
refredadores

**Gestió de ventilació per demanda**

ajustar nivells de renovació d'aire

**Millora de la gestió d'espais i usos**

**Optimitzac. de càrregues**

## FORMACIO, DIFUSIO I SENSIBILITZACIO

**Capacitació**

**Competència**

**Coneixement**

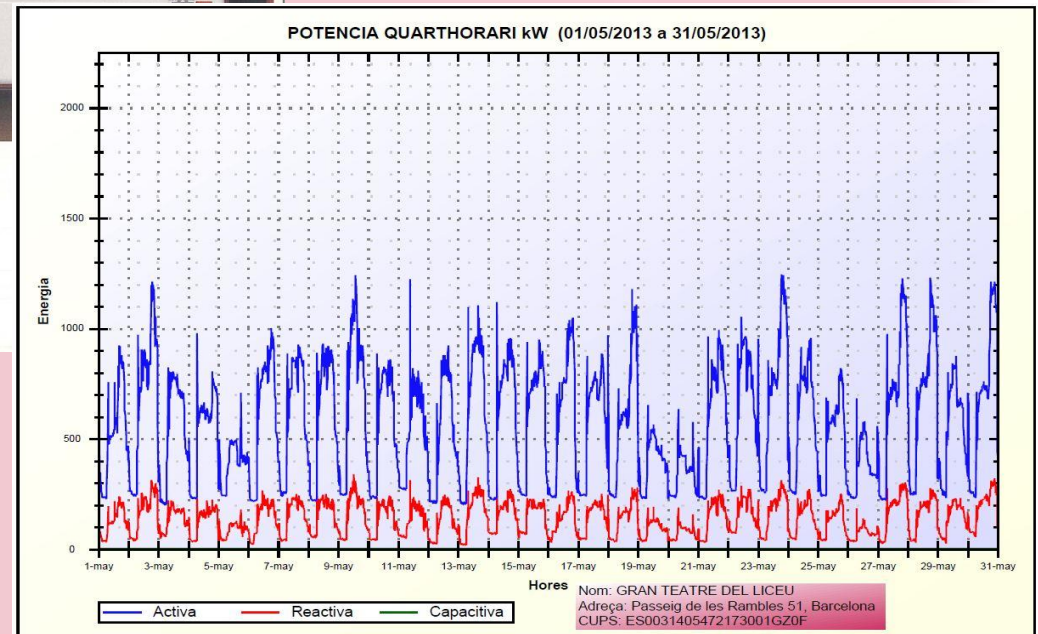
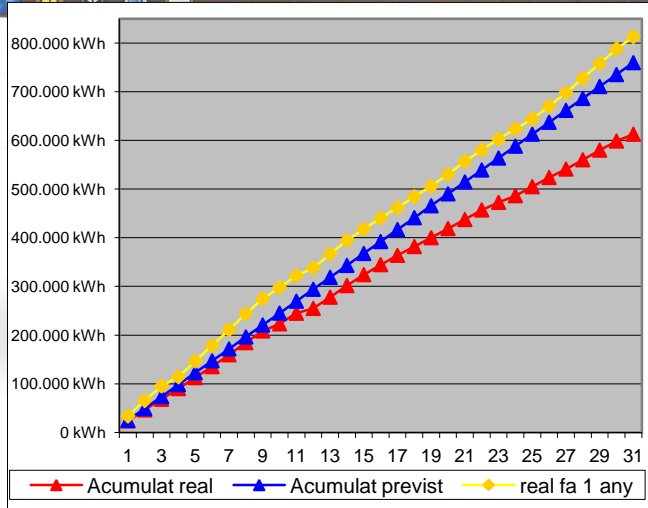
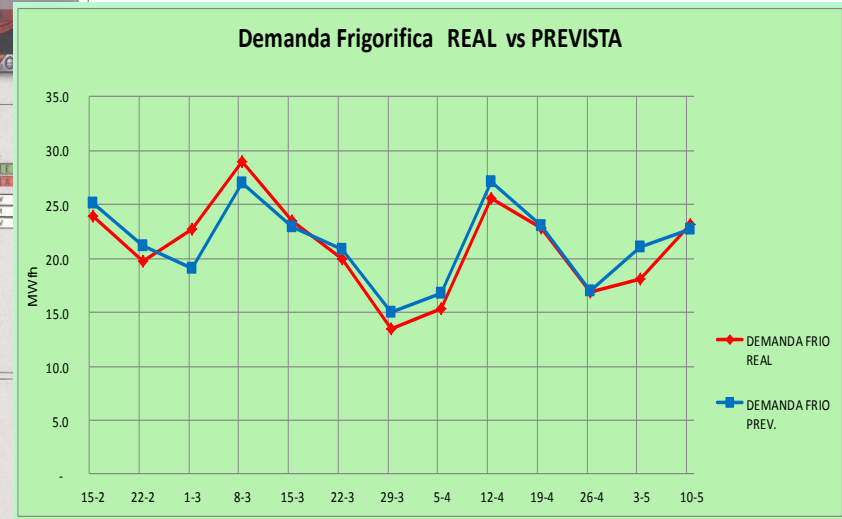
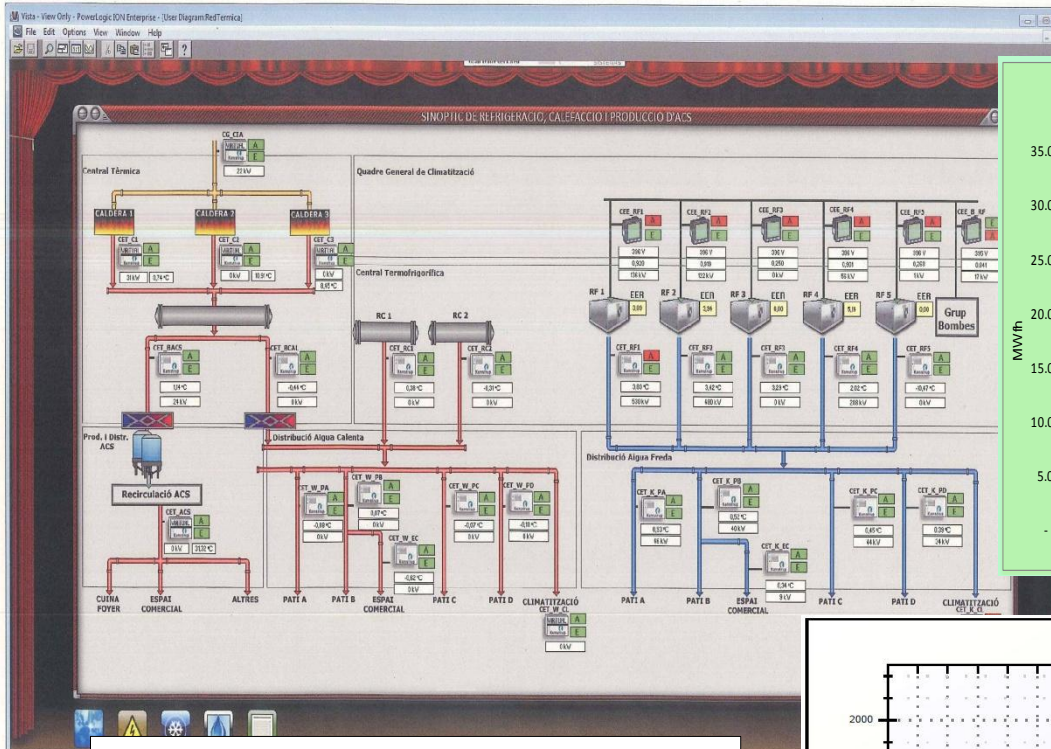
**Canvi d'hàbits i fomentar la participació**

de tot el personal i dels proveïdors

$$C = \frac{D}{\eta}$$

**CONTROL DE QUALITAT ( SLA / KPI's ) i AUDITORIES TECNIQUES DE MANTENIMENT**

# Conducció i Gestió Energètica : SCADA, GMAO, SGE





# Conducció energètica atenent als períodes horaris

## Discriminació Horària 6 Períodes Tarifaris

(a) Lunes a viernes  
(b) sabados, domingos y festivos

GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
31	28	31	30	31	15	15	31	31	30	31	30	31

		(a) (b)																						
de 0 a 1		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	
de 1 a 2		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
de 2 a 3		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
de 3 a 4		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
de 4 a 5		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
de 5 a 6		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
de 6 a 7		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
de 7 a 8		P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6

de 8 a 9	P2	P6	P2	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6
de 9 a 10	P2	P6	P2	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P3	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6
de 10 a 11	P1	P6	P1	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P3	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6
de 11 a 12	P1	P6	P1	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P3	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 12 a 13	P1	P6	P1	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P3	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 13 a 14	P2	P6	P2	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P3	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 14 a 15	P2	P6	P2	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P3	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 15 a 16	P2	P6	P2	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 16 a 17	P2	P6	P2	P6	P3	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 17 a 18	P2	P6	P2	P6	P3	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 18 a 19	P1	P6	P1	P6	P3	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6	P1	P6
de 19 a 20	P1	P6	P1	P6	P3	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6
de 20 a 21	P1	P6	P1	P6	P3	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6
de 21 a 22	P2	P6	P2	P6	P3	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6
de 22 a 23	P2	P6	P2	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6
de 23 a 24	P2	P6	P2	P6	P4	P6	P5	P6	P5	P6	P4	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6	P2	P6

TEMPORADA	ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	A

	Escenari / Sala / Fossat	Foyer	Mestres Cabanes	Sala Orquestra	Sala Cor	Sala de Veus 1	Saló Miralls / Vestíbul	Audite	
<b>dj.</b> 2/5	08.00 -10.00 Munt Casa flotant  Sala: 10.00 - 10.30 Vis. Visites  10.45 -11.45 Inf CASA FLOTANT  12.45 -13.45 Inf CASA FLOTANT  14.00 -14.30 Desm Casa flotant  14.30 -15.30 Munt Rheingold  17.00 -19.00 pss Rheingold  20.00 -22.45 RHEINGOLD A. audiodescripció	11.00 -13.00 Sol. Explotació prova menú GEP DMC/Inspiria  19.15 -19.45 PRÈVIA	11.00 -14.00 EP Turco Acte I i II  14.00 -16.00 Ass Turco figuració  16.00 -20.15 EP Turco cordones 18:15-20:15	16.00 -18.00 Ass Turco figuració	16.00 -18.00 MP MP Cor  18.15 -20.15 MP MP Cor	11.00 -16.00 RRHH formació català.  16.00 -19.00 MP Rheingold Mark Hastings			
<b>dv.</b> 3/5	08.00 -15.30 Desm Rheingold  Sala: 10.00 - 10.30 Vis. Visites	13.00 -13.45 Vis. Mecenes MRW	11.00 -14.00 EP Turco acte 2  14.00 -16.00 Ass Turco figuració	16.00 -18.00 Ass Turco figuració	10.00 -14.00 Aud Petita Flauta  16.00 -18.00 MP MP Cor		13.00 -13.45 Vis. Mecenes MRW		

## Milliores eficiència energètica amb inversió

- Millora per **innovació tecnològica** : refredadores d'alta eficiència, compressors levitació magnètica
- Millora per **parcialització eficient** de la carrega dels compressors
- Milliores per reforma de **l'envolupant** : coef. transmissió radiació solar + ventiladors sobrepressió
- Reducció de la **contaminació acústica** (emissions de soroll a l'interior i l'exterior)
- Millora de **logística** i **mantenibilitat** ( reducció pes , limitacions urbanístiques i d'accessibilitat)





# Resultats gràfics: interpretació del concepte estalvi

**TEMP. 08-09** 8.926742 kWh/any

**TEMP. 09-10** 8.282.642 kWh/any

**TEMP. 10-11** 6.130.915 kWh/any

**TEMP. 11-12** 5.135.547 kWh/any

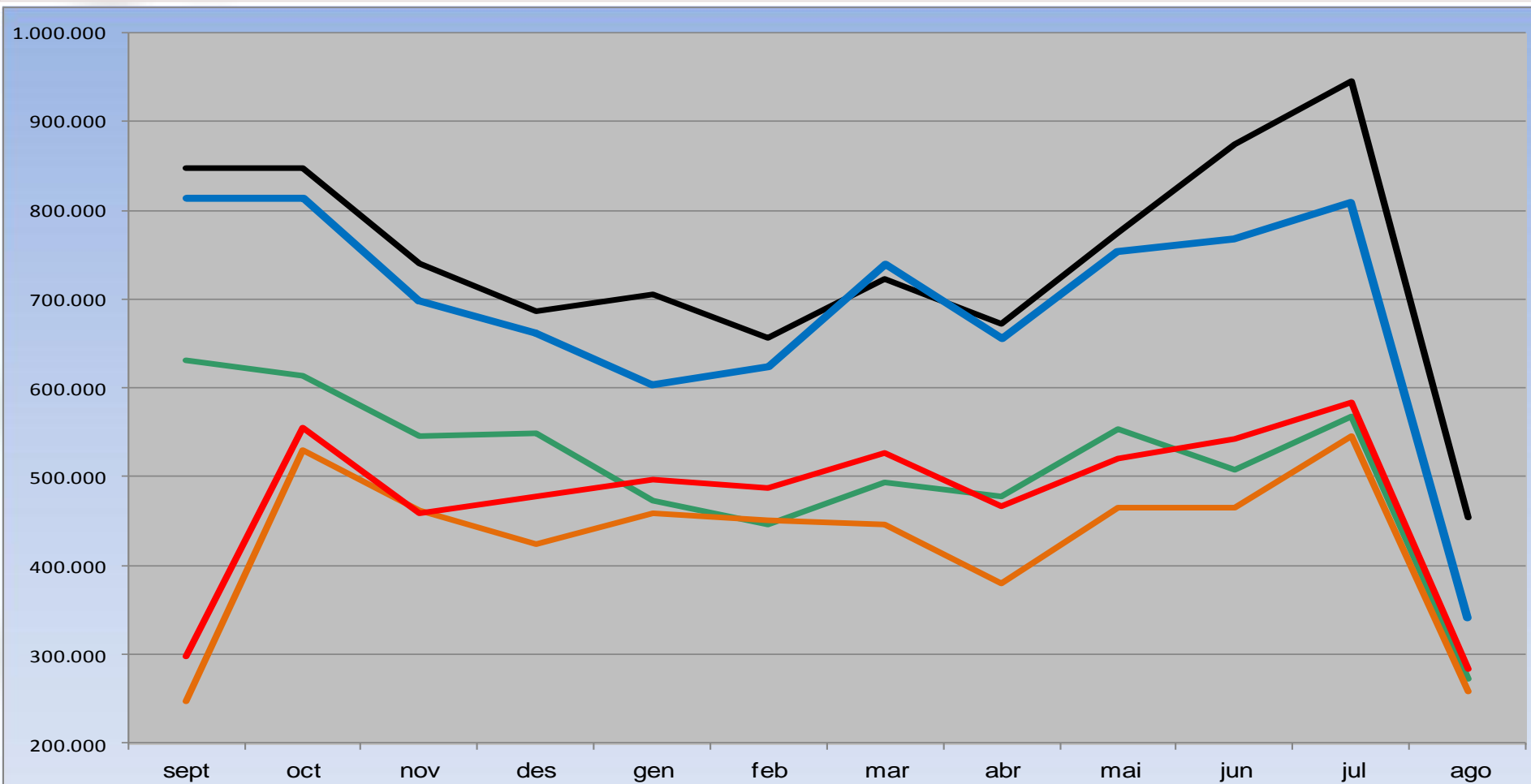
estalvi interanual: - 7,22%

estalvi interanual: - 25,98%

estalvi interanual: - 16,24%

estalvi verificat : -24,38%

estalvi verificat: - 9,87%



## Resultats en xifres: interpretació del concepte estalvi

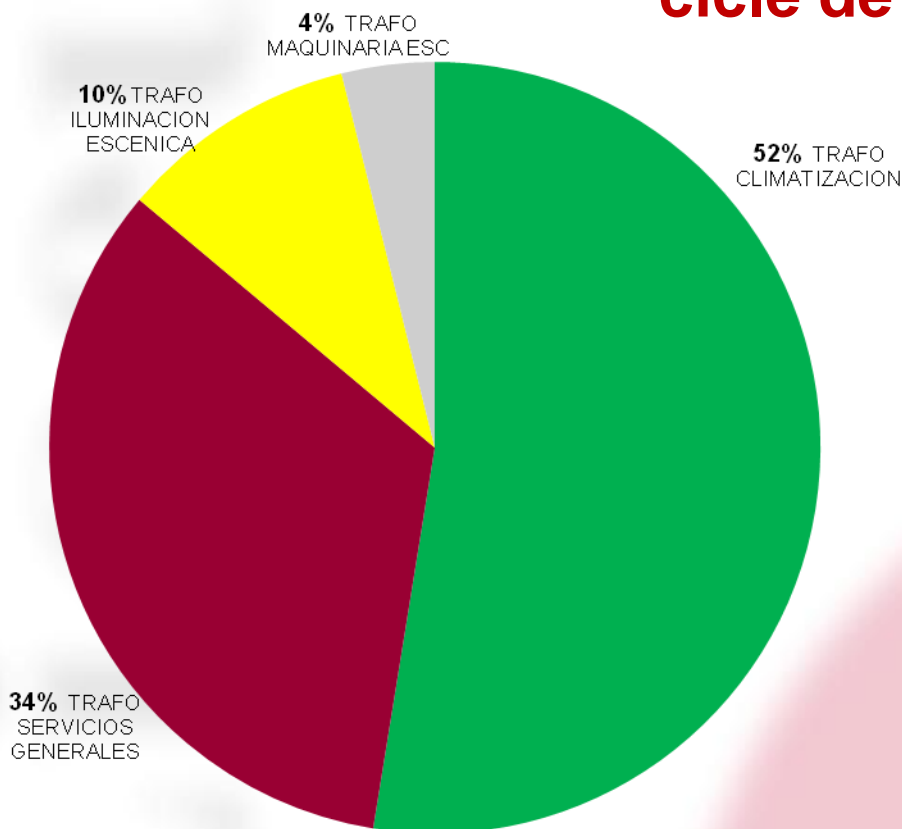
	TEMP. 09-10	TEMP. 10-11	Variación interanual
<b>CLIMATIZACIÓN</b>	<b>4.221.680 kWh</b>	<b>2.559.014 kWh</b>	- 39,38 %
CENTRAL TERMOFRIGORIFICA	2.363.691 kWh	1.122.989 kWh	- 52,49 %
(Producción frigorífica)	(5.062.592 kWh fred)	(4.828.854 kWh fred)	(- 4,62 %)
(Ratio de Eficiencia Energética)	( EER = 2,1)	(EER = 4,3)*	
VENTILADORES	979.520 kWh	685.664 kWh	-30%
BOMBAS	805.230 kWh	684.446 kWh	- 15%
OTROS	73.239 kWh	65.915 kWh	- 10%
<b>SERVICIOS GRLS.</b>	<b>2.825.237 kWh</b>	<b>2.402.924 kWh</b>	- 14,95 %
<b>ILUMINACIÓN ESC.</b>	<b>892.613 kWh</b>	<b>862.788 kWh</b>	- 3,34 %
<b>MAQUINARIA ESC.</b>	<b>343.112 kWh</b>	<b>306.189 kWh</b>	-10,76 %
<b>TOTAL</b>	<b>8.282.642 kWh</b>	<b>6.130.915 kWh</b>	<b>- 25,98 %</b>

Nota \* : EER resultante del funcionamiento de la CTF con las antiguas maquinas hasta enero-11 (5 meses), y desde entonces con las nuevas (6 meses, y agosto parado). Nuevas maquinas EER muy superiores a cargas bajas.



# Evolució i distribució del consum energètic

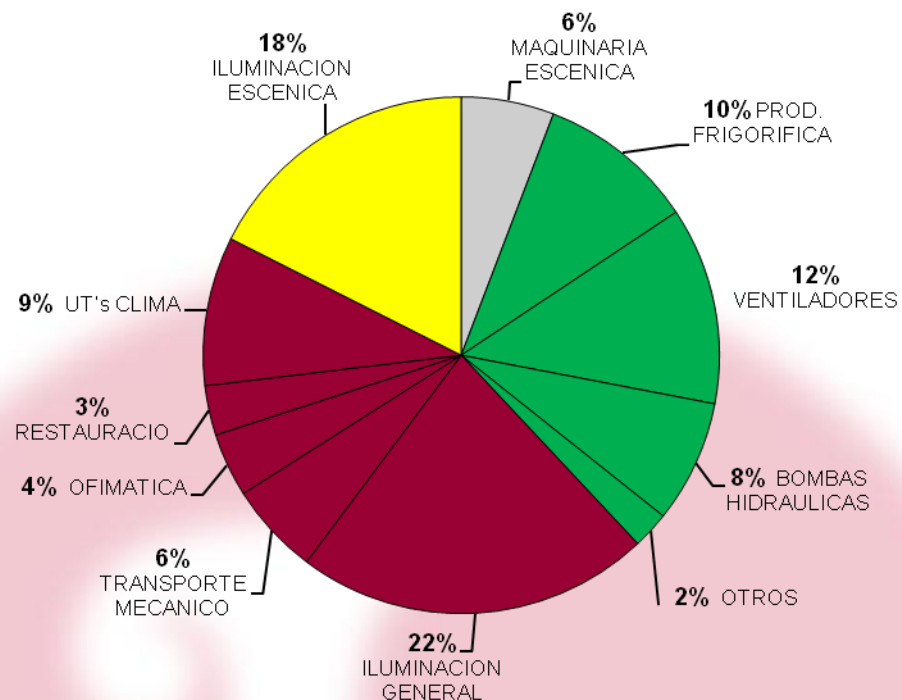
## cicle de millora continua



**TEMP. 08-09**

8.926.742 kWh/any

**- 43 %**



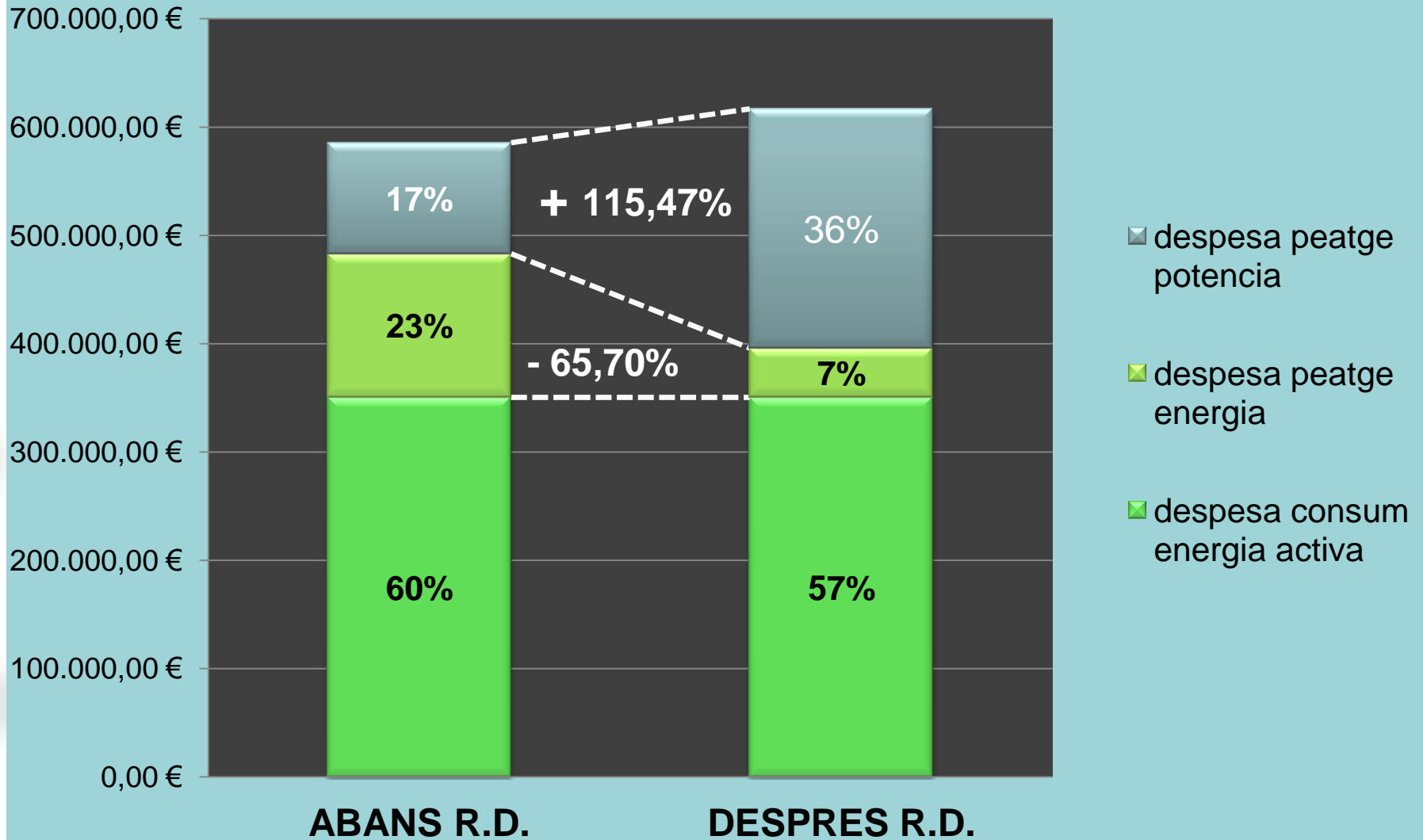
**TEMP. 12-13**

5.058.606 kWh/any

**1 us energètic** → **4 usos energètics** → **11 usos energètics**

# ASPECTE CLAU: EVOLUCIÓ PREUS ENERGETICS

## IMPACTE DEL R.D. REFORMA SECTOR ELECTRIC EN LA DESPESA D'ELECTRICITAT A PARTIR DEL 3-AGOST-13



# ASPECTES CLAU EN LA NOSTRA EXPERIÈNCIA

## FACTOR HUMÀ

Es clau per el desenvolupament de la política energètica de manera eficaç i eficient **COMPROMÍS** de la Direcció, **IMPLICACIÓ** de tot el personal i **DETERMINACIÓ**

*L'Estalvi i l'Eficiència Energètica no s'improvisen: es treballen  
Això no va sol, requereix un seguiment i anàlisi*

## MESURA DELS CONSUMS

*sense dades no es pot gestionar*

Mapa i Distribució Consums + PM&V

## GESTIÓ DE LA DEMANDA

i del **RENDIMENT**

## OBJECTIUS + INDICADORS ENERGETICS

- **INDICADOR** : com mesurar el nostre comportament energètic
- **PARAMETRIZACIO** : com mesurar l'estalvi i l'eficiència

# **BENEFICIS DEL SGE** (Sistema de Gestió Energètic)

Eina fonamental per assegurar el cicle de millora continua de la eficiència energètica, amb la implicació de tothom

**REDUIR CONSUMS i  
DESPESA ENERGETICA**

Millora el posicionament de la nostra organització per afrontar amb una ràpida resposta i presa de decisions davant incidències o incerts canvis energètics actuals

**ÀGIL PRESA DE DECISIONS**

**SGE  
ISO 50.001**

**EINA PER REALITZAR  
UN PLA D'ACCIÓ d'OBJECTIUS**

A CURT, MIG O LLARG TERMINI  
Ens ajuda a preveure i millorar les nostres estimacions, al disposar d'un PATRO ENERGETIC. Queden previstos els consums, costos, inversions (prioritats) i terminis.

**EINA PER IMPULSAR  
FINANÇAMENT SOSTENIBLE**

Eina per dissenyar estratègies per un finançament sostenible de les inversions, i amb estalvis mesurats PM&V

**PLA D'ACCIÓ 2009-2015 LICEU**  
**Premi EMAS Catalunya 2011 a la millor implantació ambiental**



**PLA D'ACCIÓ 2009-2015 LICEU**  
**Menció d'Honor a la IV Edició dels Premis Nacionals d'Energia 2012**







Gran Teatre del Liceu

**MOLTES GRACIES  
PER LA VOSTRA  
ATENCIÓ**

[antonio.garcia@liceubarcelona.cat](mailto:antonio.garcia@liceubarcelona.cat)

