

**TAULA INTER-PROFESSIONAL DE L'ENERGIA**

**JORNADA TRANSICIÓ ENERGÈTICA I EDIFICACIÓ**

El repte de la gestió energètica en la conservació del  
patrimoni artístic: El cas del  
Museu Nacional d'Art de Catalunya

Xavier Abelló Álvarez  
Enginyer Industrial  
Cap de l'Àrea d'Infraestructures i Serveis Generals

13 de març de 2019

## ANTECEDENTS / INTRODUCCIÓ:

- L'edifici és obra dels arquitectes Pere Domènech, Pedro Cendoya i Enric Catà, guanyadors del concurs d'avantprojectes convocat el 1924.
- Amb l'objectiu de tenir aplegats en un sol edifici els espais necessaris per mostrar col·leccions d'art i celebrar grans actes socials.
- Construït en menys de tres anys, el dia de la seva inauguració va coincidir amb el de l'Exposició Internacional, el 19 de maig de 1929 a la Gran Sala Oval.



## Fases obra:

L'any 1985 s'aprova el Pla de Museus de Barcelona i, a partir d'aquí, s'encarreguen les successives fases de reforma de l'edifici, segons el projecte de l'arquitecta Gae Aulenti i sota la tutela del Patronat del museu i el projecte museogràfic.

Les obres s'inicien el 1990 i s'acaben a finals del 2004:



## Fases Obra:

- ⑩ El 1992, es completa la primera fase de la consolidació estructural i s'inaugura la Sala Oval i la Sala de exposicions Temporals 1, sota el Romànic.
- ⑩ El 1995, s'inauguren la col·lecció d'Art Romànic i el vestíbul principal del museu.
- ⑩ El 1997, s'inaugura la col·lecció d'Art Gòtic.
- ⑩ El 2004, s'inaugura la resta de l'edifici.



# LES INFRAESTRUCTURES

## CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'EDIFICI:

ESPAI	SUPERFÍCIE (m <sup>2</sup> )
EXPOSICIONS	15.200
RESERVES D'OBRES D'ART	3.000
TALLERS DE RESTAURACIÓ I LABORATORIS	1.400
BIBLIOTECA D'HISTÒRIA DE L'ART	1.000
<b>SUPERFÍCIE AMB CONTROL DE T I HR = 20.600 m<sup>2</sup></b>	
OFICINES	3.100
MAGATZEMS	500
SALES D'ACTES	200
RESTAURANTS/BARS	900
ESPAIS DE SERVEI (INSTAL·LACIONS, ZONES DE PAS, ESPAIS DE LLOGUER,...)	22.150
ZONA EXTERIOR	18.200
<b>SUPERFÍCIE TOTAL</b>	<b>66.250</b>
<b>SUPERFÍCIE COBERTA TOTAL</b>	<b>48.050</b>

## Característiques tècniques:

- Potència frigorífica instal·lada, **3.500 KW frigorífics**.
- Potència calorífica instal·lada, **2.400 KW calorífiques**.
- Subministrament elèctric, **quatre Estacions Transformadores de 1600 KVA** cadascuna d'elles. Escomesa a 25.000 V. Potència màxima contractada 2000 KW.
- **Dos grups electrògens de 640 KVA**, cadascun d'ells.
- Instal·lació de climatització amb aproximadament **200 UTAs**, una quarta part de les quals alimenten zones amb obres d'art (a sis tubs, amb filtració d'alta eficiència i amb filtres de carbó activat al primari).



# LA SOSTENIBILITAT



### SISTEMES DE GESTIÓ IMPLANTATS:

- RESPONSABILITAT SOCIAL, AMB CERTIFICACIÓ **IQNet SR10**.
- DINS D'AQUEST SISTEMA DE GESTIÓ, TENIM IMPLANTAT UN DE MEDI AMBIENT AMB DUES CERTIFICACIONS OBTINGUDES AL **2011: ISO 14001 i EMAS**.



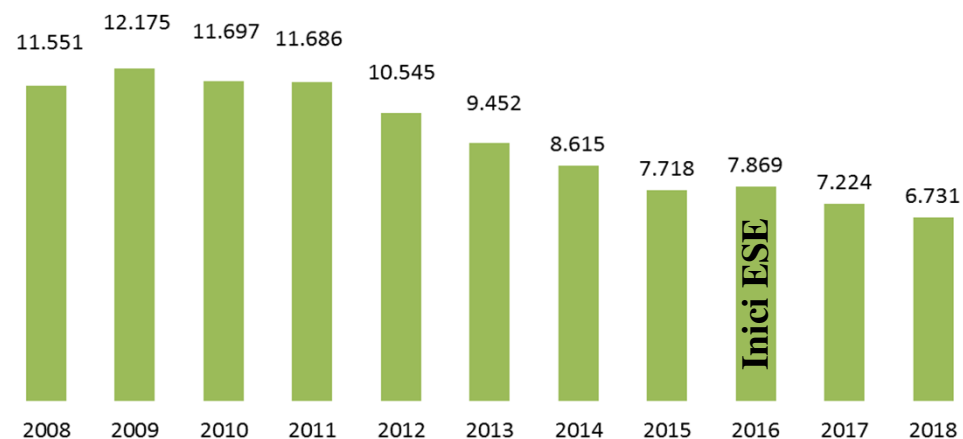
- L'ANY 2018 L'EMPRESA DE SERVEIS ENERGÈTICS HA IMPLANTAT UN SISTEMA DE GESTIÓ ENERGÈTICA CERTIFICAT AMB LA **ISO 50001**.

# Gestió de l'electricitat

2017 a 2018  
- 6,8 %

2009 a 2018  
- 44,7 %

Consum d'energia activa (MWh)

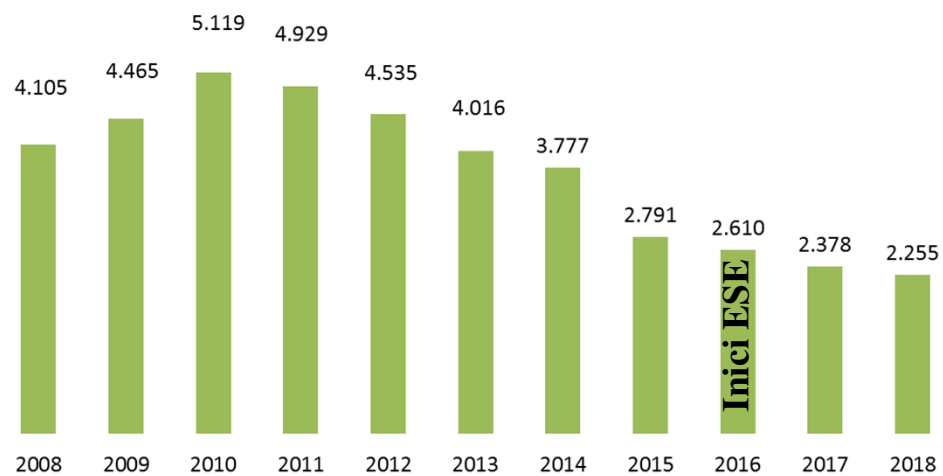


2017 a 2018  
- 5,2 %

2010 a 2018  
- 55,9 %

## Gestió del gas

Consum de gas (MWh)



2017 a 2018

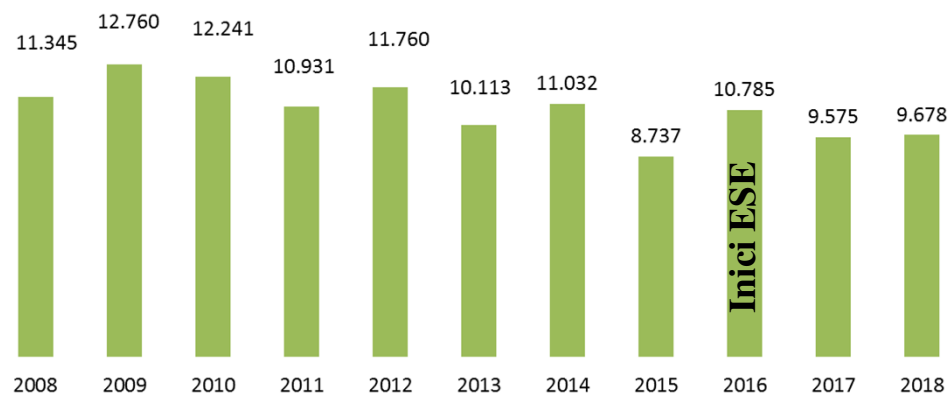
- 1,1 % \*

2009 a 2018

- 24,1 %

## Gestió de l'aigua

Consum d'aigua (m3)



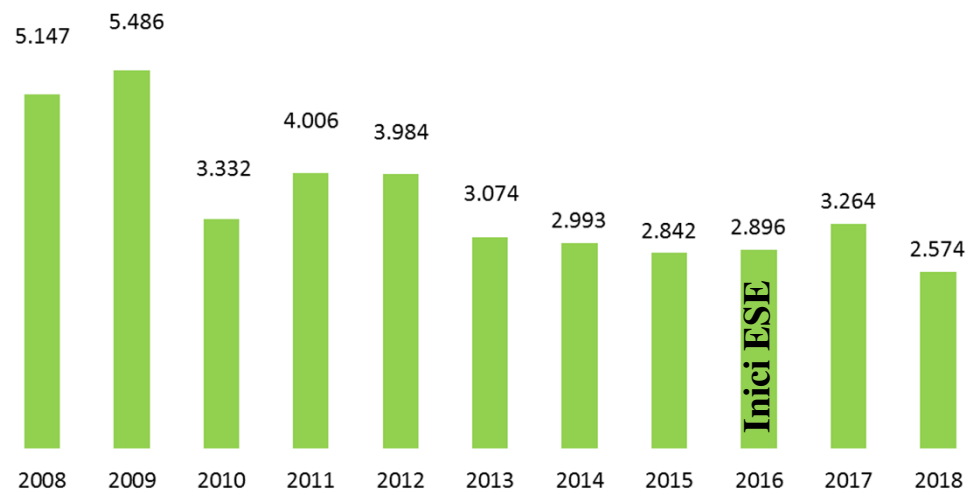
\* -1,8 % en el consum per visitant

2017 a 2018  
- 21,1 %

2009 a 2018  
- 53,1 %

CO<sub>2</sub>

Emissions a l'atmosfera (Tn CO<sub>2</sub>)



# Gestió de l'Energia

---

## Mesures d'estalvi energètic

### ⑩ Subvencions ICAEN:

- Sistema de regulació dels cabals d'aire exterior en funció de les ppm de CO2 que tenim a l'interior de les sales d'exposició.
- Auditoria energètica.
- 5 CVM (comptadors d'energia elèctrica)
- Detectores de presència i làmpades de baix consum.
- En els últims anys no podem rebre subvencions directament.

### ⑩ Auditories energètiques realitzades:

- Enginyeria Test (JG Asociados), al 2009.
- Projecte final de màster de Gestió Energètica en IL3, al 2012.
- Valoriza (millora del concurs actual), Al 2012.

### ⑩ Inversió:

- Instal·lació de variadors de freqüència per reduir caudals d'impulsió.
- Substitució de làmpades de baix consum per tecnologia LED.
- Instal·lació de detectors de presència per regular l'encesa de l'enllumenat.
- **Aprofitar remodelacions** de Gòtic al 2011, romànic al 2012 i art modern al 2014.

### **Conducció de les instal·lacions:**

- Control dels paràmetres de la climatització.
- Coordinació dels horaris de treball amb la programació del funcionament de les instal·lacions.
- Canvi de la consigna de temperatura de l'aigua dels circuits tancats d'aigua calenta i aigua freda en funció dels paràmetres exteriors diaris en funció de quatre revisions diàries dels paràmetres ambientals.
- Aturada de la maquinaria de producció de fred i calor en funció de les quatre revisions diàries dels paràmetres ambientals.
- Aturada de la climatització de las exposicions i reserves, ajustant el funcionament als períodes mes econòmics de les tarifes elèctriques i segons la inèrcia tèrmica de cada zona.

### **Formació en bones pràctiques ambientals.**

**¿A partir del que ja no tenim recursos per fer gaire cosa més, què?:**

- **Contracte ESE (Empresa de Serveis Energètics) fins 2020.**

## Què obtindrem amb aquest contracte?

- Inversions que s'amortitzaran amb part de l'estalvi aconseguit. MCEs:
  - Instal·lar tecnologia LED a les oficines i a l'exposició permanent d'art gòtic.
  - Implementar el refredament adiabàtic en una planta refredadora.
  - Substituir el cremador d'una de les calderes.
  - Instal·lar electro-ventiladors d'alt rendiment als climatitzadors.
  - Col·locar variadors de velocitat a les bombes.
  - Aïllar conductes tèrmicament.
  - Implementar un nou sistema de regulació i control (BMS Scada).
  - Instal·lar un seqüenciador a les plantes refredadores.
  - Implementar el sistema de gestió energètica DEXCELL (Dexma).
- Aconseguir un 20% d'estalvi energètic (electricitat i gas) i una reducció d'un 10% del consum d'aigua.
- Benefici econòmic per quedar-nos amb part de l'estalvi energètic/aigua aconseguit (el 50%).



# Gestió de l'Aigua

---

## Mesures d'estalvi

- ⑩ Substitució d'aixetes dels rentamans, incorpora temporitzador i airejador.
- ⑩ Increment de la freqüència de les lectures dels comptadors per la detecció precoç de les fuites.
- ⑩ Optimització de les freqüències de risc a les zones enjardinades.
- ⑩ Instal·lació de detectors de pluja.
- ⑩ Noves zones enjardinades amb plantes mediterrànies.
- ⑩ Reduir el cabal dels aspersors del rec de 40 l/h a 10 l/h.
- ⑩ Proves en els fluxòmetres dels inodors amb equips de doble descàrrega.
- ⑩ Formació en Bones Pràctiques.

## PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES DEL CONTRACTE ESE:

Les principals característiques del Projecte de Serveis de Millora de l' Eficiència Energètica i Manteniment del MNAC són:

- > Duració: 4 anys
- > Import licitació: 3MM€
- > Prestacions incloses:
  - > Servei d' eficiència energètica, incloent mesures de conservació de l' energia (MCE) i Gestió tècnica i de mesura i verificació del rendiment energètic
  - > Servei de manteniment, incloent manteniment preventiu, conductiu i correctiu
- > No inclou el pagament de l' energia primària
- > Concepte de Garantia de rendiment energètic i Cota d' Eficiència



# PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES DEL CONTRACTE ESE:

## Garantia de rendiment energètic:

- > Energia: Min 10%, Màx 20%
- > Aigua: Min 10%, Màx 20%
- > Si els estalvis són majors als compromesos, s'acumulen per poder compensar possible dèficit d'estalvis en anys posteriors
- > Si els estalvis són menors als compromesos, s'aplicarà una penalització
- > Els estalvis són calculats mitjançant un Pla de Mesura i Verificació seguint la metodologia EVO i aprovat pel client

	10% Estalvis d'Energia		5% Estalvis d'Aigua		Estalvis totals en €	
	€	€ (IVA inclòs)	€	€ (IVA inclòs)	Estalvis Totals(€)	Estalvis Totals(€) amb IVA
Any 1	47.918	57.981	394	476	48.312	58.457
Any 2	73.315	88.711	600	725	73.914	89.436
Any 3	74.781	90.485	609	736	75.389	91.221
Any 4	76.276	92.295	618	747	76.894	93.042

	20% Estalvis d'Energia		10% Estalvis d'Aigua		Estalvis totals en €	
	€	€ (IVA inclòs)	€	€ (IVA inclòs)	Estalvis Totals(€)	Estalvis Totals(€) amb IVA
Any 1	95.836	115.962	788	953	96.624	116.915
Any 2	146.629	177.421	1.199	1.451	147.828	178.872
Any 3	149.562	180.970	1.259	1.523	150.821	182.493
Any 4	152.553	184.589	1.322	1.600	153.875	186.189

## PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES DEL CONTRACTE ESE:

### Quota d' Eficiència Energètica

Quota que rep l' ESE per la seva labor de gestor energètic i obtenció dels estalvis compromesos.

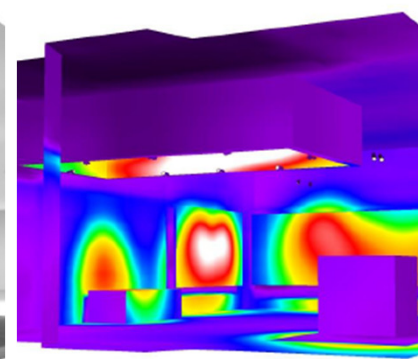
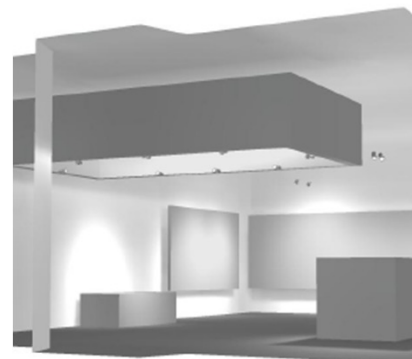
- › Existeix un valor econòmic màxim i mínim per a la cota d' eficiència, relacionat amb l'estalvi màxim i mínim compromès per l' ESE
- › La cota d' eficiència la marca l' ESE en fase de concurs per a tots els anys, sempre tenint en compte que l'import mai podrà ser major que l'estalvi econòmic compromès

Anys	Quota d'eficiència	Quota d'eficiència IVA inclòs
2016	48.300	58.443
2017	144.900	175.329
2018	144.900	175.329
2019	144.900	175.329
2020	48.300	58.443
<b>TOTAL</b>	<b>531.300</b>	<b>642.873</b>

Anys	Quota d'eficiència	Quota d'eficiència IVA inclòs
2016	24.100	29.161
2017	72.400	87.604
2018	72.400	87.604
2019	72.400	87.604
2020	24.100	29.161
<b>TOTAL</b>	<b>265.400</b>	<b>321.134</b>

## MCE EXECUTADES EN EL CONTRACTE: IL·LUMINACIÓ

- › Instal·lació de tecnologia LED
  - › Enllumenat zones comuns
  - › Enllumenat zones oficines
  - › Enllumenat especial zona museística
- › Implantació de sistemes de control aplicat a l'enllumenat
  - › Enllumenat zones comuns
  - › Enllumenat zona oficines



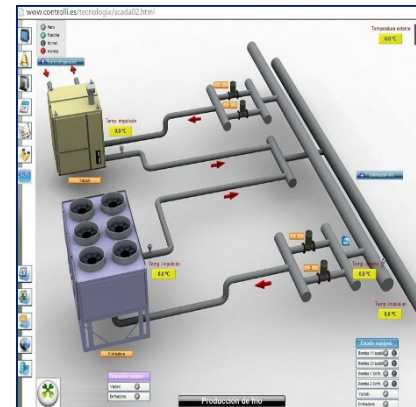
## MCE EXECUTADES EN EL CONTRACTE: CLIMATITZACIÓ

- › Sistema de refredament adiabàtic en les refredadores d'aigua
- › Instal·lació de cremadors modulants en les calderes
- › Instal·lació de variadors de velocitat en bombejos
- › Instal·lació d'electroventiladors d'alt rendiment en climatitzadors



## MCE EXECUTADES EN EL CONTRACTE: CONTROL I GESTIÓ D'INSTAL·LACIONS

- › Integració del control de producció de fred en el sistema de control integral
- › Software de seqüenciació de plantes refredadores
- › Sistema de gestió energètica
- › Aspersors de baix cabal en sistema de reg



## COMPROMISOS ADQUIRITS:

- › ESTALVI DE COMBUSTIBLE (GAS) DEL 20%
- › ESTALVI D'ELECTRICITAT DEL 20%
- › ESTALVI D'AIGUA DEL 10%
- › MÀXIM DE QUOTA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA





xavier.abello@museunacional.cat



**MOLTES GRÀCIES**