

# Eficiencia Energética Eléctrica (EEE)

2° Encuentro: Instalaciones y Análisis de Base  
Disertante: Mag. Ing. Carlos Wall



Financiado por  
la Unión Europea

**IITREE-LAT**  
Instituto de Investigaciones  
Tecnológicas para Redes y Equipos  
Eléctricos / Laboratorio de Alta Tensión  
FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



RED ARGENTINA DE  
MUNICIPIOS FRENTE AL  
CAMBIO CLIMÁTICO



COPENHAGEN CENTRE  
ON ENERGY EFFICIENCY  
COPENHAGEN, DENMARK



aecid  
Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo



AFD  
AGENCE FRANÇAISE  
DE DÉVELOPPEMENT



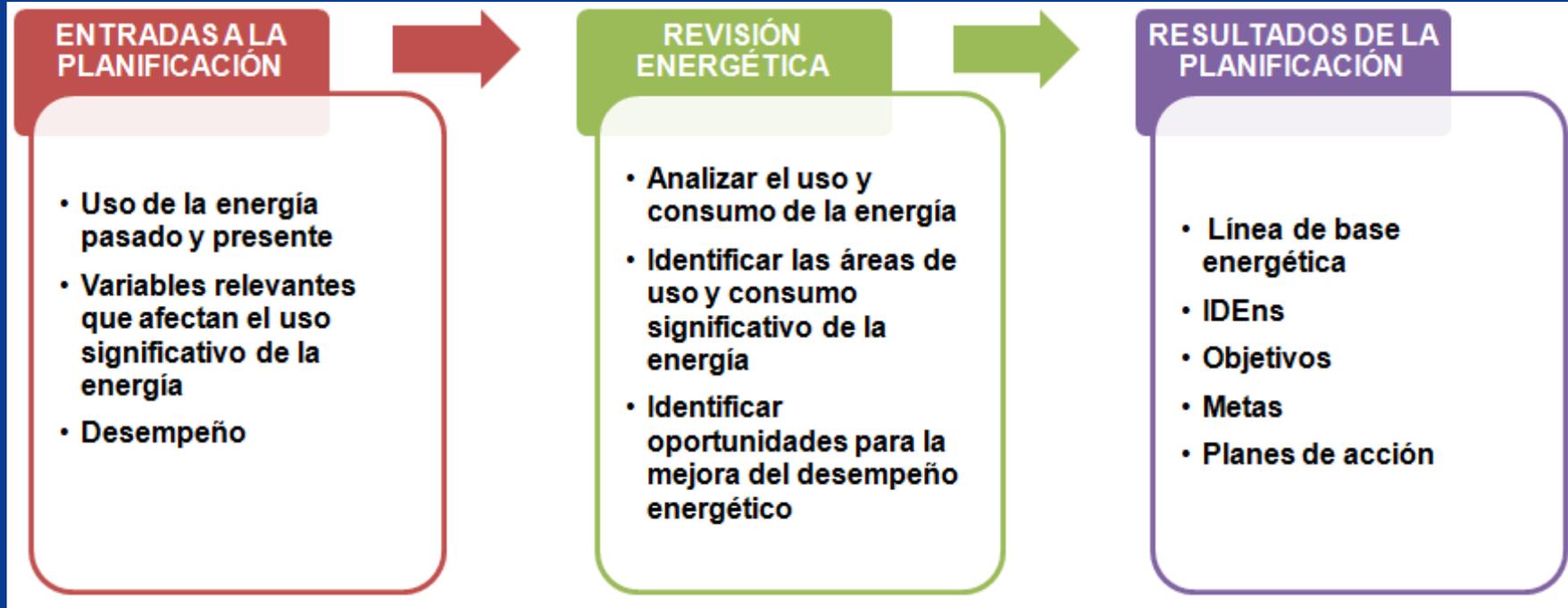
Agencia para a Energia

## Normativa y referencias:

- **ISO 50001:2018** - "Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso".
- **AEA 90364-8**: "Eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de baja tensión. Sección 1 – Requisitos eficiencia energética.". Asociación Electrotécnica Argentina. Edición: 2019.
- **IRAM 62405**: "Etiquetado de eficiencia energética para motores de inducción trifásicos". 7/16/2012
- **IRAM 62409**: "Etiquetado de eficiencia energética para motores de inducción monofásicos".
- **EN 15193:2008**: "Eficiencia energética de los edificios, requisitos energéticos para la iluminación".
- "Guía de uso responsable de la energía en edificios y viviendas multifamiliares". Subsecretaría de ahorro y eficiencia energética. Noviembre de 2017

## Objetivos:

- ✓ Permitir a las organizaciones establecer procesos y sistemas de gestión para **mejorar su desempeño energético**, incluyendo la eficiencia energética y el uso y consumo de la energía.
- ✓ Conducir a la **reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales** relacionados, así como de los costos de energía.



- El primer paso, indica que es necesario auditar el consumo de energía a través de la medición de las distintas cargas presentes en un edificio.
- En segundo lugar, resulta esencial la búsqueda de la optimización del rendimiento de la instalación a través de las medidas de eficiencia pasivas y activas
- Finalmente, es necesario entender que la búsqueda de un edificio más eficiente requiere de un proceso continuo y por lo tanto nace la necesidad de monitorear, mantener y mejorar la instalación eléctrica.

## Normativa: AEA 90364-8

- Medida de eficiencia energética eléctrica activas
- Medidas de eficiencia energética eléctrica pasivas
- Otra de las recomendaciones es la utilización del método de la zonificación de las cargas eléctricas.
  - Dividir en áreas de un edificio teniendo en cuenta los equipos allí presentes a los cuales se les pueden aplicar medidas de eficiencia. (Facilita la evaluación).

# Normativa: AEA 90364-8: medidas de EEE en las siguientes áreas

- Equipamiento eléctrico:
  - las mejoras activas en el equipamiento eléctrico se basan en el control automático de las cargas.
  - Cuando se reemplaza el equipamiento por otros de mayor eficiencia o se instala un nuevo equipamiento de eficiencia superior se efectúa una mejora de eficiencia pasiva.
- Sistema de distribución eléctrica:
  - en este área de eficiencia se tienen en cuenta la eficiencia intrínseca del equipamiento como por ejemplo el cableado y la eficiencia correspondiente a la topología (el objetivo es la minimización de pérdidas en conductores).
- Sistema de medición y monitoreo:
  - la aplicación de estos sistemas resultan útiles tanto a la hora de evaluar una determinada instalación y establecer un plan de acción como a la hora de verificar el funcionamiento de las medidas tomadas y el funcionamiento de los sistemas de control.
  - Dado que la deficiente calidad de energía puede influir en la eficiencia energética, produciendo pérdidas adicionales, envejecimiento prematuro del equipamiento, u otras desviaciones que perjudican la productividad, es recomendable la utilización de instrumental que permita medir el nivel armónico u otras perturbaciones que pudiesen darse y herramientas de supervisión automática (sistemas de gerenciamiento del edificio).
- Fuentes de energía renovables:
  - No mejoran la EEE de la instalación

# SGE en un edificio: Ejemplo

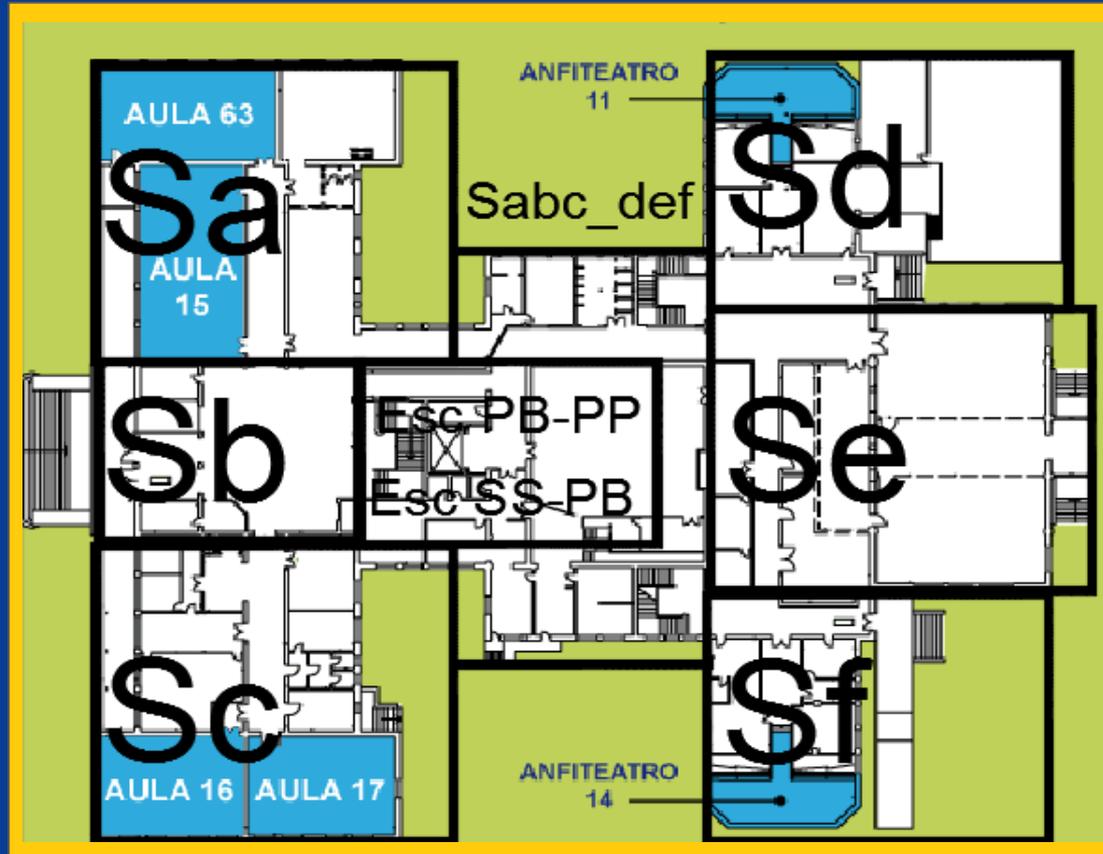
- Se presenta como ejemplo un edificio con concurrencia masiva de personas
  - Análisis y evaluación de datos
  - Visita a campo:
    - entrevistas con representantes
    - inspecciones
    - y mediciones para caracterizar las instalaciones y su funcionamiento.
  - Análisis de base
  - Evaluación de facturas de energía eléctrica
  - Oportunidades de mejora

# SGE en un edificio: Análisis y evaluación de datos

- Análisis de planos de la instalación
- Relevamiento de las instalaciones:
  - Tableros
  - Distribución
  - PAT
  - Equipamiento:
    - Iluminación,
    - Climatización,
    - Motores,
    - Otros.
  - Sistemas de comando de equipos (Por ej. Climatización)
- Condiciones en la que funcionan los diferentes equipos

# SGE en un edificio: Análisis y evaluación de datos

- Planos



# SGE en un edificio: Relevamiento



# SGE en un edificio: Relevamiento



MEDICIONES	Modo de funcionamiento	
	Refrigeración	Calefacción
Modelo de aire acondicionado	AVNW36GM1S0	AVNW36GM1S0
Temperatura Exterior Bulbo Húmedo [°C]	17,1	18
Temperatura Interior Bulbo Húmedo [°C]	19	20
Temperatura interior Bulbo Seco (t=0 s) [°C]	23,8	25
Temperatura exterior Bulbo Seco (t=0 s) [°C]	19,7	24
Tiempo encendido antes de medición [min]	20	20
Potencia (Aires acondicionados) [kW]	2,13	2,11

# SGE en un edificio: Relevamiento

- Iluminación



LED – 55 W



Bajo Consumo - 85 W



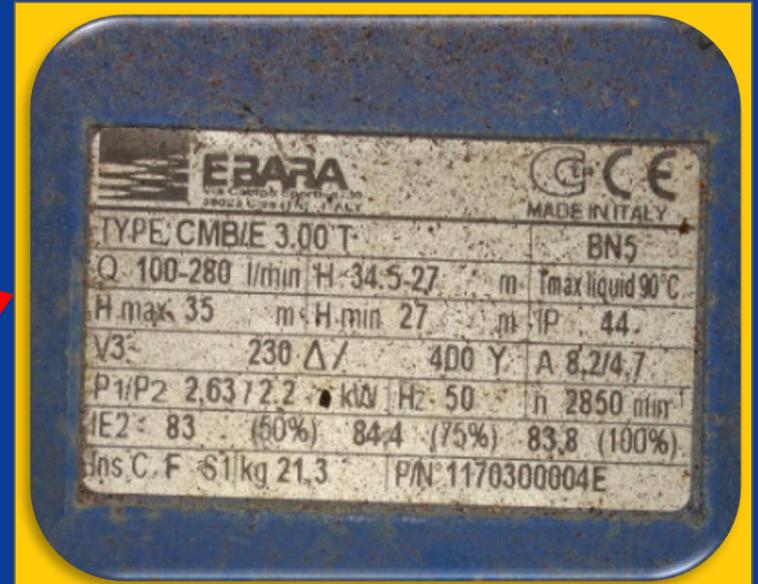
Tubos Fluorescentes  
110 W



LED tipo panel – 48 W

# SGE en un edificio: Relevamiento

- Motores



# SGE en un edificio: Relevamiento

ID	Área	Cantidad de lámparas	Tipo de lámpara	Potencia Unitaria (lámpara+eq auxiliar) [W]
1	Hall	111	Tubo Fluorescente	36,00
2	Hall	4	LED	18,00
3	Oficina 1	7	LED	33,00
4	Pasillo	4	Bajo consumo (Fluorescente Compacta)	20,00
5	Pasillo	6	Bajo consumo (Fluorescente Compacta)	15,00
6	Cocina	1	Tubo Fluorescente	36,00
7	Sala reuniones	3	LED	15,00
8	Baños	4	Tubo Fluorescente	36,00
9	Luz de emergencias	10		15,00
10	Oficina 2	6	LED	33,00
11	Hall	18	LED	33,00

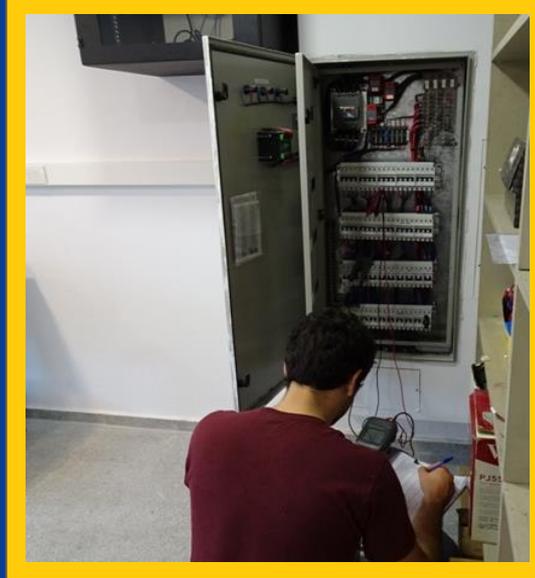
# SGE en un edificio: Relevamiento

ID	Uso Final	Equipo	Cantidad	Potencia nominal unitaria [kW]
1	Climatización	Unidad interior Carrier FC5C180235VU	1	2,41
2	Climatización	Unidad exterior Condensador Carrier 541QZ-180---SE	1	0,936
3	Climatización	Unidad exterior Compresor Carrier 541QZ-180---SE	1	8,31
4	Climatización	Unidad exterior Compresor Carrier 541QZ-180---SE	1	8,31
5	Enfriamiento	Aire Acondicionado BGH silentair BSC30FI (UE)	1	1,277
6	Enfriamiento	Aire Acondicionado BGH silentair BSC30FI (UI)	1	1,277
7	Climatización	Aire Acondicionado BGH silentair BSPTVE60CTI (UI)	2	4,7
8	Climatización	Aire Acondicionado BGH silentair BSPTVE60CTI (UE)	2	2,6
9	Climatización	Aire Acondicionado Lennox LSE60CH (UI)	2	2,6
10	Climatización	Aire Acondicionado Lennox LSE60CH (UE)	2	1,81
11	Calefacción	Calefactor eléctrico ATMA	2	1,4
12	Electrodomésticos	Horno microondas Atma md809	1	1,3
13	Electrodomésticos	Heladera Sigma	1	0,12
14	Computación	Computadoras CPU	13	0,66
15	Otros	Pava eléctrica	2	2
16	Informática	Impresora Multifunción	1	1,14
17	Informática	Impresora	2	1,1
18	Informática	Impresoras Chicas	3	0,045
19	Otros	Dispensers Agua	2	0,612

# SGE en un edificio: Relevamiento

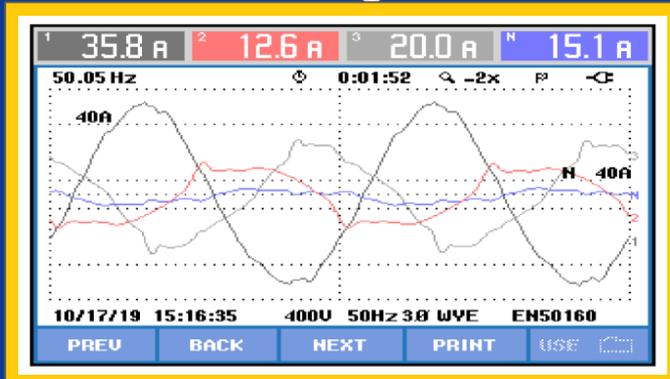
- Principal Consumo: “*Energía Eléctrica*”
- Destino:
  - Iluminación
  - Climatización
  - Motores: sólo bomba de agua, cortinas o persianas.
  - Electrodomésticos

# SGE en un edificio: Mediciones



# SGE en un edificio: Mediciones

- Condición de carga 1



Power & Energy

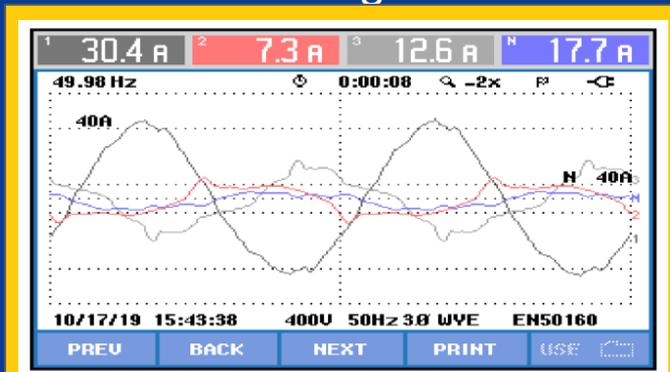
FULL 0:00:54

	L1	L2	L3	Total
kW	7.27	2.43	4.95	14.65
kVA	7.99	2.90	5.01	17.29
kVAR	3.33	1.57	0.79	9.19
PF	0.91	0.84	0.99	0.85
cosφ	0.91	0.86	1.00	
kWh	0.107	0.036	0.062	0.206
kVAh	0.118	0.043	0.064	0.248
kVARh	0.048	0.023	0.013	0.138

START 10/17/19 15:26:36 0:00:53

PREV BACK NEXT PRINT USE

- Condición de carga 2



Power & Energy

FULL 0:00:18

	L1	L2	L3	Total
kW	6.19	1.38	2.45	10.02
kVA	6.73	1.70	2.55	13.10
kVAR	2.63	0.98	0.70	8.43
PF	0.92	0.82	0.96	0.77
cosφ	0.92	0.88	1.00	
kWh	0.031	0.007	0.013	0.050
kVAh	0.033	0.008	0.013	0.065
kVARh	0.013	0.005	0.001	0.042

START 10/17/19 15:47:04 0:00:17

PREV BACK NEXT PRINT USE

# SGE en un edificio: Mediciones

- Tensiones: industria o instalación con motores (MT)

Desequilibrio			
	Vneg.	Vzero	Aneg.
Unbal.(%)	2.0		2.9
	L12	L23	L31
kVfund	20.40	19.86	20.54
Hz	50.07		
	L1	L2	L3
$\varphi V(^{\circ})$	0	-121	-239
$\varphi A-V(^{\circ})$	- 23	- 21	- 21
Afund	9	9	9
08/08/16 15:58:22		398V 50Hz 3Ø IT EN50160	
		TREND	HOLD RUN

## SGE en un edificio: Mediciones

- Discriminar las cargas conectadas en cada fase
- Consumos: Balanceados
- Valores de los parámetros monitoreados son admisibles (U, armónicos)
- Como impactan en el consumo los equipos de climatización

# SGE en un edificio: Estimación de consumos anuales

- **Luminarias:**

- 2500 horas;
- 24 horas x 365 días = 8760 horas

- **Climatización:**

- 4000 horas;
- Sistema central 350 horas;
- enfriamiento servidores 5000 horas (factor de carga 75 %)

- **Computadoras:**

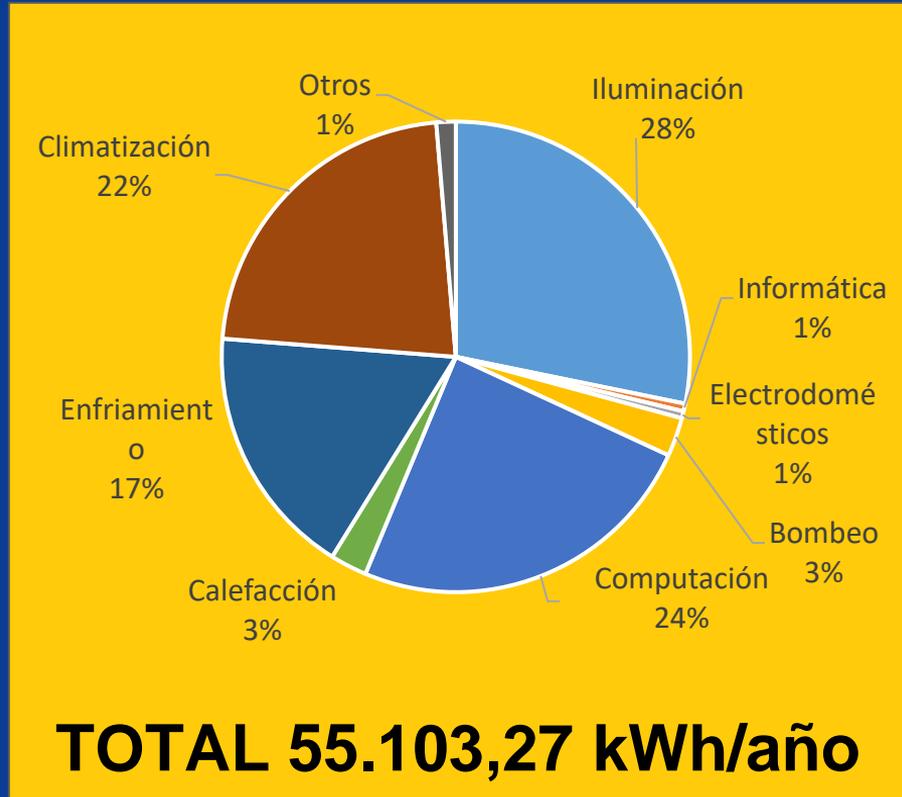
- 2000 horas (factor de carga 75 %)

- **Impresoras:**

- 100 horas

# SGE en un edificio: Estimación de consumos anuales

Uso Final	[kWh/año]
Iluminación	15.536,06
Informática	290,5
Electrodomésticos	266
Bombeo	1.470,76
Computación	13.468
Calefacción	1.400
Enfriamiento	9.577,5
Climatización	12.357,45
Otros	737



# SGE en un edificio: Análisis de la facturación

**Edelap** LIQUIDACION DE SERVICIOS PUBLICOS CLASE A FRANQUEO A PAGAR TRANSILY SA R.N.P.S.P. No. 190

201902 0020-00589929

12B11 - Baja Tension 14/10/2018 14/10/2018

Ponderación de cuadros tarifarios por unidad Cargos a 30 días

Cuadro	Días	Potencia	Energ. Sin Sub.	Sub. Al Demo.
1	31	280,3700	2,9948	
2	0	0	0	
3	0	0	0	
Ponderado	31	280,3700	2,9948	

Factor de potencia:

Concepto	Leído	Exigido	Diferencia	Descripción de códigos
Cos F:	0,759	0,850	0,091	R: consumo real.
Recargo:	0,100			E: consumo estimado.

Total de energía activa: 2884 kWh

Consumos de potencia(kW)	
Periodos	2018-08 2018-09 2018-10 2018-11 2018-12 2019-01 2019-02
kW	37 31 26 26 27 29 33

Consumos de energía(kWh)	
Periodos	2018-08 2018-09 2018-10 2018-11 2018-12 2019-01 2019-02
kWh	5202 5160 3741 3833 3878 4330 2884

N° Medidor	Concepto	Anterior	Actual	Cte.	Consumo	Detalle de Facturación	Importe:
600022915	Energía activa	53854	56738	1,000	2884 R	Cargo Variable Sin Subsidio 2884 kWh * 2,9948\$/kWh	8637,00
600022915	Energía reactiva	28353	30820	1,000	2473 R	Demanda Contratada 20kW * 280,370 \$/kW	5607,40
600022915	Demanda Reactiv.	2856	3308	0,010	33,1 E	Demanda Excedida 13kW * 420,555 \$/kW	5467,22
						Exceso de Energía Reactiva	1971,16
						Incremento Costo Mayorista Res 216/18	1153,60
						Subtotal Por Servicio Eléctrico Sin Subsidio	22836,38
						SUBTOTAL POR SERVICIO ELÉCTRICO CON SUBSIDIO	22836,38
						IVA Responsable Inscripto Ley Nac: 23.349.27.00000%	6165,82
						Ley 11.769 Art. 74 0,00100%	0,23
						Ley 11.769 Art. 75 0,00000%	3302,16
						Ley Prov 11769 - Art 43 Res. 419117 MySP 3 0,0000%	885,09
						SUBTOTAL IMPUESTOS	8221,32
						Tasa de Iluminación municipal - La Plata	500,00
						SUBTOTAL CARGOS VARIOS EVENTOS	500,00

Su gasto diario de electricidad es de \$ 699,44

Vencimiento 22/02/2019

Próximo vencimiento: 22/02/2019 1° 24/01/2019 31.557,70

Página n° 1 de 1

Consumos		8	9	10	11	12	1	2
Periodos		8	9	10	11	12	1	2
kW		37	31	26	26	27	29	33

Consumos de energía(kWh)		8	9	10	11	12	1	2
Periodos		8	9	10	11	12	1	2
kWh		5202	5160	3741	3833	3878	4330	2884

Detalle de Facturación		Importe:
Cargo Variable Sin Subsidio	2884 kWh * 2,9948\$/kWh	8637,00
Demanda Contratada	20kW * 280,370 \$/kW	5607,40
Demanda Excedida	13kW * 420,555 \$/kW	5467,22
Exceso de Energía Reactiva		1971,16
Incremento Costo Mayorista Res 216/18		1153,60

# SGE en un edificio: Análisis de la facturación

- Energía Año 2 : **52.000 kWh**
- Energía media anual: **53.000 kWh**
- Energía anual estimada: **55.000 kWh**
- Demanda Excedida
- Total facturado
- Penalidades

Año	Período	Potencia [kW]	Energía [kWh]	Potencia excedida [kW]
1	8	37	5.202	17
	9	31	5.160	11
	10	26	3.741	6
	11	26	3.833	6
	12	27	3.878	7
2	1	29	4.330	9
	2	33	2.884	13
	3	35	8.381	15
	4	34	5.031	14
	5	26	3.912	6
	6	26	3.179	6
	7	27	3.494	7
	8	33	4.374	13
	9	30	4.423	10
	10	38	4.393	18
	11	28	3.858	8
	12	26	3.565	6
3	1	33	4.491	13
	2	33	5.612	13

# SGE en un edificio: Facturación y penalidades

Año	Período	Demanda excedida	Total facturado	Penalidad	
		[\$]	[\$]	[\$]	[%]
2	2	7435,5	31557,7	2478,5	7,9
	3	9917,4	63803,3	3305,8	5,2
	4	11440,2	52693,1	3813,4	7,2
	5	4865,1	39392,9	1621,7	4,1
	6	4837,1	35163,4	1612,4	4,6
	7	5388,0	37383,1	1796,0	4,8
	8	10804,4	48884,2	3601,5	7,4
	9	8561,5	47589,2	2853,8	6,0
	10	15560,5	54939,4	5186,8	9,4
	11	7676,3	44991,6	2558,8	5,7
	12	5198,0	39446,2	1732,7	4,4
	3	1	11485,1	52162,6	3828,4
2		11485,1	58707,2	3828,4	6,5

Demanda excedida	Total facturado	Penalidad	
[\$]	[\$]	[\$]	[%]
103169,0	548006,6	34389,7	6,3

## ● Iluminación

- 111 tubos fluorescentes de 36 W=> 9990 kWh/año
- LED de 18 W => 50 % de disminución de consumo en iluminación
- Si sólo se considera el costo variable (3,9252 \$/kWh) implica 19.606,4 \$/año. No se considera superación de  $P_{\text{contratada}}$ , ni impuestos (37 % aprox.)
- Costo de referencia de LED: 150 \$ , considerando 111 luminarias => 16.650 \$.
- Otra referencia, considerar sistemas de control de iluminación.

## ● Climatización

- No se contó con características de eficiencia de los equipos, considerarlo ante recambios.
- Contemplar aislamiento térmico del edificio (Uso de cortinas, DVH, tratamiento reflectivo).
- AA del servidor: tiempo de utilización alto, debería ser de alta eficiencia.
- Unidades exteriores, protegerlas de la exposición directa del sol

## ● Computación

- Representa 25 %, considerar equipos más eficientes ante recambios.

- **Facturación**

Trámite ante la distribuidora para contratar valor de potencia, acorde con el consumo real.

Disminución de consumos podría disminuir el valor de  $P_{contratada}$

- **Instalaciones**

No se evidencia política de ahorro y eficiencia energética.

Los equipos de climatización (enfriamiento/calefacción) representan aproximadamente el 40 % de la demanda y además su funcionamiento depende fuertemente de las condiciones climáticas.

En caso de cierre temporario del edificio, identificar correctamente las cargas en los alimentadores y mejorar la distribución entre las fases.

## SGE en un edificio: Conclusiones:

- Se identificaron cargas y porcentajes de participación en el consumo energético anual.
- Se ha establecido la línea base para definir si se aplica un Sistema de Gestión de la Energía.
- Se han brindado recomendaciones para disminuir el consumo energético y costos asociados al uso de energía eléctrica.

# ¡Muchas Gracias!

[caw@iitree-unlp.org.ar](mailto:caw@iitree-unlp.org.ar)



Financiado por  
la Unión Europea

**IITREE-LAT**  
Instituto de Investigaciones  
Tecnológicas para Redes y Equipos  
Eléctricos / Laboratorio de Alta Tensión  
FACULTAD DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



RED ARGENTINA DE  
MUNICIPIOS FRENTE AL  
CAMBIO CLIMÁTICO



COPENHAGEN CENTRE  
ON ENERGY EFFICIENCY  
2009-2014



aecid  
Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo



AFD  
AGENCE FRANÇAISE  
DE DÉVELOPPEMENT



Agência para a Energia