

# Iluminación a partir de tecnología LED.

## Contribuciones al ahorro energético.

Miguel, S.; Figueira, A.; De Cabo, L.; Faggi, A.<sup>1</sup>

*Universidad de Flores*

**RESUMEN:** La matriz energética argentina debe aumentarla generación de energía a partir de fuentes renovables tal como lo señala la Ley N° 27.191. Las medidas tendientes al aumento de la participación de renovables, deben ser complementadas con políticas que incentiven la reducción del consumo energético. En ese sentido, el consumo eléctrico para la iluminación del sector residencial, comercial y público, se presenta una oportunidad para reducir la demanda de energía eléctrica, a partir del recambio tecnológico de lámparas halógenas por tecnología LED<sup>2</sup>. En este trabajo se demuestra la factibilidad del reemplazo tecnológico, cómo impacta en el ahorro energético y su rentabilidad en el corto plazo.

**PALABRAS CLAVE:** ahorro, energía, LED, iluminación, rentabilidad.

### INTRODUCCION:

Durante la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU, 2015), fue aprobada la Agenda Global de Desarrollo Sostenible 2030. El Objetivo 7 establece “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, entre los temas a considerar, se propone aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable en el conjunto de fuentes de energía, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética hacia el 2030 y promover la cooperación internacional a fin de facilitar el acceso a la investigación y las tecnologías energéticas no contaminantes, incluidas las fuentes de energía renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructuras energéticas y tecnologías de energía no contaminante.

En el plano local, según datos del Informe Estadístico del Consumo Eléctrico elaborado por el Ministerio de Energía y Minería, (MEyM, 2015) sobre un total de 11.147 miles de Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP), el 38,89%

---

<sup>1</sup>Investigadores Universidad de Flores – Laboratorio Bio-Ambiental de Diseño y de Bio-Indicadores.

<sup>2</sup>Del acrónimo inglés *LED*, *light-emitting diode*:diodo emisor de luz. Real Academia Española-2017.

corresponde al consumo del sector industrial, el 36,33% al consumo residencial, el 23,50% es para el sector comercial y público, mientras que las actividades agropecuarias y el transporte presentan los menores consumos con 0.28% y 0.46% respectivamente. Es decir que existe una oportunidad para proponer políticas de ahorro energético sobre los sectores residenciales y comerciales que sumados superan el 50% del consumo eléctrico total.

## **ESTUDIO DE CONSUMO DE ILUMINACION Y PROPUESTA DE RECAMBIO TECNOLÓGICO:**

Desde el 31 de diciembre de 2010, rige en Argentina lo dispuesto en la Ley N° 26.437<sup>3</sup>, la cual prohíba la importación y comercialización de lámparas incandescentes. La misma se inspiró en la directiva de la Comunidad Europea 2009/125/CE, la cual determinó los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. Hacia 2015, esta norma ha sido derogada y reemplazada por el Reglamento 2015/1428, el cual incluye la prohibición a la comercialización de lámparas halógenas en los países miembros.

Actualmente, el Congreso Nacional argentino está debatiendo el Proyecto de modificación de la Ley N° 26.437 para extender la prohibición mencionada anteriormente a las lámparas halógenas de uso residencial en todos sus tipos y modelos en todo el territorio de la República Argentina. Cabe señalar que el proyecto de ley no modifica el Artículo 2 de la Ley N° 26.437, con lo cual se prevé que la reglamentación determine las excepciones a la prohibición a aplicar sobre las halógenas, tal como sucede con las incandescentes.

Esta decisión abre el interrogante acerca de qué manera será factible producir este recambio, teniendo en cuenta la amortización del gasto del reemplazo de lámparas halógenas por las de tecnología LED. Además, es interesante conocer cómo impacta esta política en la reducción de consumo eléctrico.

Este trabajo propone demostrar estos interrogantes a partir de 2 casos concretos, uno sobre el consumo residencial y otro sobre el consumo institucional.

### **CASO 1: Vivienda Unifamiliar**

Vivienda Unifamiliar de 90m<sup>2</sup> conformada por un living comedor, dos dormitorios, un baño y una cocina donde habita una familia de 4 integrantes, de nivel socio-económico

---

<sup>3</sup>Ver texto Ley 26.437 en <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/149591/norma.htm>

medio ubicada en el Gran Buenos Aires. El consumo promedio de electricidad anual es de 20.235kWh por día (ver Tabla 1).

LUGAR	ARTEFACTO	POTENCIA W	HS DE CONSUMO	TOTAL DE CONSUMO
			Hs.	Wh
COM-LIN	EQUIPO DE AUDIO	80	2	160
COM-LIN	LFC	20	5	100
COM-LIN	LFC	20	5	100
COM-LIN	LFC	20	5	100
COM-LIN	LFC	20	5	100
COM-LIN	LFC	20	5	100
COM-LIN	LFC	20	5	100
COM-LIN	LFC	20	5	100
COM-LIN	HALOGENA	100	5	500
COM-LIN	HALOGENA	100	5	500
COM-LIN	HALOGENA	100	5	500
COM-LIN	VENTILADOR	60	5	300
COM-LIN	VENTILADOR	60	5	300
COM-LIN	COMPUTADORA	150	5	750
COM-LIN	TV LG	205	5	1025
COCINA	HELADERA	200	24	4800
COCINA	MICROONDAS	800	1	800
COCINA	LFC	20	3	60
COCINA	LFC	20	3	60
COCINA	EXTRACTOR	120	1	120
COCINA	HALOGENA	100	3	300
COCINA	HALOGENA	100	3	300
HAB 1	VENTILADOR	60	3	180
HAB 1	LFC	20	2	40
HAB 1	LFC	20	2	40
HAB 1	LFC	20	2	40
HAB 1	HALOGENA	100	2	200
HAB 1	HALOGENA	100	2	200
HAB 1	AIRE	1350	2	2700
BANO	HALOGENA	100	2	200
BANO	HALOGENA	100	2	200
HAB 2	VENTILADOR	60	5	300
HAB 2	HALOGENA	100	2	200
HAB 2	HALOGENA	100	2	200
HAB 2	HALOGENA	100	2	200
HAB 2	HALOGENA	100	2	200
HAB 2	HALOGENA	100	2	200
HAB 2	AIRE	1350	2	2700
LAVADERO	LAVARROPAS	500	1	500
EXTERIOR	LFC	20	9	180
EXTERIOR	LFC	20	9	180
EXTERIOR	LFC	20	3	60
EXTERIOR	LFC	20	3	60
EXTERIOR	LFC	20	3	60
EXTERIOR	LFC	20	3	60
EXTERIOR	LFC	20	3	60
				20235 Wh/dia

Tabla 1: Consumos diarios, elaboración propia.

El consumo de iluminación representa el 28% del total, correspondiendo un 70% a lámparas halógenas y un 30% restante a lámparas compactas fluorescentes. (Ver Figura. 1)

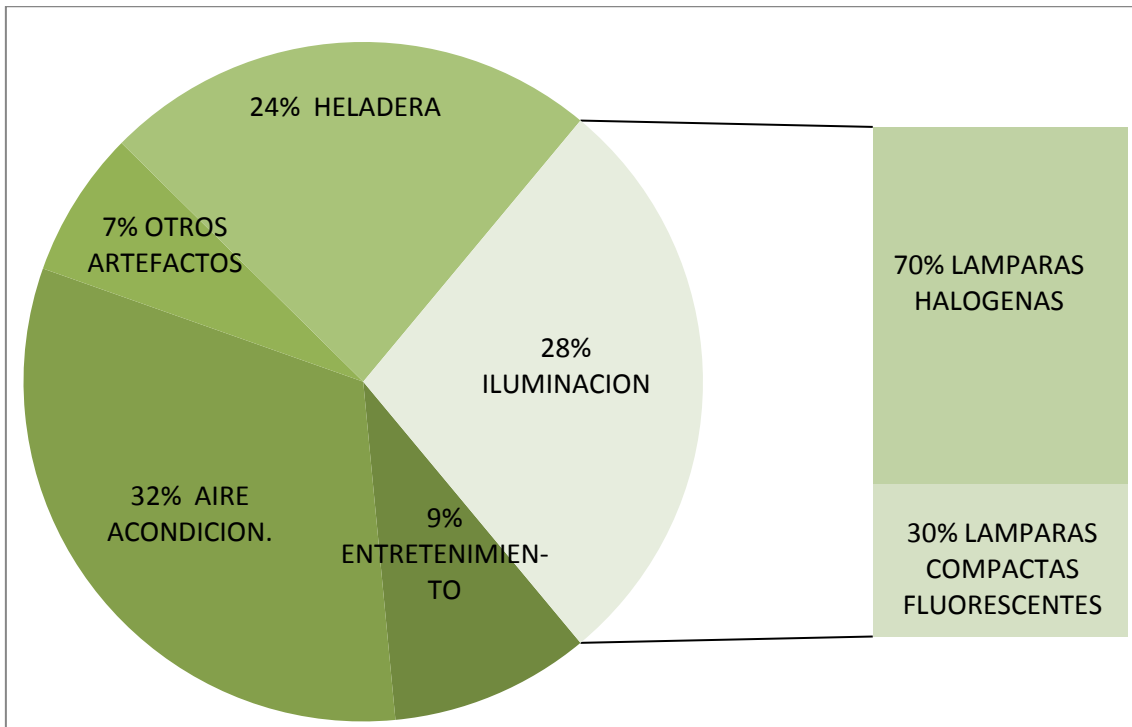


Fig. 1: Consumo promedio vivienda unifamiliar (elaboración propia)

Se propone cambiar la totalidad de las lámparas que se encuentran en los artefactos de iluminación de la vivienda, por lámparas de tecnología LED. Este cambio impacta en un menor consumo eléctrico en iluminación que será de 15,8 kWh por día (ver tabla 2)

LUGAR	ARTEFACTO	POTENCIA Watt	HS DE CONSUMO Hs.	TOTAL DE CONSUMO Wh
COM-LIN	EQUIPO DE AUDIO	80	2	160
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	LED	10	5	50
COM-LIN	VENTILADOR	60	5	300
COM-LIN	VENTILADOR	60	5	300
COM-LIN	COMPUTADORA	150	5	750
COM-LIN	TV LG	205	5	1025
COCINA	HELADERA	200	24	4800
COCINA	MICROONDAS	800	1	800
COCINA	LED	10	3	30
COCINA	LED	10	3	30
COCINA	EXTRACTOR	120	1	120
COCINA	LED	10	3	30
COCINA	LED	10	3	30
HAB 1	VENTILADOR	60	3	180
HAB 1	LED	10	2	20
HAB 1	LED	10	2	20

HAB 1	LED	10	2	20
HAB 1	LED	10	2	20
HAB 1	LED	10	2	20
HAB 1	AIRE	1350	2	2700
BAÑO	LED	10	2	20
BAÑO	LED	10	2	20
HAB 2	VENTILADOR	60	5	300
HAB 2	LED	10	2	20
HAB 2	LED	10	2	20
HAB 2	LED	10	2	20
HAB 2	LED	10	2	20
HAB 2	LED	10	2	20
HAB 2	AIRE	1350	2	2700
LAVADERO	LAVARROPAS	500	1	500
EXTERIOR	LED	10	9	90
EXTERIOR	LED	10	9	90
EXTERIOR	LED	10	3	30
EXTERIOR	LED	10	3	30
EXTERIOR	LED	10	3	30
EXTERIOR	LED	10	3	30
EXTERIOR	LED	10	3	30
				15875
				Wh/día

Tabla 2: Consumos diarios, reemplazando lámparas halógenas por tecnología LED, elaboración propia.

Esto equivale a reducir el consumo de iluminación en un 77% respecto a utilizar la anterior tecnología. Esta nueva disposición, permite reducir el consumo de iluminación de la vivienda de 28% a 8%. (Ver Tabla 3), obteniendo un ahorro total del 21%

	Consumo Inicial		Consumo con Led		Ahorro	
	Wh/día	%	Wh/día	%	Wh/día	%
Entretención	1935	9	1935	12		
Térmico	6480	32	6480	41		
<b>Iluminación</b>	<b>5600</b>	<b>28</b>	<b>1240</b>	<b>8</b>	<b>4360</b>	<b>77</b>
Art. Varios	1420	7	1420	9		
Heladeras	4800	24	4800	30		
	20235		15875		4360	21

Tabla 3: Detalles comparativo Diferencias de consumos diarios, reemplazando lámparas halógenas por tecnología LED, elaboración propia.

Debe contemplarse, además, que las lámparas LED tienen mayor potencia luminosa que las halógenas y las de bajo consumo así como una durabilidad entre 16 a 5 veces mayor dependiendo los tipos a comparar. (Ver tabla 4 y figura 2)

LAMPARA	LUMEN	DURABILIDAD	CONSUMO	COSTO
1-Philips Lámparahalógena	600	2000hs	42 W	\$ 54,00
2-Philips Lámpara FC (bajo consumo)	655	8000hs	12 W	\$109,00
3-Osram focoLED	806	25.000hs	9 W	\$53.99
4-Philips LámparaLED	800	15.000hs	10 W	\$ 139,00
5-Macroled Ar111	920	35.000hs	15W	\$200,00

Tabla 4: Comparación de lámparas vigentes en el mercado- Consultado: 23/02/2017



Fig. 2: Lámparas de acuerdo a Tabla 1, ordenadas de izquierda a derecha de 1 a 5.

Fuentes:

<http://www.macroled.com.ar/CATALOGOWEB.pdf>  
[http://www.philips.com.ar/etc/philips/b2c/compareproducts.html?locale=es\\_AR&catalog=CONSUMER&ctn=8718291686941,8718291205722,8718696478479-](http://www.philips.com.ar/etc/philips/b2c/compareproducts.html?locale=es_AR&catalog=CONSUMER&ctn=8718291686941,8718291205722,8718696478479-)  
<http://www.nunezmoral.com/productos.php?cat=1>

Por otra parte, veremos la rentabilidad y capacidad de amortización del costo del recambio de todas las lámparas y su impacto al reducir el consumo generando un ahorro monetario.

El costo de reemplazo de la totalidad de las lámparas está detallado en la Tabla 5, este valor habrá que considerarlo y dividirlo por el ahorro de energía, expresado en la factura de electricidad. Según la Fórmula:

$$Am = GI / Ahf$$

Am: Amortización del cambio, expresado en meses; GI: Gasto de compra de las lámparas LED, expresados en pesos y Ahf: es el Ahorro de electricidad reflejado en la factura de la empresa proveedora.

CANTIDAD	ARTEFACTO	PRECIO
14	PHILIPS LED GU10 CALIDA	\$ 99
10	OSRAM FOCO LED 9,5W CALIDA	\$ 139
10	PHILIPS LED BULBO 10.5 W -85W	\$ 179
		<b>\$ 4.566</b>

Tabla 5: Cálculo de inversión de recambio de lámparas de tecnología LED

Fuente-Presupuesto online 23/02/2017:

<http://www.sodimac.com.ar/sodimac-ar/category/cat20226/LEDs/N-1z141x3Z1z11zy1Z1z1255e?Nrpp=40>  
- [http://www.nanoshop-online.com/lamparas+led\\_qOlamparas+ledXpO4XtOwXvOgalleryxSM](http://www.nanoshop-online.com/lamparas+led_qOlamparas+ledXpO4XtOwXvOgalleryxSM) -  
<https://www.gamaleds.com/categoria-producto/marca/macroled/>

De acuerdo al cuadro tarifario aplicado a la vivienda del caso de estudio – correspondiente a la empresa prestataria del servicio de distribución EDESUR, con fecha 01/02/2017 bajo la Resolución ENRE N° 82/2017, se utiliza la tarifa R7 (fijo: \$443.59 + variable \$0,851). Por lo tanto, el consumo mensual con lámparas de tecnología halógena asciende a un valor aproximado de \$ 960.

Al sustituir todas las lámparas por tecnología LED, el consumo es de 15,8kWh/día reduciendo el consumo de iluminación en un 77%. El valor del consumo se reduce en \$ 488,52 por mes, teniendo en cuenta que se pasaría a la tarifa R5 (fijo: 110,38 + fijo 0,794 (ver Tabla 6)

Cuadro Tarifario - 2017				Consumo				
Código	Cargos		Importe	x día (kWh)	x mes (kWh)	fijo (\$)	Variable (\$)	total (\$)
T1 - R5 451-500	Cargo Fijo	\$/mes	\$ 110,38	15,875	476,25	\$ 110,38	\$ 378,14	\$ 488,52
	Cargo Variable	\$/kWh	\$ 0,79					
T1 - R6 501-600	Cargo Fijo	\$/mes	\$ 220,75					
	Cargo Variable	\$/kWh	\$ 0,83					
T1 - R7 601-700	Cargo Fijo	\$/mes	\$ 443,59	20,235	607,05	\$ 443,59	\$ 516,60	\$ 960,19
	Cargo Variable	\$/kWh	\$ 0,85					

Tabla 6: Resumen cuadro tarifario aplicado al caso de estudio 1. Elaboración Propia.

Por lo tanto, el ahorro mensual de consumo de energía es del 21%, obteniendo un ahorro del 49% en la facturación.

Este valor que se ahorra, de acuerdo a la fórmula de amortización anteriormente explicada, compensa la inversión de la compra de las lámparas en casi diez meses.

$$Am = GI / Ahf$$

$$4.566 / 488,52 = 9,34 \text{ meses}$$

Finalmente, la ecuación mejora notablemente, cuando se considera que de acuerdo a la durabilidad (expresada en horas de uso) de las lámparas que se han reemplazado, el recambio puede darse recién entre los dos años y medio y tres años.

## CASO 2: Edificio Educativo Universidad de Flores (UFLO) sede Buenos Aires

El edificio tiene una biblioteca con salas de lectura, un auditorio, aulas y áreas de investigación, dos núcleos sanitarios y un ascensor. (Tabla 7)

El consumo está distribuido de la siguiente manera: un 51% para acondicionamiento térmico, 29% para iluminación; 18% para el funcionamiento de equipos y el 2% restante para el funcionamiento de otras instalaciones.

PISO	LUGAR	ARTEFACTO	CANT	HS	POTENCIA kW	ENERGIA kWh
PB	HALL DE ENTRADA	10 SPOTS CON 2 LFC	20	14	0,011	3,08
PB	HALL DE ENTRADA	7 HALOGENAS	7	14	0,023	2,254
PB	BAÑO DE HOMBRE	2 HALOGENAS	2	14	0,023	0,644
PB	BAÑO DE HOMBRE	2 SPOTS CON 2 LFC	4	14	0,011	0,616
PB	BAÑO DE MUJERES	2 SPOTS CON 2 LFC	4	14	0,011	0,616
PB	BIBLIOTECA	TUBOS	16	14	0,05	11,2
PB	BIBLIOTECA (INT)	TUBOS	30	14	0,05	21
PB	SALA DE SILENCIO	TUBOS	12	14	0,05	8,4
PB	SALA DE SILENCIO	3 SPOTS CON 2 LFC	6	14	0,011	0,924
1º	AUDITORIO	12 SPOTS CON 3 TUBOS	36	1	0,05	1,8
2º	LABORATORIO	TUBOS	8	6	0,05	2,4
2º	LABORATORIO	TUBOS CIRCULAR	2	6	0,04	0,48
2º	AULA 4	TUBOS	4	14	0,05	2,8
2º	AULA 5	TUBOS	8	14	0,05	5,6
3º	BAÑO HOMBRES	TUBO	1	14	0,05	0,7
3º	BAÑO MUJERES	TUBO	1	14	0,05	0,7
3º	AULA 6	TUBO	4	6	0,05	1,2
3º	AULA 7	TUBO	14	8	0,05	5,6
4º	AULA 8	TUBO	10	14	0,05	7
ESCALERA	PB	LFC	2	14	0,011	0,308
ESCALERA	1º	LFC	4	14	0,011	0,616
ESCALERA	2º	LFC	4	14	0,011	0,616
ESCALERA	3º	LFC	4	14	0,011	0,616
ESCALERA	4º	LFC	4	14	0,011	0,616
PB	HALL DE ENTRADA	AIRE	1	14	2,64	36,96
PB	BIBLIOTECA	AIRE	1	14	2,64	18,48
PB	BIBLIOTECA (INT)	AIRE	1	14	2,64	18,48
1º	AUDITORIO	AIRES 6000	1	1	2,64	2,64



3º	AULA 7	AIRES 3000	2	7	2,64	31,68
4º	AULA 8	AIRES 3000	2	6	2,64	31,68
2º	LABORATORIO	VENTILADOR TECHO	2	6	0,06	0,72
2º	AULA 4	VENTILADOR	1	14	0,06	0,84
2º	AULA 5	VENTILADOR TECHO	2	14	0,06	1,68
3º	AULA 6	VENTILADOR TECHO	1	6	0,06	0,36
PB	BIBLIOTECA	COMPUTADORA	8	7	0,72	40,32
2º	LABORATORIO	COMPUTADORA	2	6	0,72	8,64
4º	TERRAZAS LABORAT	BOMBA RIEGO	1	0,1667	0,37	0,061679
ASCENSOR		ACCION SUBIR Y BAJAR	1			2,452
		ILUMINACION	1			0,808
						275,5877 kWh

Tabla 7: Consumos diarios, elaboración propia.

El consumo eléctrico para iluminación asciende a 79.78 kWh por día. Si se reemplaza la totalidad de las lámparas halógenas y compactas fluorescentes, se reduce este consumo un 64%, alcanzando 28,60kWh por día. Por lo tanto, el ahorro total de consumo de energía es del orden del 18.2% bimestral. (Tabla 8)

PISO	LUGAR	ARTEFACTO	CANT	HS	POTENCIA KW	ENERGIA kWh
PB	HALL DE ENTRADA	10 SPOTS CON 2 LFC	20	14	0,003	0,84
PB	HALL DE ENTRADA	7 HALOGENAS	7	14	0,01	0,98
PB	BAÑO DE HOMBRE	2 HALOGENAS	2	14	0,01	0,28
PB	BAÑO DE HOMBRE	2 SPOTS CON 2 LFC	4	14	0,01	0,56
PB	BAÑO DE MUJERES	2 SPOTS CON 2 LFC	4	14	0,01	0,56
PB	BIBLIOTECA	TUBOS	16	14	0,016	3,584
PB	BIBLIOTECA (INT)	TUBOS	30	14	0,016	6,72
PB	SALA DE SILENCIO	TUBOS	12	14	0,016	2,688
PB	SALA DE SILENCIO	3 SPOTS CON 2 LFC	6	14	0,01	0,84
1º	AUDITORIO	12 SPOTS CON 3 TUBOS	36	1	0,016	0,576
2º	LABORATORIO	TUBOS	8	6	0,016	0,768
2º	LABORATORIO	TUBOS CIRCULAR	2	6	0,016	0,192
2º	AULA 4	TUBOS	4	14	0,016	0,896
2º	AULA 5	TUBOS	8	14	0,016	1,792
3º	BAÑO HOMBRES	TUBO	1	14	0,016	0,224
3º	BAÑO MUJERES	TUBO	1	14	0,016	0,224
3º	AULA 6	TUBO	4	6	0,016	0,384
3º	AULA 7	TUBO	14	8	0,016	1,792
4º	AULA 8	TUBO	10	14	0,016	2,24
ESCALERA	PB	LFC	2	14	0,01	0,28
ESCALERA	1º	LFC	4	14	0,01	0,56

ESCALERA	2º	LFC	4	14	0,01	0,56
ESCALERA	3º	LFC	4	14	0,01	0,56
ESCALERA	4º	LFC	4	14	0,01	0,56
PB	HALL DE ENTRADA	AIRE	1	14	2,64	36,96
PB	BIBLIOTECA	AIRE	1	14	2,64	18,48
PB	BIBLIOTECA (INT)	AIRE	1	14	2,64	18,48
1º	AUDITORIO	AIRES 6000	1	1	2,64	2,64
3º	AULA 7	AIRES 3000	2	7	2,64	31,68
4º	AULA 8	AIRES 3000	2	6	2,64	31,68
2º	LABORATORIO	VENTILADOR TECHO	2	6	0,06	0,72
2º	AULA 4	VENTILADOR	1	14	0,06	0,84
2º	AULA 5	VENTILADOR TECHO	2	14	0,06	1,68
3º	AULA 6	VENTILADOR TECHO	1	6	0,06	0,36
PB	BIBLIOTECA	COMPUTADORA	8	7	0,72	40,32
2º	LABORATORIO	COMPUTADORA	2	6	0,72	8,64
4º	TERRAZAS LABORAT	BOMBA RIEGO	1	0,1667	0,37	0,061679
ASCENSOR		ACCION SUBIR Y BAJAR	1			2,452
		ILUMINACION	1			0,808
						224,46168 kWh

Tabla 8: Consumos diarios, reemplazando lámparas halógenas por tecnología LED, elaboración propia.

En este caso también planteamos la rentabilidad y capacidad de amortización del costo del recambio de todas las lámparas en relación al ahorro producto de la reducción del consumo que impacta en la tarifa de pago a la empresa proveedora del servicio.

El costo de reemplazo de la totalidad de las lámparas está detallado en la Tabla 9. Este valor habrá que considerarlo y dividirlo por el ahorro de energía, expresado en la factura de electricidad. Según la misma Fórmula aplicada en el Caso 1:

$$Am = GI / Ahf$$

CANTIDAD	ARTEFACTO	PRECIO
146	PHILIPS TUBOS 16 W	\$148
9	PHILIPS LED GU10 CALIDA	\$ 99
26	OSRAM FOCO LED 9,5W CALIDA	\$ 139
26	PHILIPS LED BULBO 10.5 W -85W	\$ 179
		<b>\$ 30.767</b>

Tabla 9: Cálculo de inversión de recambio de lámparas de tecnología LED

Fuente-Presupuesto online 23/02/2017:

<http://www.sodimac.com.ar/sodimac-ar/category/cat20226/LEDs/N-1z141x3Z1z11zy1Z1z1255e?Nrpp=40>  
- [http://www.nanoshop-online.com/lamparas+led\\_qOlamparas+ledXpO4XtOwXvOgalleryxSM](http://www.nanoshop-online.com/lamparas+led_qOlamparas+ledXpO4XtOwXvOgalleryxSM) -  
<https://www.gamaleds.com/categoria-producto/marca/macroled/>

De acuerdo al cuadro tarifario aplicado al edificio institucional educativo, por EDESUR durante el 2016, se realizó un promedio de consumo. La tarifa utilizada tiene un valor fijo es \$887.19 y su valor variable es \$0.582. Por lo tanto, el consumo bimestral con lámparas de tecnología halógena asciende a un valor de \$17.422,66. En el caso de sustituir, como observamos en la Tabla 3, la totalidad de las lámparas por las de tecnología LED, el valor del consumo se reduce a \$14.355,47 por bimestre, representando un ahorro bimestral en la facturación del 17,60% (\$1.533,59 de ahorro por mes) detallado en la Tabla 10.

	Energía kWh/día	Energía kWh/bimestre	Fija (\$)	Variable (\$)	Variable Valor (\$)	Sumatoria (\$)
LCF + halógenas	275,58	16534,89	887,19	0,582	16535,478	17422,668
LED	224,46	13467,70	887,19	0,582	13468,28274	14355,4727

Tarifas determinadas según el análisis histórico de las boletas pertenecientes a la Institución.

Tabla 10: Resumen cuadro tarifario aplicado al caso de estudio 1. Elaboración Propia.

Esto representa una reducción del 64% del consumo eléctrico en iluminación que impacta en un ahorro mensual de consumo de energía del edificio del 18.5%.

Si aplicamos la fórmula de amortización del cambio (expresada en meses).

$$Am = GI / Ahf$$

$$30.767/1533,59=20,06 \text{ meses}$$

Observamos que la amortización del cambio de lámparas se produce en 20 meses. Nuevamente, en este caso, la ecuación mejora notablemente cuando se considera que de acuerdo a la durabilidad (expresada en horas de uso) de las lámparas que se han reemplazado, el recambio puede darse recién entre los dos años y medio y tres años.

#### **DISPOSICION DEL RESIDUO DE LAS LAMPARAS REEMPLAZADAS:**

El recambio de las lámparas halógenas, los tubos fluorescentes y la iluminación de bajo consumo por tecnología LED debe contemplar la disposición final de las lámparas usadas que deberán reemplazarse. Las lámparas fluorescentes en tubo o compactas conocidas como de bajo consumo implican un riesgo a considerar en la disposición de las mismas ya que contienen distintas concentraciones de mercurio en su interior.

En promedio cada lámpara compacta o de bajo consumo contiene alrededor de 4 mg de mercurio. Sin embargo se han reportado hasta 30 mg por lámpara y 115 mg por tubo fluorescente (Groth, 2008; Jang et al., 2005). El mercurio es un elemento líquido

que puede volatilizarse fácilmente a temperatura ambiente. Las lámparas intactas no generan riesgo para la salud humana o del ambiente pero al romperse las personas quedan expuestas al vapor de mercurio y a compuestos mercuriales inorgánicos muy tóxicos.

Además, la fabricación de las lámparas bajo consumo y tubos fluorescentes generan elevados riesgo de toxicidad para los trabajadores implicados (Yu and Cheng, 2012). En el ambiente la presencia de mercurio orgánico e inorgánico produce daño en las comunidades acuáticas y terrestres ya que se acumula en los organismos y se concentra a lo largo de las cadenas tróficas.

El sector que maneja los residuos sólidos en Argentina carece de un sistema capaz de reciclar y/o disponer de forma segura la cantidad de lámparas que se espera recibir cuando se ponga en marcha la ley propuesta. El mercurio contenido en la luminaria puede liberarse al ambiente por lixiviación desde los depósitos de residuos y también volatilizarse. Además, de no realizarse una adecuada separación de residuos, puede correrse el riesgo de que el mercurio forme parte del compost.

Por lo tanto se sugiere la separación en origen y la disposición de estos materiales de manera segura, poniendo especial cuidado en la separación y transporte. Se podrían propiciar programas de reciclaje en lámparas con elevados niveles de mercurio. Para el resto de la luminaria que contenga menor nivel de mercurio se propone eliminarla en plantas de tratamiento<sup>4</sup>, conformados por vertederos revestidos, ya que las emisiones de mercurio de las lámparas fluorescentes enterradas en sistemas diseñados apropiadamente para tal fin, pueden ser contenidos, capturados y tratados.

## **CONCLUSIONES:**

El recambio de lámparas halógenas por tecnología LED, promueve el ahorro de consumo de energía eléctrica el cual representa un porcentaje considerable en el consumo eléctrico del sector residencial como del comercial y público.

---

<sup>4</sup>Ver Proyecto de una Planta de Tratamiento de lámparas, tubos fluorescentes y pilas en el Area Metropolitana de Buenos Aires, Lencina, G.; Lahorca, R.; Alí, M.; Gauna, A. publicado en Ciencia Vol.7 Nro 25 (2012) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, ISSN Nº 1668-2009

Ver Sistema de reciclado de lámparas <http://www.recovery.com.es/portfolio-view/reciclaje-de-lamparas-fluorescentes/#>

Se ha demostrado la rentabilidad positiva del cambio de tecnología. Asimismo, el tiempo de amortización es relativamente bajo desde la inversión inicial para el reemplazo hasta el siguiente ciclo de recambio de las luminarias, ya que la tecnología LED puede durar entre 16 a 5 veces más que las halógenas.

Es factible hacer una disposición del descarte de las lámparas halógenas a partir de una política de Estado que viabilice los medios técnicos y los recursos financieros para generar Plantas de Tratamiento del residuo proveniente de estas prácticas de acuerdo a las normativas vigentes.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:**

- Groth, E., 2008. Shedding light on mercury risks from CFL breakage. The Mercury Policy Project. Disponible on line:  
[http://mpp.cclearn.org/wp-content/uploads/2008/08/final\\_shedding\\_light\\_all.pdf](http://mpp.cclearn.org/wp-content/uploads/2008/08/final_shedding_light_all.pdf)
- Jang, M., Hong, S.M., Park, J.K., 2005. WasteManage. 25, 5–14
- Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Balance energético de la República Argentina-2015. Disponible on line:  
<Http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>
- Naciones Unidas. Objetivos del Desarrollo sostenible Disponible on line:  
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/summit/>
- P. Nance et al. / Regulatory Toxicology and Pharmacology 62 (2012) 542–552
- Tanides, C.G.; Iglesias Furfaro, H.D.; 2010. Iluminacion eficiente en el sector residencial argentino: evolución y perspectivas futuras. ASADES páginas 07.55-60 – ISSN 0329-5184.
- Y. Hu, H. Cheng / Environment International 44 (2012) 141–150.