

6. Propuesta De cambio de lámparas para ahorro de energía

Siguiendo los conceptos mencionados en capítulos anteriores y siguiendo el criterio visto en el capítulo 5 la propuesta de estandarización de alumbrado para el ahorro de energía va tomando cuerpo y sentido, ya en este capítulo se presentan los resultados obtenidos después de realizar las comparaciones debidas en las bases de datos anteriormente hechas con la información de diferentes tipos de lámparas que se fabricó de cada una de las tecnologías vistas aquí. Como ya se menciona en el capítulo 5 se separara en dos partes la selección de lámparas para el cambio, primero veremos bajo el criterio ya mencionado como quedó la propuesta para alumbrado interior, y después bajo otras circunstancias el alumbrado público

Para tal caso se llenaron una serie de tablas con las lámparas propuestas por el programa de Ahorro de Energía para la sustitución de las viejas tecnologías. Veremos las tecnologías propuestas y comentaremos un poco de la selección idónea.

Veamos la sustitución de lámparas de tubos fluorescentes para el uso de oficinas, pasillos, aulas, etc.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	T 12	T 8	T 5
Modelo		F17T8/TL830	F14W/T5/HE/830
Marca		Philips	GE
Potencia nominal Watts	20	17	14
Bulbo	T12	T8	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1,100	1,300	1,350
Eficacia mínima lm/W	55	75	96
Temperatura de Color K	2,900	3,000	3,000
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	85	85	85
Vida útil mínima Horas	7,500	20,000	20,000
Base	Fa8	G13	15
Encendido de lámpara	ER	ER	ER
Tipo de balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.00	1.06
Diámetro y longitud	38mm, 558mm	26mm, 610mm	16mm, 610mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	Sello FIDE	Usar reflector especular
Potencia del sistema 2X20 W	50	39	34
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	22%	32%
Ahorro de energía kWh.	0	220	320

Tabla 6.1 posibles sustituciones para lámpara T12 de 20 W

Como podemos ver la comparación esta hecha para suplantar lámparas a distintos niveles de iluminación, y por lo tanto a diferentes niveles de potencia, en esta primera tabla vemos la propuesta para el cambio de las lámparas fluorescentes. Como ya vimos en el capítulo anterior es importante ver que las lámparas propuestas tengan una potencia menor a la actual, esto con el fin de ahorrar la potencia sobrante, y además no perder el nivel de iluminación que la lámpara propuesta suministre.

Al final de la tabla tenemos los ahorros en energía eléctrica que nos manejan las lámparas propuestas, este se hace sacando el porcentaje de la diferencia de la potencia de la lámpara actual menos la potencia de la lámpara propuesta; En la última fila de la tabla se encuentra un ahorro de energía kW. por hora aproximado, este valor es procedente de multiplicar el ahorro en Watts por la vida útil de las lámparas, así vemos un aproximado del ahorro producido por el tiempo de uso, cabe aclarar que este es solo una teoría comparativa. Posteriormente en este capítulo se darán los ahorros dados en los ejemplos de sistemas completos de facultades y otras dependencias de la UNAM.

Veamos como el ahorro en la potencia va incrementándose mediante se trata con lámparas con mayor luminiscencia, siguiendo la misma tecnología de lámparas de tubo.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	T 12	T 8	T 5
Modelo		FO32/830/ECO	FH28W/830
Marca		Osram	Osram
Potencia nominal Watts	40	32	28
Bulbo	T12	T8	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	3,100	2,950	2,600
Eficacia mínima lm/W	78	85	100
Temperatura de Color K	3,000	3,000	3,000
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	85	80	82
Vida útil mínima Horas	18,000	20,000	20,000
Base	G13	G13	G5
Encendido de lámpara	ER	ER	ER
Tipo de balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		1.01	1.04
Diámetro y longitud	38mm, 1219mm	26mm, 1214mm	16mm, 1214mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	Sello FIDE	Usar reflector especular
Potencia del sistema 2X40 W	100	63	56
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	37%	44%
Ahorro de energía kWh.	0	740	880

Tabla 6.2 posibles sustituciones para lámpara T12 de 40W

De la misma manera que en la comparación pasada se ven los ahorros energéticos por lámpara, ya se mencionó que posteriormente se verán los ahorros reales en los sistemas de alumbrado de algunas dependencias de ciudad universitaria, y vemos, como lo esperábamos, que el ahorro se incrementa un poco. En este caso se pierde un poco de flujo luminoso con el cambio, pero en algunos lugares estas lámparas estarían cumpliendo con lo dicho en normas, y en las que la iluminación sea escasa puede hacerse un arreglo para variar la densidad de flujo en las áreas, colocando más lámparas, esto según delimiten los usuarios de las áreas.

En la siguiente comparación se verá mucho mejor como la propuesta dada puede dar grandes resultados. Recordemos que las lámparas de 75W son las más comunes en edificios, como ya se vio en los ejemplos del capítulo 4, en pasillos y oficinas

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	T 12	T 8	T 5
Modelo		F096/830/XP/ECO	TL5 HO 54W/830 UNP/40
Marca		Osram	Philips
Potencia nominal Watts	75	59	54
Bulbo	T12	T8	T5
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	6,150	6100	4450
Eficacia mínima lm/W	82	102	82
Temperatura de Color K	2900	3000	3000
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	85	85	85
Vida útil mínima Horas	12,000	18,000	24,000
Base	Fa8	Fa8	G5
Encendido de lámpara	EI	EI	EI
Tipo de balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico
Factor de balastro		0.85	1.00
Diámetro y longitud	38mm, 2438mm	26mm, 2388mm	16mm, 1156mm
Observaciones	Alto rendimiento de color	Sello FIDE	Cambio luminario y reflector
Potencia del sistema 2X75 W	187.5	110	108
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	41%	42%
Ahorro de energía kWh.	0	1395	1908

Tabla 6.3 posibles sustituciones para lámpara T12 75 W

Vemos como claramente el ahorro en porcentaje aumenta mucho llegando a 40% de ahorro, esto significa que con casi la mitad de la potencia eléctrica podemos mantener los mismos niveles de iluminación con lámparas T8 y T5 que con lámparas T12. Si evitamos usar esta tecnología obsoleta los consumos de energía eléctrica por alumbrado se verán reducidos en gran porcentaje.

Un cambio del cual se ha hablado mucho en los últimos años es el cambio de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas. De hecho esta sustitución es recomendada por el grupo FIDE y en muchos lugares ya no se usan las lámparas incandescentes. Veamos cuales son las potencias referidas para la sustitución de estas lámparas que no deben usarse más.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	Incandescente 75W	FC 20 W	FC 20 W
Modelo		LV-E Saver	FLE20TBX/SPX27
Marca		Philips	GE-LIGHTING
Potencia nominal Watts	75	20	20
Bulbo	A55		E26
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1,070	1,100	1,020
Eficacia mínima lm/W	14	55	51
Temperatura de Color K	2,700	2,700	2,700
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	100	82	82
Vida útil mínima Horas	1,000	6,000	15,000
Base	Fa8	E27	E26
Diámetro y longitud	108mm	117mm	152mm
Potencia del sistema W	75	20	20
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	73%	73%
Ahorro de energía kWh.	0	330	825

Tabla 6.4 posibles sustituciones para lámpara incandescente 75 W

Se ve claramente por que las compañías que fabrican las lámparas, creadoras de sistemas de calidad estandarizada, nos recomiendan esta sustitución. En términos de potencia hay una gran diferencia, mucho mas del doble de potencia por el mismo flujo luminoso. Y vemos que no solo las lámparas nos mantienen el flujo necesario para una buena iluminación, sino que la temperatura de color se mantiene. En lo que respecta al índice de color, este se ve reducido, recordemos que el CRI se refiere a la habilidad de mantener los contrastes del color en las cosas, esto puede ser un factor en contra de estas tecnologías, por lo que hay que tener en cuenta esto para designar los lugares donde se pueden usar. Es decir no usarlas en lugares donde necesitamos un realce de los colores.

En esta propuesta se colocan dos lámparas como las posibles lámparas a cambiar, como se pueden dar cuenta que las 2 lámparas propuestas son de la misma potencia así que hay que aclarar que lo que se esta proponiendo son las marcas, vemos también que lo que las diferencian es su vida útil. Esta diferencia en la vida útil nos da como resultado una diferencia en el ahorro energético teórico de kWatts por hora, recordemos que esto es aproximado. Ambas lámparas son factibles para sustituir una lámpara incandescente de 73W, la selección de una u otra seria ya en términos económicos.

Por otro lado tenemos las lámparas de 100W incandescentes, que son muy utilizadas en casetas, cuartos de intendencia, y cuartos reducidos en todo cu.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	Incandescente 100W	FC 25 W	FC 23 W
Modelo		FLE25TBX/HPF/SPX27	SLS/D 23
Marca		GE-LIGHTING	Philips
Potencia nominal Watts	100	25	23
Bulbo	A55		
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	1,340	1,520	1,400
Eficacia mínima lm/W	13	61	61
Temperatura de Color K	2,700	2,700	2,700
Tipo de luz	BC	BC	BC
CRI mínimo	100	82	82
Vida útil mínima Horas	1,000	10,000	10,000
Base	E26	E26	E26
Diámetro y longitud	108mm	175mm	143mm
Potencia del sistema W	100	25	23
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	75%	77%
Ahorro de energía kWh.	0	750	770

Tabla 6.5 posibles sustituciones para lámpara incandescente 100 W

Aquí las potencias si son diferentes entre las lámparas propuestas, pero la diferencia es tan pequeña que no hay que tomarle gran importancia a la hora de deliberación para la última selección. Pueden usarse indistintamente ambas marcas. Esta propuesta de ambas lámparas es porque algunas personas tienen más confianza en algunas marcas y aquí no se descartara ninguna marca.

A pesar que esta sustitución nos mejora en mucho el desempeño de nuestras instalaciones eléctricas, en lo que corresponde a alumbrado, esta sustitución no es siempre posible, recordemos que las lámparas fluorescentes compactas tienen la desventaja de no rendir toda su vida útil en condiciones de prendidos y apagados frecuentes, esto se refiere a que por ejemplo en baños donde al entrar el usuario prende la luz y al salir por costumbre se apaga, este encendido constante produce daño a los sistemas internos del tubo reduciendo su vida útil. Aparte de no poderse usar esta tecnología, lámparas fluorescentes compactas, para ser dipeadas o para algunos de las tecnologías para controlar las lámparas, su intensidad, su encendido y apagado, etc.

Otras áreas donde la sustitución de estas lámparas causaría problemas con el realce de color son lugares donde se muestran productos o cuadros, lugares donde se necesita un buen rendimiento de color, por lo que se hace una propuesta para estos casos.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS
	Incandescente Spot	Halógeno Par 30
Modelo		90PAR38/HAL/FL25 130V
Marca		PHILIPS
Potencia nominal Watts	100	75
Bulbo	R95	PAR30
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	790	1050
Eficacia mínima lm/W	8	14
Temperatura de Color K	-	2,900
CRI mínimo	100	100
Vida útil mínima Horas	1,000	2,000
Base	E27	E27
Diámetro y longitud	95mm, 140mm	16mm, 1163mm
Potencia del sistema W	100	75
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	25%
Ahorro de energía kWh.	0	50

Tabla 6.6 posibles sustituciones para lámpara incandescente spot 100 W

CARACTERISTICAS	LAMPARA ACTUAL	LAMPARAS PROPUESTAS
	Incandescente Spot	Halógeno Par 20
Modelo		64836FL50W240VE27FS1
Marca		OSRAM
Potencia nominal Watts	75	50
Bulbo	R95	PAR20
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	790	770
Eficacia mínima lm/W	11	15
Temperatura de Color K	-	2,900
CRI mínimo	100	100
Vida útil mínima Horas	1,000	2,000
Base	E27	E27
Diámetro y longitud	95mm 140mm	64mm, 65.7mm
Potencia del sistema W	75	50
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	33%
Ahorro de energía kWh.	0	50

Tabla 6.7 posibles sustituciones para lámpara incandescente spot 75 W

Aquí el ahorro no es muy grande pero si es factor para designar un proyecto para la sustitución por motivo de ahorro energético, estas lámparas tienen la ventaja de tener una mayor vida útil, como vemos el rendimiento de color (CRI) no se ve disminuido en comparación que las lámparas incandescentes, y su base es la misma, esto nos da como resultado un cambio directo de las lámparas, sin necesidad de cambiar al luminario, por lo que las hace perfectas

para la lugares donde se quiere realzar y ya se cuenta con lámparas incandescentes.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	Dicroica	Led	Spot Led
Modelo		500 BL GU5,3 FS1	ST500WW/735GU5
Marca		OSRAM	OSRAM
Potencia nominal Watts	50	3	3
Tipo de bulbo	MR-16	MR-16	MR-16
Flujo Luminoso mínimo Lúmenes	143	24	83
Eficacia mínima lm/W	3	9	30
Temperatura de Color K	2,700	3,000	2,700
CRI mínimo	100	80	80
Vida útil mínima Horas	2,500	20,000	20,000
Base	GU 5.3	GU 5.3	GU 5.3
Potencia del sistema W	50	18	6
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	64.0%	88.0%
Ahorro de energía kWh.	0	640	880

Tabla 6.8 posibles sustituciones para lámpara dicroica 50 W

Y aquí otro sistema que puede ser propuesto, sistemas de Led, como podemos ver el flujo luminoso que un Led nos brinda es muy pobre si lo comparamos con la lámpara convencional, sin embargo si ponemos atención a la potencia a la que trabajan estos Led es muy pequeña y aunque utilicemos 3 o 4 Led para poder mantener la misma iluminación la potencia total seria aun mucho menor que la lámpara convencional instalada.

Pero por el momento la tecnología de Led es muy cara, si se necesita colocar 3 Led para mantener el sistema, el numero de Led que necesitaríamos comprar para sustituir todo un sistema de alumbrado de alguna de las dependencias de la UNAM se incrementa muchísimo, y si tomamos en cuenta el alto precio que aun presenta esta tecnología lo hace ineficaz y por el momento es una inversión no recomendada. Pensando que con las tecnologías mas accesibles presentan tan buen resultado en el ahorro de potencia en los sistemas.

Con esto terminamos la parte del alumbrado interior. Ahora veamos cuales son las propuestas para el alumbrado exterior siguiendo los criterios de comparación dados por el ingeniero Alex Ramírez y ya vistos en el capítulo 5.

Recordemos los factores de corrección para los luxes reales. Para esta propuesta se verán lámparas de inducción con un factor de corrección de 3.061, aditivos metálicos con factor de 3.022 y las que se encuentran instaladas que son de vapor de sodio alta y baja presión con factores de 1 y 1.66 ahora veamos las tablas con lámparas propuestas.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS
	VSAP	Inducción
Potencia nominal de lámpara Watts	150	85
Flujo Luminoso mínimo en Lúmenes	14400	5040
Flujo luminoso real	14400	15427.44
Eficacia mínima [lm/W]	107	80
Temperatura de Color K	2,000	3,000
CRI mínimo	21	86
Vida útil mínima Horas	24,000	100,000
Balastro	Autotransformador	-
Factor de potencia	Alto factor de potencia	-
Potencia del sistema [Watts]	188	85
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	55%
Ahorro de energía [kWh.]	0	10,300

Tabla 6.9 posibles sustituciones para lámpara VAP 150 W

Como vemos aquí en esta propuesta, si comparamos los niveles de iluminación que nos da erróneamente un luxómetro podemos ver que el flujo luminoso de las lámparas de inducción es muy pobre. Pero usando la teoría de las tres distintas zonas máximas de visión, y multiplicando por el factor de corrección vemos que el flujo si es adecuado para su sustitución. Por desgracia aquí hay que hacer un cambio completo de luminarias, lo que provoca un aumento en la inversión inicial.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	VSAP	Aditivos Metálicos	Inducción
Potencia nominal de lámpara Watts	250	175	100
Flujo Luminoso mínimo en Lúmenes	19,260	11,200	5,600
Flujo luminoso real	19,260	33,846.4	17,141.6
Eficacia mínima [lm/W]	62	51	80
Temperatura de Color K	2,100	4,000	3,000
CRI mínimo	21	65	85
Vida útil mínima Horas	24,000	15,000	100,000
Balastro	Autotransformador	Autotransformador	-
Factor de potencia	Alto factor de potencia	Alto factor de potencia	-
Potencia del sistema [Watts]	250	175	100
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	30%	60%
Ahorro de energía [kWh.]	0	1,125	15,000

Tabla 6.10 posibles sustituciones para lámpara VSAP 250 W

Aquí se presenta otra potencia que se usa para el alumbrado público actualmente en los alrededores de ciudad universitaria, usando el mismo criterio dado por el Ingeniero y que se usó para la potencia de 150 W, para estas lámparas de vapor de sodio de 250 W de potencia, vemos que usando la

comparación contra las lámparas propuestas de aditivos metálicos y de inducción vemos que con las lámparas de aditivos metálicos, ya con la corrección de los lúmenes, sobrepasa la iluminación necesaria, abría que ver si este incremento de lúmenes no afecta la visión de los usuarios. Por otro lado vemos como con la lámpara de inducción los niveles se mantienen un poco bajos pero en un rango aceptable, y la potencia de esta ultima es mucho menor. Es mejor que el usuario decida que tipo de iluminación entre estas dos es la mas factible para el.

CARACTERISTICAS	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMAS PROPUESTOS	
	VSAP	Aditivos Metálicos	Inducción
Potencia nominal de lámpara Watts	400	320	200
Flujo Luminoso mínimo en Lúmenes	45,000	23,140	16,000
Flujo luminoso real	45,500	69,929.08	48,976
Eficacia mínima [lm/W]	90	58	80
Temperatura de Color K	2,100	4,000	3,000
CRI mínimo	21	65	86
Vida útil mínima Horas	24,000	20,000	100,000
Balastro	Autotransformador	Autotransformador	-
Factor de potencia	Alto factor de potencia	Alto factor de potencia	-
Potencia del sistema [Watts]	400	320	200
Porcentaje de ahorro del sistema	0%	20%	50%
Ahorro de energía [kWh.]	0	1,600	20,000

Tabla 6.11 posibles sustituciones para lámpara VSAP 400 W

Como se vio en la primera parte de esta propuesta entre mas alto sea la potencia de la lámpara que se quiere sustituir, el porcentaje de ahorro se incrementa, vemos como la lámpara de inducción nos presenta un ahorro de la mitad de potencia por el mismo flujo luminoso real, por otra parte la de aditivos metálicos presenta un ahorro del 20% pero su flujo luminoso real es muy superior al de la lámpara instalada actualmente.

Haciendo un resumen de este y capítulos anteriores es posible dar una propuesta concisa y clara para mantener una iluminación adecuada y confortable para el público usuario de las instalaciones de todo Ciudad Universitaria con un gasto mínimo de potencia. Puede verse estas medidas propuestas por Proyectos de Ahorro de Energía en la siguiente tabla.

Sistema convencional	Sistema propuesto	Ahorro Aprox.	Observación
Foco incandescente de 75 W	Fluorescente Compacta 20 W	73%	Iluminación en interiores, pasillos, lobby, áreas pequeñas, alturas de montaje menores a 4 mts.
Foco incandescente de 100 W	Fluorescente Compacta 23-25 W	75-77%	
Spot 150 W	Halógeno Par 38, 90 W	40%	Iluminación en áreas específicas donde se requiere alta reproducción del color.
	Aditivos Metálicos Par 30, 35 W	77%	
Spot 100 W	Halógeno Par 30, 75 W	25%	
Spot 75 W	Halógeno Par 20, 50 W	33%	
Dicroica 50 W	Led 3X3 W	88%	Para proporcionar la misma cantidad de luz hay que instalar 3 leds, tienen el mismo tipo de bulbo.
Lámpara Fluorescente lineal T12 con balastro electromagnético 2x20 W	Lámpara Fluorescente lineal T8 con balastro electrónico 2x17 W	22%	Iluminación en oficinas, pasillos y áreas generales. Se recomienda cambio de difusor.
	Lámpara Fluorescente lineal T5 con balastro electrónico 2x14 W	32%	Iluminación en oficinas, pasillos y áreas generales. Requiere cambio de luminaria y reflector especular
Lámpara Fluorescente lineal T12 con balastro electromagnético 2x40 W	Lámpara Fluorescente lineal T8 con balastro electrónico 2x32 W	37%	Iluminación en oficinas, pasillos y áreas generales. Se recomienda cambio de difusor
	Lámpara Fluorescente lineal T5 con balastro electrónico 2x28W	44%	Iluminación en oficinas, pasillos y áreas generales. Requiere cambio de luminaria y reflector especular
Lámpara Fluorescente lineal T12 con balastro estándar electromagnético 2x75 W	Lámpara Fluorescente lineal T8 con balastro electrónico 2x59 W	41%	Iluminación en oficinas, pasillos y áreas generales. Se recomienda cambio de difusor
	Lámpara Fluorescente lineal T5 con balastro electrónico 2x54W	42%	Requiere cambio de luminaria y reflector especular
Lámpara de Vapor de Sodio 150 W balastro electromagnético	Lámpara de inducción 85W	55%	Iluminación en áreas verdes y andadores
Lámpara de Vapor de Sodio 250 W balastro electromagnético	Lámpara de Aditivos Metálicos 175W, autotransformador	30%	Iluminación de estacionamientos y vialidades a una altura máxima de 9 mts y separación entre postes de 30 mts.
	Lámpara de inducción QL 100W, 108-132V	60%	Iluminación de estacionamientos y vialidades a una altura máxima de 9 mts y separación entre postes de 30 mts.
Lámpara de Vapor de Sodio 400 W balastro electromagnético	Lámpara de Aditivos Metálicos 320W, autotransformador	20%	Iluminación de estacionamientos y azoteas a una altura máxima de 9 mts y separación entre de 30 mts.
	Lámpara de inducción 200 W 200-277V	50%	
Lámpara de Vapor de Sodio 1000 W balastro electromagnético	Lámpara de Aditivos Metálicos 400W, autotransformador	60%	Iluminación en explanadas y estacionamientos altura máxima del poste 12 mts.

Tabla 6.12 sistemas propuestos para diferentes áreas de la UNAM

Para tener una mejor claridad en el efecto que este cambio produce en los consumos de los sistemas instalados actualmente hay que analizar nuevamente los ejemplos vistos en el capítulo 4 pero ahora con las lámparas propuestas en este capítulo. Primero veremos el impacto en potencia y después se realizara un análisis económico para la inversión de instalación y en cuanto tiempo se espera la recuperación.

6.1. Ahorro de energía estimado por el cambio

Siguiendo los mismos pasos que en el capítulo 4 veamos con cuantas lámparas estará instalado el recinto por nivel, y depuse se ara el conteo en potencia de todo el sistema, y luego lo compararemos con el consumo que encontramos en el capítulo 4. Empecemos con la facultad de ciencias políticas que fue el primer ejemplo visto en el capítulo 4.

Facultad de Ciencias Políticas (Actual)					
Área	Tubo T12 2x75W	Tubo T12 2x39W	Tubo T8 2x32W	Reflector de vapor de sodio 250 W	Reflector de vapor de mercurio 400W
Edificio A planta Baja	48	41	0	0	0
Edificio A primer nivel	64	10	11	0	0
Edificio A segundo nivel	62	12	11	0	0
Edificio A tercer nivel	62	12	11	0	0
Edificio A azotea	0	0	0	8	1
Edificio B planta baja	52	15	0	0	0
Edificio B nivel 1	47	23	0	0	0
Edificio B nivel 2	19	22	56	0	0
Edificio B nivel 3	2	15	99	0	0
Edificio B azotea	0	0	0	9	0

Tabla 6.1.1 Sistema actual instalado en la facultad de ciencias políticas

Facultad de Ciencias Políticas (Propuesta)					
Área	Tubo T8 2x59W	Tubo T8 2x32W	Tubo T8 2x32W	Reflector de aditivos metálicos 175W	Reflector de aditivos metálicos 320W
Edificio A planta Baja	48	41	0	0	0
Edificio A primer nivel	64	10	11	0	0
Edificio A segundo nivel	62	12	11	0	0
Edificio A tercer nivel	62	12	11	0	0
Edificio A azotea	0	0	0	8	1
Edificio B planta baja	52	15	0	0	0
Edificio B nivel 1	47	23	0	0	0
Edificio B nivel 2	19	22	56	0	0
Edificio B nivel 3	2	15	99	0	0
Edificio B azotea	0	0	0	9	0

Tabla 6.1.2 Sistema propuesto para la facultad de ciencias políticas

Vemos que las lámparas fluorescentes de 2x32w T8 no fueron sustituidas, esta es la mejor tecnología aplicable actualmente en oficinas y pasillos. Los niveles de iluminación son mantenidos según lo visto anteriormente, como la propuesta esta diseñada para no gastar en arreglos a las estructuras de los edificios se propone una sustitución lámpara a lámpara, por lo tanto el numero de lámparas queda exactamente igual al conteo hecho en el capítulo 4. Veamos ahora la potencia total de la instalación de estos dos edificios en la facultad de ciencias políticas.

Sistema actual			
Tipo de lámpara	Cantidad	KW	Porcentaje
LF 2X75W,T12	356	66.75	67.65%
LF 2X39W,T12	150	14.625	14.82
LF 2x32W,T8	188	12.633	12.81
Reflector vapor de sodio 250W	17	4.25	4.31
Reflector vapor de mercurio 400W	1	.4	0.41
Total		98.658	100%

Tabla 6.1.3 Conteo de lámparas y potencia en la facultad de ciencias políticas actual

Sistema propuesta			
Tipo de lámpara	Cantidad	KW	Porcentaje
LF 2X59W,T8	356	52.51	65.280%
LF 2X32W,T8	150	12	14.918%
LF 2x32W,T8	188	12.633	15.706%
Reflector de aditivos metálicos 175W	17	2.975	3.70%
Reflector de aditivos metálicos 320W	1	0.32	0.40%
Total		80.438	100%

Tabla 6.1.4 Potencias en la facultad de ciencias políticas con la propuesta

Haciendo comparaciones con el ejemplo del capítulo 4 vemos que la potencia total de los dos edificios es de 98.65kwatt mientras con las lámparas ahorradoras este se disminuye a 80.438kwatt lo que nos significa un ahorro de 18.212 kWatt lo que en primera instancia se ve e ahorro parcial en la potencia instalada, posteriormente veremos el ahorro en la potencia facturable. Siguiendo el formato del capítulo 4 nos toca revisar la facultad de química y como se realizaría el cambio de luminarias y como quedaría

LÁMPARAS ACTUALES			
Lámparas	Cantidad	kW	Porcentaje
LF 2x39W, T12	1619	157.85	76.17%
LF 1x39W, T12	18	0.88	0.42%
LF 2X75W, T12	64	12.00	5.79%
LF 1X75W, T12	171	16.03	7.74%
LF 3X17W, T8	150	8.03	3.88%
LFC 26W	131	3.58	1.73%
INCADESCENTE 100W	5	0.50	0.24%
LF 2X17W, T8	43	1.54	0.74%
SPOT 150	29	4.35	2.10%
LFC 13W	13	0.18	0.09%
LF 2X32W, T8	33	2.22	1.07%
LF 2X39W, U, T12	1	0.10	0.05%
		207.25	100.00%

Tabla 6.1.5 Conteo de lámparas y potencia actual en la facultad de química

LÁMPARAS PROPUESTAS			
Lámparas	Cantidad	kW	Porcentaje
LF 2x32W, T8	1619	108.80	74.39%
LF 1x32W, T8	18	0.60	0.41%
LF 2X59W, T8	64	7.93	5.42%
LF 1X59W, T8	171	10.59	7.24%
LF 3X17W, T8	150	8.03	5.49%
LFC 26W	131	3.58	2.45%
LFC 23W	5	0.12	0.08%
LF 2X17W, T8	43	1.54	1.05%
PAR 38, 90W	29	2.61	1.78%
LFC 13W	13	0.18	0.12%
LF 2X32W, T8	33	2.22	1.52%
LF 2X32W, U, T8	1	0.07	0.05%
		146.26	100.00%

Tabla 6.1.6 Conteo de lámparas y potencia en la facultad de química con la propuesta

Estas tablas se pone como ejemplo en el proyecto realizado por Programa de Ahorro de Energía¹, para esto se realizo un poco mas de información del ahorro estimado, vemos primeramente como se ahorraría 60.99 kW y como la simple sustitución de todas las lámparas T12 ya nos da un ahorro significativo.

Lámpara actuales	Lámparas propuestas	Ahorro en KW	Porcentaje
LF 2x39W, T12	LF 2x32W, T8	49.06	80.44%
LF 1x39W, T12	LF 1x32W, T8	0.27	0.45%
LF 2X75W, T12	LF 2X59W, T8	4.07	6.67%
LF 1X75W, T12	LF 1X59W, T8	5.44	8.92%
LF 3X17W, T8	LF 3X17W, T8	0.00	0.00%
LFC 26W	LFC 26W	0.00	0.00%
INCADESCENTE 100W	LFC 23W	0.38	0.62%
LF 2X17W, T8	LF 2X17W, T8	0.00	0.00%
SPOT 150	PAR 38, 90W	1.74	2.85%
LFC 13W	LFC 13W	0.00	0.00%
LF 2X32W, T8	LF 2X32W, T8	0.00	0.00%
LF 2X39W, U, T12	LF 2X32W, U, T8	0.03	0.05%
Total		60.99	100.00%

Tabla 6.1.7 Ahorro generado en la facultad de química con la propuesta

Así podemos dar una mejor evaluación del ahorro, como se menciona al principio de este capítulo entre mas alto sea la potencia de la lámpara que queremos sustituir mayor es el ahorro que obtenemos al sustituirla por una tecnología mas eficiente, y esto se ve claramente en la tabla 7.5, donde vemos como de los 60.99 kW. de ahorro 49 son por el ahorro provocados por las lámparas de 2x39 W en formato T12 para ver mas claramente como cada sustitución aporta algo al nuevo sistema veamos la siguiente gráfica.

1.- ESTANDARIZACION DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION documento elaborado por Proyectos de Ahorro de Energía

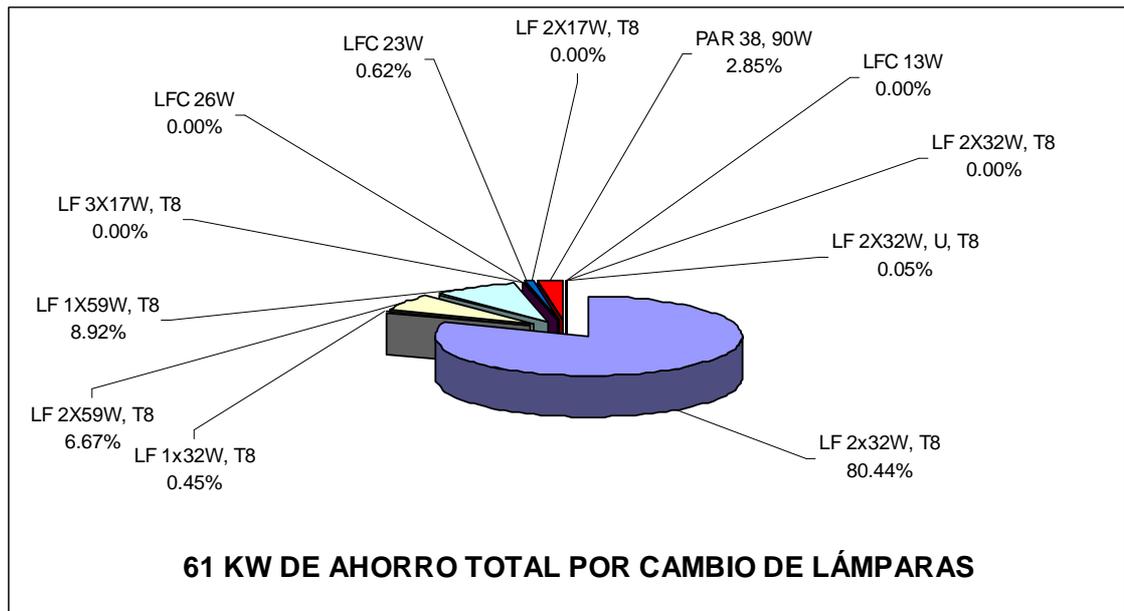


Imagen 6.1.1 porcentaje de las diferentes lámparas instaladas en ciencias políticas

Y ahora veamos otro tipo de dependencias donde los trabajos son un poco diferentes, veamos algunos institutos donde se realizan trabajos de oficina y de investigación, donde la iluminación esta destinada principalmente a labores de computo y de pruebas.

Primero veremos el instituto de ciencias nucleares, como ya se realizo el levantamiento eléctrico y el conteo de luminarias de este lugar se puede predecir que el ahorro será menor que en las instalaciones académicas de las facultades, sin embargo hay que calcular el ahorro energético de estos lugares y determinar si es determinante, para poder saber si la propuesta es eficaz para lugares con baja carga.

Y por supuesto determinar que lámparas nos dan un mejor uso de la energía en lugares donde la luz es continuamente usada durante el día, lo que se llama una carga constante

Sistema actual				
Tubo de alumbrado	Planta baja	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Tubo fluorescente 2x32W	46	20	56	24
Tubo fluorescente 1x32	29	62	0	30
Tubo fluorescente 1x60	0	22	0	0
Tubo fluorescente 2x20	6	4	4	4
Tubo fluorescente 2x75	0	0	5	0
Fluorescente compacta 26W	3	5	20	20
Fluorescente compacta 20W	0	0	10	14
Fluorescente compacta 13W	32	49	28	12
Incandescente 150W	0	0	22	0
Incandescente 75W	0	0	0	2
Vapor de sodio 250W	11	0	0	0
Aditivos metálicos 150W	0	0	0	6

Tabla 6.1.8 Conteo de lámparas por potencia actual en el instituto de ciencias nucleares

Sistema propuesto				
Tubo de alumbrado	Planta baja	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Tubo fluorescente T8 2x32W	46	20	56	24
Tubo fluorescente T8 1x32	29	62	0	30
Tubo fluorescente 1x60	0	22	0	0
Tubo fluorescente 2x20	6	4	4	4
Tubo fluorescente t8 2x59W	0	0	5	0
Fluorescente compacta 26W	3	5	20	20
Fluorescente compacta 20W	0	0	10	14
Fluorescente compacta 13W	32	49	28	12
Fluorescente compacta 30W	0	0	22	0
Fluorescente compacta 20W	0	0	0	2
Aditivos metálicos 150W	11	0	0	0
Aditivos metálicos 150W	0	0	0	6

Tabla 6.1.9 Conteo de lámparas por potencia propuesto en el instituto de ciencias nucleares

Aquí vemos que en estos edificios los cambios son mínimos, es decir que en algunas dependencias de ciudad universitaria se han re modelado y esta utilizando las lámparas mas adecuadas, sin embargo todavía utilizan lámparas incandescentes y en el alumbrado exterior pueden cambiarse aun las lámparas de vapor de sodio que son muy pocas eficaces. Veamos como cambia la potencia total en el edificio.

Sistema actual			
Lámparas	Cantidad	kW	Porcentaje
Tubo fluorescente 2x32W	146	9.052	34.37%
Tubo fluorescente 1x32	121	3.751	14.24%
Tubo fluorescente 1x60	22	1.298	4.93%
Tubo fluorescente 2x20	18	0.9	3.42%
Tubo fluorescente 2x75	5	0.937	3.56%
Fluorescente compacta 26W	48	1.248	4.74%
Fluorescente compacta 20W	24	0.48	1.82%
Fluorescente compacta 13W	121	1.573	5.97%
Incandescente 150W	22	3.3	12.56%
Incandescente 75W	2	0.15	0.57%
Vapor de sodio 250W	11	2.75	10.44%
Aditivos metálicos 150W	6	0.9	3.42%
Total		26.339	100%

Tabla 6.1.10 Potencia actual en el instituto de ciencias nucleares

Sistema propuesto			
Lámparas	Cantidad	kW	Porcentaje
Tubo fluorescente T8 2x32W	146	9.052	40.61%
Tubo fluorescente T8 1x32	121	3.751	16.83%
Tubo fluorescente 1x60	22	1.298	5.82%
Tubo fluorescente 2x20	18	0.900	4.04%
Tubo fluorescente T8 2x59W	5	0.7375	3.31%
Fluorescente compacta 26W	48	1.248	5.60%
Fluorescente compacta 20W	24	0.480	2.15%
Fluorescente compacta 30W	121	1.573	7.06%
Fluorescente compacta 13W	22	0.660	2.96%
Fluorescente compacta 30W	2	0.040	0.185
Aditivos metálicos 150W	11	1.650	7.40%
Aditivos metálicos 150W	6	0.900	4.04%
Total		22.29	100%

Tabla 6.1.11 potencia provocada por la propuesta en el instituto de ciencias nucleares

Vemos aquí como la potencia si tiene gran diferencia, y podemos ver como el ahorro se logra con el cambio de lámparas incandescentes de 150W por las lámparas fluorescentes compactas de 30W. Este cambio es muy simple sin embargo representa un ahorro de mas de 3kW lo cual ayuda mucho al decremento de potencia en el edificio. Aunque este edificio al parecer tenia una buena instalación eléctrica, y al tener la mayoría de las tecnologías que estamos proponiendo están bien empleadas; se ve un ahorro de un poco mas

de 4 kilo watts. Abra que analizar si este ahorro justificaría una inversión para este edificio, lo cual se vera en el apartado 6.2.

Veamos otro ejemplo donde se puede aplicarse esta propuesta, veamos ahora el instituto de ecología y veamos como disminuye la potencia de los dos edificios.

Sistema actual						
	Planta baja A	Primer nivel A	Segundo nivel A	Planta baja B	Primer nivel B	Segundo nivel B
Tubo 2x75W	7	18	9	6	7	21
Tubo 2x40W	81	60	78	84	91	64
Tubo 4x20W	0	0	0	0	0	4
Tubo 4x40W	0	0	0	2	0	0
FLC 13W	0	12	6	1	0	0
Incandescente 75W	2	5	2	11	5	2
Aditivos metálicos 250W	0	0	7	0	0	4

Tabla 6.1.12 Conteo de lámparas actual en el instituto de ecología

Sistema propuesto						
	Planta baja A	Primer nivel A	Segundo nivel A	Planta baja B	Primer nivel B	Segundo nivel B
Tubo T8 2x59W	7	18	9	6	7	21
Tubo T8 2x32W	81	60	78	84	91	64
Tubo T8 4x17W	0	0	0	0	0	4
Tubo T8 4x32W	0	0	0	2	0	0
FLC 13W	0	12	6	1	0	0
FLC 20W	2	5	2	11	5	2
Aditivos metálicos 250W	0	0	7	0	0	4

Tabla 6.1.13 Conteo de lámparas con la propuesto en el instituto de ecología

Vemos que este edificio necesita un gran cambio en todos sus sistemas, habría que cambiar todas las lámparas tubulares en las oficinas y pasillos, esta claro que este edificio necesitaría una gran inversión inicial para el cambio de luminarias, para justificar esta inversión veamos cuanto podríamos ahorrar en ambos edificios con estos cambios.

Sistema actual			
Lámpara	Cantidad	kW	Porcentaje
Tubo 2x75W	68	12.75	19.83%
Tubo 2x40W	458	45.8	71.22%
Tubo 4x20W	4	0.336	0.52%
Tubo 4x40W	2	0.4	0.62%
FLC 13W	19	0.247	0.38%
Incandescente 75W	27	2.025	3.15%
Aditivos metálicos 250W	11	2.75	4.28%
Total		64.308	100%

Tabla 6.1.14 Potencia actual en el instituto de ecología

Sistema propuesto			
Lámpara	Cantidad	KW	Porcentaje
Tubo T8 2x59W	68	10.030	19.17%
Tubo T8 2x32W	458	36.640	70.04%
Tubo T8 4x17W	4	0.218	0.42%
Tubo T8 4x32W	2	0.400	0.76%
FLC 13W	19	0.247	0.47%
FLC 20W	27	2.025	3.87%
Aditivos metálicos 250W	11	2.750	5.26%
Total		52.310	100%

Tabla 6.1.15 Potencia con el sistema propuesto en el instituto de ecología

Vemos como la inversión inicial aunque sea alta nos da un ahorro energético muy fuerte para esta sustitución, de todas estas lámparas, este ahorro directo de potencia gastada es de 11.998 kilo watts. Y podemos ver gracias a las tablas comparativas, que el ahorro se ve reflejado principalmente con los tubos fluorescentes por la T8.

Otro lugar interesante donde probar esta propuesta de estandarización son las bibliotecas. Para usos generales en esta tesis probaremos la sustitución en la biblioteca central, sabiendo que es uno de los lugares más conocidos y usados por los estudiantes y visitantes de nuestra universidad.

Sistema actual							
	Tubo 2x75W	Tubo 1x75W	Tubo 2X40W	Tubo 1x40W	Tubo 1x20W	foco de 100W	foco 75W
Entre piso	85	0	49	0	0	9	6
nivel 1	50	0	30	0	2	0	0
nivel 2	27	44	10	0	2	0	0
nivel 3	27	44	10	44	2	0	0
nivel 4	27	44	10	44	2	0	0
nivel 5	26	44	11	44	2	0	0
nivel 6	32	36	10	36	2	0	0
nivel 7	26	44	11	44	2	0	0
nivel 8	67	0	11	0	2	0	0
Nivel 9	20	55	9	55	2	0	0
Nivel 10	33	33	15	33	5	0	0

Tabla 6.1.16 Conteo de lámparas actual en la biblioteca central

Sistema propuesto							
	Tubo T8 2x59W	Tubo T8 1x59W	Tubo T8 2X32W	Tubo T8 1x32W	Tubo T8 1x17W	FLC de 25W	FLC 20W
Entre piso	85	0	49	0	0	9	6
nivel 1	50	0	30	0	2	0	0
nivel 2	27	44	10	0	2	0	0
nivel 3	27	44	10	44	2	0	0
nivel 4	27	44	10	44	2	0	0
nivel 5	26	44	11	44	2	0	0
nivel 6	32	36	10	36	2	0	0
nivel 7	26	44	11	44	2	0	0
nivel 8	67	0	11	0	2	0	0
nivel 9	20	55	9	55	2	0	0
nivel 10	33	33	15	33	5	0	0

Tabla 6.1.17 Conteo de lámparas propuesto en la biblioteca central

Ya con la sustitución los niveles de iluminación se mantendrían fijos. Por desgracia en este ejemplo no pudimos contar las lámparas exteriores por los planos que nos facilitaron. Pero como veremos a continuación el ahorro será bastante ya que el número de lámparas que hay que cambiar es importante.

Sistema actual			
Lámpara	Cantidad	KW	Porcentaje
Tubo 2x75	420	78.75	54.11%
Tubo 1x75	344	32.25	22.16%
Tubo 2x40	176	17.6	12.09%
Tubo 1x40	300	15	10.31%
Tubo 1x20	23	0.575	0.40%
Incandescente 100w	9	0.9	0.62%
Incandescente 75w	6	0.45	0.31%
Total		145.525	100%

Tabla 6.1.18 Potencia actual en la biblioteca central

Sistema Propuesto			
Lámpara	Cantidad	KW	Porcentaje
Tubo T8 2x59W	420	61.950	54.23%
Tubo T8 1x59W	344	25.370	22.21%
Tubo T8 2X32W	176	14.080	12.33%
Tubo T8 1x32W	300	12	10.50%
Tubo T8 1x17W	23	0.488	0.43%
FLC de 25W	9	0.225	0.20%
FLC 20W	6	0.120	0.11%
Total		114.233	100%

Tabla 6.1.19 Potencia con la propuesta en la biblioteca central

Como ya se veía en el conteo, o mas bien en la tabla 7.12 de lámparas que se sustituirían en este ejemplo, vemos que este edificio cuenta con una carga bastante grande destinada a iluminación, lo que lo hace perfecto para hacer una revisión del ahorro energético para los sistemas; ahora esto se comprueba con las tablas de potencia total que nos brindan las lámparas, vemos como con las viejas lámparas ineficaces la potencia es muy alta 145.525 kW lo cual es de entender por el alto numero de lámparas que se utilizan para su alumbrado, y por esto mismo el porcentaje de ahorro aumenta; al sustituir las lámparas de esta propuesta la potencia total de alumbrado cambia a 114.233 kW con lo que tenemos un ahorro de 21.50% de la energía que antes gastábamos.

Para ver mas claro el ahorro tanto energético como económico, hay que revisar el gasto mensual que podríamos tener si la propuesta es llevara acabo, por lo que seguiremos con el ejemplo que se realizo e el capitulo 4 la revisión del gasto mensual. Veremos esto para facilitar la evaluación económica de la inversión y como podremos amortiguar la fuerte inversión inicial en los ejemplos de las facultades y estancias de la UNAM que revisamos anteriormente.

6.2. Evaluación económica de la inversión

Ahora veremos como esta propuesta nos brinda no solo un ahorro energético si no también un ahorro económico, para esto revisaremos los precios actuales que comisión federal de electricidad y luz y fuerza del centro nos ofrecen, también nos apoyaremos con los datos obtenidos anteriormente en este capitulo y en los datos obtenidos del capitulo 4 para ver la diferencia entre el gasto teórico actual y el gasto que se obtendría con la propuesta de estandarización.

Actualmente en México existen algunas tarifas estandarizadas que se aplican a diferentes cargas instaladas. Por eso es importante aclarar que aquí en nuestra ciudad universitaria se aplica la tarifa llamada Tarifa Horaria en Media tención o HM, Esta tarifa es aplicable para cualquier servició en general, en mediana tensión y con una demanda superior a los 100 kW. Y la característica que la difiere de las tarifas normales que conocemos un viviendas y casa habitación es que el precio del kilowatt/hora varia con respecto a los horarios del día. Tiene 3 horarios repartidos en el día, y a cada uno de ellos tiene una tarifa distinta. Y estas horas varían un poco dependiendo si nos encontramos en horario de verano o no estemos en el.

Esta tarifa se cobra mensualmente y varía los precios por regiones de la república. Pero la que a nosotros nos interesa es la del centro de la república, y con la siguiente tabla podremos ver como cambian los precios en los diferentes horarios, y veremos también que horas del día están definidos para esta tarifa.

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Tabla 6.2.1 Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
Sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

Tabla 6.2.2 Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda medida en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo.

Estos son los horarios que se maneja, el precio del kilowatt no solo varía por el horario en el que este es consumido, sino que el precio del kilowatt base, intermedio y punta que también varían entre mes y mes. Para el desarrollo de nuestro estudio se utilizara las tarifas mas recientes, nos referimos a los precios del mes de marzo del 2009, hay que aclarar que estos precios varían y por lo tanto hay que revisarlos para próximos estudios.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt - hora de energía de punta	Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt - hora de energía de base
Baja California	\$ 224.15	\$ 1.6225	\$ 0.7246	\$ 0.5694
Baja California Sur	\$ 215.44	\$ 1.3019	\$ 1.0057	\$ 0.7117
Central	\$ 155.36	\$ 1.5553	\$ 0.8026	\$ 0.6708
Noreste	\$ 142.85	\$ 1.4363	\$ 0.7452	\$ 0.6104
Noroeste	\$ 145.88	\$ 1.4447	\$ 0.7395	\$ 0.6198
Norte	\$ 143.53	\$ 1.4467	\$ 0.7524	\$ 0.6122
Peninsular	\$ 160.51	\$ 1.5215	\$ 0.7539	\$ 0.6211
Sur	\$ 155.36	\$ 1.5230	\$ 0.7670	\$ 0.6380

Tabla 6.2.3 tarifas HM para distintas partes de México

Esta tabla es la que CFE nos brinda con los precios o cargos por kilowatt-hora en los 3 diferentes horarios para diferentes regiones del país, a nosotros nos interesan los que están en amarillo, es decir las tarifas aplicables a la zona central, en el distrito federal.

Para los casos vistos tenemos varios horarios de trabaja, trabajaremos primero en las facultades. Los horarios de trabajo regularmente son estos. De lunes a viernes las facultades empiezan su horario para estudiantes a las 7 de la mañana pero la actividad de profesores, administrativo y personal de mantenimiento empieza desde una hora antes. También sabemos que gran parte de la iluminación esta prendida desde muy temprano, prácticamente desde el día anterior. Las actividades siguen por el resto de la mañana, aproximadamente a partir de las 11 del día, en promedio, se deja de usar la iluminación exterior; sin embargo se mantiene el uso de iluminación interior en aulas oficinas y bodegas. Las actividades académicas terminan a las 10 de la noche y se mantiene una iluminación exterior que comenzaría aproximadamente a las 6 o 7 de la tarde y se mantendría en algunos casos hasta el día siguiente.

Sin embargo la carga de iluminación varía con respecto pasa el día, no solo por las variaciones de la luz solar en el transcurso del ciclo de rotación de la tierra. Si no que las cargas de alumbrado se consideran una carga discontinua. Por ello hay que usar factores de carga discontinua o carga continua como lo indica la NOM-001-SEDE-2005. Además en la página de la comisión federal de electricidad se nos indica que hay que colocar factores de demanda facturable para las demandas base e intermedia.

Proyectos de ahorro de energía ha decidido englobar estos factores de reducción y de aumento de la carga demandada, por vuestros edificios de prueba, en uno solo. Para englobarlo se ha estudiado la gráfica de la demanda a lo largo del día mediante un analizador de corriente. Con él se puede ver que en los extremos de la gráfica no encontramos una demanda alta, y que mediante el día pasa este se incrementa, como en todos los casos de una demanda normal, y analizando esta forma se ha podido compensar el factor de carga discontinua con la acotación de la gráfica de demanda en sus extremos.

Así, si solo tomamos encuentra los horarios a partir de las 6 de la mañana y no superiores a las 10 de la noche, llenando así los huecos que surge cuando se apagan las luces en las tardes, podemos reducir los cálculos de la demanda facturable y si el criterio se sigue con la sustitución de las nuevas lámparas se podrá ver fehacientemente el ahorro por el cambio

Siguiendo este criterio veremos ahora cual es nuestra demanda facturable en un mes de actividades tanto en horario de verano como si no estuviéramos en el. Aparte de analizar los dos casos que tenemos en la instalación, la instalación actual y la que proponemos en el capítulo 6

Empezaremos con la facultad de química que se uso como prueba para el proyecto de estandarización preparado para ciudad universitaria. Así con la facultad de química se uso la tabla de los equipos instalados, la que vimos anteriormente, y se lleno una tabla con los horarios base, media y punta para el uso que se tiene de las lámparas con el horario HM. Usando los horarios de la tabla de horarios de horario de verano. Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Lámparas actuales, y horas de uso									
Lámpara	Cantidad	Pot./Lum Con balastro W	Pot. Total kW	Horas de Operación día			Días de operación		
				Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				hrs.	hrs.	hrs.	No.	No.	No.
2X39W	1619	97.5	157.8525	0	10	2	20	20	20
1X39W	18	48.75	0.8775	0	10	2	20	20	20
2X75W	64	187.5	12	0	10	2	20	20	20
1X75W	171	93.75	16.03125	0	10	2	20	20	20
3X17W *	150	53.55	8.0325	0	10	2	20	20	20
26W *	131	27.3	3.5763	0	10	2	20	20	20
100W	5	100	0.5	0	10	2	20	20	20
2X17W *	43	35.7	1.5351	0	10	2	20	20	20
150W	29	150	4.35	0	10	2	20	20	20
13W *	13	13.65	0.17745	0	10	2	20	20	20
2X32W *	33	67.2	2.2176	0	10	2	20	20	20
2X39W U	1	97.5	0.0975	0	10	2	20	20	20

Tabla 6.2.4 horas de uso de las lámparas actuales, horario de verano

También anexaremos una tabla similar donde se pondrán ahora como seria con las lámparas propuestas, los horarios serian exactamente iguales, ya que se espera el mismo uso, y gracias a ello podemos analizar el ahorro en trabajo normal que tendrán después de la sustitución.

Lámparas propuestas y horas de uso									
Lámpara	Cantidad	Pot/lum. con balastro	Pot. Total	Horas de Operación día			Días de operación		
		Watts	Kw.	Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				hrs.	hrs.	hrs.	No.	No.	No.
2X32W	1619	67.2	108.7968	0	10	2	20	20	20
1X32W	18	33.6	0.6048	0	10	2	20	20	20
2X59W	64	123.9	7.9296	0	10	2	20	20	20
1X59W	171	61.95	10.59345	0	10	2	20	20	20
3X17W*	150	53.55	8.0325	0	10	2	20	20	20
26W*	131	27.3	3.5763	0	10	2	20	20	20
23W	5	24.15	0.12075	0	10	2	20	20	20
2X17W*	43	35.7	1.5351	0	10	2	20	20	20
90W	29	90	2.61	0	10	2	20	20	20
13W*	13	13.65	0.17745	0	10	2	20	20	20
2X32W	33	67.2	2.2176	0	10	2	20	20	20
2X32W U	1	67.2	0.0672	0	10	2	20	20	20

Tabla 6.2.5 horas de uso de las lámparas propuestas, horario de verano

Y después seguimos con estos horarios y días se calcula los consumos las formulas que se utilizaron son muy simples. Con la tabla de arriba se toman los días y las horas que la lámpara esta en uso, con ellos se calcula los consumos por horario, se multiplica la potencia total por las horas que es utilizada en cada una de los horarios de la tarifa, y posteriormente multiplicamos por los días del mes, recordemos que esta tarifa es mensual. Ejemplo si queremos calcular el consumo mensual en kWhr. en el horario punta se multiplica la potencia de la lámpara que se quiere, después se multiplica por las horas que esta lámpara es utilizada en el horario punta, el horario dura 2 horas y por lo generar es siempre utilizado completamente en cargas continuas, después multiplicamos por los días que esta lámpara se utiliza durante el mes.

Para el consumo energético, que es el consumo en pesos por lo que pagamos por nuestro consumo es necesario tener en cuenta las tarifas que Comisión Federal de Electricidad nos proporciona. Para el calculo de la demanda facturable del horario punta se multiplica el precio de la energía kWhr. por el total del consumo que calculamos anteriormente, después se suman los tres consumos obtenidos, base, intermedio y punta; esto para sacar el consumo total en la demanda energética que hay que pagar.

Facturación actual mensual de la facultad de química en horario de verano									
Consumos Mensuales kWhr.				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr.	kWhr.	kWhr.	kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kW.	\$
0.00	31570.50	6314.10	37884.60	0.00	25338.48	9820.32	35158.80	24523.96	59682.77
0.00	175.50	35.10	210.60	0.00	140.86	54.59	195.45	136.33	331.78
0.00	2400.00	480.00	2880.00	0.00	1926.24	746.54	2672.78	1864.32	4537.10
0.00	3206.25	641.25	3847.50	0.00	2573.34	997.34	3570.67	2490.62	6061.29
0.00	1606.50	321.30	1927.80	0.00	1289.38	499.72	1789.09	1247.93	3037.02
0.00	715.26	143.05	858.31	0.00	574.07	222.49	796.56	555.61	1352.17
0.00	100.00	20.00	120.00	0.00	80.26	31.11	111.37	77.68	189.05
0.00	307.02	61.40	368.42	0.00	246.41	95.50	341.92	238.49	580.41
0.00	870.00	174.00	1044.00	0.00	698.26	270.62	968.88	675.82	1644.70
0.00	35.49	7.10	42.59	0.00	28.48	11.04	39.52	27.57	67.09
0.00	443.52	88.70	532.22	0.00	355.97	137.96	493.93	344.53	838.46
0.00	19.50	3.90	23.40	0.00	15.65	6.07	21.72	15.15	36.86
Totales								32198.00	78358.70

Tabla 6.2.6 Consumo mensual actual de la facultad de química con horario de verano

Estos son los gastos que tenían antes, recordando que este calculo es teórico, en la facultad de química. Veamos como quedarían los consumos con el nuevo sistema de alumbrado.

Facturación mensual de la facultad de química con la propuesta									
Consumos Mensuales kWhr.				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	kWhr.	kWhr.	kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kW.	\$
0.00	21759.36	4351.87	26111.23	0.00	17464.06	6768.47	24232.53	16902.67	41135.20
0.00	120.96	24.19	145.15	0.00	97.08	37.63	134.71	93.96	228.67
0.00	1585.92	317.18	1903.10	0.00	1272.86	493.32	1766.18	1231.94	2998.12
0.00	2118.69	423.74	2542.43	0.00	1700.46	659.04	2359.50	1645.80	4005.30
0.00	1606.50	321.30	1927.80	0.00	1289.38	499.72	1789.09	1247.93	3037.02
0.00	715.26	143.05	858.31	0.00	574.07	222.49	796.56	555.61	1352.17
0.00	24.15	4.83	28.98	0.00	19.38	7.51	26.89	18.76	45.65
0.00	307.02	61.40	368.42	0.00	246.41	95.50	341.92	238.49	580.41
0.00	522.00	104.40	626.40	0.00	418.96	162.37	581.33	405.49	986.82
0.00	35.49	7.10	42.59	0.00	28.48	11.04	39.52	27.57	67.09
0.00	443.52	88.70	532.22	0.00	355.97	137.96	493.93	344.53	838.46
0.00	13.44	2.69	16.13	0.00	10.79	4.18	14.97	10.44	25.41
Total								22723.19	55300.32

Tabla 6.2.7 consumo mensual con la propuesta de la facultad de química con horario de verano

Como podemos ver comparando las dos tablas anteriores podemos determinar los ahorros mensuales que tendríamos si la propuesta es llevada a la práctica en estos edificios, vemos que con las lámparas que están actualmente instaladas se gasta mensualmente la cantidad de \$78358.70, en cambio con las lámparas ahorradoras propuestas se ve reducido el gasto mensual en \$55300.32. Esto nos indica un gran ahorro de \$23058.38 por mes después de que todo el cambio sea hecho, por lo que ahorraríamos cerca del 30% del gasto actual de la facultad.

Es necesario realizar otro calculo de esta facultad, ya que como se explico anteriormente la tarifa H-M tiene la característica de que cambia los intervalos de los horarios tarifarios base, intermedio y punta con el cambio del horario de verano, ahora haremos el calculo con los horarios cuando el horario de verano no se esta aplicando.

Sin Horario de Verano

La tabla siguiente tiene los horarios que se usan con el nuevo horarios, recordemos que el horario intermedio se reduce ya que la curva de demanda es mas "puntiaguda", esto se ve en la duración de la demanda máxima, es decir el horario punta, la cual dura 4 horas esta ves.

Lámparas actuales, y horas de uso									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. Con balastro W	Pot. Total kW	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
				Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				hrs.	hrs.	hrs.	No.	No.	No.
2X39W	1619	97.5	157.8525	0	8	4	20	20	20
1X39W	18	48.75	0.8775	0	8	4	20	20	20
2X75W	64	187.5	12	0	8	4	20	20	20
1X75W	171	93.75	16.03125	0	8	4	20	20	20
3X17W *	150	53.55	8.0325	0	8	4	20	20	20
26W *	131	27.3	3.5763	0	8	4	20	20	20
100W	5	100	0.5	0	8	4	20	20	20
2X17W *	43	35.7	1.5351	0	8	4	20	20	20
150W	29	150	4.35	0	8	4	20	20	20
13W *	13	13.65	0.17745	0	8	4	20	20	20
2X32W *	33	67.2	2.2176	0	8	4	20	20	20
2X39W U	1	97.5	0.0975	0	8	4	20	20	20

Tabla 6.2.8 horas de uso de las lámparas actuales, horario normal

Como vemos la tabla es muy parecida a la anterior, solo hay que modificar los horarios punta he intermedia, por lo que no colocare la tabla con la sustitución de la propuesta, se sobre entiende que el numero de lámparas, el tipo de tecnología y las potencias totales por tecnología son exactamente iguales a las de arriba. Solo modificando los usos horarios

Después calculamos las demandas con estos horarios nuevos, y siguiendo la misma ideología usada en los cálculos anteriores, para seguir el mismo lineamiento. Las constantes son las mismas para los dos usos horarios.

Facturación actual mensual de la facultad de química en horario normal									
Consumos Mensuales kWhr.				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr.	kWhr.	kWhr.	kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kW.	\$
0.00	25256.40	12628.20	37884.60	0.00	20270.79	19640.64	39911.43	24523.96	64435.39
0.00	140.40	70.20	210.60	0.00	112.69	109.18	221.87	136.33	358.20
0.00	1920.00	960.00	2880.00	0.00	1540.99	1493.09	3034.08	1864.32	4898.40
0.00	2565.00	1282.50	3847.50	0.00	2058.67	1994.67	4053.34	2490.62	6543.96
0.00	1285.20	642.60	1927.80	0.00	1031.50	999.44	2030.94	1247.93	3278.87
0.00	572.21	286.10	858.31	0.00	459.25	444.98	904.23	555.61	1459.85
0.00	80.00	40.00	120.00	0.00	64.21	62.21	126.42	77.68	204.10
0.00	245.62	122.81	368.42	0.00	197.13	191.00	388.13	238.49	626.63
0.00	696.00	348.00	1044.00	0.00	558.61	541.24	1099.85	675.82	1775.67
0.00	28.39	14.20	42.59	0.00	22.79	22.08	44.87	27.57	72.44
0.00	354.82	177.41	532.22	0.00	284.78	275.92	560.70	344.53	905.22
0.00	15.60	7.80	23.40	0.00	12.52	12.13	24.65	15.15	39.80
								32198.00	84598.51

Tabla 6.2.9 Consumo mensual actual de la facultad de química con horario normal

Estos son los gatos obtenidos por un mes de consumos en horario normal, el que no es de verano, siguiendo estos horarios de uso choquemos cuanto nos costaría ahora el mismo mes de trabajo de las lámparas con la propuesta de ahorro de energía y veremos como se reduce este gasto.

Facturación mensual de la facultad de química en horario normal con la propuesta									
Consumos Mensuales kWhr.				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr.	kWhr.	kWhr.	kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kW.	\$
0.00	17407.49	8703.74	26111.23	0.00	13971.25	13536.93	27508.18	16902.67	44410.85
0.00	96.77	48.38	145.15	0.00	77.67	75.25	152.92	93.96	246.88
0.00	1268.74	634.37	1903.10	0.00	1018.29	986.63	2004.92	1231.94	3236.86
0.00	1694.95	847.48	2542.43	0.00	1360.37	1318.08	2678.45	1645.80	4324.25
0.00	1285.20	642.60	1927.80	0.00	1031.50	999.44	2030.94	1247.93	3278.87
0.00	572.21	286.10	858.31	0.00	459.25	444.98	904.23	555.61	1459.85
0.00	19.32	9.66	28.98	0.00	15.51	15.02	30.53	18.76	49.29
0.00	245.62	122.81	368.42	0.00	197.13	191.00	388.13	238.49	626.63
0.00	417.60	208.80	626.40	0.00	335.17	324.75	659.91	405.49	1065.40
0.00	28.39	14.20	42.59	0.00	22.79	22.08	44.87	27.57	72.44
0.00	354.82	177.41	532.22	0.00	284.78	275.92	560.70	344.53	905.22
0.00	10.75	5.38	16.13	0.00	8.63	8.36	16.99	10.44	27.43
Total								22723.19	59703.96

Tabla 6.2.10 Consumo mensual de la facultad de química con horario norma con la propuesta

Lo que surge de estas nuevas tablas es el ahorro en horario normal el cual es de \$24894.55 y podemos ver que este es mayor que en el horario de verano; esto se debe a que en el horario normal se recorre 2 horas a el horario pico, el cual es el más caro y es el central de la curva de demanda. Es decir que en horario normal consumimos más energía.

Siguiendo el mismo concepto se tomo el estudio de las gráficas de demanda de la facultad de ciencias políticas. El comportamiento era similar, la forma de la curva de demanda es parecida, mas no así las magnitudes. Pero gracias a la forma de la gráfica podemos mantener el mismo valor de las constantes y la reducción de las horas de uso para compensar las cargas continuas y discontinuas. Por lo que nuestra teoría para reducción de horas para compensar las cargas es aplicable a esta facultad en ambos usos horarios.

Horario de verano

Llenamos la tabla de los horarios de operación de la carga instalada encontrada en los levantamientos eléctricos antes vista.

Lámparas actuales y horas de uso de la facultad de ciencias políticas									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. con balastro. W	Pot. Total kW.	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
				Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				hrs.	hrs.	hrs.	No.	No.	No.
2X75W	356	187.5	66.75	0	10	2	20	20	20
2x39W	150	97.5	14.625	0	10	2	20	20	20
2x32W	188	67.2	12.6336	0	10	2	20	20	20
vapor de sodio 250W	17	250	4.25	0	4	2	20	20	20
vapor de mercurio 400W	1	400	0.4	0	4	2	20	20	20

Tabla 6.2.11 horas de uso de las lámparas actuales, horario de verano en la facultad de ciencias políticas

Lámparas propuestas y horas de uso de la facultad de ciencias políticas									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. Con balastro. W	Pot. Total kW.	Horas de Operación día			Días de oper. mensual		
				Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				hrs.	hrs.	hrs.	No.	No.	No.
LF 2X59W,T8	356	147.5	52.51	0	10	2	20	20	20
LF 2X32W,T8	150	80	12	0	10	2	20	20	20
LF 2x32W,T8	188	67.2	12.633	0	10	2	20	20	20
Reflector de aditivos metálicos 175W	17	175	2.975	0	4	2	20	20	20
Reflector de aditivos metálicos 320W	1	320	0.4	0	4	2	20	20	20

Tabla 6.2.12 horas de uso de las lámparas propuestas, horario de verano en la facultad de ciencias políticas

Vemos, igualmente como en el ejemplo pasado, que las horas de uso son iguales a en ambos casos de las dos tablas, como ya se menciono es para poder dar un ahorro fidedigno.

Con estos husos horarios, de distintos momentos del día, distribuidos por los usos horarios de la tarifa H-M y hay que multiplicar por los costos como se hizo con la facultad de química. Esto es necesario hacerse a las dos tablas, dándonos como resultado el ahorro en la facturación del mes.

Facturación actual mensual de la facultad de ciencias políticas en horario de verano									
Consumos Mensuales kWhr.				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr.	kWhr.	kWhr.	kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kW.	\$
0.00	13350	2670.00	16020.00	0.00	10714.71	4152.65	14867.36	10370.28	25237.64
0.00	2925	585.00	3510.00	0.00	2347.61	909.85	3257.46	2272.14	5529.60
0.00	2526.72	505.34	3032.06	0.00	2027.95	785.96	2813.91	1962.76	4776.66
0.00	340	170.00	510.00	0.00	272.88	264.40	537.29	660.28	1197.57
0.00	32	16.00	48.00	0.00	25.68	24.88	50.57	62.14	112.71
Totales								15327.60	36854.18

Tabla 6.2.13 Consumo mensual actual de la facultad de ciencias políticas con horario de verano

Y ahora conoceremos los consumos si la propuesta fuera puesta en práctica.

Facturación mensual de la facultad de ciencias políticas con la propuesta									
Consumos Mensuales kWhr.				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr.	kWhr.	kWhr.	kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kW.	\$
0.00	10502	2100.40	12602.4	0.00	8428.91	3266.75	11695.66	8157.95	19853.61
0.00	2400	480.00	2880	0.00	1926.24	746.54	2672.78	1864.32	4537.10
0.00	2526.6	505.32	3031.92	0.00	2027.85	785.92	2813.77	1962.66	4776.44
0.00	238	119.00	357.00	0.00	191.02	185.08	376.10	462.20	838.30
0.00	32	16.00	48	0.00	25.68	24.88	50.57	62.14	112.71
Totales								12509.28	30118.16

Tabla 6.2.14 Consumo mensual con la propuesta en la facultad de ciencias políticas con horario de verano

Ya con estas tablas podemos ver el ahorro mensual que nos produciría el cambio de luminarias en el edificio, como podemos ver en los recuadros amarillos, que representan los gastos, vemos un ahorro de 6736.18 pesos. Lo cual es bastante grande para los cambios relativamente pequeños en comparación de nuestros demás ejemplos. Y así podemos demostrar cómo no solo pensamos en los recursos necesarios para la generación de electricidad sino también en la economía de los usuarios, tanto de los usuarios de la energía eléctrica y de los usuarios de estos servicios.

Y así calculamos el ahorro facturable total que nos saldría en un mes de iluminación en esta facultad en horario de verano. Pero los intervalos cambian al pasar al horario normal es necesario calcularlo para estos horarios nuevos.

Horario normal

Lámparas actuales y horas de uso de la facultad de ciencias políticas, horario normal									
Lámpara	Cantidad	Pot lum. Con balastro	Pot.	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
		W	Total	Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
			kW	hrs.	hrs.	hrs.	No.	No.	No.
2X75W	356	187.5	66.75	0	8	4	20	20	20
2x39W	150	97.5	14.625	0	8	4	20	20	20
2x32W	188	67.2	12.6336	0	8	4	20	20	20
vapor de sodio 250W	17	250	4.25	0	2	4	20	20	20
vapor de mercurio 400W	1	400	0.4	0	2	4	20	20	20

Tabla 6.2.15 horas de uso en las lámparas actuales, horario normal en la facultad de ciencias políticas

Vemos que los horarios cambian pero no lo hacen así las potencias, lo mismo ocurre en la facultad de química, por lo que no es necesario colocar la tabla de horario normal con las lámparas propuestas. Se entiende que los horarios serán idénticos que en la tabla anterior

Y seguimos con el cálculo de las demandas. Para el nuevo horario que nos da el uso en horario normal, en el horario que no es de verano. Para ambos casos, lámparas actuales y con la propuesta.

Facturación actual mensual de la facultad de ciencias políticas en horario normal									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr.	kWhr.	kWhr.	kWhr.	\$/kWhr	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kWhr.	\$/kW	\$
0.00	10680.00	5340.00	16020.00	0.00	8571.77	8305.30	16877.07	10370.28	27247.35
0.00	2340.00	1170.00	3510.00	0.00	1878.08	1819.70	3697.79	2272.14	5969.93
0.00	2021.38	1010.69	3032.06	0.00	1622.36	1571.92	3194.28	1962.76	5157.04
0.00	170.00	340.00	510.00	0.00	136.44	528.80	665.24	660.28	1325.52
0.00	16.00	32.00	48.00	0.00	12.84	49.77	62.61	62.14	124.76
Totales								15327.60	39824.59

Tabla 6.2.16 Consumo mensual actual en la facultad de ciencias políticas con horario normal

Y ahora para la propuesta de estandarización, y veamos cuánto dinero podemos ahorrar en este mes.

Facturación mensual de la facultad de ciencias políticas en horario normal con la propuesta									
Consumos Mensuales kWh				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWh	kWh	kWh	kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kW	\$
0.00	8401.60	4200.80	12602.40	0.00	6743.12	6533.50	13276.63	8157.95	21434.58
0.00	1920.00	960.00	2880.00	0.00	1540.99	1493.09	3034.08	1864.32	4898.40
0.00	2021.28	1010.64	3031.92	0.00	1622.28	1571.85	3194.13	1962.66	5156.79
0.00	119.00	238.00	357.00	0.00	95.51	370.16	465.67	462.20	927.87
0.00	16.00	32.00	48.00	0.00	12.84	49.77	62.61	62.14	124.76
Totales								12509.28	32542.39

Tabla 6.2.17 Consumo con la propuesta en ciencias políticas con horario normal

Como vemos en este ejemplo la facturación hecha en un mes de horario normal es mayor que lo que nos costaría un mes de alumbrado en horario de verano, sin embargo el ahorro producido por la propuesta es muy similar. Como vemos en este mes la propuesta nos ahorraría la cantidad de \$7282.2, en cambio en horario de verano se ahorrarían \$6736.18

Con esto podemos ver que en las facultades se podría ahorrar una gran cantidad de energía eléctrica y en gastos por la misma. Sin embargo existe un sitio donde el ahorro será más consistente. En la biblioteca central se utiliza una gran cantidad de energía para la iluminación, por ende será el lugar en el cual la propuesta puede ahorrar una gran cantidad de dinero. Sin embargo al revisar las gráficas de demanda de la biblioteca se llego a la conclusión de que el alumbrado es utilizado mas tiempo que en las facultades, por lo que se agregara 1 hora al periodo intermedio para compensar la energía usada en el periodo base.

Horario de verano

Lámparas actuales y horas de uso de la biblioteca central, horario de verano									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. Con balastro W	Pot. Total kW	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
				Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				Hrs	Hrs	Hrs	No.	No.	No.
Tubo 2x75	420	187.5	78.75	0	11	2	20	20	20
Tubo 1x75	344	93.75	32.25	0	11	2	20	20	20
Tubo 2x40	176	100	17.6	0	11	2	20	20	20
Tubo 1x40	300	50	15	0	11	2	20	20	20
Tubo 1x20	23	25	0.575	0	11	2	20	20	20
Incandescente 100w	9	100	0.9	0	11	2	20	20	20
Incandescente 75w	6	75	0.45	0	11	2	20	20	20

Tabla 6.2.18 horas de uso de lámparas actual de la biblioteca central con horario de verano

Y la tabla donde se muestran las potencias logradas con las lámparas propuestas. Y los horarios de verano.

Lámparas propuestas y horas de uso de la biblioteca central, horario de verano									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. Con balastro	Pot. Total	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
		W	Kw	Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				Hrs	Hrs	Hrs	No.	No.	No.
Tubo T8 2x59W	420	147.5	61.95	0	11	2	20	20	20
Tubo T8 1x59W	344	73.75	25.37	0	11	2	20	20	20
Tubo T8 2X32W	176	80	14.08	0	11	2	20	20	20
Tubo T8 1x32W	300	40	12	0	11	2	20	20	20
Tubo T8 1x17W	23	21.22	0.488	0	11	2	20	20	20
FLC de 25W	9	25	0.225	0	11	2	20	20	20
FLC 20W	6	20	0.12	0	11	2	20	20	20

Tabla 6.2.19 Horas de uso de lámparas propuestas de la biblioteca central con horario de verano

Vemos el gran número de lámparas que se utilizan actualmente en las instalaciones de alumbrado en la biblioteca central.

Facturación actual mensual de la biblioteca central en horario de verano									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	kWhr	kWhr	kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kW	\$
0.00	17325.00	3150.00	20475.00	0.00	22434.14	6066.90	28501.04	12407.06	40908.11
0.00	7095.00	1290.00	8385.00	0.00	9187.32	2484.54	11671.86	5080.99	16752.84
0.00	3872.00	704.00	4576.00	0.00	5013.85	1355.90	6369.76	2772.88	9142.64
0.00	3300.00	600.00	3900.00	0.00	4273.17	1155.60	5428.77	2363.25	7792.02
0.00	126.50	23.00	149.50	0.00	163.80	44.30	208.10	90.59	298.69
0.00	198.00	36.00	234.00	0.00	256.39	69.34	325.73	141.80	467.52
0.00	99.00	18.00	117.00	0.00	128.20	34.67	162.86	70.90	233.76
total									75595.58

Tabla 6.2.20 Consumo mensual actual de la biblioteca central con horario de verano

Como se esperaba el gasto es muy elevado, esto es porque se cuenta con un gran número de lámparas. Y ahora veremos cuanto podremos ahorrar con nuestra propuesta.

Facturación actual mensual de la biblioteca central en horario de verano									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	KWhr	kWhr	kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kW	\$
0.00	13629.00	2478.00	16107.00	0.00	17648.19	4772.63	22420.82	9760.22	32181.04
0.00	5581.40	1014.80	6596.20	0.00	7227.35	1954.50	9181.86	3997.04	13178.90
0.00	3097.60	563.20	3660.80	0.00	4011.08	1084.72	5095.81	2218.30	7314.11
0.00	2640.00	480.00	3120.00	0.00	3418.54	924.48	4343.02	1890.60	6233.62
0.00	107.36	19.52	126.88	0.00	139.02	37.60	176.62	76.88	253.50
0.00	49.50	9.00	58.50	0.00	64.10	17.33	81.43	35.45	116.88
0.00	26.40	4.80	31.20	0.00	34.19	9.24	43.43	18.91	62.34
total									59340.39

Tabla 6.2.21 Consumo mensual propuesto de la biblioteca central con horario de verano

Con estas dos tablas podemos calcular el ahorro provocado por la propuesta en este edificio. Restando los totales de lo actual con lo propuesto vemos que se ahorran \$16255.19, no es de los mayores ahorros de nuestros ejemplos, como se esperaba, pero los 16 mil pesos son una muy buena razón para realizar esta propuesta. Veamos ahora como cambia este ahorro con el horario normal.

Horario normal.

Lámparas actuales y horas de uso de la biblioteca central, horario de verano									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. con balastro	Pot.	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
			Total	Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
			W	hrs.	hrs.	hrs.	No.	No.	No.
Tubo 2x75	420	187.5	78.75	0	9	4	20	20	20
Tubo 1x75	344	93.75	32.25	0	9	4	20	20	20
Tubo 2x40	176	100	17.6	0	9	4	20	20	20
Tubo 1x40	300	50	15	0	9	4	20	20	20
Tubo 1x20	23	25	0.575	0	9	4	20	20	20
Incandescente 100w	9	100	0.9	0	9	4	20	20	20
Incandescente 75w	6	75	0.45	0	9	4	20	20	20

Tabla 6.2.22 horas de uso de lámparas actual de la biblioteca central con horario normal

Aquí se presenta el cambio de los periodos horarios para el horario normal. Una vez más se evitara la repetición de datos para las lámparas propuestas será el mismo que el presentado en esta tabla.

Facturación actual mensual de la biblioteca central en horario normal									
Consumos Mensuales kWh				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWh	kWh	kWh	kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kW	\$
0.00	14175.00	6300.00	20475.00	0.00	18355.21	12133.80	30489.01	12407.06	42896.07
0.00	5805.00	2580.00	8385.00	0.00	7516.89	4969.08	12485.97	5080.99	17566.96
0.00	3168.00	1408.00	4576.00	0.00	4102.24	2711.81	6814.05	2772.88	9586.93
0.00	2700.00	1200.00	3900.00	0.00	3496.23	2311.20	5807.43	2363.25	8170.68
0.00	103.50	46.00	149.50	0.00	134.02	88.60	222.62	90.59	313.21
0.00	162.00	72.00	234.00	0.00	209.77	138.67	348.45	141.80	490.24
0.00	81.00	36.00	117.00	0.00	104.89	69.34	174.22	70.90	245.12
total									79269.21

Tabla 6.2.23 Consumo mensual actual de la biblioteca central con horario normal

Veamos ahora como quedan los consumos mensuales del horario normal con las lámparas propuestas.

Facturación mensual de la biblioteca central en horario normal, con la propuesta									
Consumos Mensuales kWh				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWh	kWh	kWh	kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kW	\$
0.00	11151.00	4956.00	16107.00	0.00	14439.43	9545.26	23984.69	9760.22	33744.91
0.00	4566.60	2029.60	6596.20	0.00	5913.29	3909.01	9822.30	3997.04	13819.34
0.00	2534.40	1126.40	3660.80	0.00	3281.79	2169.45	5451.24	2218.30	7669.54
0.00	2160.00	960.00	3120.00	0.00	2796.98	1848.96	4645.94	1890.60	6536.54
0.00	87.84	39.04	126.88	0.00	113.74	75.19	188.94	76.88	265.82
0.00	40.50	18.00	58.50	0.00	52.44	34.67	87.11	35.45	122.56
0.00	21.60	9.60	31.20	0.00	27.97	18.49	46.46	18.91	65.37
total									62224.09

Tabla 6.2.24 Consumo mensual propuesto de la biblioteca central con horario normal

Vemos como los consumos aumentan en este horario pero el ahorro no cambia demasiado, el ahorro en este caso es de \$17045.12 casi mil pesos mas de ahorro que en el horario de verano.

Ahora podemos ver otro tipo de edificios con más oficinas y puestos de trabajo que nuestros últimos ejemplos. Veamos el ejemplo de dos institutos empezamos con el instituto de ecología

Horario de verano

Lámparas actuales y horas de uso del instituto de ecología, horario de verano									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. con balastro W	Pot. Total kW	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
				Base hrs.	Inter. hrs.	Punta hrs.	Base No.	Inter. No.	Punta No.
Tubo 2x75W	68	187.5	12.8	0	11	2	20	20	20
Tubo 2x40W	458	100	45.8	0	11	2	20	20	20
Tubo 4x20W	4	84	0.34	0	11	2	20	20	20
Tubo 4x40W	2	200	0.4	0	11	2	20	20	20
FLC 13W	19	13	0.25	0	11	2	20	20	20
Incandescente 75W	27	75	2.03	0	11	2	20	20	20
Aditivos metálicos 250W	11	250	2.75	0	11	2	20	20	20

Tabla 6.25 horas de uso de lámparas actual del instituto de ecología con horario de verano

Este es el estado actual de la dependencia. Veamos cómo puede ser afectada empleando la propuesta

Lámparas propuestas y horas de uso del instituto de ecología, horario de verano									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. Con balastro W	Pot. Total kW	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
				Base Hrs	Inter. Hrs	Punta Hrs	Base No.	Inter. No.	Punta No.
Tubo T8 2x59W	68	147.5	10	0	11	2	20	20	20
Tubo T8 2x32W	458	80	36.6	0	11	2	20	20	20
Tubo T8 4x17W	4	54.5	0.22	0	11	2	20	20	20
Tubo T8 4x32W	2	200	0.4	0	11	2	20	20	20
FLC 13W	19	13	0.25	0	11	2	20	20	20
FLC 20W	27	75	2.03	0	11	2	20	20	20
Aditivos metálicos 250W	11	250	2.75	0	11	2	20	20	20

Tabla 6.26 horas de uso de lámparas propuestas para el instituto de ecología con horario de verano

Ya con estos horarios y fijado las potencias que manejamos, tanto en el sistema actual como en el sistema propuesto elaboramos las tablas de los consumos facturables del mes de verano.

Facturación actual mensual del instituto de ecología en horario de verano									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Interm.	Punta	Total	Base	Interm.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	kWhr	kWhr	kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kW	\$
0.00	2805.00	510.00	3315.00	0.00	3632.19	982.26	4614.45	2008.76	6623.22
0.00	10076.00	1832.00	11908.00	0.00	13047.41	3528.43	16575.84	7215.79	23791.63
0.00	73.92	13.44	87.36	0.00	95.72	25.89	121.60	52.94	174.54
0.00	88.00	16.00	104.00	0.00	113.95	30.82	144.77	63.02	207.79
0.00	54.34	9.88	64.22	0.00	70.36	19.03	89.39	38.91	128.31
0.00	445.50	81.00	526.50	0.00	576.88	156.01	732.88	319.04	1051.92
0.00	605.00	110.00	715.00	0.00	783.41	211.86	995.27	433.26	1428.54
total									33405.95

Tabla 6.2.27 Consumo mensual actual del instituto de ecología con horario de verano

Facturación mensual del instituto de ecología en horario de verano, con la propuesta									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	kWhr	kWhr	kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kW	\$
0.00	2206.60	401.20	2607.80	0.00	2857.33	772.71	3630.04	1580.23	5210.26
0.00	8060.80	1465.60	9526.40	0.00	10437.93	2822.75	13260.68	5772.63	19033.31
0.00	47.96	8.72	56.68	0.00	62.10	16.79	78.90	34.35	113.24
0.00	88.00	16.00	104.00	0.00	113.95	30.82	144.77	63.02	207.79
0.00	54.34	9.88	64.22	0.00	70.36	19.03	89.39	38.91	128.31
0.00	445.50	81.00	526.50	0.00	576.88	156.01	732.88	319.04	1051.92
0.00	605.00	110.00	715.00	0.00	783.41	211.86	995.27	433.26	1428.54
total									27173.37

Tabla 6.2.28 Consumo mensual con la propuesta en el instituto de ecología con horario de verano

Podemos ver comparando las lámparas actuales y las lámparas propuestas que existiría un ahorro de \$6232.58, bastante bueno para un instituto. Esto se debe primordialmente a la potencia de las lámparas actuales y al uso que se les da en este edificio. Ahora veamos cuanto se ahorraría en un horario normal.

Lámparas actuales y horas de uso del instituto de ecología, horario normal									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. con balastro	Pot. Total	Horas de Operación día			Días de operación mensual		
		W	kW	Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				Hrs	Hrs	Hrs	No.	No.	No.
Tubo 2x75W	68	187.5	12.8	0	9	4	20	20	20
Tubo 2x40W	458	100	45.8	0	9	4	20	20	20
Tubo 4x20W	4	84	0.34	0	9	4	20	20	20
Tubo 4x40W	2	200	0.4	0	9	4	20	20	20
FLC 13W	19	13	0.25	0	9	4	20	20	20
Incandescente 75W	27	75	2.03	0	9	4	20	20	20
Aditivos metálicos 250W	11	250	2.75	0	9	4	20	20	20

Tabla 6.29 horas de uso de lámparas actual del instituto de ecología con horario normal

Esta tabla muestra los nuevos intervalos con sus horas de uso. Prosigamos con las tablas de potencia facturable con los nuevos horarios de uso energéticos

Facturación actual mensual del instituto de ecología en horario de verano									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	kWhr	kWhr	kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kW	\$
0.00	2295.00	1020.00	3315.00	0.00	2971.80	1964.52	4936.32	2008.76	6945.08
0.00	8244.00	3664.00	11908.00	0.00	10675.16	7056.86	17732.02	7215.79	24947.81
0.00	60.48	26.88	87.36	0.00	78.32	51.77	130.09	52.94	183.02
0.00	72.00	32.00	104.00	0.00	93.23	61.63	154.86	63.02	217.88
0.00	44.46	19.76	64.22	0.00	57.57	38.06	95.63	38.91	134.54
0.00	364.50	162.00	526.50	0.00	471.99	312.01	784.00	319.04	1103.04
0.00	495.00	220.00	715.00	0.00	640.98	423.72	1064.70	433.26	1497.96
total									35029.34

Tabla 6.2.30 Consumo mensual actual del instituto de ecología con horario normal

Y ahora pondremos la tabla de los consumos en el horario normal para las lámparas propuestas

Facturación mensual del instituto de ecología en horario de verano, propuesta									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	kWhr	kWhr	kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kW	\$
0.00	1805.40	802.40	2607.80	0.00	2337.81	1545.42	3883.23	1580.23	5463.46
0.00	6595.20	2931.20	9526.40	0.00	8540.12	5645.49	14185.62	5772.63	19958.25
0.00	39.24	17.44	56.68	0.00	50.81	33.59	84.40	34.35	118.75
0.00	72.00	32.00	104.00	0.00	93.23	61.63	154.86	63.02	217.88
0.00	44.46	19.76	64.22	0.00	57.57	38.06	95.63	38.91	134.54
0.00	364.50	162.00	526.50	0.00	471.99	312.01	784.00	319.04	1103.04
0.00	495.00	220.00	715.00	0.00	640.98	423.72	1064.70	433.26	1497.96
total									28493.88

Tabla 6.2.31 Consumo mensual propuesta del instituto de ecología con horario normal

Otra vez en el horario normal se ve un ahorro mayor, sin embargo en este ejemplo del instituto en horario normal se ahorro \$6535.46 lo cual en si no difiere mucho del ahorro en verano. Esto puede ser porque la grafica de demanda es más constante que en los demás edificios.

Otro ejemplo que empleamos en esta tesis es el instituto de ciencias nucleares donde se usan una gran cantidad de lámparas. Pero la mayoría de esas lámparas son las que están propuestas en esta tesis.

Lámparas actuales y horas de uso del instituto ciencias nucleares, horario de verano									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. con balastro	Pot. Total	Horas de Operación día			Días de operación		
		W	kW	Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				Hrs	Hrs	Hrs	No.	No.	No.
Tubo fluorescente 2x32W	146	62	9.052	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente 1x32	121	31	3.751	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente 1x60	22	59	1.298	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente 2x20	18	50	0.9	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente 2x75	5	187.4	0.937	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 26W	48	26	1.248	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 20W	24	20	0.48	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 13W	121	13	1.573	0	11	2	20	20	20
Incandescente 150W	22	150	3.3	0	11	2	20	20	20
Incandescente 75W	2	75	0.15	0	11	2	20	20	20
Vapor de sodio 250W	11	250	2.75	0	11	2	20	20	20
Aditivos metálicos 150W	6	150	0.9	0	11	2	20	20	20

Tabla 6.32 Lámparas actuales y horas en del instituto ciencias nucleares, horario de verano

Lámparas propuestas y horas de uso del instituto ciencias nucleares, horario de verano									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. con balastro	Pot. Total	Horas de Operación día			Días de operación		
		W	kW	Base	Inter.	Punta	Base	Inter.	Punta
				Hrs	Hrs	Hrs	No.	No.	No.
Tubo fluorescente T8 2x32W	146	62	9.052	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente T8 1x32	121	31	3.751	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente 1x60	22	59	1.298	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente 2x20	18	50	0.9	0	11	2	20	20	20
Tubo fluorescente T8 2x59W	5	147.5	0.738	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 26W	48	26	1.248	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 20W	24	20	0.48	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 30W	121	13	1.573	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 13W	22	30	0.66	0	11	2	20	20	20
Fluorescente compacta 30W	2	20	0.04	0	11	2	20	20	20
Aditivos metálicos 150W	11	150	1.65	0	11	2	20	20	20
Aditivos metálicos 150W	6	150	0.9	0	11	2	20	20	20

Tabla 6.33 Lámparas propuestas en del instituto ciencias nucleares, horario de verano

Podemos anticipar a nuestro estudio que el ahorro de este edificio será el más bajo de todo nuestro ejemplos.

Facturación actual mensual del instituto de ciencias nucleares en horario de verano									
Consumos Mensuales kWhr				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWhr	kWhr	kWhr	kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kWhr	\$/kW	\$
0.00	1991.44	362.08	2353.52	0.00	2578.72	697.37	3276.08	1426.14	4702.22
0.00	825.22	150.04	975.26	0.00	1068.58	288.98	1357.55	590.97	1948.52
0.00	285.56	51.92	337.48	0.00	369.77	100.00	469.77	204.50	674.27
0.00	198.00	36.00	234.00	0.00	256.39	69.34	325.73	141.80	467.52
0.00	206.14	37.48	243.62	0.00	266.93	72.19	339.12	147.62	486.74
0.00	274.56	49.92	324.48	0.00	355.53	96.15	451.67	196.62	648.30
0.00	105.60	19.20	124.80	0.00	136.74	36.98	173.72	75.62	249.34
0.00	346.06	62.92	408.98	0.00	448.11	121.18	569.30	247.83	817.12
0.00	726.00	132.00	858.00	0.00	940.10	254.23	1194.33	519.92	1714.24
0.00	33.00	6.00	39.00	0.00	42.73	11.56	54.29	23.63	77.92
0.00	605.00	110.00	715.00	0.00	783.41	211.86	995.27	433.26	1428.54
0.00	198.00	36.00	234.00	0.00	256.39	69.34	325.73	141.80	467.52
									13682.27

Tabla 6.2.34 Consumo mensual actual del instituto de ecología con horario de verano

Vemos que el consumo bajo es debido al uso desde un principio de algunas de las lámparas que en esta propuesta se presenta.

Facturación mensual del instituto de ciencias nucleares en horario de verano, propuesta									
Consumos Mensuales kWh				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWh	kWh	kWh	kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kW	\$
0.00	1991.44	362.08	2353.52	0.00	2578.72	697.37	3276.08	1426.14	4702.22
0.00	825.22	150.04	975.26	0.00	1068.58	288.98	1357.55	590.97	1948.52
0.00	285.56	51.92	337.48	0.00	369.77	100.00	469.77	204.50	674.27
0.00	198.00	36.00	234.00	0.00	256.39	69.34	325.73	141.80	467.52
0.00	162.25	29.50	191.75	0.00	210.10	56.82	266.91	116.19	383.11
0.00	274.56	49.92	324.48	0.00	355.53	96.15	451.67	196.62	648.30
0.00	105.60	19.20	124.80	0.00	136.74	36.98	173.72	75.62	249.34
0.00	346.06	62.92	408.98	0.00	448.11	121.18	569.30	247.83	817.12
0.00	145.20	26.40	171.60	0.00	188.02	50.85	238.87	103.98	342.85
0.00	8.80	1.60	10.40	0.00	11.40	3.08	14.48	6.30	20.78
0.00	363.00	66.00	429.00	0.00	470.05	127.12	597.16	259.96	857.12
0.00	198.00	36.00	234.00	0.00	256.39	69.34	325.73	141.80	467.52
									11578.68

Tabla 6.2.35 Consumo mensual propuesto del instituto de ecología con horario de verano

Y con esto podemos afirmar que el ahorro para este instituto es de \$2103.59 en términos prácticos es un ahorro muy pobre pero abra que analizar si este cambio es prudente para un instituto que ya cuenta con un bajo consumo de potencia. Sin embargo es necesario ver los consumos en horario normal ya que, como hemos visto es la parte del año donde se gasta más dinero en la energía.

Lámparas actuales y horas de uso del instituto ciencias nucleares, horario normal									
Lámpara	Cantidad	Pot.lum. con balastro	Pot. Total	Horas de Operación día			Días de oper. Mensual		
		W	kW	Base Hrs	Inter. Hrs	Punta Hrs	Base No.	Inter. No.	Punta No.
Tubo fluorescente 2x32W	146	62	9.052	0	9	4	20	20	20
Tubo fluorescente 1x32	121	31	3.751	0	9	4	20	20	20
Tubo fluorescente 1x60	22	59	1.298	0	9	4	20	20	20
Tubo fluorescente 2x20	18	50	0.9	0	9	4	20	20	20
Tubo fluorescente 2x75	5	187.4	0.937	0	9	4	20	20	20
Fluorescente compacta 26W	48	26	1.248	0	9	4	20	20	20
Fluorescente compacta 20W	24	20	0.48	0	9	4	20	20	20
Fluorescente compacta 13W	121	13	1.573	0	9	4	20	20	20
Incandescente 150W	22	150	3.3	0	9	4	20	20	20
Incandescente 75W	2	75	0.15	0	9	4	20	20	20
Vapor de sodio 250W	11	250	2.75	0	9	4	20	20	20
Aditivos metálicos 150W	6	150	0.9	0	9	4	20	20	20

Tabla 6.36 Lámparas actuales y horas en del instituto ciencias nucleares, horario normal

Una vez más solo cambian los periodos del horario intermedio y el punta

Facturación actual mensual del instituto de ciencias nucleares en horario normal									
Consumos Mensuales kWh				Costos de Energía Mensual					
Base kWh	Inter. kWh	Punta kWh	Total kWh	Base \$/kWh	Inter. \$/kWh	Punta \$/kWh	Total \$/kWh	Potencia \$/kW	Total \$
0.00	1629.36	724.16	2353.52	0.00	2109.86	1394.73	3504.59	1426.14	4930.73
0.00	675.18	300.08	975.26	0.00	874.29	577.95	1452.24	590.97	2043.21
0.00	233.64	103.84	337.48	0.00	302.54	200.00	502.54	204.50	707.04
0.00	162.00	72.00	234.00	0.00	209.77	138.67	348.45	141.80	490.24
0.00	168.66	74.96	243.62	0.00	218.40	144.37	362.77	147.62	510.40
0.00	224.64	99.84	324.48	0.00	290.89	192.29	483.18	196.62	679.80
0.00	86.40	38.40	124.80	0.00	111.88	73.96	185.84	75.62	261.46
0.00	283.14	125.84	408.98	0.00	366.64	242.37	609.01	247.83	856.83
0.00	594.00	264.00	858.00	0.00	769.17	508.46	1277.63	519.92	1797.55
0.00	27.00	12.00	39.00	0.00	34.96	23.11	58.07	23.63	81.71
0.00	495.00	220.00	715.00	0.00	640.98	423.72	1064.70	433.26	1497.96
0.00	162.00	72.00	234.00	0.00	209.77	138.67	348.45	141.80	490.24
									14347.17

Tabla 6.2.37 Consumo mensual actual del instituto de ecología con horario normal

Vemos como el gasto mensual se incrementa como lo supusimos

Consumos Mensuales kWh				Costos de Energía Mensual					
Base	Inter.	Punta	Total	Base	Inter.	Punta	Total	Potencia	Total
kWh	kWh	kWh	kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kWh	\$/kW	\$
0.00	1629.36	724.16	2353.52	0.00	2109.86	1394.73	3504.59	1426.14	4930.73
0.00	675.18	300.08	975.26	0.00	874.29	577.95	1452.24	590.97	2043.21
0.00	233.64	103.84	337.48	0.00	302.54	200.00	502.54	204.50	707.04
0.00	162.00	72.00	234.00	0.00	209.77	138.67	348.45	141.80	490.24
0.00	132.75	59.00	191.75	0.00	171.90	113.63	285.53	116.19	401.73
0.00	224.64	99.84	324.48	0.00	290.89	192.29	483.18	196.62	679.80
0.00	86.40	38.40	124.80	0.00	111.88	73.96	185.84	75.62	261.46
0.00	283.14	125.84	408.98	0.00	366.64	242.37	609.01	247.83	856.83
0.00	118.80	52.80	171.60	0.00	153.83	101.69	255.53	103.98	359.51
0.00	7.20	3.20	10.40	0.00	9.32	6.16	15.49	6.30	21.79
0.00	297.00	132.00	429.00	0.00	384.59	254.23	638.82	259.96	898.77
0.00	162.00	72.00	234.00	0.00	209.77	138.67	348.45	141.80	490.24
									12141.36

Tabla 6.2.38 Consumo mensual propuesto del instituto de ecología con horario normal

En esta parte del año el ahorro es de \$2205.81 pero tampoco se incrementa mucho. A continuación se presentara un estudio para ver la importancia de la inversión necesaria para esta propuesta. Podremos analizar en que lugares es conveniente aplicarla o bajo qué criterios podríamos dejar algún sitio de la universidad sin modificaciones.

Inversión inicial y recuperación de la inversión.

Primero es necesario buscar el precio estandarizado de las lámparas que estamos proponiendo. Esta tabla será nuestra base para el estudio de la inversión inicial necesaria para nuestros ejemplos vistos en este capítulo, incluyendo los sistemas de balastro para las lámparas tubulares.

Lámpara	precio p/u (\$)
Fluorescente Compacta 23 W	59
Fluorescente Compacta 26 W	51
Fluorescente Compacta 20 W	42
Fluorescente Compacta 25 W	60
Fluorescente lineal T8 1x17	27
Fluorescente lineal T8 1x32	25
Fluorescente lineal T8 1x59	63
Aditivos Metálicos 175W	172
Aditivos Metálicos 320W	250
Balastro T8 1x17 W	90
Balastro T8 1x32 W	90
Balastro T8 1x59W	100
Balastro T8 2x17W	120
Balastro T8 2x32W	120
Balastro T8 2x59W	200
Balastro T8 4x17W	220
Balastro T8 4x32W	220

Tabla 6.2.39 precios estandarizados

A partir de esta lista de precios podemos definir el gasto necesario para realizar los cambios necesarios para cada uno de nuestros ejemplos.

Facultad de química

Verificando el número de sistemas que se proponen en este ejemplo y multiplicando por los precios de la tabla anterior podemos ver la inversión.

Lámpara	Cantidad	Precio por sistema \$	Totales \$
2X32W	1619	170	275230
1X32W	18	115	2070
2X59W	64	326	20864
1X59W	171	163	27873
23W	5	59	295
Inversión			326332

Tabla 6.2.40 Inversión necesaria para la facultad de química

Como vemos para las lámparas propuestas se necesitaría la cantidad de \$32,6332 para la instalación de todas las lámparas y sus balastos. Ahora suponiendo los meses del año donde el precio del consumo por mes es más bajo, nos referimos al de verano, con un ahorro mensual de \$23058.38\$, y recordando que el ahorro producido en horario normal no aumenta mucho podemos hacer el cálculo con este valor. Obtenemos una recuperación de 14.15 meses, lo que también puede ser dicho como 1 año 2 meses y 6 días.

Facultad de ciencias políticas.

Veamos primero la inversión inicial en la tabla de lámparas necesarias tomando en cuenta solo las lámparas que es necesario sustituir.

Lámpara	Cantidad	precio por sistema \$	Totales \$
LF 2X59W,T8	356	326	116056
LF 2X32W,T8	150	170	25500
Reflector de aditivos metálicos 175W	17	172	2924
Reflector de aditivos metálicos 320W	1	250	250
Inversión			144730

Tabla 6.2.41 Inversión necesaria para la facultad de ciencias políticas

En este caso ya había instaladas algunas lámparas T8, es importante solo contar las lámparas que es necesario sustituir. Vemos que para este caso el costo de sustituir todas las lámparas ineficaces es de \$14,4730 lo cual es bastante más grande que en el ejemplo de la facultad de química. Esto es por la gran cantidad de los conjuntos de lámparas y balastro para el sistema 2x59. Para ver en cuanto tiempo se recuperaría esta inversión hay que recordar que el ahorro en el periodo de verano, donde se ve el ahorro más bajo. El cual es

de \$6736.18 y haciendo cuentas se estima la recuperación de la inversión en 21.49 meses, que es lo mismo que en un año, 9 meses y 30 días. Como vemos aunque el precio de la inversión es muy alta, también presenta un ahorro muy alto, el mas alto de los ejemplos mostrados; por lo que la inversión se recupera rápidamente.

Biblioteca central.

Veamos la tabla de la inversión requerida

Lámpara	Cantidad	Precios por sistema \$	Totales \$
Tubo T8 2x59W	420	326	136920
Tubo T8 1x59W	344	163	56072
Tubo T8 2X32W	176	170	29920
Tubo T8 1x32W	300	115	34500
Tubo T8 1x17W	23	117	2691
FLC de 25W	9	60	540
FLC 20W	6	42	252
Inversión			260895

Tabla 6.2.42 Inversión necesaria para la facultad de ciencias políticas

Este edificio necesita un cambio radical de lámparas, sin embargo la inversión no es tan grande, vemos en la tabla que se necesitan \$260895 para la compra de todas las lámparas. Y recordando que el ahorro más bajo de este edificio con la propuesta es de \$16255.19, y haciendo cálculos podemos saber que 17 meses. Es decir 1 año con 5 meses. Como vemos tampoco se necesita mucho tiempo para recuperar la inversión inicial.

Instituto de ecología

Revisemos el dinero que es necesario para realizar la propuesta

Lámpara	Cantidad	precios por sistema \$	totales \$
Tubo T8 2x59W	68	326	22168
Tubo T8 2x32W	458	170	77860
Tubo T8 4x17W	4	328	1312
Tubo T8 4x32W	2	320	640
FLC 13W	19	52	988
FLC 20W	27	42	1134
Inversión			104102

Tabla 6.2.43 Inversión necesaria en el instituto de ecología para la propuesta

Al ser un lugar pequeño tiene un número pequeño de lámparas por lo que la inversión inicial no es muy grande, Hablamos de \$104102, y si recordamos que para este instituto el ahorro es de \$6232.58 el cual es un buen ahorro. Haciendo cálculos podemos saber que en aproximadamente un año y 4 meses la inversión puede ser recuperada.

Instituto de ciencias nucleares

Este es el ejemplo más modesto de esta tesis, por lo que la inversión inicial debe ser la menor

Lámpara	Cantidad	Prasios por sistema \$	Totales \$
Tubo T8 2x59W	5	326	1630
FLC 30W	22	65	1430
FLC 20W	2	42	84
Aditivos metálicos 150W	11	170	1870
Inversión			5014

Tabla 6.2.44 Inversión necesaria en el instituto de ciencias nucleares para la propuesta

Como era de esperarse este lugar necesita muy pocos cambios, veamos en cuanto tiempo se recuperaría la inversión, la inversión inicial es de \$5014 y el ahorro mensual en verano es de \$2103.59 por lo que la inversión se recuperaría en 3 meses. Con estos datos pueden decidir si vale la pena o no hacer el cambio de las lámparas necesarias de este edificio.

Como ya se ha demostrado a lo largo de esta tesis el cambio de alumbrado por tecnologías más eficaces nos trae muchos beneficios. Y como acabamos de ver el dinero necesario al principio, se ve que sería necesario inversiones fuertes y que los resultados de esta actualización de nuestros equipos no serian visibles en un corto plazo. Ahora sabemos que esto no es verdad, podemos afirmar que el ahorro ira pagando rápidamente el dinero de la inversión.