

**Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional.
Universidad Nacional del Sur.
Universidad Nacional del Comahue.**

**ANÁLISIS COMPARATIVO RESULTANTE DE LA UTILIZACIÓN DE
ENERGÍAS RENOVABLES EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA**

Trucco, Guido Alejandro*, Cedrón, Nicolás*, Rolón, Hugo, Pavlicevic, Juan

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
Camino de Cintura y Juan XXIII (1832) Lomas de Zamora, Argentina*

guidotrucco@hotmail.com, cedronnico@gmail.com, horolon@gmail.com, jpavlicevic@gmail.com

RESUMEN.

Resulta evidente que el contexto energético argentino, la población y el medio ambiente en general requieren un fuerte involucramiento de todas las partes interesadas en pos de reducir el consumo de energía y migrar paulatinamente a una matriz de generación con una componente renovable más fuerte.

Es por esto que la Universidad Nacional de Lomas de Zamora realizó el análisis comparativo entre situación actual y resultante de realizar un recambio lumínico en todo el complejo y comenzar a abastecer parte de sus consumos en forma sustentable con el objetivo de lograr una reducción franca de una de las fuentes de uso más importantes del Campus y proveer a la Institución de una fuente renovable de generación que permita no solo la producción de energía eléctrica “per se” sino también la concientización en el uso de este tipo de tecnologías, la importancia de la eficiencia energética y la capacitación en la operación y mantenimiento de estos equipamientos.

Palabras Claves: Eficiencia energética, energías renovables, desarrollo sustentable, medio ambiente, universidad.

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Lomas de Zamora (en adelante UNLZ) es una Institución Educativa que funciona desde el 13 de octubre de 1972 y posee un complejo de aproximadamente 100 hectáreas situado en la intersección de Juan XXIII y Camino de Cintura perteneciente al partido de Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Tiene un promedio de 9 mil ingresantes por año y alrededor de 45 mil alumnos regulares en las Facultades de Ingeniería, Derecho, Ciencias Sociales, Ciencias Económicas y Agronomía con una extensa oferta de carreras de grado y postgrado. Cuenta con instalaciones administrativas, de rectorado, deportivas, radiales y un gran número de laboratorios de distinta índole. Con un recurso humano de más de 2300 personas esta Universidad constituye un establecimiento educativo fundamental para el desarrollo académico de los habitantes de la zona sur del conurbano bonaerense. [1]

En términos de regulación, a nivel nacional existen antecedentes normativos de energías renovables que derivaron en la ley 26.190 sobre Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía en el 2006. Lamentablemente, debido a condiciones económico-financieras de la época no fue posible cumplir con la meta del 8% de fuentes renovables en la matriz de generación proyectada para el 2016. Por tal motivo en el 2015 fue aprobada la ley 27.191 (reformando a la Ley 26.190) extendiendo al 31 de diciembre del 2017 el objetivo de tener una matriz de generación con el 8% de energías renovables, estableciendo también para grandes consumidores la obligación de sustituir el 30% de su energía por renovables en los próximos 5 años siendo objeto del Decreto Reglamentario 531/2016.

A su vez, a nivel local, se dieron una serie de sucesos que impulsaron a la Dirección de la UNLZ a plantearse la necesidad de tomar acciones frente al creciente consumo energético del Campus. Los disparadores fueron, entre otros, los siguientes:

- Cambios en la manera actual de gestionar los recursos energéticos tendientes a la disminución de consumos energéticos y aseguramiento de la sustentabilidad ambiental.
- Cambios comportamentales en la sociedad enfocados al cuidado del medio ambiente y los recursos no renovables.
- Cambios en la normativa legal del país debido a la aprobación de la ley 27.191.
- Aumento de las tarifas del servicio eléctrico.
- Incremento de los cortes en el suministro de energía eléctrica por parte del distribuidor.

Por estos motivos, en el año 2017 (declarado como “Año de las Energías Renovables”) [2] la Dirección de la UNLZ solicita a la Facultad de Ingeniería realizar un estudio para asegurar que parte de la energía consumida por la Institución fuera proveniente de fuentes renovables y en paralelo evaluar y realizar proyectos para disminuir los consumos energéticos del complejo.

2. PROYECTOS DE GENERACIÓN RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

2.1 Proyectos de generación renovable

2.1.1 Análisis de los consumos energéticos del campus de la UNLZ para determinar el generador.

Una de las acciones tendientes a incrementar la sustentabilidad ambiental de la UNLZ consistió en analizar la compra, montaje y puesta en servicio de un generador de energía que provenga de fuentes renovables.

Para poder establecer el tipo de tecnología renovable a utilizar primero resultaba necesario establecer el alcance del proyecto. Por la relevancia que tiene contar con suministro eléctrico en las aulas y edificios (la mayoría de las clases son en el turno nocturno), se decidió comenzar por otro de los consumos más críticos del complejo: la iluminación de los estacionamientos. Contar con energía eléctrica renovable posibilita también un aumento de la seguridad del complejo, ya que ante cortes de suministro la iluminación de estas playas queda fuera de servicio. [3-5]

El Campus cuenta con 10 playas de estacionamiento para alumnos y docentes (Figura 1). En este caso la instalación eléctrica no está realizada como un anillo para distribuir la energía sino que la distribución de estos tableros de iluminación es modular (es decir, hay 1 tablero por estacionamiento que comanda el funcionamiento de los circuitos asociados al mismo). Por otro lado, la alimentación a cada tablero es trifásica y de cada una de las fases se conectan una determinada cantidad de artefactos.

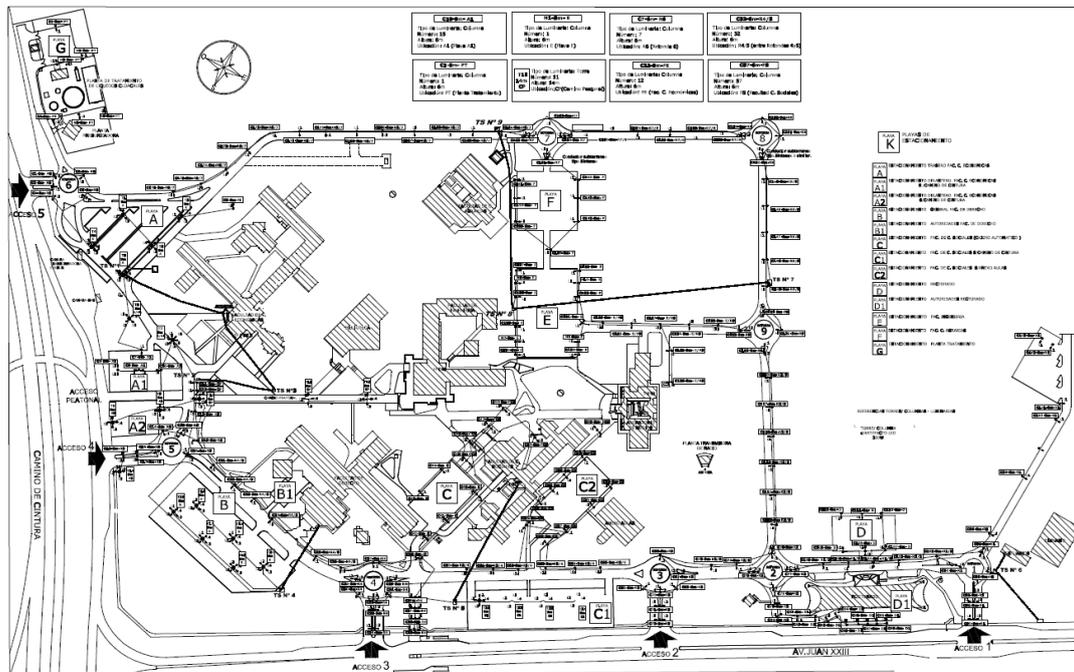


Figura 1 Campus Universitario.

Cada una de estas playas cuenta con iluminación por reflectores led marca PHILIPS modelo TANGO G2 y/o reflectores marca NOVA LED modelo SILVANYA que se funcionan gracias a una fotocélula que comanda el encendido o apagado

Para poder determinar la potencia del generador a instalar se realizó un relevamiento de los consumos con el objetivo de conocer la potencia consumida por circuito [3-5]. Se realizaron mediciones con pieza amperométrica en cada una de las fases con todos los consumos en servicio y se determinó que la potencia instalada era de 51.255,6 W y 307,54 kWh/día, con un funcionamiento de 6 horas por día (de 10:00 pm a 6:00 am) (Figura 2).

Fecha de ensayo 28/07/2017

Cálculo de potencia consumida por los tableros relevados de iluminación de playas de estacionamiento y senderos:

	Tablero de Servicio N°1		Tablero de Servicio N°2		Tablero de Servicio N°3		Tablero de Servicio N°4		Tablero de Servicio N°5	
Fase	I (amp)	Pot (W)								
R	7,3	1606	13,3	2926	12,6	2772	15,1	3322	11,6	2552
S	6,9	1518	5,17	1137,4	8,6	1892	6,25	1375	7,6	1672
T	6,45	1419	2,5	550	1,3	286	4,5	990	2,5	550
Total	-	4543	-	4613,4	-	4950	-	5687	-	4774

	Tablero de Servicio N°6		Tablero de Servicio N°7		Tablero de Servicio N°8		Tablero de Servicio N°9		Tablero playa C	
Fase	I (amp)	Pot (W)	I (amp)	Pot (W)						
R	15,07	3315,4	4,4	968	6,9	1518	4,48	985,6	8,5	1870
S	4,07	895,4	5	1100	1	220	3,4	748	1	220
T	11,23	2470,6	4,56	1003,2	6,3	1386	7	1540	8,03	1766,6
Total	-	6681,4	-	3071,2	-	3124	-	3273,6	-	3856,6

	Tablero de Playa C2	
Fase	I (amp)	Pot (W)
R	15,07	3315,4
S	4,07	895,4
T	11,23	2470,6
Total	-	6681,4

Potencia total: 51.255,6 W
 Horas de func. / día : 6 horas

➔

Energía diaria:
 307.533,6 Wh / día ➔ 307,54 kWh / día

Figura 2 Cálculos de potencia consumida

En función de esta información, se decide limitar el alcance del proyecto a los paneles de las playas A, A1, A2, B, C1, y corredor entre Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias Económicas, correspondientes a los tableros de servicio 1, 2, 3, 4 y 5. (Figura 3)

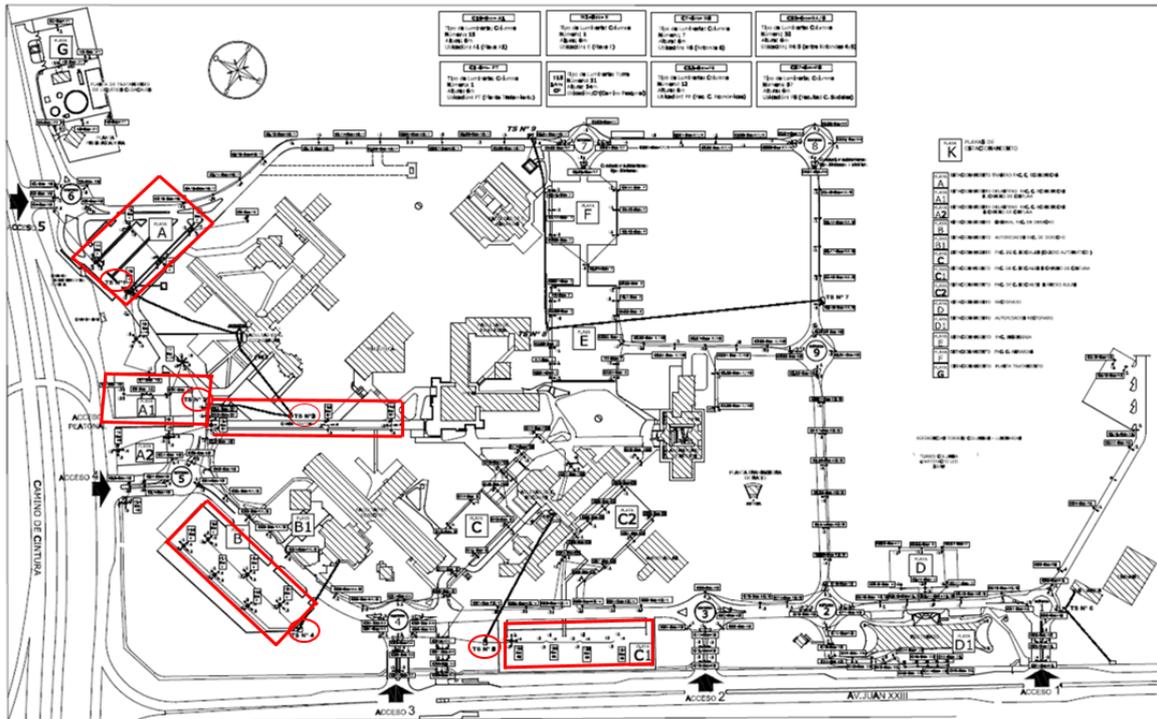


Figura 3 Ubicación de los Futuros paneles

Por este motivo la potencia que debe suministrar el generador será de 24,6 kW para 147,5 kWh/día.

2.1.2 Análisis de alternativas de generadores renovables

Luego de haber determinado el alcance del proyecto, los consumos energéticos y la potencia y cantidad de energía requerida, el equipo de la Facultad de Ingeniería de la UNLZ decidió analizar las alternativas existentes en el mercado para determinar cuál sería la más viable en términos técnicos y económicos.

Las alternativas analizadas fueron:

-Generador de energía eólica:

Consiste en el montaje de uno o dos generadores eólicos para abastecer los consumos de la universidad.

-Ventajas:

- Con vientos suficientes sería posible generar una gran cantidad de energía con una instalación relativamente simple.
- Alto impacto visual.
- Requiere un espacio comparativamente reducido para su montaje.

-Desventajas:

- Inversión inicial comparativamente alta.
- Alto costo de operación.
- Alto costo de mantenimiento.
- Imposibilidad de ser viable económicamente en zonas donde los vientos no fueran suficientes.

A priori esta alternativa fue descartada técnicamente ya que la región no cuenta con vientos suficientes. Para Lomas de Zamora la velocidad media de vientos es de 4,1 m/s lo cual podría generar 259,18 MWh/año luego de una inversión estimada de 500.000 USD, que además de superar el presupuesto establecido por la UNLZ no se recupera la inversión en los plazos requeridos.

Por este motivo se procedió al análisis de un generador a través de paneles solares. Se detectaron ventajas de su uso tales como:

- Este tipo de tecnología demanda un bajo costo de operación y mantenimiento
- No genera ruidos de ningún tipo.
- La implementación es modular (puede ser implementada en varias etapas).
- Alto impacto visual y social.
- Costo de implementación comparativamente inferior al eólico.

También se detectaron las siguientes desventajas:

- Necesidad de reemplazar las baterías al finalizar su vida útil.
- Requiere un gran espacio para su montaje.

pases y zanjos de cables subterráneos deberán realizarse con máquina zanjeadora y tunelera, sin afectar al paso de transeúntes o vehículos.

Para el apoyo de los soportes de los módulos fotovoltaicos, se construirán pilotines los cuales sobresaldrán 30 cm del suelo circundante como mínimo. Los mismos estarán construidos con hormigón armado de acuerdo a las normas CIRSOC 102-Acción del viento.

Debido a que las baterías estarán ubicadas a la intemperie, se deberá construir una base de hormigón incluyendo un basing de volumen 110% del volumen del total del líquido a contener para ubicarlas y se deberá proveer también rack y cubierta de las mismas. El basing deberá ser de hormigón con terminación con pintura epoxy. El código RAL de color será establecido por el inspector de Obra designado por la UNLZ.

Documentación a entregar:

- Memoria de cálculo detallada
- Ingeniería de detalle constructiva y de conexiones
- Planos del generador fotovoltaico, conexiones internas y a los tableros
- Gestión de cambio sobre planos existentes
- Manuales de los equipos y detalles técnicos de cada uno de los equipos
- Manual de mantenimiento

2.2. Proyectos de eficiencia energética

2.2.1 Relevamiento de Aparatos Lumínicos existentes en el campus de la UNLZ para determinar el alcance de la reconversión lumínica.

El consumo energético se ha incrementado en los últimos años, y con ello la contaminación ambiental debido a que un gran porcentaje de la energía eléctrica se obtiene a partir de combustibles fósiles. Por este motivo, y con el objetivo de reducir la contaminación, además de generar energía eléctrica a través de energías renovables, se comenzaron a implementar proyectos de eficiencia energética.

Como respuesta a este cambio que se viene implementando en la matriz energética, la Universidad Nacional de Lomas de Zamora puso en práctica, medidas, métodos y proyectos tendientes a lograr una disminución en el consumo energético. Para ello llevó a cabo un proyecto de reconversión lumínica en cada uno de los edificios que componen el Campus Universitario para migrar la iluminación existente, de la tecnología tradicional a tecnología LED.

2.2.2 Relevamiento de Campo

El relevamiento de campo incluyó los siguientes edificios del Campus Universitarios, Edificio del Rectorado, Edificio de la Facultad de Ciencias Sociales, Edificio de la Facultad de Ciencias Económicas, Edificio de la Facultad de Derecho, Edificio de la Facultad de Ingeniería, Edificio de la Facultad de Ciencias Agrarias, Edificio del Laboratorio de Medios y Áreas de servicio Complejo Universitario. (Figura 5)

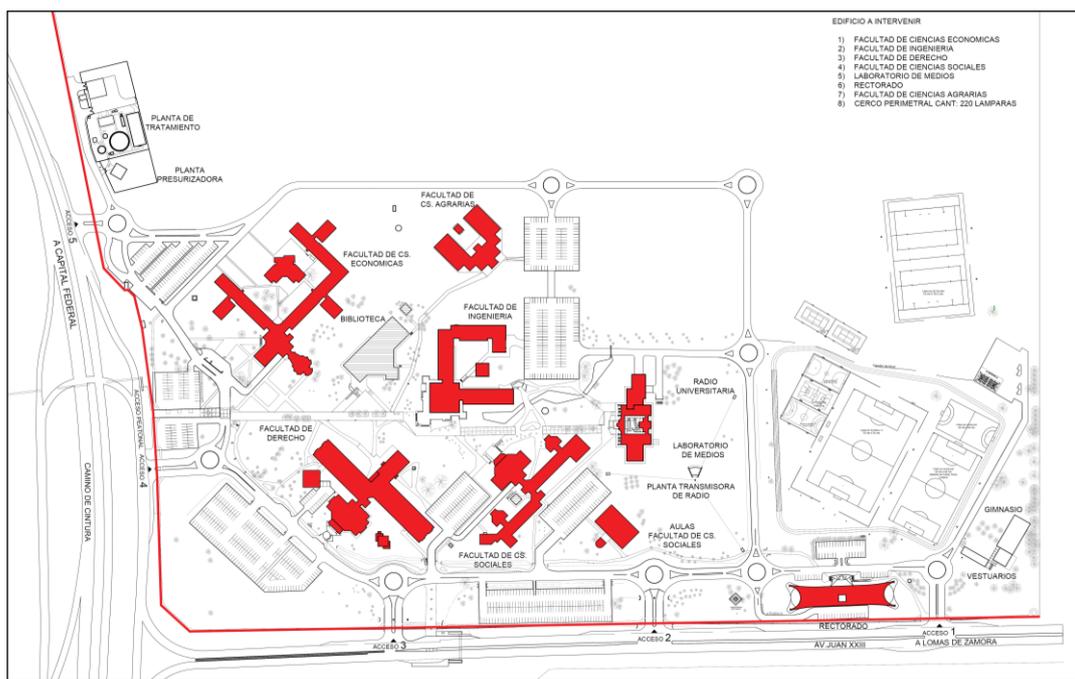


Figura 5 Edificios a intervenir

A fin de determinar el alcance de la reconversión lumínica, se realizó en cada uno de los edificios, un relevamiento lumínico que consistió en un recuento de artefactos colocados en Aulas, laboratorios, locales de administración, sectores de pasillos y baños públicos. Además se tuvo en cuenta la iluminación exterior de los edificios.

En el mismo, se determinaron cantidades, modelos y tipo de iluminación colocada, con el objeto de precisar el consumo energético por cada edificio.

Para la ejecución en campo, se preparó una planilla de relevamiento (Figura 6), en la cual se detallaron los tipos de locales, la ubicación de cada uno de ellos dentro del establecimiento, la cantidad de artefactos portalámparas, el tamaño y forma de los mismos, la cantidad de lámparas y tubos, los tipos y modelos, y por último se definió el lugar de anclaje de estos artefactos y la potencia instalada.

PLANILLA DE RELEVAMIENTO PARA RECONVERSION LUMÍNICA								
EDIFICIO :								
FECHA :								
INSPECTOR:								
Local	Ubicación	Cantidad de tubos /lámparas	Cantidad de artefactos portantes de tub/lam	Tamaño y forma del artefacto	Tipo /modelo	Lugar de anclaje	Potencia instalada (W)	Total (W)
Hall central	Planta baja	6	6	1300 x 270 Rectangular	Tubos fluorescentes 1200mm	Techo	40	240
Aula	Planta baja	24	12	Rectangular 1550 x 270.	Tubos fluorescentes 1500mm	Embutido	54	1296
Pasillo ala derecha	Planta Alta	54	27	Rectangular 1550 x 270.	Tubos fluorescentes 1500mm	Techo	54	2916

Figura 6 Planilla de relevamiento de campo

Además se realizó un replanteo de la ubicación de cada luminaria en los distintos edificios que servirá para la compra de las mismas, bajo licitación pública y quedará como documentación de la dirección de obras de la Universidad para futuros proyectos.

2.2.3 Análisis de los datos relevados en Campo

El relevamiento realizado permitió establecer las características generales de iluminación de cada uno de los edificios, la cantidad de artefactos instalados, tipos y modelos de lámparas y tubos colocados, así como también el consumo total (Figura 7). A su vez permitió establecer la cantidad de aparatos a Migrar.

Facultad	Cantidad de tubos/lámparas/R eflectores/etc	Cantidad de artefactos portantes de tub/lam	Cantidad artefactos LEDS	Total de artefactos a cambiar	Potencia estimada (W)
Ingeniería	1931	1007	1	1006	103784
Agrarias	1010	542	5	537	47509
Sociales	2340	1110	78	1032	92258
Medios	541	381	12	369	24244
Económicas	1815	1284	101	1183	67489
Derecho	1437	886	4	882	80393
Rectorado	836	696	0	696	18828
Áreas de servicio Complejo Universitario	721	721	0	721	25956
Total	10631	6627	201	6426	460461

Figura 7 Cantidades relevadas

Durante el relevamiento se encontró que algunos edificios ya poseían artefactos de iluminación LEDS. Por lo tanto la cantidad relevada no será la misma a migrar.

Debido a la gran cantidad de variedad de tipos de artefactos de iluminación relevados, se decidió homogenizar y unificar las luminarias LEDS a adquirir, pensando en el futuro mantenimiento.

Una vez obtenidas las cantidades y características de la iluminación existente se procedió a definir los tipos de artefactos por los cuales se reemplazarían.

Los tipos de artefactos a instalar estarán acordes a las actividades a desarrollar en cada sector y los niveles de iluminación deberán ser los recomendados por la Asociación Argentina de Luminotécnica. Todos los artefactos se deberán colocar con sus respectivas lámparas. [6-8]

Detalle y descripción de los artefactos LEDS a migrar:

- **Panel LED 48/50W de Embutir y Aplicar.** Dimensiones 600 x 600 mm con marco de aluminio y lámina de policarbonato color blanco provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K.

- **Panel LED 18W redondo Flat de Embutir y Aplicar** con cuerpo de aluminio y difusor de policarbonato opal. Diámetro 225 mm color blanco provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K
- **Panel LED 24W redondo Flat de Embutir** con cuerpo de aluminio y difusor de policarbonato opal. Diámetro 310 mm color blanco provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K
- **Tubos LED 18W T8**. Largo 1200 mm color blanco provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K
- **Artefacto tipo plafón estanco IP65** realizado en policarbonato. Refractor en chapa de acero lacado blanco. Cubierta difusora protectora de policarbonato transparente prismado. Con ganchos de sujeción de acero inoxidable con sistema imperdible. Apto para 2 tubos LED. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K
- **Artefacto tipo plafón doble de aluminio de Embutir y Aplicar:** Apto para 1 o 2 tubos LED, según corresponda. Con pantalla reflectora acanalada, o doble parabólica, en cualquiera de los dos casos debe ser desmontable y no poseer louver. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K
- **Proyector LED 100W/50W/30W IP65**, en aluminio inyectado o similar, con aletas disipadoras térmicas. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K
- **Lámpara Led Dicro 7W**. Provista con 32 Led, color blanco con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K
- **Lámpara común Led 9W E27**. Tonalidad de luz blanco neutro 4000K

Una vez definido los aparatos a migrar se volvieron a realizar los planos con el replanteo final de los artefactos migrados a tecnología LED. (Figura 8)



Figura 8 Replanteo planta baja Facultad de Ingeniería con Migración a Iluminación LED

2.2.4 Análisis y cálculo de ahorro

Definido el tipo y cantidades de luminarias LED a colocar en cada edificio se procedió a realizar el análisis y cálculo de ahorro que se puede conseguir migrando a tecnología LED.

El mismo consistió en una comparación del consumo relevado en campo contra el consumo esperado una vez realizada la migración.

A continuación se presenta la planilla de artefactos LEDs a migrar surgida del relevamiento realizado.

Tipo / Modelo Artefacto y Lámparas Led a Colocar	Cantidad de Artefactos a Proveer	Consumo (W)
Artefacto Panel Led 48/50 watts para Embutir 60 x 60 cm con marco de aluminio y lámina de policarbonato color blanco provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	609	29232
Artefacto Panel Led 48/50 watts para Aplicar 60 x 60 cm con marco de aluminio y lámina de policarbonato color blanco provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	214	10272
Artefacto Panel Led 18 watts redondo flat de embutir con cuerpo de aluminio blanco y difusor de policarbonato opal. Diámetro 225 mm provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	998	17964
Artefacto Panel Led 24 watts redondo flat de embutir con cuerpo de aluminio blanco y difusor de policarbonato opal. Diámetro 310 mm provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	24	576
Artefacto Tipo plafón estanco IP65 realizado en policarbonato. Refractor en chapa de acero lacado blanco. Cubierta difusora protectora de policarbonato transparente prismado. Con ganchos de sujeción de acero inoxidable con sistema impermeable. Con 2 tubos de led 18 watts tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	104	3744
Artefacto Panel Led 18 watts redondo flat de Aplicar con cuerpo de aluminio blanco y difusor de policarbonato opal. Diámetro 225 mm provisto con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	192	3456
Artefacto Tipo plafón aluminio color blanco con fondo para Embutir. Con 2 tubos de led 18 watts tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	40	1440
Artefacto Tipo plafón aluminio color blanco con fondo para Aplicar. Con 2 tubos de led 18 watts tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	1846	66456
Artefacto Tipo plafón aluminio color blanco con fondo para Aplicar. Con 1 tubo de led 18 watts tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	707	12726
Artefacto Tipo Proyector Led de 50 watts tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	29	1450
Artefacto Tipo Proyector Led de 100 watts tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	128	12800
Tubos Led 18 watts T8. Color blanco con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	972	17496
Lámpara Led Dicro 7 watts. Provista con 32 leds, color blanco con fuente de alimentación. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	321	2247
Artefacto Tipo Proyector Led de 30 watts tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	22	660
Lámpara Led 9 watts E27. Tonalidad de luz blanco neutro 4000 K	220	1980
TOTAL	6426	182499

Figura 9 Planilla con aparatos LEDs a migrar

Por lo tanto el ahorro de consumo total realizando la migración a luminarias LEDs puede superar el 250%.

2.1.3 Desarrollo y confección del Pliego de Especificaciones Técnicas para la compra de luminarias LEDs

Luego de haber determinado la cantidad, las características y analizado las ventajas de migrar hacia la iluminación LED, se procede a realizar un detalle de las especificaciones técnica que deberán cumplir las luminarias a adquirir.

Se buscó que el Pliego tenga como finalidad dar los lineamientos de las especificaciones técnicas de las luminarias y dar el marco normativo al que debía ajustarse la instalación. Teniendo en cuenta que serán destinadas a colocarse en una casa de estudio, se determinaron las características que deben cumplir en cuanto a seguridad, temperatura de color, flujo luminoso, potencia, normas de aplicación, etc.

Por lo tanto se definió que:

- Los tipos de artefactos a instalar sean acordes a las actividades a desarrollar en cada sector. Todos los artefactos se deberán colocar con sus respectivas lámparas
- Los niveles de iluminación deberán ser los recomendados por la Asociación Argentina de Luminotécnica y las normas IRAM. [7-9]
- En todos los artefactos descriptos, el rendimiento energético mínimo admisible será de 100 Lúmenes / watt.
- Los artefactos serán de primera marca. Serán conectados a 220 v, deberán proveerse, en los casos que aplique, con los accesorios necesarios para aplicar o embutir según sea el caso.

Forma parte de este pliego de especificaciones los planos de luminarias existentes y de recambio realizados en la etapa de relevamiento y análisis. Además se realizó la planilla final (Figura 10) con la cantidad de artefactos distribuidos en cada ubicación teniendo en cuenta un remanente para futuro mantenimiento.

CANTIDAD Y COLOCACION DE ARTEFACTOS DE ILLUMINACION LED	ECONOMICAS		INGENIERIA		DERECHO		SOCIALES		LABORATORIO		RECTIFICADO		AGORAS		COMPLETO		TOTAL		
	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER CON COLOCACION 1.A	CANTIDAD ARTEFACTOS A PROVEER SIN COLOCACION 1.B	
140	Arreglo Panel Led 40W para 4000 para 4000 de 40 con marco de aluminio y sistema de ventilacion color blanco con fuente de alimentacion. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	66	3	102	15	200	20	110	10	36	10	0	0	0	0	600	60
141	Arreglo Panel Led 40W para 4000 para 4000 de 40 con marco de aluminio y sistema de ventilacion color blanco con fuente de alimentacion. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	0	0	0	0	214	20	0	0	0	0	0	0	0	0	214	20
142	Arreglo Panel Led 10 watts modelo led de montaje conector de aluminio blanco y sistema de ventilacion color blanco con fuente de alimentacion. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	102	15	20	5	200	20	23	5	13	5	173	55	0	0	0	0	886	105
143	Arreglo Panel Led 10 watts modelo led de montaje con conector de aluminio blanco y sistema de ventilacion color blanco con fuente de alimentacion. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	5	0	0	0	0	24	5
144	Arreglo Tipo plafon modelo 60W modelo en policarbonato. Sistema en chapa de acero inoxidable. Cabeza blanca protector de policarbonato con sistema de ventilacion. Con 2 cables de 10 watts modelo de luz blanco neutro 4000 K.	44	10	15	5	0	0	38	5	5	0	4	0	0	0	0	0	154	20
145	Arreglo Panel Led 10 watts modelo led de aplicacion con conector de aluminio blanco y sistema de ventilacion color blanco con fuente de alimentacion. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	17	5	44	10	0	0	54	10	10	10	16	5	0	0	0	0	160	40
146	Arreglo Tipo plafon aluminio color blanco con fondo para 4000. Con 2 cables de led 10 watts modelo de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	0	0	23	5	0	0	17	5	0	0	0	0	0	0	40	10
147	Arreglo Tipo plafon aluminio color blanco con fondo para 4000. Con 2 cables de led 10 watts modelo de luz blanco neutro 4000 K.	432	20	725	35	406	20	276	15	13	0	0	0	0	0	0	0	1340	90
148	Arreglo Tipo plafon aluminio color blanco con fondo para 4000. Con 1 cable de led 10 watts modelo de luz blanco neutro 4000 K.	369	15	207	10	0	0	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	507	35
149	Arreglo Tipo Proyector Led de 30 watts Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	0	0	0	0	56	13	5	0	0	0	2	0	0	0	26	61
150	Arreglo Tipo Proyector Led de 100 watts Tension de luz blanco neutro 4000 K.	27	5	20	5	0	0	28	10	20	5	0	0	22	5	0	0	108	38
151	Tubo Led 10 watts 10. Color blanco con fondo de alimentacion. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	100	0	210	0	60	42	60	0	5	0	0	100	95	0	0	612	610
152	Lampara Led 20W 7 watts. Plafon con 12 led, color blanco con fondo de alimentacion. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	0	0	27	5	4	0	26	30	0	0	0	0	0	0	321	35
153	Arreglo Tipo Proyector Led de 30 watts Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0
154	Lampara Led 10W E27. Tension de luz blanco neutro 4000 K.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	44	220	44
155	Cableado Sistema cable activo para arreglo proyector color blanco	405	0	300	0	0	0	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	0

Figura 10 Cantidades de luminarias LEDs a colocar por cada edificio.

A través un pliego técnico se solicitará que las luminarias a ofertar por los proveedores cumplan con las siguientes especificaciones:

- Las luminarias deberán ser de LED de luz neutra de 4.000K aproximadamente. Serán de estructura y modo de fijación para aplique en techo, cielorraso o para empotrar, según sea el caso.
- La vida útil del conjunto Fuente de luz + Fuente de alimentación (Driver) será como mínimo de 50.000 horas.
- El rango de temperatura ambiente de funcionamiento será de -10°C a +50°C. La carcasa debe ser construida de forma tal que el o los módulos de leds y la fuente de alimentación no superen la temperatura máxima de funcionamiento especificada por el fabricante. No se aceptarán sistemas de disipación activos (convección forzada utilizando un ventilador u otro elemento)
- El diseño de la carcasa externa de la luminaria evitará la acumulación de suciedad y otros elementos, de forma que garantice su funcionamiento sin requerir labores de conservación y limpieza.
- La Luminaria dispondrá de sistema de conexión eléctrica montable que facilite la instalación y mantenimiento. Este sistema no comprometerá el grado de estanqueidad, el aislamiento eléctrico, ni dañara el cable de instalación eléctrica.
- Los elementos de las Luminarias o partes componentes metálicas no podrán desprenderse accidentalmente por efectos de vibraciones o golpes.
- Las Luminarias estarán constituidas por componentes y materiales que no produzcan, en caso de incendio, humos de carácter tóxico, tales como productos halogenados.
- Las Luminarias no estarán constituidas con materiales que pudieran generar algún daño a las personas, como ser tapas de vidrio. El cierre de las luminarias será preferentemente de policarbonato prismático de alta seguridad o similar, es decir, no podrá, como consecuencia de su rotura accidental, producir fragmentos con aristas vivas ni con un peso superior a 2gr.
- Todas las piezas componentes de la luminaria estarán convenientemente tratadas contra la corrosión y adecuadamente pintadas para su acabado final
- La cantidad de artefactos indicados en los planos y planillas deben considerarse como cantidad mínima a instalar. El oferente, en función de la luminaria propuesta, deberá proponer la cantidad de artefactos que garantiza, en todos los locales a intervenir, los niveles establecidos por el Decreto Reglamentario 351/79 y norma IRAM AADL J2006 respetando las cantidades mínimas señaladas. Para ello deberá presentar, junto con la oferta, los cálculos luminotécnicos correspondientes firmados por profesional habilitado. [7-9]
- El rendimiento lumínico o eficacia de la luminaria se calculará como el cociente entre el flujo total emitido y la potencia de línea consumida (incluyendo el consumo del módulo y la fuente de alimentación) expresada en lúmenes / Watts.
- Las luminarias que sean destinadas al uso externo deberán cumplir con un grado de protección IP 65 o mayor.
- Las luminarias serán provistas con una resistencia mecánica al impacto de IK 07, como mínimo.

- Las luminarias tendrán un factor de potencia de 0.90 como mínimo. El oferente deberá adecuar los tableros e interruptores de cada ambiente/edificio para garantizar el normal funcionamiento de las luminarias cumpliendo con los requisitos antes descriptos.
- Para todas las luminarias deberán presentar certificado de Seguridad Eléctrica y estar homologadas por ente habilitado para tal efecto, cumpliendo con las especificaciones técnicas y los requisitos solicitados. Norma IEC 62560 y normas IRAM aplicables, Serie AADL J2001 a 2028 según corresponda. [7-9]

Se definieron además, aspectos constructivos y ambientales que deberá cumplir el oferente:

- Deberá realizarse la instalación de los nuevos artefactos de acuerdo a planos reemplazando los colocados actualmente realizando todas las adaptaciones necesarias para asegurar una correcta terminación.
- Para los cambios en cielorrasos suspendidos se deberán realizar todas las tareas necesarias para dejar el sector en condiciones tales como ajustes de cielorrasos, sellados y pintura. Se deberá tener especial cuidado que no queden huecos entre artefacto y cielorraso pero asegurando que los mismos puedan retirarse fácilmente por lo que no pueden utilizarse pegamentos o enduidos para su fijación y ajuste.
- En los casos de los paneles led de embutir de 600 x 600 mm deberá colocarse un perfil perimetral del tipo perfil T para cielorraso modular de chapa prepintada color blanco.
- Los artefactos de iluminación existentes suspendidos serán reemplazados por artefactos de aplicar debiéndose retirar todo accesorio existente de sujeción de los anteriores.
- En los casos de los artefactos exteriores nuevos a colocar deberá preverse realizar el correspondiente tendido eléctrico. El mismo será realizado desde el tablero seccional más cercano según indique la Dirección General de Obras utilizándose cable tipo Sintenax de sección adecuada y cajas estancas en los empalmes donde se coloquen artefactos. Esta tarea se realizará en los siguientes edificios, Facultad de Ciencias Económicas, Facultad de Ciencias Sociales y Facultad de Ingeniería.
- Las lámparas y artefactos que sean retirados del servicio deberán recibir, a cargo del oferente, un tratamiento adecuado de disposición final, tal que el residuo que pudieran generar no afecte el medio ambiente, y en particular no ponga en riesgo la salud de las personas para lo cual deberá presentarse la documentación pertinente.

Documentación a entregar:

- Catálogos y fichas técnicas de productos
- Manual de mantenimiento de los productos a instalar
- Simulaciones luminotécnicas
- Constancia de disposición, retiro y/o tratamiento de los artefactos retirados.

4. OTROS PROYECTOS

Este análisis comparativo dio lugar a la apertura del debate acerca de la capacitación de los alumnos en temas de sustentabilidad, generación de fuentes renovables y eficiencia energética. Por tal motivo la Facultad de Ingeniería de la UNLZ decidió crear el “Laboratorio de Energías Renovables” designando recursos humanos y financieros para gestionarlo. Luego de evaluar el mercado autorizó la compra de 2 equipos para la enseñanza de estos temas en diferentes materias de las carreras de Ingeniería

Ambos equipos tienen como objetivo principal la capacitación, difusión y generación de nuevo conocimiento en la utilización, operación y mantenimiento de sistemas de energías alternativas y está orientado tanto a docentes como alumnos.

El primero es un módulo didáctico orientado a la generación de energía eléctrica a través de energía solar fotovoltaica.

El segundo equipo es un tablero para entrenamiento en energía solar térmica, orientado al calentamiento de los líquidos y su regulación térmica por efectos de la captación y concentración de la radiación solar.

3. CONCLUSIONES

A los efectos de consideraciones finales sobre estas actividades de reconversión lumínica y agregado de fuentes de generación renovables en el Campus de la UNLZ podemos concluir en los siguientes puntos más relevantes:

1. El exhaustivo análisis realizado en las instalaciones eléctricas del Campus de la UNLZ ha arrojado oportunidades de mejora no solo en el agregado de generadores solares ni recambio de luminarias sino también en la reconfiguración de los diferentes tableros.
2. El recambio lumínico representa una reducción directa de uno de los consumos más importantes del complejo. Su implementación debe ser inmediata y los resultados en términos de calidad, payback y disminución de impacto ambiental son comparativamente altos.
3. La implementación de un sistema de generación fotovoltaico para los consumos de iluminación en estacionamientos puede brindar a la UNLZ de diversos beneficios, no solo

económicos, sino ambientales y de infraestructura. No obstante, se requiere un análisis más profundo para determinar si realizar el proyecto en base a un sistema tipo “off grid” el cual requiere una inversión inicial importante y un costo de renovación de baterías alto o su alternativa “on grid” en la cual la Institución podría entregar parte de la energía generada a la red y tomarla en el momento que se requiera en detrimento de no contar con la posibilidad de iluminar los estacionamientos ante cortes de suministro por parte de la compañía distribuidora.

4. Gracias al análisis realizado se han sentado las bases para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (EnMS ó Energy Management System) basado en la norma ISO 50.001 a partir de la futura incorporación de instrumentación que permita realizar mediciones de energía en diferentes puntos del complejo y acciones concretas para reducir esos consumos, siguiendo el Ciclo de Deming o mejora continua PDCA (Plan, Do, Check, Act). De esta forma podemos:
 - Ayudar a la UNLZ a hacer un mejor uso de sus edificios que consumen energía.
 - Promover las mejores prácticas de utilización de la Energía.
 - Reducir de emisiones de gases de efecto invernadero
 - Otorgar a la UNLZ la posibilidad de poder generar nuevas ofertas académicas vinculadas con la eficiencia energética, energías renovables y sustentabilidad.Como debilidades a esta implementación podemos identificar la poca experiencia que existe a nivel nacional de este Sistema de Gestión, no obstante, resulta desafiante poder convertirse en la primera institución educativa certificada en ISO 50.001.
5. Un resultado inesperado de este análisis fue la posibilidad de incursionar en la creación del “Laboratorio de Energías Renovables” en la Facultad de Ingeniería de la UNLZ. La compra de equipos de laboratorio didácticos y la generación de prácticas para diferentes materias sin duda dotará a la Institución de nueva oferta académica tanto de pre-grado y grado como de postgrado.

Pasos a futuro:

- Realizar el proyecto de generación de energía eléctrica para iluminación de estacionamientos.
- Continuar con recambio lumínico en otras áreas del Campus de la UNLZ.
- Continuar con el desarrollo de prácticas en el Laboratorio de Energías Renovables.
- Entrenar al personal de la UNLZ en la implementación y seguimiento de la norma ISO 50.001.
- Realizar implementación de norma ISO 50.001 en la UNLZ.

Sin duda, hay muchos retos que enfrentar tanto en términos técnicos como en términos organizacionales, pero en virtud de la imperiosa necesidad a nivel global de energía limpia y uso eficiente de la misma, estos desafíos pronto serán superados con éxito.

4. REFERENCIAS.

- [1] Información página web de la UNLZ http://www.unlz.edu.ar/?page_id=1938
- [2] Decreto “año de las energías renovables”
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=270327>
- [3] Miguel Alonso Abella. *Sistemas fotovoltaicos. Introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaica*. Ediciones s.a.p.t. publicaciones técnicas s.l. Año de publicación: 2005
- [4] Perales Benito, Tomás. *Instalación de paneles solares térmicos: componentes, instalación*. [Madrid]: Creaciones Copyright, D. L. 2007, 127 p.
- [5] Enrique Alcor Cabrerizo. *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Promotora General De Estudios (11 de marzo de 2011)
- [6] Sierra, Fernando. (2013). “La iluminación LED en centros docentes”. Fenercom, España. www.luzdya.com
- [7] Norma IEC 62560:2011, *Lámparas LED con balasto automático para servicios de iluminación general por tensión > 50 V - Especificaciones de seguridad*. Año de publicación: 2011
- [8] Norma IRAM AADL J 2006 *Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de iluminación*. Año de publicación: 1996
- [9] Ley N°19587 *Ley de higiene y seguridad en el trabajo*. Año de publicación: 1972
Decreto 351/79, *Higiene y seguridad en el trabajo. Anexo IV Iluminación y color*. Año de publicación: 1979