

REPOTENCIACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE BAJO VOLTAJE MEDIANTE EL REDISEÑO ELÉCTRICO PARA MEJORAR SU EFICIENCIA

REPOWERING OF LOW VOLTAGE FACILITIES THROUGH ELECTRICAL REDESIGN TO IMPROVE EFFICIENCY

Mauricio Mullo Pallo ^{1*}

¹ Carrera de Electricidad, Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0009-0004-4228-4344>. Correo: mmullo.istt@gmail.com

Roberto Segura Flores ²

² Carrera de Electricidad, Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0003-1325-327X>. Correo: rsegura.istt@gmail.com

Jenny Núñez Villacís ³

³ Carrera de Electricidad, Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-2878-4789>. Correo: jnunez.istt@gmail.com

Ricardo Trujillo Núñez ⁴

⁴ Carrera de Electricidad, Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-9762-5458>. Correo: mtrujillo.istt@gmail.com

* Autor para correspondencia: mmullo.istt@gmail.com

Resumen

Las instalaciones eléctricas de los centros de educación superior deben cumplir con las normas vigentes para garantizar su calidad y confiabilidad. Las mejoras realizadas incluyeron el diseño de iluminación y tomas eléctricas, con sus respectivos planos y diagramas unifilares de cada tablero eléctrico y protecciones correspondientes. Además, se reemplazó la canalización de la red eléctrica de iluminación y tomacorrientes para permitir una instalación correcta y se mejoró la distribución de energía con nuevas cajas de control. El cálculo lumínico se realizó en una hoja de cálculo y la simulación con el software DIALux para cumplir con los requisitos establecidos en la norma.

Palabras clave: rediseño; instalaciones; iluminación; voltaje; cargas

Abstract

The electrical facilities of higher education centers must comply with current standards to ensure their quality and reliability. The improvements made included the lighting and electrical outlet design, with their respective plans and single-line diagrams of each electrical panel and corresponding protections. In addition, the electrical network channeling for lighting and power outlets was changed to allow for proper installation and energy distribution was improved with new control boxes. The lighting calculation was carried out on a spreadsheet and simulation with DIALux software to meet the requirements established by the standard.

Keywords: redesign; installations; lightning; voltage; charge

Fecha de recibido: 04/03/2023

Fecha de aceptado: 26/05/2023

Fecha de publicado: 15/06/2023

Introducción

En cualquier aplicación profesional en instalaciones eléctricas constantemente se trabaja con las magnitudes eléctricas más importantes: la tensión, la intensidad, la resistencia eléctrica y la potencia. Por esta razón es importante no sola tener muy claro, sino también manejar los criterios establecidos. En los hogares, cuando se proporciona el recibo de luz se observa que el pago es por la potencia contratada, y por la cantidad de KWh consumidos en dicho periodo de tiempo. Dicho valor es variable y proporciona el contador eléctrico que normalmente en un edificio está ubicado en un armario o local independiente conocido como "cuarto de contadores" (Valenzuela, 2019).

La electricidad es aquella forma de energía, en donde los electrones se desplazan por conductores metálicos. La materia está formada por partículas casi invisibles llamadas átomos, que contienen carga eléctrica positiva (protones) y carga eléctrica negativa (electrones), entre otros. Se llama al flujo de carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de los electrones que orbitan el núcleo de los átomos que componen el conductor (Seguridato, 2018).

Para que haya flujo de corriente eléctrica en un material, se requiere que haya electrones libres que puedan moverse a través del mismo. Los electrones libres son aquellos que no están fuertemente ligados a los átomos y, por lo tanto, pueden ser fácilmente movidos por la aplicación de un campo eléctrico. En ese sentido se distingue entre materiales conductores, semiconductores y aislantes, de acuerdo con su capacidad de transmitir la corriente eléctrica. La corriente trifásica es la forma de electricidad más comúnmente generada y consiste en tres corrientes alternas de idéntica frecuencia y amplitud, dadas en un orden determinado y llamadas fases. Este sistema, producto también de los experimentos de Tesla, es sumamente eficaz y, por ende, el más popular del planeta (Coluccio, 2021).

La corriente monofásica es generada de la toma de una sola fase de la corriente trifásica más un conductor neutro, a su vez esto permite aprovechar la transmisión de energía con tensiones de hasta 230 voltios. A pesar de que se emplea en muchos países por ser suficiente para operar electrodomésticos y muchos otros aparatos que requieren potencia eléctrica (Coluccio, 2021).

El tipo de ropa que debe usar un electricista tiene que estar diseñado en algodón, si va a trabajar con baja tensión. Pero, en situaciones de alta tensión es indispensable el uso de ropa sintética o de poliéster (Casa Lima, 2021). Los dispositivos de protección contra sobrecargas deben manejar interruptores termomagnéticos automáticos elaborados bajo la Norma IEC 60898-1, que practiquen con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091 y bajo los términos de instalación generales que se describen a continuación: dimensionamiento relacionado con la capacidad de los circuitos a proteger y al funcionamiento de las curvas de disparo intensidad-tiempo; se deben alojar en tableros de distribución tipo centro de carga; deben soportar la influencia de los agentes externos a los que estén sometidos con al menos un grado de protección de IP 20 (NEC-SB-IE, 2018).

El sistema de puesta a tierra (PAT) tiene como objetivo proteger a las personas y los dispositivos eléctricos de posibles fallas o cortocircuitos en las infraestructuras eléctricas. El PAT se compone de un conjunto de electrodos que se conectan mediante un conductor de protección (normalmente de color verde y amarillo) a las partes metálicas de los equipos eléctricos y a la tierra, o instalación, el cual protege al circuito de fugas de corriente que pueden darse por cables pelados o artefactos eléctricos a masa. (García, 2021).

Un luxómetro también llamado fotómetro es un instrumento para medir la intensidad luminosa, este equipo de medición lo hace midiendo la luz a través de un sensor de luminosidad, la medición se realiza en unidades de medida como luxes (lx) o *foot candles* (fc), es muy utilizado en la industria de la seguridad y salud ocupacional, con el fin de contar en una empresa con un medidor de luz para monitorear las condiciones de luminosidad (ALCOMAX SAS, 2018).

Por otro lado, los cables eléctricos tienen un aislamiento de alguno de los siguientes colores normalmente: Azul, bicolor verde y amarillo, marrón, gris o negro (NEC-SB-IE, 2018). Todos los cables de colores excepto aquellos que tienen una raya son cables de corriente o de carga. El de uso más común es el rojo. Cuando hay muchos cables, es más fácil identificar dónde va cada cable si usas los de colores (CEPROING S.R.I., 2020).

Se considera cargas especiales aquellas salidas para equipos cuya potencia sobrepasa los 1.500 W, como por ejemplo cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, entre otros; debiendo considerarse para el diseño la potencia de placa de cada uno de los equipos y la cantidad de equipos a ser utilizados (NEC-SB-IE, 2018).

En la ubicación e instalación de los diferentes elementos eléctricos se debe considerar que los tomacorrientes, de uso general, deben ser polarizados para la instalación del cable de protección a tierra (NEC-SB-IE, 2018). Los lugares destinados para actividades académicas, tales como laboratorios, salas de profesores, aulas, oficinas, requieren un nivel de iluminación adecuado que permita realizar las actividades permitiendo tener un buen desempeño laboral y académico. Según la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) instalaciones electromecánicas, capítulo 15, se presentan los niveles establecidos, referente a iluminación promedio en edificaciones destinadas a centros educativos (NEC, 2013).

La iluminación puede tener dos fuentes principales natural y artificial, esta iluminación se puede clasificar en directa, semidirecta, difusa indirecta, etc. Para tener una buena iluminación debemos considerar el uso que se va a dar al lugar, plano de trabajo, ángulo de apertura de las lámparas. Esto permite que el flujo luminoso sea correcto disminuyendo el deslumbramiento (Chimborazo, 2015). Pueden clasificarse de muchas maneras, aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos (eficienciame, 2014).

Las lámparas incandescentes se basan en calentar un filamento de metal con un encapsulado de cristal. Se caracterizan por su bajo coste, la buena reproducción del color y una ineficiencia más que notable. Solamente el 10% de la energía que consume se transforma en luz. La vida útil que presentan es muy reducida y hay que reemplazarlas con mucha frecuencia (Eficienciame, 2014).

Las lámparas fluorescentes son tubos de vidrio que poseen electrodos en sus extremos, en el interior de estos tubos se deposita pequeñas cantidades de argón y vapor de mercurio. Consumen menor cantidad de energía eléctrica a diferencia de las lámparas incandescentes, estas lámparas no se calientan considerablemente, y su vida útil es de aproximadamente 7500 horas. Además, permiten diseñar ambientes homogéneos con bajos niveles de deslumbramiento puede apreciar las partes que conforman una lámpara fluorescente (Obralux, 2014).

Finalmente, la tecnología LED permite tener nuevas y mejores soluciones dentro de los sistemas de iluminación, son dispositivos semiconductores capaces de emitir luz al polarizarse a través de una corriente eléctrica. Su consumo de energía eléctrica es muy bajo y su vida útil es prolongada, sus principales ventajas son: tamaño de lámparas reducidas, muy resistentes a fenómenos climáticos, rápida respuesta al encendido y un alto nivel de eficiencia (TECNOLOGÍA LED, 2017).

El presente estudio se realizó en el campus Palahua del Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Se realizaron mejoras en el diseño de iluminación y tomas eléctricas. Los principales resultados alcanzados se describen en las siguientes secciones.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el campus Palahua del Instituto Superior Tecnológico Tungurahua el cual contaba con una infraestructura eléctrica en malas condiciones, con cables sueltos a la exposición de personas, tomacorrientes e interruptores destrozados, por otro lado, carecía de iluminaria suficiente para las aulas, provocando daños físicos y cortocircuitos, adicional la falta de iluminación generaba problemas de visión disminuyendo el rendimiento físico y anímico, por este motivo, resultó de vital importancia una adecuada iluminación en aulas, talleres y otros espacios educativos, en donde los estudiantes pasan varias horas a la semana.

Este campus cuenta con cinco aulas, una sala de docentes, un laboratorio, una biblioteca, servicios higiénicos y una cancha de uso múltiple, ante su deficiente sistema eléctrico en los ambientes se consideró la repotenciación de las instalaciones de bajo voltaje, mediante el rediseño eléctrico del campus. En consecuencia, se realizó el estudio y obtención de la información actual del campus para efectuar el diseño de planos en AutoCAD Electric con el estado inicial de las instalaciones eléctricas, tanto en su circuito de

iluminación, circuitos de tomacorrientes, tableros de control y demás componentes para el sistema eléctrico, de aulas, laboratorio, sala de profesores y demás ambientes del establecimiento.

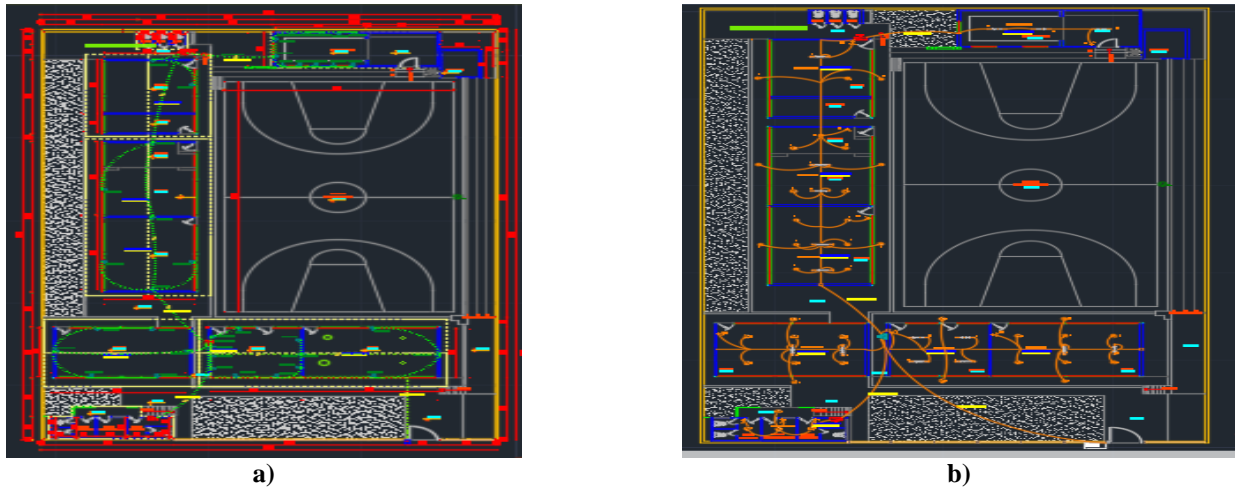


Figura 1. Planos sin repotenciación: a) Sistemas de fuerza o tomacorrientes b) Sistemas de iluminación

Posterior, se diseñó el diagrama unifilar, identificando las cargas que contiene este sistema.

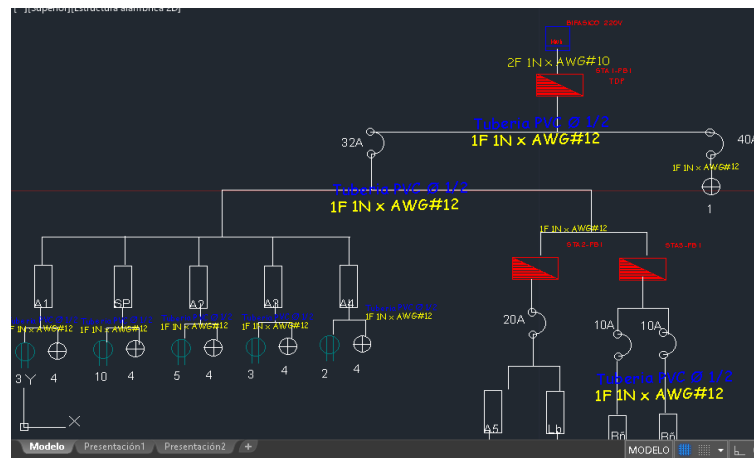


Figura 2. Diagrama unifilar sin repotenciación

Seguidamente, con la ayuda de un luxómetro se determinó el nivel de iluminación en aulas, laboratorios, sala de profesores y biblioteca, a fin de establecer si los ambientes cumplen o no con la normativa legal vigente y de esta manera considerar las luminarias a implementar en beneficio de todo el personal del instituto, considerando que este método se aplicó a todos los ambientes del campus.

Diseño de planos repotenciados

Con toda la información y características sobre el estado actual de las instalaciones eléctricas en el campus, se elaboró los nuevos diagramas, considerando la normativa legal vigente que ayude a determinar los elementos eléctricos adecuados, protecciones eficientes.

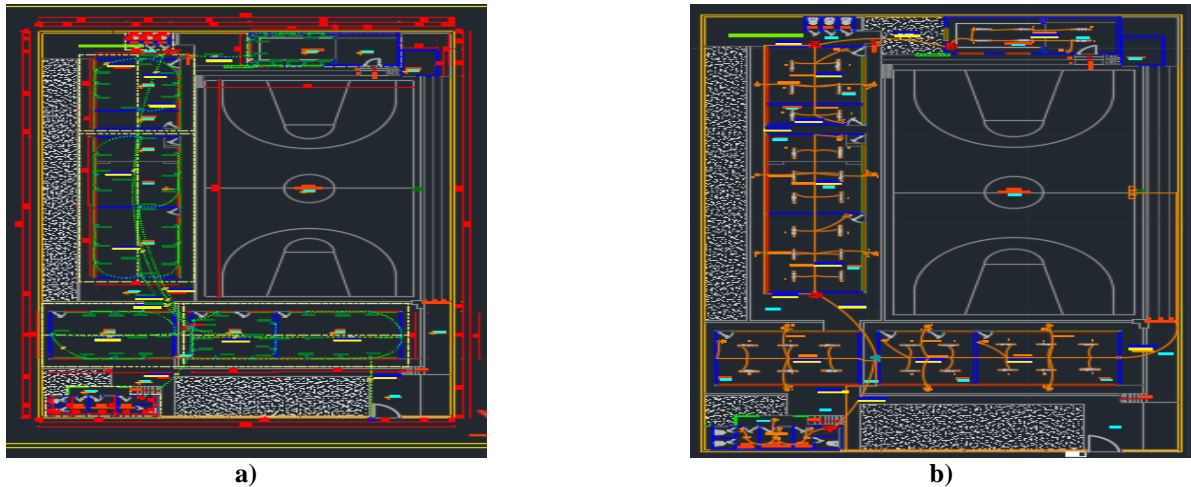


Figura 3. Planos con su repotenciación: a) Sistemas de fuerza o tomacorrientes b) Sistemas de iluminación

Todos los cálculos se realizaron en el software Excel para interpretar correctamente la implementación de las lámparas dobles tipo LED T8 2*18W ubicadas a 2.60 m de altura y 1.30m de separación entre las mismas y tomando en cuenta la altura de trabajo a 0.8 m de las bancas y escritorios.

Desarrollo e implementación

Se retiraron la totalidad de las instalaciones antiguas, encontrando falencias de todo tipo desde conductores sin aislamiento hasta empalmes sin ningún tipo de aislación provocando contacto con las vigas del establecimiento. También se encontró iluminación mixta entre incandescentes, fluorescentes y LED.

Las luminarias son controladas de manera alternada a través de interruptores dobles, el primero controla las dos primeras lámparas que se encuentran cerca de la pizarra y el segundo las cuatro lámparas restantes. Esta configuración se diseñó para beneficiar la utilización del proyector. Además, se instalaron luminarias en las afueras de cada ambiente, tomando en cuenta las zonas más transitadas por la comunidad educativa.

En cada aula se observó la escasez de tomacorrientes y se mejoró la situación colocando 8 tomacorrientes en cada ambiente para que los estudiantes utilicen sus dispositivos electrónicos sin problemas. Además, se instalaron tomas externas para cualquier tipo de evento que se pueda realizar en el patio principal del campus y para la facilidad de los estudiantes al momento de cargar cualquier tipo de aparato electrónico. Para mejorar la estética del lugar y brindar mayores seguridades, se optó por colocar las cajas de distribución empotradas a la pared.

Finalmente, el nuevo diseño cuenta con 5 sub tableros de distribución en lugares estratégicos con cargas equilibradas, adicional se consideró dejar puntos de conexión en cada tablero a fin de proyectar nuevos circuitos para futuras implementaciones, cada aula tiene su circuito de iluminación y tomacorrientes independientes.

Resultados y discusión

Se logró tener una mejora significativa, tanto en circuitos de iluminación, alcanzando el rango establecido por la NEC para centros educativos, utilizando un solo tipo de luminaria LED 2*18W de 3600 lm, ubicados a 2.60m de altura en todo el campus, adicional se instaló 9 tomacorrientes a cada aula a 40 cm a nivel del suelo, teniendo una mejora considerable en las instalaciones eléctricas dentro de los ambientes, posterior los tablero de protecciones se empotraron a 1.60 m de altura.

Por otro lado, se realizó el cálculo de lámparas led a ser instaladas en cada ambiente en base al flujo luminoso necesario, para la elaboración de este análisis se utilizaron herramientas y dispositivos que permitieron corroborar los resultados obtenidos de cada aula, laboratorio y demás ambientes.

Cálculo en las aulas 1 a 4

Mediante la utilización de Excel se efectuó el cálculo de lámparas, tomando en consideración las dimensiones del aula, características de LED, nivel de coeficientes y de esta forma establecer los luxes adecuados según lo que establece la norma NEC para centros educativos en aulas de 300 lux.

En base a los cálculos y datos obtenidos en Excel se determinó utilizar 6 lámparas T8 de 2*18W, ubicado a 2.60m de altura del área de trabajo y 1.20m entre lámpara, llegando de esta manera al rango establecido por la NEC de 300 lux en aulas, mejorando su luminosidad, y, por otro lado reduciendo el consumo de potencia al reemplazar los fluorescentes obsoletos y focos incandescentes que consumen 100 W por unidad.

1. Cálculo del número de lámparas por area de trabajo			
DATOS:		INGRESE LAS DIMENSIONES DE LA ZONA A ILUMINAR	
Ancho	a =	5,9	m
Largo	b =	8,8	m
Alto	H =	2,6	m
Altura de trabajo	h =	0,8	m
DATOS:		DETERMINE EL NIVEL DE ILUMINACIÓN MEDIA (Em) A UTILIZAR	
ZONA	Salones de clase		
CRITERIO	300	Lux	
DATOS:		SELECCIONE EL TIPO DE LAMPARA A UTILIZAR	
LAMPARA LED	TUBO LED		
Potencia	36	W	
Voltaje	100 - 240	V	
Lumenes	1800	Lm	
DATOS:		COEFICIENTE K DEL AREA	
Ancho	a =	5,9	m
Largo	b =	8,8	m
Alto	H =	2,6	m
COEFICIENTE	K =	1,36	
COEFICIENTE LIMPIO	Cm =	0,80	
COEFICIENTE SUCIO	Cm =	0,60	
DATOS:		FLUJO LUMINOSO	
FLUJO LUMINOSO	27814	Lm	
DATOS:		NÚMERO DE LUMINARIAS	
NUMERO DE LUMINARIAS	12	tubo LED (6 lámpara doble) Totales a Instalar	
DATOS:		MATRIZ DE LAS LAMPARAS	
NUMERO EN ANCHO	2,8	tubo LED (lámpara doble) Totales a Instalar	
NUMERO EN LARGO	4,2	tubo LED (lámpara doble) Totales a Instalar	

Figura 4. Cálculo de lámparas para las aulas 1 a 4

Cálculo en sala de docentes

En base a los cálculos y datos obtenidos se determinó utilizar 4 lámparas T8 de 2*18W, ubicado a 2.60m de altura del área de trabajo y 1m entre lámpara, llegando de esta manera al rango establecido por la NEC de 300 lux.

Cálculo en la biblioteca

En base a los cálculos y datos obtenidos en Excel se determinó utilizar 2 lámparas T8 de 2*18W, ubicado a 2.60m de altura del área de trabajo y 1,20m entre lámpara, llegando de esta manera al rango establecido por la NEC de 300 lux.

Cálculo en el aula 5

En base a los cálculos y datos obtenidos en Excel se determinó utilizar 4 lámparas T8 de 2*18W, ubicado a 2.60m de altura del área de trabajo y 1,20m entre lámpara, llegando de esta manera al rango establecido por la NEC de 300.

Cálculo en el laboratorio

En base a los cálculos y datos obtenidos en Excel se determinó utilizar 6 lámparas T8 de 2*18W, ubicado a 2.60m de altura del área de trabajo y 1.20m entre lámpara, llegando de esta manera al rango establecido por la NEC de 300 lux.

Cálculo en los SS.HH.

En base datos obtenidos en Excel se determinó utilizar luminaria LED para la parte interna y externa de 27W de 1600 lm, ubicado a 2.60m de altura del área de trabajo llegando de esta manera al rango establecido por la NEC de 200 lux y mejorando las instalaciones de los SS. HH, tanto en su luminosidad y consumo de potencia reemplazando de esta manera los focos incandescentes que consumen 100 W por unidad.

Cálculo de protección de luminarias

En base al cálculo realizado y la norma establecida en Ecuador NEC se determinó que la protección del termomagnético adecuado es de 15A, considerando que a futuro se puede añadir luminarias y al estar en una construcción mixta se eligió un breaker de 20A, recalcando que los conductores al no estar empotrados soportan mayor amperaje.

Tabla 1. Cálculo de protección de luminarias.

DATOS:		ZONA DE CIRCUITO DE ALUMBRADO CAMPUS PALAHUA									
DETALLE	N	NIVEL DE VOLTAJE (V)	NUMERO DE HILOS	POTENCIA UNITARIA EN (W)	POTENCIA TOTAL EN (W)	CORRIENTE (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG	DIAMETRO (mm) ²			
TUBO LED T8 2X18W	2	120	2	18	36	0,3	14	4,16			
FOCO LED 27W	1	120	2	27	27	0,225	14	4,16			
DATOS:		CIRCUITOS DE ILUMINACION									
ZONA 1	LUX	LAMPARAS TOTALES	NUMERO DE HILOS	POTENCIA UNITARIA EN (W)	POTENCIA TOTAL EN (W)	CORRIENTE (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG	DIAMETRO (mm) ²	TIPO LUMINARIA	PROTECCIONES	
AULA 1	300	6	2	36,0	216	1,8	2x14 THHNW FLEX	4,16	TUBO LED T8 2X18W	1P 15A	
SALON DE PROFESORES	300	4	2	36,0	144	1,2	2x14 THHNW FLEX	4,16	TUBO LED T8 2X18W		
AULA 2	300	6	2	36,0	216	1,8	2x14 THHNW FLEX	4,16	TUBO LED T8 2X18W		
BAÑOS (FOCO LED)	300	3	2	20,0	60	0,5	2x14 THHNW FLEX	4,16	FOCO LED 27W	2P 10A	
AULA 3	300	6	2	36,0	216	1,8	2x14 THHNW FLEX	4,16	TUBO LED T8 2X18W	1P 15A	
AULA 4	300	6	2	36,0	216	1,8	2x14 THHNW FLEX	4,16	TUBO LED T8 2X18W		
AULA 5 con bodega	300	6	2	36,0	216	1,8	2x14 THHNW FLEX	4,16	TUBO LED T8 2X18W	1P 15A	
LABORATORIO	300	6	2	36,0	216	1,8	2x14 THHNW FLEX	4,16	TUBO LED T8 2X18W		

Cálculo de protección de tomacorrientes

Con los resultados obtenidos mediante su cálculo, análisis y según la norma establecida en Ecuador NEC se dispuso que la protección del termomagnético adecuado es de 20A pero considerando que a futuro se puede añadir tomacorrientes se eligió un breaker de 32A, recalando que los conductores al no estar empotrados soportan mayor amperaje.

Tabla 2. Cálculo de protección de tomacorrientes realizado en Excel.

DATOS:		CIRCUITO DE TOMACORRIENTES									
DETALLE	N	NIVEL DE VOLTAJE (V)	NUMERO DE HILOS	POTENCIA UNITARIA EN (W)	POTENCIA TOTAL EN (W)	CORRIENTE (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG	DIAMETRO (mm)2			
TOMACORRIENTES (N)	1	120	3	200	200	1,9	12	9,93			
DATOS:		TOMACORRIENTES CAMPUS PALAHUA									
# CIRCUITO	ZONA	TIPO	TOMACORRIENTES	NUMERO DE HILOS	POTENCIA UNITARIA EN (W)	POTENCIA TOTAL EN (W)	CORRIENTE (A)	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG	DIAMETRO (mm)2	TIPO DE TOMA	PROTECCIONES (NEC)
1	AULA 1	N	8	3	200,0	1600	13,3	3x12 THHNW FLEX	9,93	NORMAL	1P 20A
1	SALON DE PROFESORES	N	10	3	200,0	2000	16,7	3x12 THHNW FLEX	9,93	NORMAL	1P 20A
1	AULA 2	N	8	3	200,0	1600	13,3	3x12 THHNW FLEX	9,93	NORMAL	1P 20A
1	AULA 3	N	8	3	200,0	1600	13,3	3x12 THHNW FLEX	9,93	NORMAL	1P 20A
1	AULA 4	N	8	3	200,0	1600	13,3	3x12 THHNW FLEX	9,93	NORMAL	1P 20A
1	AULA 5 con biblioteca	N	10	3	200,0	2000	16,7	3x12 THHNW FLEX	9,93	NORMAL	1P 20A
1	LABORATORIO	N	12	3	200,0	2400	20,0	3x12 THHNW FLEX	9,93	NORMAL	1P 20A

Conclusiones

Se identificó mediante el estudio del sistema eléctrico del campus Palahua perteneciente al Instituto Superior Tecnológico Tungurahua la mala distribución de cargas, instalaciones improvisadas y deterioro de las mismas, que ha provocado que los sistemas de iluminación y equipos conectados a esta red pierdan su vida útil de manera rápida.

Se determinó que estas instalaciones no cumplen con lo establecido en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) teniendo en su mayoría instalaciones defectuosas y desgastadas, en tal virtud, se implementó un nuevo sistema eléctrico que comprende una correcta instalación de 6 lámparas LED T8 2*18W por aula, reemplazando los focos incandescentes de 100W, de esta manera se obtuvo los 300 lux el rango ideal para aulas en centros educativos según lo que establece la norma, adicional se implementó 8 tomacorrientes, con su respectivos conductores, caja de control y termomagnético adecuado para su protección.

Se diseñó los planos eléctricos en el software *AutoCad*, con base en un levantamiento in situ de las instalaciones, se realizaron los planos de iluminación y fuerza de cada una de las secciones que comprenden aulas, laboratorio, sala de docentes y demás ambientes con el fin de conocer las cargas activas y la funcionalidad de los circuitos de iluminación, con ello se determinó el funcionamiento real de los circuitos eléctricos del centro educativo, de esta manera se obtuvo una clara distribución del sistema eléctrico.

Se instalaron tableros generales de distribución (TGD) a 1.60m, interruptores a 1.20m, tomas a 40cm a nivel del piso, montaje del cableado correcto AWG con características THHN, protecciones e iluminación adecuada, beneficiando en gran medida toda la infraestructura eléctrica del campus Palahua, favoreciendo a la comunidad estudiantil a tener un mejor rendimiento y aprovechamiento de sus instalaciones, considerando

también que se utilizó sólo luminaria tipo Led y se habilitó la iluminación del poste a 220V, adicional se instalaron tomacorrientes y luces para la parte externa de los ambientes del centro educativo.

Referencias

- ALCOMAX SAS. (23 de Noviembre de 2018). Equipos de medición. Obtenido de <https://alcomax.com.co/que-es-un-luxometro/>
- CASA LIMA. (27 de Mayo de 2021). CASA LIMA. Obtenido de <https://www.grupocasalima.com/blog/epp-para-trabajos-electricos/>
- CEPROING S.R.I. (17 de Septiembre de 2020). CEPROING S.R.I. Obtenido de <https://ceproing.com/tipos-de-cables-electricos-que-existen-en-el-mundo/>
- Chimborazo, J. (2015). IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN DE AULAS, TALLERES Y LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA–ESPOCH BAJO NORMAS VIGENTES. (Tesis de grado). ESPOCH, Riobamba.
- Coluccio, E. (15 de Julio de 2021). Concepto. Obtenido de <https://concepto.de/corriente-electrica/econova-institute>. (26 de Mayo de 2021). econova-institute.com. Recuperado el 15 de Marzo de 2022, de <https://econova-institute.com/blog/que-es-dialux/>
- Contreras Lisperguer, R. (2020). Análisis de las tarifas del sector eléctrico: los efectos del COVID-19 y la integración energética en los casos de la Argentina, Chile, el Ecuador, México y el Uruguay.
- EEASA. (Junio de 2021). GUÍAS DE DISEÑO PARTE II. Obtenido de INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES: <https://www.eeasa.com.ec/content/uploads/2021/06/GUIA-2021-PARTE-2-.pdf>
- Eficienciam. (25 de Marzo de 2014). <http://www.eficienciam.com/comparativa-y-consumo-de-tipos-de/>. Recuperado el 22 de Marzo de 2022, de <http://www.eficienciam.com/comparativa-y-consumo-de-tipos-de/>
- ELECTROCABLES C. A. (2018). Catálogo de productos. Obtenido de <https://www.electrocable.com/uploads/catficha/cata-logo-electrocables-2018.pdf>
- electrosertec. (11 de Enero de 2017). electrosertec. Obtenido de http://electrosertec.com/img/cms/EQUIVALENCIAS_CONSUMO_TECNOLOGIAS_ILUMUNACION.pdf
- Faradayos Tecnología Eléctrica. (14 de Noviembre de 2021). Faradayos Tecnología Eléctrica. Obtenido de <https://www.faradayos.info/2014/01/colores-cables-electricos-normas.html>
- García Bretón, E. (2021). Elaboración de un manual para la instalación de la tierra física en baja tensión (Bachelor's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- Giraldo, S. (20 de Septiembre de 2021). SCRIBD. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/526798518/MATRIZ-DE-EPP-PARA-ACTIVIDADES-DE-RIESGO-ELECTRICO>

- Medina, J. (1 de Octubre de 2020). Planos de instalación eléctrica. Obtenido de <https://aprende.com/blog/oficios/instalaciones-electricas/plano-de-instalacion-electrica-paso-a-paso/>
- NEC. (6 de Abril de 2013). Norma Ecuatoriana de Construcción.NEC.CAPÍTULO 15: INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS. Obtenido de <https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/09/NECINSTALACIONESELECTROMECHANICAS2013.pdf>
- NEC-SB-IE. (5 de Febrero de 2018). NEC - Normativa Ecuatoriana de la Construcción. Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. Recuperado el 5 de Marzo de 2022, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-TE-Final.pdf>
- NEC-SB-IE. (5 de Febrero de 2018). NEC - Normativa Ecuatoriana de la Construcción.Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- Obralux. (25 de Octubre de 2014). Lámparas fluorescentes. Obtenido de <http://www.obralux.com/productos/lamparas-fluorescentes>
- Santos, A. (2015). INSTALACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSION DISEÑO, CALCULO,DIRECCION, SEGURIDAD Y MONTAJE. España: Ra-Ma.
- Seguridato. (25 de Junio de 2018). Seguridato. Obtenido de <https://www.seguridaddeproductos.cl/seguridad-de-productos/consejos-de-seguridad/seguridato-conceptos-basicos-de-electricidad-1/>
- SIAFA. (3 de Diciembre de 2020). SIAFA . Obtenido de <https://siafa.com.ar/notas-tecnicas/mediciones-de-puesta-a-tierra-seleccion-del-metodo-apropiado-del-equipo-e-importancia-de-su-calibracion#:~:text=En%20este%20caso%20el%20Telur%C3%ADmetro,estaca%20clavada%20en%20el%20suelo.>
- TECNOLOGÍA LED . (4 de Septiembre de 2017). TECNOLOGÍA LED . Obtenido de <http://3alas.com/blog/led/iluminacion-led-aulas-escolares/>
- Valenzuela, E. (2019). Libro de electricidad (Primera ed.). Chillán.