Consultores en Ingeniería de los Recursos Energéticos, S.A.

INFORME DE AVANCE FINAL

Auditoría energética Nivel 1

Proyecto GEF-9283-Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética en Iluminación, Aire Acondicionado y Refrigeración.

Fuentes de recursos:

Beneficiarios en especie:

Realizada en:

Sede Liberia, Guanacaste

Versión Informe: **V1**

Noviembre 2022

Justificación del estudio

El presente Informe se realiza en el marco del Proyecto GEF 9283 Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética para la Iluminación, aires acondicionados y refrigeradores en Costa Rica.

Proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial FMAM (GEF por sus siglas en ingles), supervisado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y ejecutado por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), en beneficio del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE). Tiene como objetivo acelerar las mejoras en la eficiencia energética en el marco de los programas de contratación, bienes y servicios públicas de la Republica de Costa Rica y reducir el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono.

El presente documento es el informe de Auditoría de la Sucursal del Ministerio de Agricultura de Liberia (Región Chorotega) elaborado por Consultores en Ingeniería de los Recursos Energéticos, CIRE S.A. en el marco de la contratación de Servicios Profesionales 035 2022 para la realización de Auditorías Energéticas Nivel 1 para Pequeñas y Medianas Infraestructuras en Sistemas Eléctricos.

San Pedro, San José, Costa Rica

30 de noviembre de 2022

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Resumen Ejecutivo

Proyecto: "GEF-9283 Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética para la Iluminación, aires acondicionados y refrigeradores en Costa Rica".
Tipo de Auditoría: Nivel 1
Institución: Ministerio de Agricultura y Ganadería
Ubicación: Liberia, Guanacaste

1. Análisis Facturación

Periodo de Octubre 2021 a Julio 2022, el consumo de energía representa un 79.4% de la facturación y la potencia un 4.6%.

2. Mediciones Trabajo de Campo:

- Mediciones eléctricas: realizadas por un periodo de ocho días, se identifica una tendencia típica y periódica, sin observaciones relevantes.
- Nivel de iluminación: gran cantidad de recintos con niveles por debajo de lo requerido.
- Termografías: No se observan puntos calientes o desbalance significativo.

3. Balance de Energía por Servicios Energéticos

Las instalaciones consumen en promedio 2,689.20 kWh mensuales en una única acometida con dos medidores de energía. El consumo por aire acondicionado corresponde al 47.5% del total, la iluminación 20.1% y refrigeración un 3,7 %, aunque el máximo consumo corresponde a equipos especializados como las autoclaves y otros.

Los Usos Significativos de Energía para esta institución corresponden a: Iluminación – Aire Acondicionado, debido a su participación y potencial de ahorro.

4. Índices de Uso de Energía:

Se obtienen los siguientes indicadores:

Intensidad de consumo de energía		Potencia instalada por uso de energía		
kWh / m^2	kWh / colab	W ACC/m^2	W Ilum/ m^2	W refri / m^2
2.67	149.39	23.28	2.20	0.45

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

5. Resumen del análisis técnico y financiero de los Proyectos de Ahorro

Institución: *Ministerio de Agricultura y Ganadería* Ubicación: *Liberia*

Proyecto	Sistema	Descripción	Recomend.	Inversión	Ahorro		TIR	PSR	VAN (5 años)	Reducción de emisiones
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Ajustar temperatura de set de A/C	Sí	$ -	524.93	$ 108.2		0.00	$ 426.97	21.00
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$11,095.8	5,181.20	$ 1,068.0	-19%	10.39	$ (6,642.30)	207.25
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias por tecnología LED	Sí	$ 1,989.4	-	-	N/A	N/A	N/A	-
PEE #3	Refrigeración	Sustitución de equipos de refrigeración	Sí	$ 1,278.6	-	-	N/A	N/A	N/A	-
			TOTAL	$14,363.8	5,706.13	$ 1,176.25		12.21		228.25
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		17.62%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**5,706.13**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$1,176.25**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**17.62%**
Costo de la inversión [US$]	**$14,363.77**
PSR [años]	**12.21**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**228.25**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Contenido

CONTENIDO **5**

1. INTRODUCCIÓN **8**

1.1. JUSTIFICACIÓN 8

1.2. ALCANCES 8

1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN 9

2. METODOLOGÍA **10**

2.1. RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ABORDAJE 10

2.2. TRABAJO DE CAMPO 10

2.3. TRABAJO DE OFICINA 11

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN **11**

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN. 11

4. SISTEMA ELÉCTRICO **13**

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA 13

4.2. FACTURACIÓN ENERGÉTICA 15

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica 18

5. MEDICIONES DE TRABAJO DE CAMPO **21**

5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS 21

5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN 25

5.3. TERMOGRAFÍAS DE PROTECCIONES PRINCIPALES 28

6. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA **6-31**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

6.1. METODOLOGÍA DEL BALANCE ENERGÍA 6-31

6.2. INVENTARIO DE PRINCIPALES PUNTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO 6-32

6.2.1. Iluminación 6-32

6.2.2. Acondicionamiento de Aire 6-33

6.2.1. Refrigeradores 6-35

6.2.1. Equipos de Oficina y otros 6-36

6.3. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS ENERGÉTICOS 6-37

6.4. USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA 6-39

7. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 7-40

7.1. ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEN) 7-40

7.2. LÍNEA BASE ENERGÉTICA (LBEN) 7-42

8. OPORTUNIDADES DE AHORRO Y PROYECTOS DE INVERSIÓN 8-44

8.1. GESTIÓN DE LA COMPRA DE ENERGÍA (GCE) 8-46

8.2. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN AIRE ACONDICIONADO 8-47

8.2.1. Proyectos de Conservación de la Energía 8-47

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados 8-49

8.3. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 8-52

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación 8-52

8.4. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 8-55

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración 8-55

8.5. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO 8-57

9. RECOMENDACIONES GENERALES 59

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

9.1. RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 59

9.2. ESTADO CONEXIÓN DE TOMACORRIENTES 59

9.3. MEJORAR LAS CONDICIONES DE LOS TABLEROS 61

9.4. RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 63

9.4.1. Iluminación 63

9.4.2. Ofimáticos 64

9.4.3. Refrigeración 64

9.4.4. Aire acondicionado 65

10. CONCLUSIONES 66

11. ANEXOS 68

11.1. CAPTURAS TERMOGRÁFICAS 68

11.2. INVENTARIO DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA 68

11.3. ANÁLISIS FINANCIERO OPORTUNIDADES DE AHORRO 68

11.4. FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS MEDICIÓN CIRE S.A 68

11.5. ARCHIVOS DIGITALES MEDICIONES ELÉCTRICAS 68

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

1. Introducción

1.1. Justificación

El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), dentro del marco del Proyecto GEF #9283 “Desarrollo de un Mercado de Eficiencia Energética en Iluminación, Aires Acondicionados y Refrigeradores en Costa Rica” y como agencia ejecutora designada por el MINAE, contrató los servicios de Consultores en Ingeniería de los Recursos Energéticos S.A. (CIRE S.A.), para realizar Auditorías Energéticas de Nivel 1 y sus respectivos reportes de sistemas eléctricos en diez infraestructuras del sector público.

El Proyecto tiene por objetivo acelerar las mejoras en eficiencia energética en el mercado bajo los programas de compras públicas, reduciendo así el consumo de electricidad y emisiones de gases de efecto invernadero. De igual forma, este proyecto busca establecer las bases que permitan a la organización planear acciones orientadas al ahorro y la gestión de energía que permitan disminuir la contaminación ambiental, reducir gastos y establecer las bases para iniciar un proceso de Gestión Energética según INTE-ISO 50001.

1.2. Alcances

Esta auditoría energética tiene como alcances el análisis de la energía eléctrica, el desarrollo de balances de energía que permitan identificar focos de consumo, identificación y análisis de oportunidades de ahorro, establecimiento de métricas que permitan evaluar el desempeño energético.

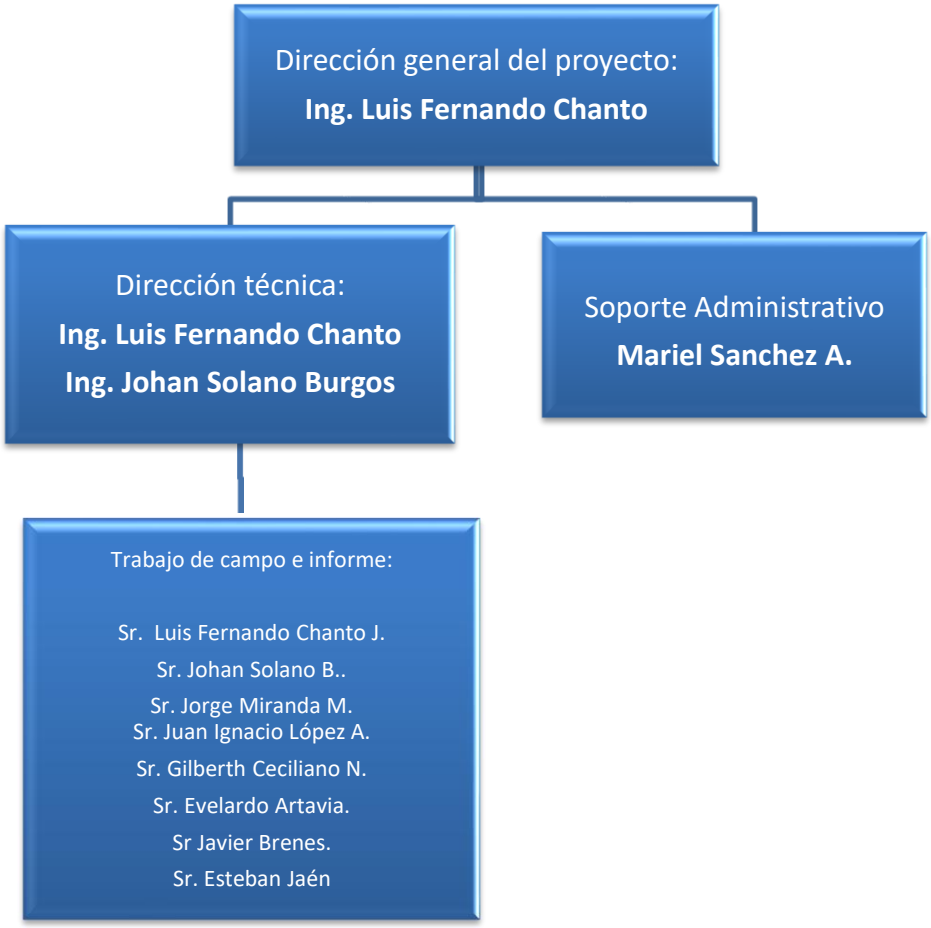
El estudio se enfoca principalmente en el análisis en las áreas de iluminación, aire acondicionado y refrigeración para determinar el consumo energético y potenciales pérdidas de energía, como también proponer esquemas de mejora utilizando equipos de mayor eficiencia.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

En este caso, el MAG Liberia posee diferentes edificios entre los que se encuentra la Sede Regional de Desarrollo Chorotega identificada en este informe como **Edificio Principal** y la Agencia de Extensión Agropecuaria de Liberia el cual se describe como **Edificio Adjunto**, y que forman parte de esta auditoría. En la propiedad se encuentran otras edificaciones, pero quedan fuera del estudio ya que no pertenecen directamente al Ministerio o su utilización es limitada.

1.3. Organización de la Ejecución

Por parte de CIRE participaron en los trabajos de campo y elaboración del informe los siguientes profesionales:



☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

2. Metodología

2.1. Recepción de información para la estrategia de abordaje

Inicialmente, se solicitó información general a los personeros de las diferentes instituciones con el propósito de facilitar la ejecución del proyecto por parte de CIRE S.A., y servir como insumo para el análisis de la información que sería recolectada durante el trabajo de campo y concluir en los resultados finales que son incluidos en el presente informe.

Esta información fue presentada como parte del Informe de Estrategia de Abordaje.

2.2. Trabajo de campo

Este proceso consiste en la visita física de los ingenieros de CIRE a las instalaciones del recinto a evaluar, la cual fue llevada a cabo los días 03 y 05 de agosto del 2022; para esto se contó con el acompañamiento de colaboradores o encargados del mantenimiento general de las instalaciones. Durante este trabajo se realizaron las siguientes tareas:

- Levantamiento del Diagrama Unifilar de los edificios.
- Instalación de Equipos analizadores de redes en los principales tableros eléctricos de la instalación y mediciones puntuales de corriente en circuitos.
- Levantamiento de equipos de aire acondicionado, iluminación, refrigeración, oficina, comedor, y demás consumidores eléctricos instalados actualmente en el edificio.
- Entrevista a los colaboradores para conocer a ciencia cierta las costumbres y tiempos de uso de cada uno de los equipos consumidores de energía ubicados dentro del edificio, incluyendo aire acondicionado, iluminación, equipos de oficina y otros.
- Medición de niveles de iluminación en los distintos puestos de trabajo y otras áreas de uso común.
- Toma de capturas termográficas de los principales tableros eléctricos.
- Entre otras actividades.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

2.3. Trabajo de Oficina

Una vez finalizado el Trabajo de Campo, se utilizan estos insumos junto con la información recibida originalmente y se inicia el proceso de análisis y la generación de los primeros resultados, como lo es el Balance de Energía y el Análisis de Facturación, por ejemplo; posteriormente se utilizarán estos resultados intermedios para el cálculo de Oportunidades de Ahorro y desarrollo de las Conclusiones y Recomendaciones finales del proyecto. En los siguientes incisos se detallan, con un poco más de profundidad, algunos de los pasos seguidos para abarcar todos los alcances requeridos.

3. Descripción de la Institución

3.1. Descripción General de la Institución.

Las instalaciones de la sede regional Chorotega se encuentran ubicadas en el cantón de Liberia, en la provincia de Guanacaste. En la **Figura 3.1** se muestra una vista frontal de las instalaciones del edificio Principal, en la **Figura 3.2** el edificio Adjunto. En la **Figura 3.3** se muestra una vista satelital de los edificios, con respecto a diferentes puntos de referencia de relevancia en la zona. Cabe mencionar también que la zona se encuentra a una altitud promedio de 144 msnm y la temperatura promedio del lugar oscila entre los 26 y 28 grados centígrados.

Figura 3.1 Fachada Dirección Regional Chorotega (Principal)

Figura 3.2 Fachada Agencia Extensión Chorotega (Adjunto)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

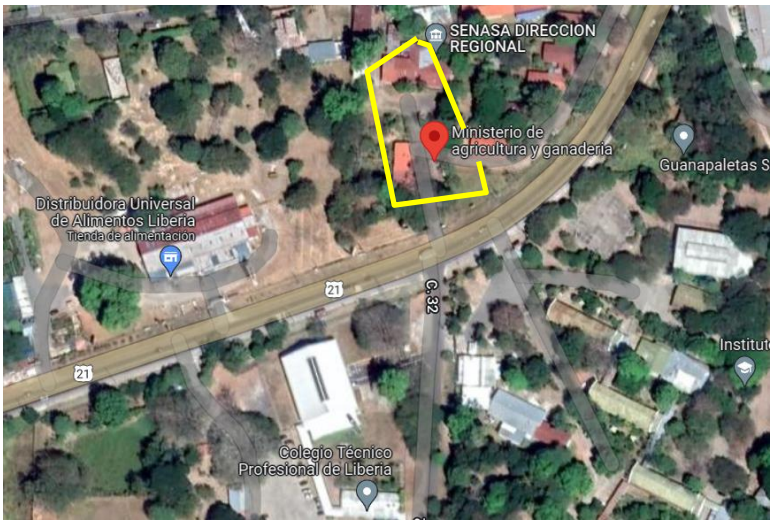


Figura 3.3 Vista satelital del edificio

Los edificios cuentan con solo un nivel. En ambos las actividades principalmente en trabajo de oficina, entre la que se encuentran áreas de dirección, unidades de administración, capacitación, gestión de proyectos. Así como zonas comunes, comedor, salas de reuniones, bodega. Además, en el primer edificio se ubican tres zonas destinadas a servicios sanitarios, y en el segundo uno para los colaboradores.

Entre los edificios se dispone con alrededor de 22 empleados, incluyendo aquellos que trabajan en atención al usuario y los que desempeñan cargos administrativos y de servicios varios. El detalle de los turnos de trabajo se muestra en la **Tabla 3.1**.

Tabla 3.1. Cantidad de colaboradores y turnos de trabajo.

Horario atención al público	
Lunes a Viernes	8:00 a.m. a 4:00 p.m.
Sábados	No aplica
Horario de colaboradores	
Lunes a Viernes	8:00 a.m. a 4:00 p.m.
Sábados	No aplica
Cantidad de Colaboradores	
22	

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

4. Sistema Eléctrico

4.1. Descripción de la Acometida

El suministro de energía eléctrica a la sucursal lo realiza el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) a través de un transformador monofásico, con capacidad de 50 kVA, por ende, la energía eléctrica es servida para ambas edificaciones mediante una acometida monofásica trifilar a una tensión de 120/240 V.

Los medidores de energía de dichas acometidas se observan en las **Figura 4.1** y la **Tabla 4.1** presenta información relevante respecto a dicha acometida.

Figura 4.1. Medidor ICE edificio Principal y edificio Adjunto respectivamente

Tabla 4.1 Detalles relevantes del sistema principal de acometidas

Acometida	NISE	Medidor No	N° Localización
Principal	69899	1 512 110	Sin información
Adjunto	2039849	1 858 481	Sin información

Durante el trabajo de campo se realizó un levantamiento del diagrama unifilar eléctrico (al nivel de tableros eléctricos) de las instalaciones, el mismo se muestra en la **Figura 4.2** con sus diferentes puntos de transformación y de consumo.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Según se evidencia en el diagrama unifilar, la instalación no cuenta con tableros diseñados para sistemas específicos, es decir se encuentran tableros con diferentes cargas de aire acondicionado, iluminación, tomacorrientes, entre otros.

En el diagrama unifilar realizado por CIRE S.A se observa claramente la distribución según aire acondicionado, iluminación, tomacorrientes.

Además, se indican las características técnicas de los elementos de protección, conductores, al igual que los medidores de la empresa distribuidora y los puntos donde se realizó la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas, por parte de CIRE S.A.

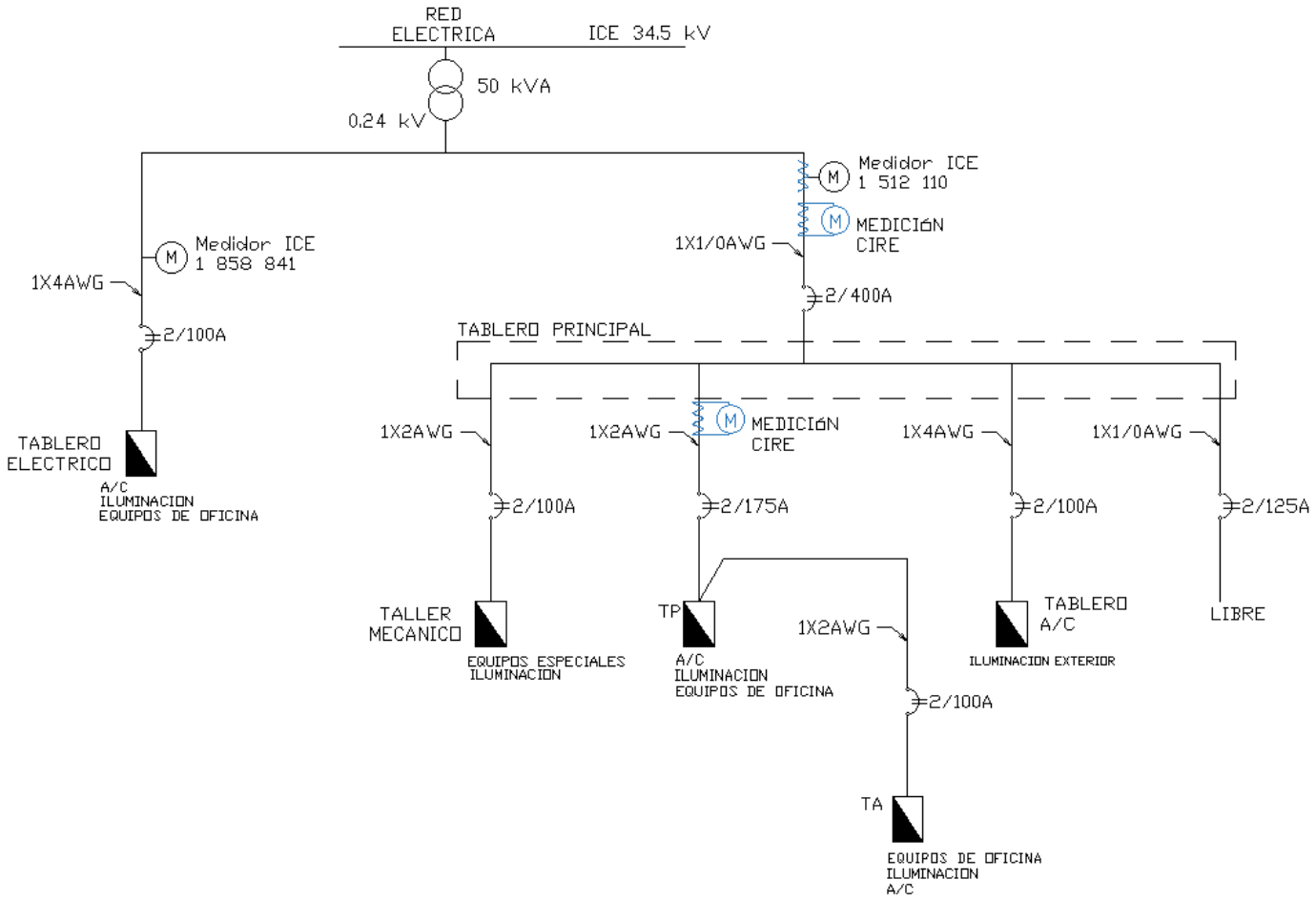


Figura 4.2 Diagrama Unifilar eléctrico de las instalaciones

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

4.2. Facturación Energética

Dentro de la información recibida por parte de la institución, **no se facilitan las facturas de los medidores** por lo que no se tiene el detalle de los diferentes rubros aplicados a la facturación, solo se manejan los datos consumo de energía y el monto facturado, aun así, se obtiene el costo por demanda al restar del monto total los impuestos aproximados con las tarifas a los periodos correspondientes y el importe por energía descrito.

Se presenta en la **Tabla 4.2** un resumen del consumo energético, máxima demanda y el costo promedio de la energía en un período aproximado de 11 meses para las acometidas eléctricas.

Tabla 4.2 Resumen de los consumos y demandas de energía eléctrica para el periodo comprendido entre Octubre 2021 y Julio 2022

Medidor	Acometida	Tarifa	Consumo energía promedio	Máxima demanda	Costo promedio	
		ICE	kWh / mes	kW	colones / mes	colones / kWh
1512110	Principal	-	2,462.70	-	316,940.0	**128.70**
1858481	Principal (Edificio Adjunto)	-	235.50	-	30,608.6	**129.97**
Totales			2,698.20	-	347,548.65	**128.81**

Se observa que la acometida principal consume un promedio mensual de **2,462.70 kWh,** y el promedio de la acometida del edificio adjunto **235.50 kWh**, es decir un total para ambos edificios de **2,698.20 kWh.**

A partir de las facturas mensuales y los consumos energéticos se determinó un costo total de la energía de **128.81 colones/kWh**, el cual es el cociente entre el monto económico total de la factura y el consumo energético total del mismo período.

En la **Tabla 4.3** se muestra el historial de facturación eléctrica del ICE del edificio principal, aplicados desde octubre de 2021 a julio 2022. Se recibió información de

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

agosto 2021 a julio 2022, pero se excluyen los datos de agosto y setiembre ya que se consideran no representativos para el comportamiento actual del consumo de energía general, ya que muestran consumos mucho mayores.

Tabla 4.3 Historial de la facturación eléctrica para la acometida del medidor 1512110

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: MAG Liberia
Empresa suplidora: ICE
Medidor # 1512110 **Tarifa :** T-CO **Punto de Consumo:** Acometida Principal

N° de meses procesados: 10

Año	Mes Consumo	Cantidad días	Energía			Máxima demanda		
			Total	Importe	Costo	Demanda	Importe	Costo
			kWh	¢	¢ / kWh	Max kW	¢	¢ / kWh
2021	oct-21	31	2,498	239,932.9	96.05	0	0.0	0.00
	nov-21	30	2,493	239,452.7	96.05	0	0.0	0.00
	dic-21	31	2,493	239,452.7	96.05	0	0.0	0.00
	Promedio Anual	**31**	**2,495**	**239,612.7**	**96.05**	**0.0**	**0.0**	**0.00**
2022	ene-22	31	2,168	243,488.1	112.31	0	0.0	0.00
	feb-22	28	2,508	281,673.5	112.31	0	0.0	0.00
	mar-22	31	2,411	270,779.4	112.31	0	0.0	0.00
	abr-22	30	3,304	229,925.4	69.59	13	146,601.7	44.37
	may-22	30	2,253	261,911.3	116.25	0	0.0	0.00
	jun-22	31	2,369	275,396.3	116.25	0	0.0	0.00
	jul-22	30	2,130	233,788.8	109.76	0	0.0	0.00
	Promedio Anual	**30.14**	**2,449**	**256,708.9**	**106.97**	**1.82**	**20,943.1**	**6.34**
Promedio Total (10 meses)		**30.46**	**2,462.7**	**251,580.1**	**103.69**	**1.28**	**14,660.2**	**4.44**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 4.3 (continuación) Historial de la facturación eléctrica del medidor 1512110

Continuación

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: MAG Liberia
Empresa suplidora: ICE
Punto de Consumo: Acometida Principal

Medidor # 1512110 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 10

Año	Mes Consumo	ALUMBRADO PUBLICO		OTROS			IMPUESTO VENTAS		IMPORTE TOTAL	PROMEDIO
		Importe	Costo	Bomberos	Otros	Costo	Importe	Costo		
		¢	¢ / kWh			¢ / kWh	¢	¢ / kWh	¢	¢ / kWh
2021	oct-21	9,292.6	3.72	2,941.5	8,627.0	4.63	31,191.3	12.49	291,985	116.89
	nov-21	9,274.0	3.72	2,941.5	0.0	1.18	31,128.8	12.49	282,797	113.44
	dic-21	9,274.0	3.72	2,941.5	0.0	1.18	31,128.8	12.49	282,797	113.44
	Promedio	**9,280.2**	**3.72**	**2,941.5**	**2,875.7**	**2.33**	**31,149.7**	**12.49**	**285,860**	**114.59**
2022	ene-22	9,214.0	4.25	3,439.5	0.0	1.59	31,653.5	14.60	287,795	132.75
	feb-22	10,659.0	4.25	3,439.5	8,430.0	4.73	36,617.6	14.60	340,820	135.89
	mar-22	10,246.8	4.25	3,439.5	0.0	1.43	35,201.3	14.60	319,667	132.59
	abr-22	10,605.8	3.21	2,131.2	9,217.0	3.43	48,948.5	14.81	447,430	135.42
	may-22	7,232.1	3.21	3,560.2	0.0	1.58	34,048.5	15.11	306,752	136.15
	jun-22	7,604.5	3.21	3,560.2	0.0	1.50	35,801.5	15.11	322,362	136.08
	jul-22	6,432.6	3.02	3,361.4	13,020.0	7.69	30,392.5	14.27	286,995	134.74
Promedio Anual		**8,856.40**	**3.63**	**3,275.9**	**4,381.0**	**3.14**	**36,094.8**	**14.73**	**330,260.1**	**134.80**
Promedio Total (10 meses)		**8,983.53**	**3.66**	**3,175.6**	**3,929.4**	**2.89**	**34,611.2**	**14.06**	**316,940.0**	**128.74**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica

En este análisis se muestra el comportamiento de los diferentes rubros de cobro en la facturación para el medidor N°1512110 el cual tiene el mayor consumo de los medidores.

En la **Figura 4.3** se aprecia el porcentaje de participación de cada uno de los diferentes rubros de cobro, a saber: la energía, la máxima demanda, impuestos de venta y otros; donde se incluye: alumbrado público, tributo a bomberos, costos variables y multas por bajo factor de potencia.

Se debe recalcar que no se facilitó la información correspondiente al importe de los diferentes rubros considerados en el monto total, en la factura solo se encuentran los kWh consumidos al mes y el importe total. En este caso se realizó una estimación según las tarifas en los históricos de ARESEP pertinentes a cada mes en evaluación.

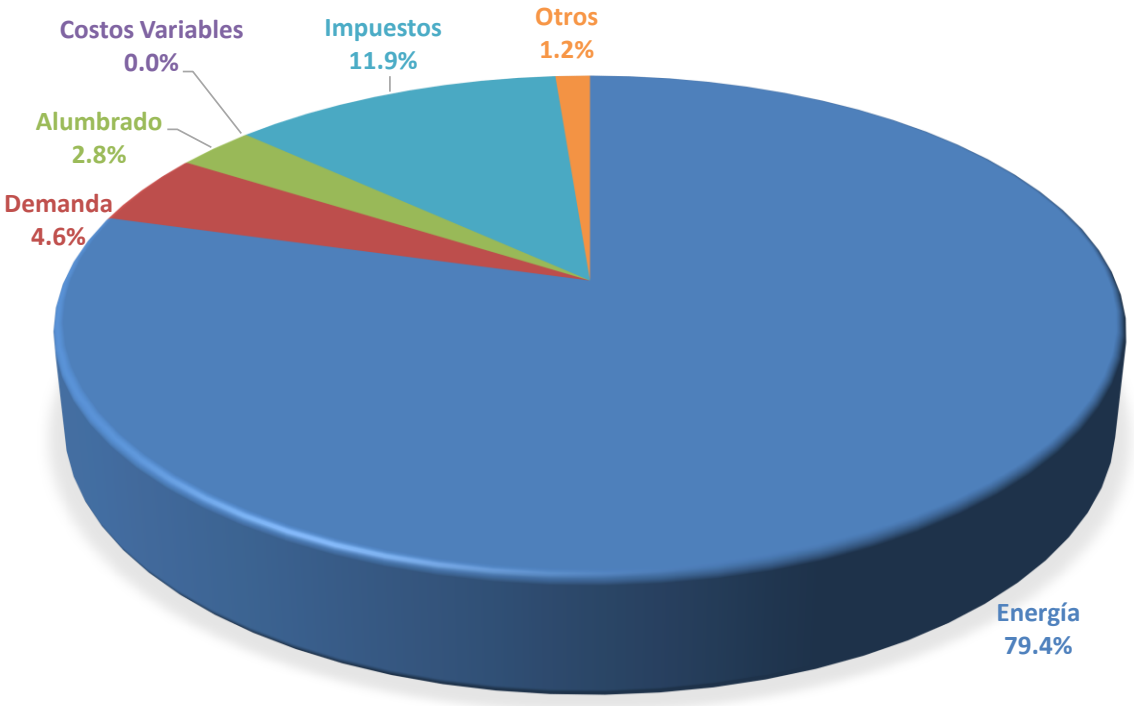


Figura 4.3 Participación promedio de los rubros de facturación en el costo mensual de facturación

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

En la **Figura 4.4** se presenta el gráfico del consumo energético a lo largo del periodo registrado. En ella se observa un máximo de 3,304 kWh registrado en el mes de abril 2022 y un mínimo de 2,130 kWh para el mes de enero de 2022. Entre ambos casos la variación ronda el 20% respecto al promedio (2,462.7 kWh).

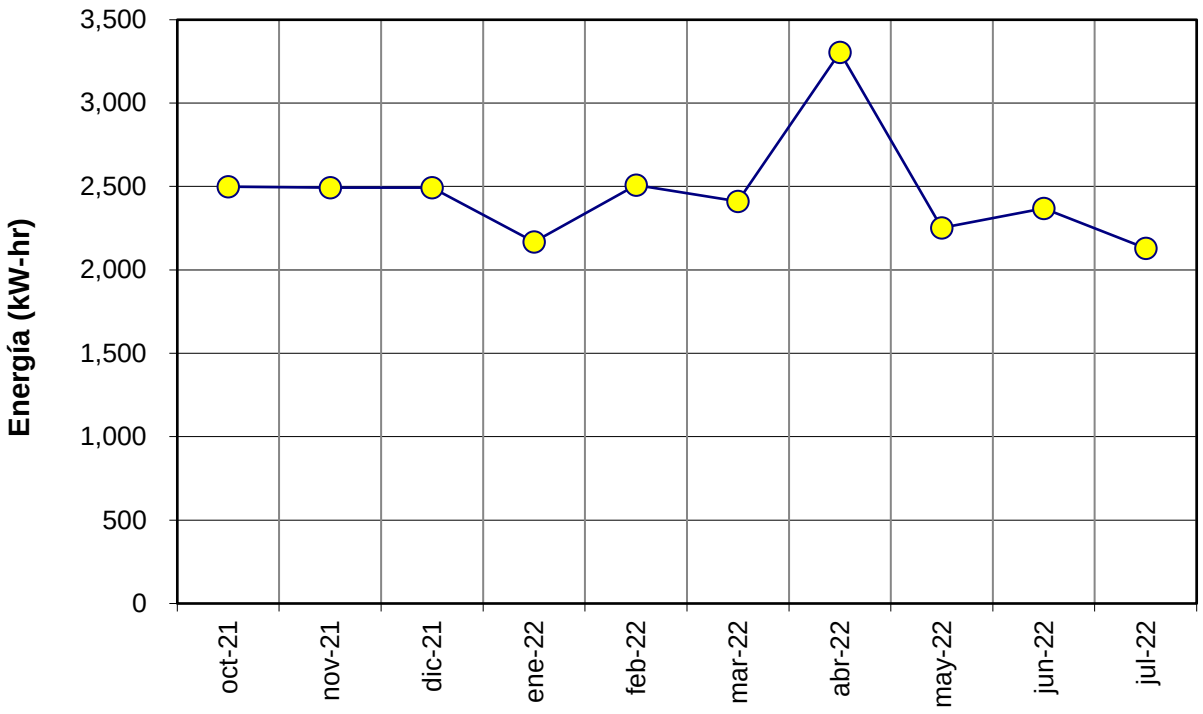


Figura 4.4 Consumo de energía eléctrica facturada para el medidor 1512110 del MAG.

En la **Figura 4.5** se presenta la potencia de máxima demanda facturada (kW). Se observa que fue el mes de abril de 2022 el único mes con pago de este rubro de "demanda". En el resto de los meses no se observa cobro por demanda debido a que la tarifa comercial (T-CO), cuando el consumo está por debajo de los 3000 kWh es del tipo "monómica", lo que quiere decir es que se cobra energía, pero no la demanda.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

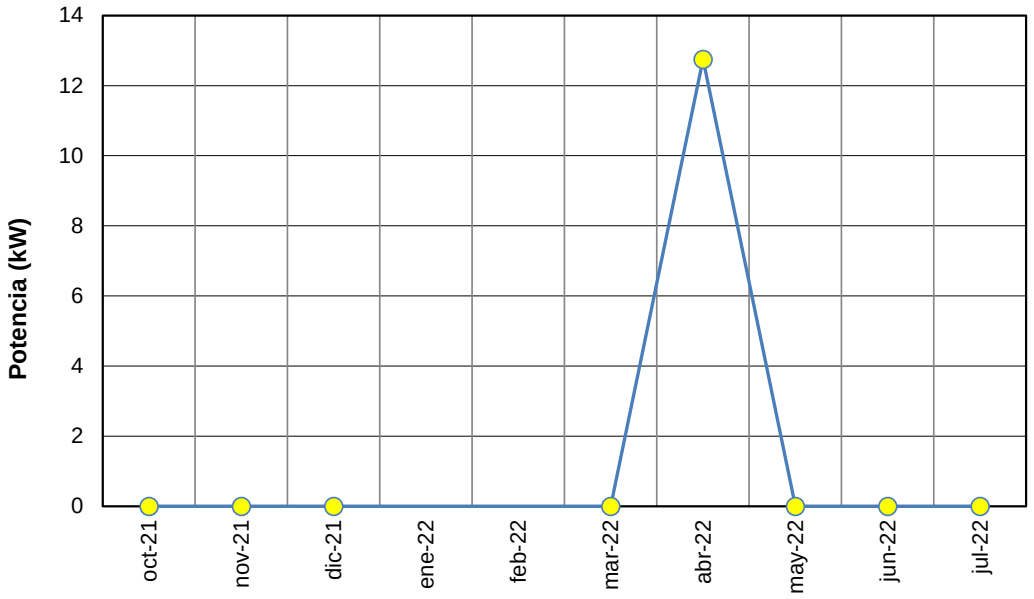


Figura 4.5 Comportamiento de la máxima demanda en la acometida principal (kW)

En la **Figura 4.6** se observa la participación económica de los diferentes rubros de cobro con respecto al consumo de energía total de la planta.

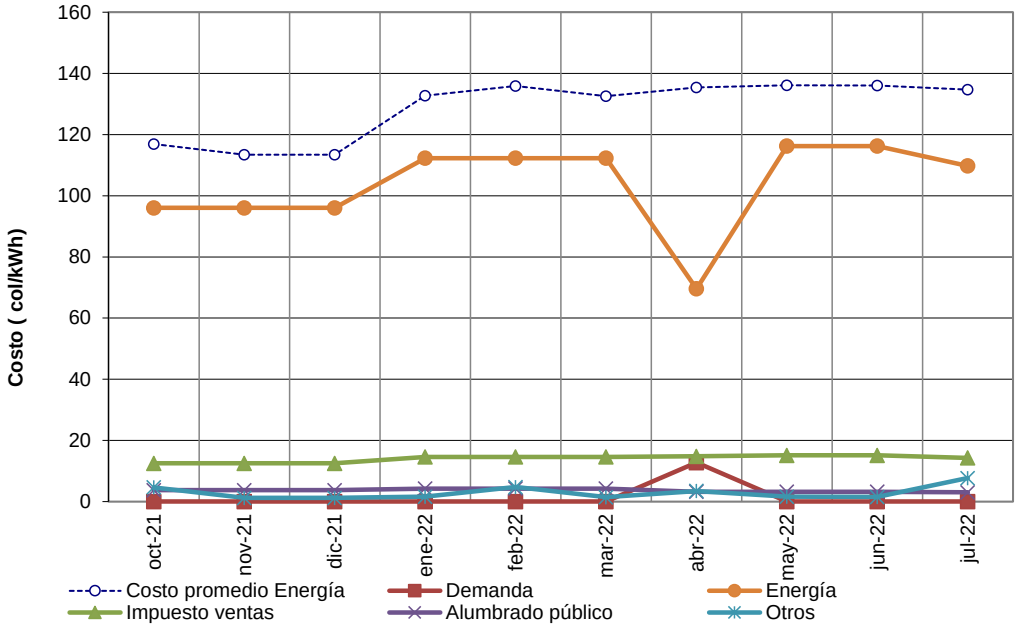


Figura 4.6 Costos de los rubros cobrados por ICE (col/kWh)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

5. Mediciones de trabajo de campo

5.1. Mediciones eléctricas

Las mediciones eléctricas se utilizan como insumo para la determinación de balances de energía, así como para observar tendencias de consumo. Estas se dividen en mediciones puntuales y continuas.

Previo a realizar las mediciones eléctricas, se realiza un levantamiento del diagrama unifilar eléctrico de la instalación, el cual se adjunta como un anexo a este informe. No se facilitó algún diagrama unifilar del edificio, por lo que fue necesario la inversión de horas de trabajo en la búsqueda e identificación de tableros ya que no se encontraban debidamente identificados.

Se realiza la apertura de los tableros eléctricos considerados relevantes para efectos de balance de energía, con el fin de realizar las mediciones puntuales de corriente en los circuitos. Para este efecto, se utiliza la rotulación existente de los circuitos ramales en los tableros que contaban con tal información.

Las mediciones continuas consisten en la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas en el tablero principal, midiendo los alimentadores principales de tableros secundarios que permitan obtener perfiles de carga de estos y observar las características de consumo. En la **Figura 5.1**, se muestran los equipos instalados para la realización de mediciones continuas; se utilizaron los quipos marca Circuitor, modelo CIRe3, cuyas fichas técnicas se adjuntan como anexo en este informe. Estos se ubicaron midiendo los alimentadores de los Tableros de la Acometida principal del medidor 1512110 y del Tablero TP del edificio Principal. La medición se realizó por un periodo de medición de 8 días que se extendieron desde el 3 al 11 de agosto de 2022.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

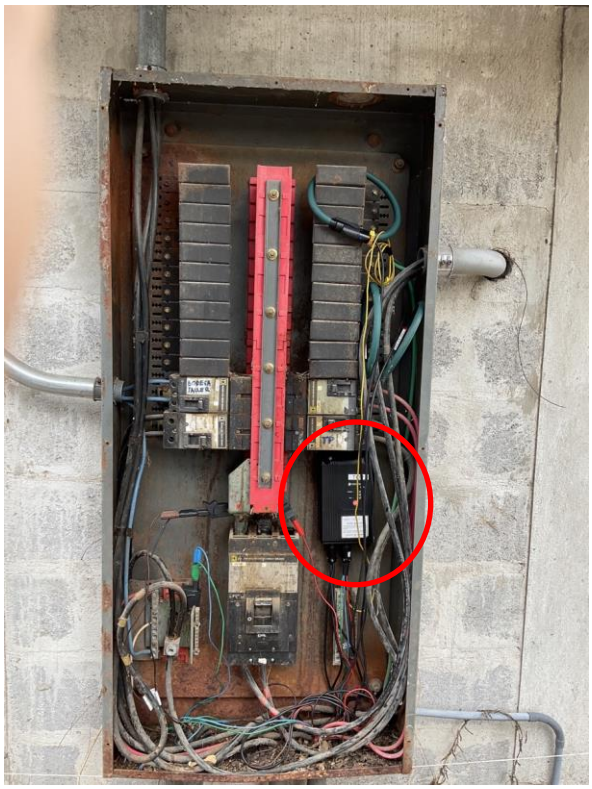


Figura 5.1 Equipos analizadores de redes CIRe3 de Circuitor en tablero principal

En la **Figura 5.2** se muestra los perfiles de carga obtenidos con las mediciones continuas y su participación en la demanda del panel principal.

Los resultados de las mediciones en cuanto a consumo de energía se muestran en la sección de **Balance de Energía.**

Se realizó una verificación respecto a la tensión y corriente en los alimentadores dónde se instalaron los equipos de medición. En la **Tabla 5.1**, se muestran los valores mínimos, promedio y máximos de tensión para el periodo de medición. En esta se observa que la tensión se encuentra dentro de los rangos tolerables establecidos en la norma **AR-NT-SUCAL** de la ARESEP, los cuales son de ±%8 de los valores teóricos de 120/240 V para este tipo de conexión.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 5.1 Rangos de tensión en tablero principal para el periodo del 3 al 11 de agosto de 2022

	Tensión L-N [volts]		Tensión L-L [volts]
	L1	L2	L1-L2
Mínimo	114.25	113.87	228.30
Promedio	122.19	121.58	243.85
Máximo	124.17	123.49	247.69

En la **Tabla 5.2**, se muestran los resultados para las corrientes por fase. Para este, se utilizan valores promedios de corriente en el periodo de medición, para determinar un corriente de desbalance promedio (*Δi máx*). Se calcula el porcentaje relativo de desbalance respecto a la corriente monofásica promedio. Las corrientes de desbalance en sistemas trifásicos 120/240, se traducen en corrientes por el conductor neutro que a su vez constituyen una pequeña fuente de pérdidas de energía.

Tabla 5.2 Desbalances de corriente por fase para el periodo del 3 al 11 de agosto de 2022

Tablero	Corrientes por fase (A)			Δi máx	Relativ
		Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)		
Principal	Mínimo	2.61	4.48	1.87	0.14
	Promedio	15.06	17.32	2.26	
	Máximo	78.06	78.65	0.60	
Tablero TP	Mínimo	0.00	2.29	2.29	0.66
	Promedio	5.23	10.38	5.15	
	Máximo	41.34	56.28	14.94	

En la **Tabla 5.3**, se muestran los valores de la demanda máxima, energía consumida y el consumo promedio obtenido en las mediciones realizadas con los equipos de medición CIRe3. Estos valores obtenidos nos permiten hacer una comparación con los valores obtenidos en facturación y con el levantamiento de equipos y realizar una validación de los resultados obtenidos.

Tabla 5.3 Mediciones de consumos por tableros para el periodo del 3 al 11 de agosto de 2022

Tablero	Máxima Demanda Medida (kW)	Energía consumida Medida (kWh)	Consumo Promedio Medido (kWh/dia)
Principal	17.2	708.57	88.26
Tablero TP	11.10	304.48	37.92

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

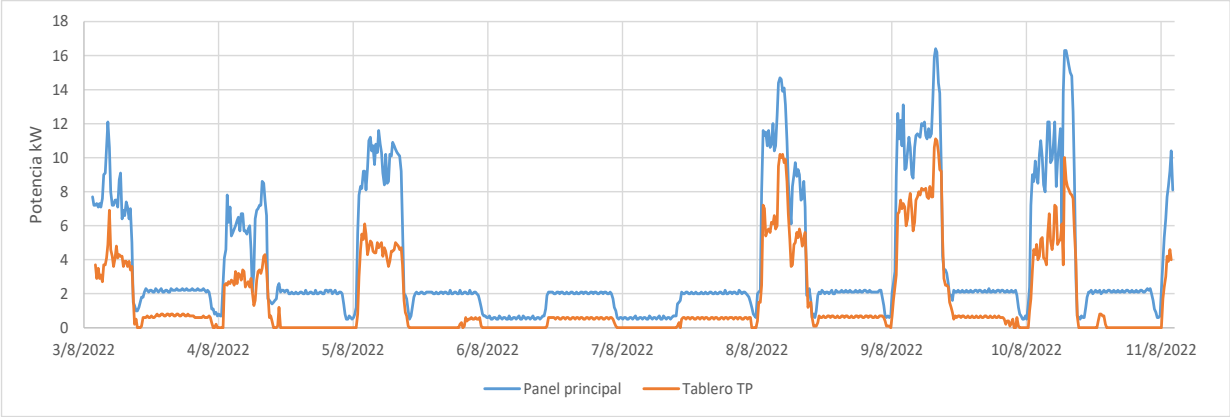


Figura 5.2 Mediciones continuas panel principal y del edificio adjunto.

En la **Figura 5.2** se observan los perfiles de carga de los tableros del edificio principal y del tablero TP, en ambos observamos un comportamiento de cargas que operan durante horas fuera de oficinas, estas cargas al tener un comportamiento constante y definido y corresponde a las luces de exteriores de parqueo y otras áreas que están controladas por fotoceldas ya que encienden en horarios de 17:30 a 5:30, incluso los fines de semana. Otro comportamiento es la potencia remanente que queda los fines de semana de alrededor de 0.6 - 0.7 kW, lo cual, corresponde a equipos de TI, como servidores u otros equipos ofimáticos que quedan conectados y consumiendo en estado de espera, además del refrigerador.

En la **Tabla 5.4** se observa la proyección del consumo energético mensual estimado por las mediciones eléctricas realizadas por CIRE S.A en el periodo descrito.

Estas se comparan con la energía promedio facturada en un periodo de 12 meses para la acometida principal, en este caso la diferencia entre las mediciones y el promedio de facturación es de 8.01%, por lo que se evidencia un comportamiento similar al de meses anteriores.

Tabla 5.4 Comparación entre mediciones eléctricas y facturación

Facturación Medidor 1 512 110		**2,462.70**
PROYECCIÓN MED. CONTINUAS		**2,677.15**
Error		**8.01%**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

5.2. Niveles de iluminación

Durante el trabajo de campo se realizaron mediciones del nivel de iluminación en distintos puntos del edificio con el objetivo de determinar si los niveles se encuentran de acuerdo con la normativa utilizada a nivel nacional o si por el contrario existe un exceso o deficiencia en la iluminación; para este caso, se toma como referencia la Norma INTE 8995-1:2016, publicada por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), llamada “Iluminación de los lugares de trabajo”.

Figura 5.1 Equipo de medición de los niveles de iluminación

El nivel de iluminación o iluminancia es una magnitud que expresa el flujo luminoso que incide sobre una unidad de área (es decir, la cantidad de luz que incide sobre una superficie) y está dado en **lux** (lx) según el Sistema Internacional. El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa (energía luminosa por unidad de tiempo) que es emitida o recibida por un cuerpo y su unidad según el Sistema Internacional es el **lumen** (lm). Así, un lux está definido como la cantidad de lúmenes por metro cuadrado (1lx = 1lm/m2).

Para efectuar las mediciones se utilizó un luxómetro **Figura 5.1** el cual es un instrumento que cuenta con una fotocelda, la cual permite determinar en tiempo real la cantidad de luxes en un ambiente. Estas mediciones se realizaron en puntos representativos del edificio, que incluyeron áreas de trabajo (oficinas y cubículos), atención al cliente y áreas comunes.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 5.5 Niveles recomendados de iluminación (lux) para algunas zonas de oficinas y atención al cliente según INTECO

Tipo de interior, tarea o actividad	Emlux
Áreas generales de edificaciones	
Vestíbulos de entrada	100
Salas de estar	200
Área de circulación y pasillo	100
Escaleras, escaleras mecánicas y bandas transportadoras de personas	150
Rampas/zonas de carga	150
Comedores	200
Áreas de descanso	100
Salas para ejercicio físicos	300
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200
Enfermerías	500
Sala de atención médica	500
Cuartos técnicos (industrias), cuartos de equipos eléctricos	200
Cuarto de correspondencia, tablero de interruptores	500
Oficinas	
Archivado, copiado, circulación, entre otros	300
Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500
Dibujo técnico	750
Estación de trabajo CAD	500
Sala de conferencias y reuniones	500
Puesto (carpeta de recepción	300
Lugar de archivos	200

En la **Tabla 5.6** se muestra un resumen de los valores máximos mínimos y promedio para fácil comparación con los niveles recomendados, en esta tabla se marcan con color verde aquellos valores que se cumplen con los requerimientos dictados por INTECO, mientras que se resaltan en color rojo aquellos que están por debajo de los valores recomendados por la norma, y en color amarillo aquellos que se encuentran en el valor límite en cuestión.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 5.6 Niveles de iluminación (lux) medidos en los distintos departamentos

RECINTO	ACTIVIDAD	MEDICION [LUX]			NORMATIVA [LUX]
		MIN	PROMEDIO	MAX	
Vestibulo	Vestibulo de entrada	60	84	130	100
Vestibulo	Sala de estar	110	110	110	200
Pasillo	Área de circulación	40	78	100	100
Jefatura extensión	Oficina	99	106	110	500
Unidad administrativa	Oficina	95	149	200	500
Dirección	Oficina	150	364	500	500
Asistente	Oficina	60	87	125	500
Capacitación	Oficina	165	633	1444	500
Sala de reuniones	Oficina	30	62	72	500
Comedor	Comedor	60	137	300	200
Jefatura Administrativa	Oficina	80	91	100	500
Sala de reuniones 1	Oficina	93	107	124	500
Oficina de extensión	Oficina	60	83	100	500
Unidad de proyectos	Oficina	65	72	79	500
Salón	Sala de estar	190	190	190	200
Oficina de Asistencia técnica	Oficina	80	80	80	500
Comedor	Comedor	55	55	55	200
Oficina Jefatura	Oficina	62	62	62	500
Recepción	Puesto de recepción	70	70	70	300

A partir de lo mostrado en la tabla anterior, se puede observar que en la mayoría de las mediciones realizadas en los puestos de trabajo no se logra cumplir con los mínimos establecidos por norma.

En la **Tabla 5.5** se observan puntos dentro de un mismo recinto que están cercanos, cumplen o están por encima de lo establecido por la norma, estos puntos dentro de un mismo recinto cumplen debido a que se encuentran cercanos a fuentes de luz optimas, tales como: luminarias o ventanas con acceso a luz natural.

También, se debe destacar que las mediciones realizadas en esta institución se ejecutaron en el estado normal de uso de los recintos, es decir, según el modo de iluminación que prefieren los funcionarios, por lo que en algunos recintos cuando se realizó el muestreo no se encendieron las luminarias, situación que también influye en que las mediciones se encuentren por debajo de los valores establecidos por la normativa.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

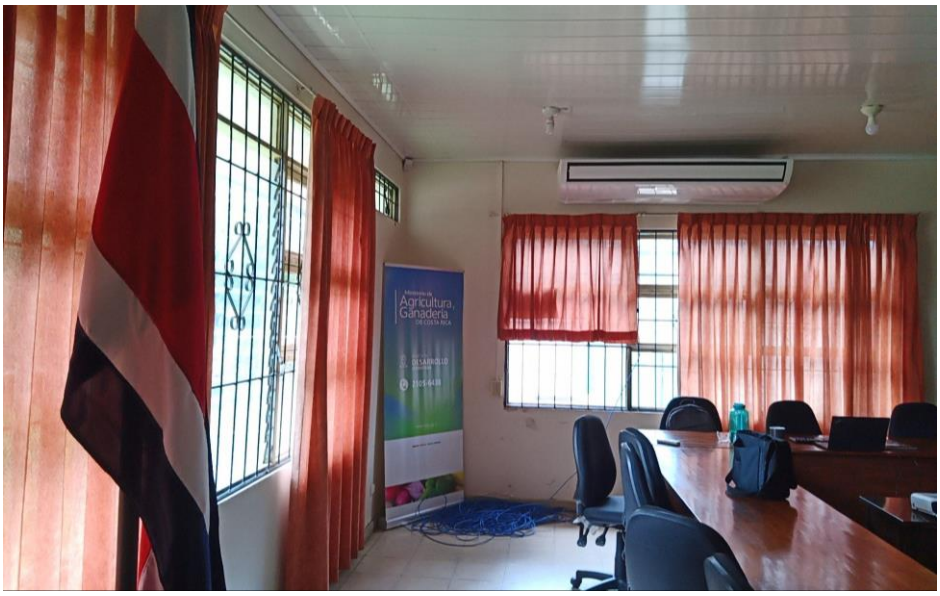


Figura 5.3. Ejemplo de recintos – MAG Liberia

5.3. Termografías de protecciones principales

Se realiza una medición de las protecciones principales de los tableros, de los valores de temperatura mediante capturas termográficas. Como referencia para los valores permisibles, se toma en consideración lo estipulado en el Código Eléctrico Nacional vigente (NEC 2014, versión en español) en Costa Rica, específicamente el artículo 110.14 (C) adjunto en la **Figura 5.4**. Donde se menciona que los límites de temperatura están acorde a las terminales y algunos de estos accesorios se encuentran limitados a 60 °C, por lo que se toma este valor como límite máximo permitido.

(C) Límites de temperatura. La temperatura nominal asociada a la ampacidad de un conductor se debe elegir y coordinar de modo que no supere la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Debe permitirse el uso de conductores con temperatura nominal superior a la especificada para las terminales, para ajuste o corrección de su ampacidad, o ambas cosas.

Figura 5.4 Artículo 110.14 (C)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

La metodología al realizar las capturas termográficas trata en abrir los tableros, verificar la conexión de las protecciones, evaluar las temperaturas por medio de la imagen termográfica tomada con el equipo. Finalmente cerrar nuevamente el panel asegurando una buena sujeción de la tapa.

La importancia en el monitoreo de estos valores de temperatura en los tableros principales, radica en la identificación de desbalanceo significativo de cargas eléctricas entre las fases, o falsos contactos que puedan generar puntos calientes en los equipos de distribución eléctrica, afectando la vida útil de los componentes y propiciando ambientes para la generación de arcos eléctricos que puedan desencadenar en accidentes de riesgo eléctrico y que podrían afectar tanto el recurso humano como en la infraestructura de la entidad.

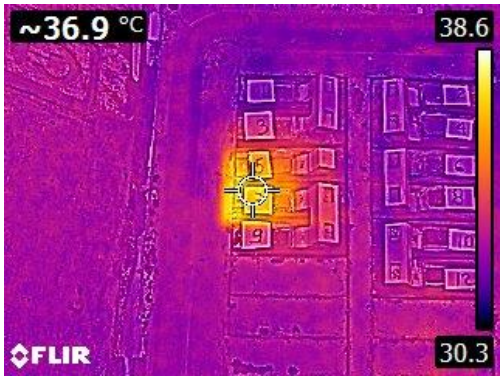
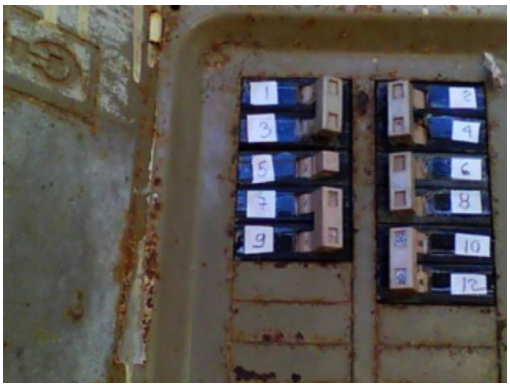
En la **Tabla 5.7** se muestra el listado de tableros o protecciones analizadas en la medición, seguidamente en la **Tabla 5.8** se adjunta la captura termográfica con el valor más crítico tomado en los paneles del sistema eléctrico en la organización.

Tabla 5.7. Paneles eléctricos donde se realizan termografías.

Tablero	Descripción
Panel Acometida	Protección edificio principal
TA	A/C, iluminación, tomas.
TP	A/C, iluminación, tomas.
Tablero exterior	A/C, iluminación.
Regional Liberia (Adjunto)	A/C, iluminación, tomas.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 5.8 Termografías

Detalle:	**Tableros: Tablero Exterior Edificio Principal**
Termografía	Referencia
	

La termografía en cuestión muestra el valor de temperatura más alto encontrado en los diferentes tableros con un valor aproximado a los 36.9 °C, y este se encuentra en el Tablero Exterior, aun así, se encuentra por debajo de los 60 °C establecidos anteriormente, por lo cual, no existe algún punto caliente significativo en los diferentes paneles de distribución eléctrica y tampoco se evidencia un desbalance significativo en las corrientes de fase.

El total de capturas termográficas se muestra en el **anexo 1,** informe de capturas termográficas.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

6. Balance Energía Eléctrica

6.1. Metodología del Balance Energía

Un balance de energía busca identificar los consumidores energéticos más importantes, indicándose para cada uno de estos los consumos mensuales promedio de energía y su porcentaje de participación.

Para alcanzar este objetivo, se inició por un reconocimiento del sistema eléctrico desde los transformadores eléctricos y paneles principales de distribución, hasta llegar a la identificación y levantamiento de los diferentes consumidores de energía.

El inventario de los equipos consumidores de energía es agrupado según el sistema energético o la facilidad a la que pertenece. Debido al tipo de actividad realizada en este tipo de instalaciones, los sistemas o facilidades comúnmente encontrados son: iluminación, aire acondicionado, refrigeración, equipos ofimáticos (equipos de oficina) y otros equipos.

Para cada equipo se determina la potencia eléctrica promedio y se estima su tiempo de uso diario con el fin de determinar su consumo de energía promedio mensual. La sumatoria de los consumos energéticos debe ser igual o muy cercano a los valores promedio mensuales facturados por la empresa distribuidora y mostrados en la **sección 4.2** y a los obtenidos por medio de mediciones continuas de las cargas. La desviación o error de estas dos fuentes de información, es decir, la estimación del consumo de energía y el consumo reportado en el recibo de energía eléctrica, se conoce como el error en el cierre del balance de energía. Esta desviación dependerá de la calidad de las mediciones y estimaciones realizadas, y de la exactitud de los tiempos de operación suministrados.

A continuación, se presenta una descripción de los diferentes sistemas energéticos que incluye un resumen de la potencia instalada y cantidad de equipos para cada uno

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

de ellos, según la variedad de consumidores instalados, seguido del balance de energía realizado para esta institución.

6.2. Inventario de Principales Puntos de Consumo Eléctrico

6.2.1. Iluminación

Para realizar el análisis de los dispositivos de iluminación instalados en la sucursal, estos fueron divididos según el tipo de tecnología utilizado en cada caso y también según la ubicación de estos. Por medio de inspección visual durante el trabajo de campo, se determina la existencia de 88 unidades de iluminación, enfocadas en sistemas fluorescentes (14%) y LED (86%), lo que en total corresponde a un total de 2.18 kW de potencia instalada, tal y como se muestra en la **Tabla 6.1** y **Figura 6.1.**

Tabla 6.1 Inventario de dispositivos de iluminación edificios MAG Liberia.

Tecnología	TOTAL		
	Cantidad lámparas	Potencia (kW)	Porcentaje
Incandescente	0	0.00	0%
Fluorescente	19	0.34	15%
LED	69	1.87	85%
HID	0	0.00	0%
Totales	**88**	**2.21**	**100%**

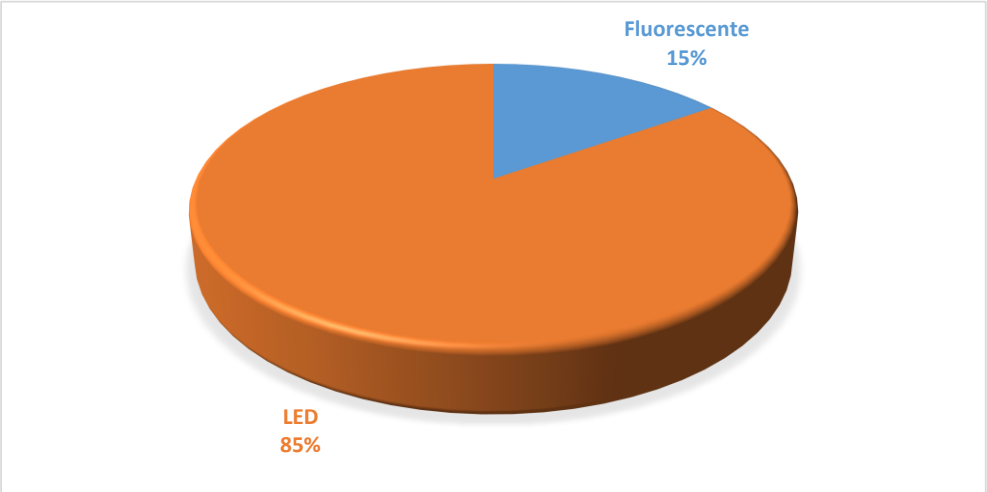


Figura 6.1. Distribución porcentual de potencia instalada según tecnología de iluminación

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

6.2.2. Acondicionamiento de Aire

En la **Tabla 6.2** se muestra la distribución porcentual de los equipos de acondicionamiento de aire según su sistema y potencia instalada en los edificios y la cual está destinada para este propósito. En este caso, el 100% de la potencia instalada corresponde a equipos de tipo Split, y existen tres equipos que se encuentran dañados, los cuales se ubican en el edificio adjunto.

Tabla 6.2 Resumen del inventario de equipos de acondicionamiento de aire

Sistema	Total		
	Cantidad	Potencia [kW]	Porcentaje
Split	14	23.42	100%
Paquete	0	0.00	0%
Manejadora	0	0.00	0%
Chiller	0	0.00	0%
Ventana y portátil	0	0.00	0%
Otros	0	0.00	0%
Total	**14**	**23**	**100%**

La norma ECA-MC-MA-P08 menciona que los equipos deben cumplir las características establecidas en la norma INTE E14-1 en su versión vigente.

La **Figura 6.2** muestra la tabla 1 de la norma INTECO mencionada donde define el SEER mínimo para equipos con tecnología “Inverter” y la **Figura 6.3**, presenta la tabla 2 del documento en el cual se muestran los valores de EER para equipos con sistema “on/off”, estos criterios son los utilizados para definir el cambio de equipos por unidades más eficientes.

Tabla 1. Nivel mínimo de Relación de Eficiencia Energética Estacional (REEE) para acondicionadores de aire con flujo de refrigerante variable, tecnología “inverter”

Clasificación del equipo	Capacidad de enfriamiento Watts (BTU/h)	REEE [1] Wt/We (BTU/hW)
Tipo paquete	Hasta 19050 (65000)	4,39 (15)
Tipo dividido, central con ductos		
Tipo dividido, descarga directa, sin ductos	Hasta 10600 (36168)	4,68 (16)
	Mayor que 10600 (36168) hasta 19050 (65000)	4,39 (15)

[1] En idioma inglés como: **Seasonal energy efficiency ratio, SEER.**

Figura 6.2 Tabla 1, norma INTE E14 – 1

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 2. Nivel mínimo de Relación de Eficiencia Energética (REE) para los acondicionadores de aire, tecnología "on/off"

Clasificación del equipo	Capacidad de enfriamiento Watts (BTU/h)[1]	REE [2] Wt/We (BTU/hW)[3]
Tipo ventana	Hasta 5859 (24000)	3,22 (11)
Tipo paquete	Hasta 19050 (65000)	3,22 (11)
Tipo dividido, central con ductos		
Tipo dividido, descarga directa sin ductos		

1) Valores nominales de BTU/h.
2) En idioma ingles como: **Energy efficiency ratio, EER.**
3) El valor de REE se determina en el conjunto condensador y evaporador.

Figura 6.3 Tabla 2, norma INTE E14 – 1

Para separar los equipos instalados dentro de la institución según su obsolescencia, se subdividen en categorías. En la **Tabla 6.3** se observa la cantidad y potencia para equipos con tecnología "Inverter" y en la **Tabla 6.4** el listado de equipos "On / off".

De los 14 equipos instalados, tres se encuentran dañados, y de uno de los equipos Inverter no fue posible obtener la información sobre su valor de eficiencia (SEER) ya que no viene descrita en la placa del producto y no se tiene su ficha técnica, por lo tanto, no se ve reflejado en la suma de equipos según su clasificación.

Tabla 6.3 Inventario de equipos de A/C con tecnología "Inverter" según su eficiencia

Tecnología	Inverter			
Capacidad (Btu/hr)	SEER < 16		SEER ≥ 16	
	Cantidad	kW	Cantidad	kW
12000	0	0.0	2	2.0
24000	1	3.5	0	0.0
Cap > 36168 (Btu/hr)	SEER < 15		SEER ≥ 15	
62000	0	0.0	1	5.3
	0	0.0	0	0.0
Totales	**1**	**3.5**	**3**	**7.3**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 6.4 Inventario de equipos de A/C con tecnología "On / off" según su eficiencia

Tecnología	On / off			
Capacidad (Btu/hr)	EER < 11		EER ≥ 11	
	Cantidad	kW	Cantidad	kW
12000	3	4.0	0	0.0
24000	3	7.1	0	0.0
62000	0	0.0	0	0.0
Totales	**6**	**11.1**	**0**	**0.0**

La gráfica de la **Figura 6.4** evidencia la cantidad de equipos que se encuentran dentro de los límites establecidos por norma y aquellos que se consideran como obsoletos, en este caso el 22% de los equipos cumplen la normativa, **un 50% están por debajo de sus respectivos límites** y un 21% dañados, y un 7% no identificado.

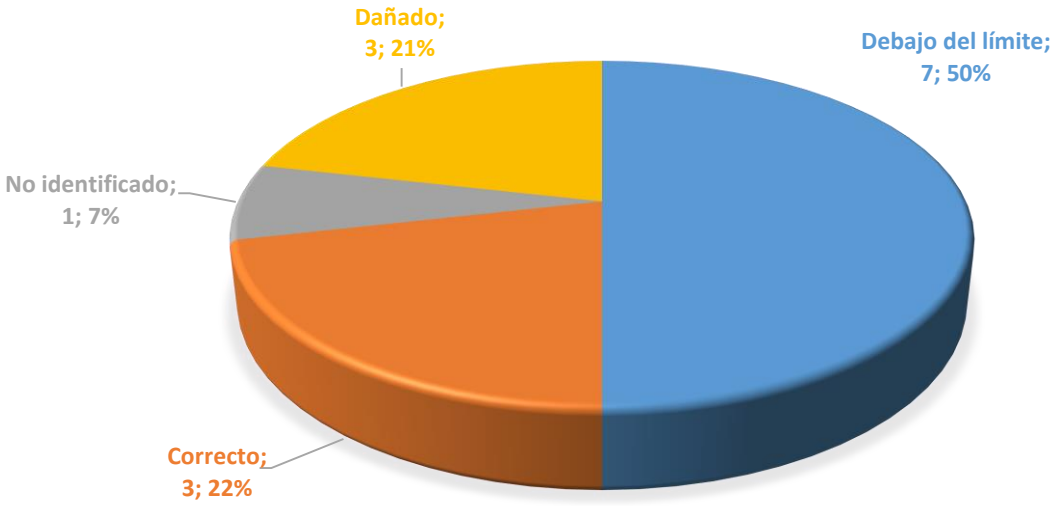


Figura 6.4 Cantidad de unidades de A/C que cumplen la INTE E14 – 1.

6.2.1. Refrigeradores

Aquí se incluyen los equipos de refrigeración instalados dentro la institución, tanto el edificio principal, como el edificio adjunto y que sirven conservación de alimentos u otra actividad especializada; indistintamente de que estos se encuentren dentro de un espacio físico especificado para uso de comedor, o que se ubiquen dispersos por el resto de las instalaciones de la sucursal. Los equipos se muestran en la **Tabla 6.5**.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 6.5 Inventario de refrigeradores

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Refrigerador	2	0.45	100%
Congelador	0	0.00	0%
Enfriador	0	0.00	0%
Otros	0	0.00	0%
Total	**2**	**0.45**	**100%**

6.2.1. Equipos de Oficina y otros

En este apartado se incluyen todos los equipos de oficina utilizados para atención al cliente, en oficinas administrativas, así como servidores, y otros equipos utilizados para respaldo de información.

“Otros Equipos”, hace referencia a equipos que no caben dentro de la descripción de las categorías anteriores, y que es posible que no se encuentren en una importante cantidad en la institución, tales como pantallas y microondas. El listado de estos equipos se presenta en la **Tabla 6.6**.

Tabla 6.6 Inventario de equipos de oficina edificio principal

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Ofimáticos	55	8.02	76%
Especializado	0	0.00	0%
Otros	3	2.58	24%
Total	**58**	**10.60**	**1.00**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

6.3. Balance Energía Eléctrica por Sistemas Energéticos

Con base en la metodología descrita anteriormente, se logró obtener un balance general de energía eléctrica de las instalaciones de la Regional del Ministerio de Agricultura – Liberia. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.5**.

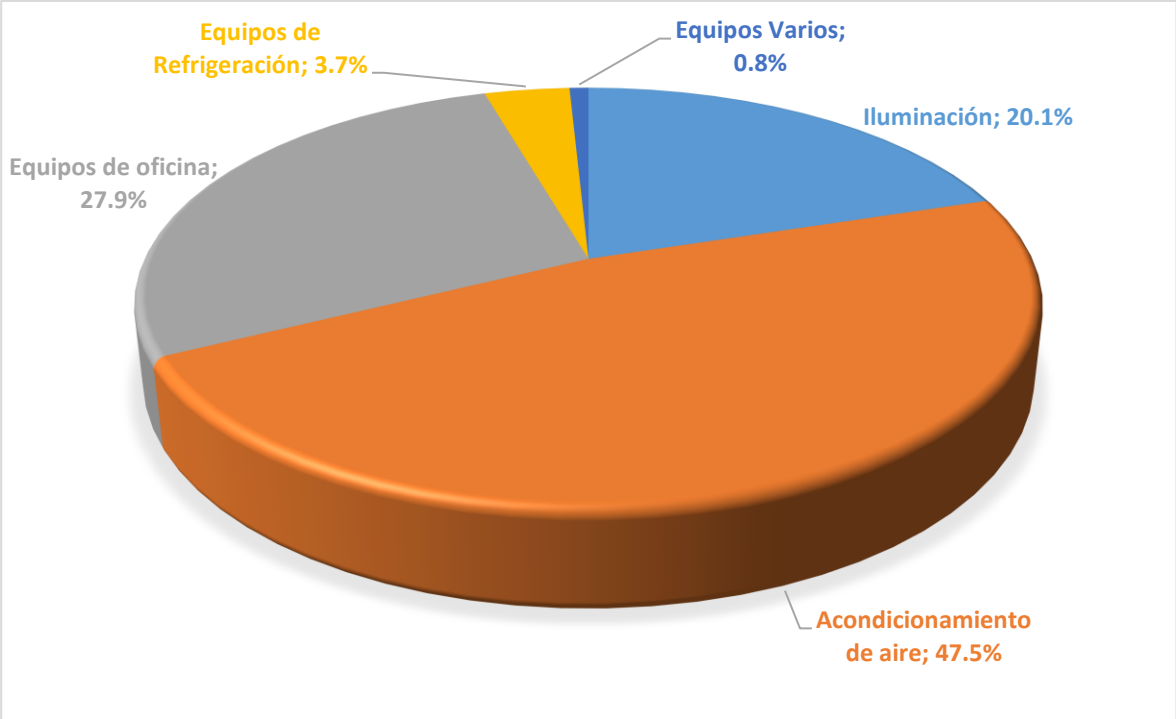


Figura 6.5 Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos de los edificios MAG Liberia (%)

En la **Tabla 6.7** se muestra un detalle más completo del balance de energía, detallándose el consumo para cada uno de los sistemas, su costo aproximado en la factura eléctrica mensual y su participación estimada en la máxima demanda de las instalaciones.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 6.7 Balance general de energía eléctrica por sistemas energéticos edificio principal

Balance General de Energía por Sistemas Energéticos			Costo promedio kW-hr ₡128.81	
Sistemas energéticos	**Potencia** [kW]	**Consumo** [kWh/mes]	**Porcent.** [%]	**Costo Promedio** [₡/mes]
Iluminación	**2.2**	**540.5**	**20.1%**	**₡69,624.54**
Incandescente	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Fluorescente	*0.3*	*52.3*	*9.7%*	*₡6,731.48*
LED	*1.9*	*488.3*	*90.3%*	*₡62,893.06*
HID	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Acondicionamiento de aire	**23.4**	**1278.0**	**47.5%**	**₡164,620.47**
Split	*23.4*	*1278.0*	*100.0%*	*₡164,620.47*
Paquete	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Manejadora	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Chiller	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Ventana y portátil	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Otros	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Equipos de Refrigeración	**0.5**	**98.3**	**3.7%**	**₡12,659.21**
Refrigerador	0.5	98.3	1.0	*₡12,659.21*
Congelador	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Cámara	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Otros	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Equipos de oficina	**8.0**	**750.7**	**27.9%**	**₡96,691.67**
Ofimáticos	*8.0*	*750.7*	*100.0%*	*₡96,691.67*
Equipos Varios	**2.6**	**21.8**	**0.8%**	**₡2,813.16**
Especializado	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Otros	*2.6*	*21.8*	*100.0%*	*₡2,813.16*
SubTotal	36.7	2,689.35	100.0%	₡346,409.05
Pérdidas de transformación		0.00	0.0%	₡0.00
Total		**2,689.35**	**100%**	**₡346,409.05**
Consumo DISTRIBUIDORA		**2,698.20**		**₡347,548.65**
Error		**0.33%**		

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Como se observa, el acondicionamiento de aire representa un 47.5% de la energía total, equivalente a 1,278.0 kWh al mes, siendo el mayor consumidor, seguido por los equipos de oficina, con un 27.9% (750.7 kWh al mes) y la iluminación, con un 20.1% (540.5 kWh al mes), equipos de refrigeración con un 3.7% (98.3 kWh al mes) y equipos varios 0.8% (21.8 kWh al mes).

En la parte inferior de la tabla se comparan los datos de consumo promedio con los datos de facturación provistos por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Del análisis de la facturación eléctrica, se obtuvieron los valores promedio mensuales de consumo de potencia y energía para el periodo de octubre de 2021 a julio de 2022. En promedio se han facturado 2,698.20 kilowatt-hora al mes, para un costo mensual aproximado de ₡347,548.65.

Con respecto al consumo de energía estimado en el balance y el promedio facturado, se obtuvo un porcentaje de **error de cierre de 0.33%** entre ambos datos, lo cual garantiza la confiabilidad en los cálculos y estimaciones efectuadas durante la realización del balance energético.

6.4. Usos significativos de Energía

De acuerdo con la norma ISO 50 001, “los Usos Significativos de la Energía (USEs)” corresponden a aquellos usos de energía que presentan un consumo sustancial y/o que ofrecen un potencial considerable para la mejora del desempeño energético. El criterio utilizado para determinar los *USE* debe ser definido por cada organización de acuerdo con sus necesidades y posibilidades particulares.

Para efectos de este proyecto, se determinarán dos Usos Significativos de Energía (USE) según el siguiente criterio:

> ***Serán USE’s los dos usos de energía con mayor porcentaje de participación en el balance de energía, para los cuales se hayan determinado que existe un potencial de ahorro.***

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

A partir del análisis cualitativo de los sistemas energéticos presentado en la sección 6.2 y los resultados del balance de energía de la sección 6.3, se obtiene la Tabla 6.8, la cual, permite identificar que los USEs de esta institución son:

- **Acondicionamiento de Aire**
- **Iluminación**

al ser los dos usos de energía con mayor participación del balance, y que tienen algún potencial de ahorro al realizar ajustes o al cambiar su tecnología.

Tabla 6.8 Determinación de los USEs

Uso de Energía	Participación en Consumo de Energía (%)	¿Tiene Potencial de Ahorro?
Acondicionamiento de Aire	47.5%	Sí
Equipo de Oficina	27.9%	No
Iluminación	20.1%	Sí
Equipos de Refrigeración	3.7%	No
Otros	0.8%	No
TOTAL	100%	-

7. Métricas de desempeño energético

7.1. Índices de Desempeño Energético (IDEn)

Con la finalidad de permitir la comparación del desempeño energético entre las diferentes instituciones incluidas en el *Proyecto GEF-9283* del BCIE, se determinan dos tipos de indicadores de desempeño:

A. ***Intensidad de consumo de energía***

Corresponden a la relación entre consumo de energía total de la institución y variables físicas como Área Total Construida (m^2), Cantidad de Colaboradores,

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Personas atendidas, Producción (si aplica), entre otras variables que puedan resultar relevantes según la naturaleza de la institución. En el caso de instituciones con varios medidores de energía eléctrica, el consumo de energía utilizado para el cálculo del indicador corresponde a la suma de total estos.

B. ***Potencia instalada por uso de energía***

Corresponden a la relación entre la potencia instalada (W) para los usos de energía identificados como relevantes dentro del marco del proyecto GEF (iluminación, aire acondicionado y refrigeración) entre el área total construida (m^2). Estos indicadores, a través de la comparación entre instituciones, hasta cierto punto permiten observar sobredimensionamientos o condiciones de alto grado de obsolescencia en los equipos actualmente instalados.

En la **Tabla 7.1** se muestra el cálculo de los resultados de los IDEn de intensidad de consumo de energía para esta institución, tomando en consideración el comportamiento de las variables potencialmente relevantes en los últimos 12 meses de información facilitada para este estudio.

Tabla 7.1. Cálculo de IDEn de intensidad de consumo de energía

Ministerio de Agricultura y Ganadería - Liberia					
Últimos 12 Meses facturados	**Facturación de energía Eléctrica**	**Variables**		**Indicadores Desempeño Energético (IDEn)**	
	Consumo Energía (kWh/mes)	Área (m2)	Cantidad empleados	Área **kWh/m2**	Colaboradores **kWh/colab**
octubre-21	2,716	1,006	18	2.7	150.9
noviembre-21	2,769	1,006	18	2.8	153.8
diciembre-21	2,370	1,006	18	2.4	131.7
enero-22	2,644	1,006	18	2.6	146.9
febrero-22	3,517	1,006	18	3.5	195.4
marzo-22	2,459	1,006	18	2.4	136.6
abril-22	2,678	1,006	18	2.7	148.8
mayo-22	2,358	1,006	18	2.3	131.0
junio-22	2,693	1,006	18	2.7	149.6
julio-22	2,686	1,006	18	2.7	149.2
PROMEDIOS	**2,688.94**	**1,006.24**	**18.00**	**2.67**	**149.39**
Desv.STD	-	-	-	*0.31*	*17.20*

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

La **Tabla 7.2**, muestra los valores promedio de los IDEn de intensidad de consumo de energía y los valores de los indicadores de potencia instalada, que servirán a la institución como referencia para la evaluación de su desempeño energético y que funcionan como criterio de comparación entre las instituciones que forman parte del proyecto GEF-9283.

Tabla 7.2 Valores promedio IDEn de intensidad y valores actuales de los IDEn de potencia instalada para el MAG Liberia.

MAG LIBERIA			Índices de comparación	
	Consumo Promedio (kWh)	2,688.94		
	Área (m2)	1,006.24	2.67	*kWh / m2*
	Cantidad Colaboradores	18.00	149.39	*kWh / colaboradores*
	Potencia Aire Acondicionado (W)	23,422.5	23.28	*W ACC / m2*
	Potencia iluminación (W)	2,177.5	2.16	*W iluminación / m2*
	Potencia refrigeración (W)	450	0.45	*W refrigeración / m2*

7.2. Línea Base Energética (LBEn)

Dado que la información de las variables potencialmente relevantes no presenta variabilidad en el tiempo, o bien, que no se cuenta con la suficiente información, no es posible determinar una LBEn a través de un análisis de regresión lineal, cuyo resultado consista en un modelo matemático que describa fielmente el comportamiento del consumo de energía de la institución. Por esta razón, se procede a determinar LBEn conformadas por los valores de los indicadores para los últimos 12 meses de facturación.

Para la institución, se define como **Periodo Base** el periodo comprendido entre **Octubre 2021 y Julio 2022**. Las **figuras 7.1 y 7.2** muestran el comportamiento de los IDEn *kWh/ m2* y *kWh/colaborador* respectivamente, para el periodo base descrito.

Para cada IDEn se definen los límites de control que permitirán a la institución conocer cuando se presenta una ***desviación significativa*** en su consumo de energía. Para

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

este efecto, se considera como límite de control superior e inferior, evaluar un promedio más/menos la desviación estándar de los IDEn.

Durante el seguimiento y análisis que realice la institución de sus IDEn, debe evaluar el valor mensual de cada uno de ellos y determinar si se presentan desviaciones significativas que requieran de un proceso de investigación o análisis de causa raíz, que permitan conocer las causas de estas desviaciones, así como las acciones para mitigarlas o mantenerlas en caso de que la desviación sea positiva. Cuando el IDEn sobrepase el límite de control superior (rojo), se entiende como una *Desviación Significativa Negativa*, caso contrario, cuando el IDEn esté por debajo del límite de control inferior (azul), se interpretará como una *Desviación Significativa Positiva*. En ambos casos, será necesario para la institución investigar las causas de tales desviaciones.

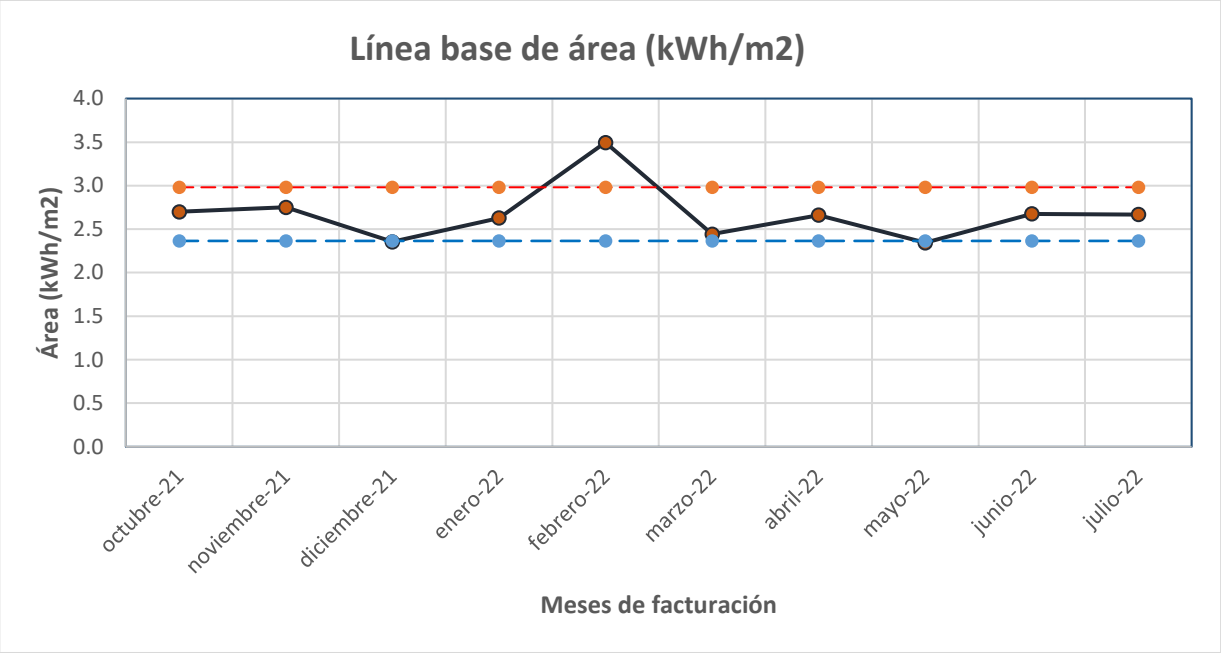


Figura 7.1. Comportamiento del IDEn kWh/m^2 en un período dado.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

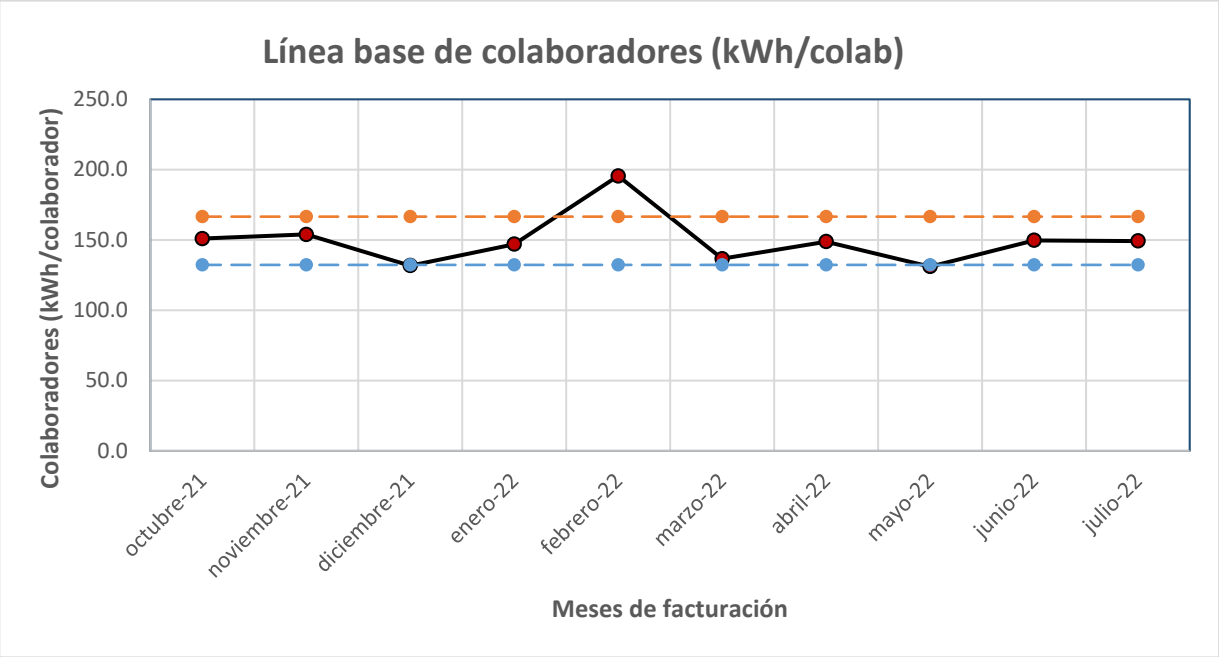


Figura 7.2. Comportamiento del IDEn kWh/colaborador en un período dado.

8. Oportunidades de Ahorro y Proyectos de Inversión

En esta sección se presenta aquellas oportunidades de ahorro económico y energético que fueron identificadas como resultado de los trabajos de campo, las cuales son producto de mejoras en el control operacional, mantenimiento, cambio de tecnología de los equipos consumidores de energía de la institución por equipos más eficientes y modificaciones a la gestión de compra de energía. Por lo tanto, los proyectos analizados son ordenados según las siguientes categorías para cada uno de los diferentes sistemas:

- **Gestión de compra de energía (GCE)**

En este punto se evalúa la posibilidad de cambiar la modalidad tarifaria por otra que presente mejores condiciones, además se muestra el ahorro económico estimado al cambiar este sistema y el nuevo costo en colones por kWh de energía.

- **Proyectos de conservación de la energía (OCEs)**

En este apartado se analizan aquellos proyectos en los que se propone un aprovechamiento más eficiente de los equipos consumidores que se encuentran

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

instalados actualmente en la institución; por ejemplo, a partir de la implementación de sistemas de control automáticos o mejoras en la gestión operacional por parte de los personeros encargados, de modo que se logre reducir en alguna medida la factura de consumo energético y, por ende, el pago monetario asociado.

- **Proyectos de eficiencia y/o obsolescencia energética (PEE's)**

Caso contrario a los proyectos de conservación de la energía, en este apartado se encuentran aquellas oportunidades de ahorro que se relacionan directamente con la sustitución de los equipos que se encuentran instalados actualmente. Con este recambio se propone la implementación de tecnologías de punta, que resulten más eficientes y que tengan un ahorro significativo en los niveles de consumo energético a mediano plazo.

Mediante comparación de escenarios (actual y propuesto) se muestran los posibles resultados que se tendría al ejecutar las mejoras, garantizando la reducción de consumo de energía en aquellos proyectos recomendados a implementar.

En la **sección 8.4**, se presenta un resumen de los proyectos de ahorro propuestos. El análisis de estos proyectos se realiza considerando la tarifa de facturación resultante de la Gestión de Compra de Energía (GCE), es decir, la tarifa que sea más favorable para la institución. Para el análisis financiero se utiliza **el costo de oportunidad del dinero para aquellas líneas de crédito similares o de menor tasa como las de Banca para Desarrollo, por lo tanto, se utilizará la tasa básica pasiva de 6.05% más 2.11% para un total de un 8.16% (BCCR, 20 de octubre de 2022).**

Se suma a este análisis, el detalle de la reducción en las emisiones de CO_2 equivalente que estarían ligadas a la implementación de las recomendaciones descritas en este estudio; esto, según los valores de equivalencia fijados por la Dirección de Cambio Climático del MINAE; el factor de conversión de kWh a kg_{equiv} de CO_2 no es un valor fijo, pues depende de la matriz energética de generación eléctrica, por lo que el valor considerado para los cálculos es de **0.04 kg_{equiv} de CO_2 por cada**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

kWh, según *Factores de emisión de gases de efecto invernadero, Duodécima Edición, 2022.*

A continuación, se describen las diferentes oportunidades de ahorro, con el propósito de dar a entender el alcance técnico de cada proyecto y los beneficios económicos que ofrece con su implementación. En el **anexo 3** se muestra el análisis financiero realizado para cada una de las oportunidades de ahorro presentadas a continuación.

8.1. Gestión de la Compra de Energía (GCE)

En función del comportamiento del perfil de carga de la oficina y el esquema de facturación bajo el cual se compra la energía eléctrica, pueden surgir alternativas de ahorros energéticos y económicos que beneficien financieramente el desempeño de la misma.

La migración de una tarifa a otra dentro de las empresas distribuidoras es una de las alternativas que se analizan en busca de reducir el costo de operación de las oficinas. Actualmente en los edificios se maneja la **Tarifa Comercial (T-CO)**, por lo que la posible tarifa que presenta mejores condiciones es la **Tarifa Media Tensión (T-MT)**, la cual presenta los siguientes requisitos:

a) La instalación debe tener una tensión nominal de suministro en media tensión, es decir, mayor a 1kV y menor a 100 kV.
b) La instalación debe ser clasificada como un servicio en media tensión de acuerdo con la norma AR-NT-SUCOM en su artículo 26 (*"Clasificación de Servicios")*. Esto quiere decir que la potencia declarada debe ser superior a 50 y 75 kVA para servicios monofásicos y trifásicos respectivamente. Para el caso de instalaciones existentes, se comprueba por medio del histórico de facturación que la máxima demanda promedio del último año sea mayor a 50 y 75 kW para servicios monofásicos y trifásicos respectivamente.
c) El consumo de energía anual debe ser mayor o igual a 120,000 kWh, de lo contrario, la energía faltante será cobrada en el último mes calendario al costo de la tarifa en periodo "pico" de facturación.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Para este caso se cumple con la condición a), sin embargo, no se cumple con los puntos b) y c), ya que, a pesar de que no se posee el registro de demanda máxima en la facturación (al momento del análisis), se puede observar en las proyecciones obtenidas por medio de las mediciones continuas realizadas por CIRE, que la demanda máxima medida no es superior a los 20 kW, por lo que no cumple con lo establecido por el reglamento; adicional, la condición del punto c) establece que la energía anual debe ser mayor a 120,000 kWh para evitar el cobro adicional, en el caso del MAG Liberia la energía total anual registrada en la facturación entre ambos edificios es de 37,542 kWh, lo cual está por debajo de lo establecido por los requisitos para optar por la tarifa T-MT del ICE.

Con esto se concluye que **NO es posible el cambio de tarifa de T-CO a T-MT**.

8.2. Oportunidades de ahorro en Aire Acondicionado

8.2.1. Proyectos de Conservación de la Energía

8.2.1.1. Ajustar temperatura de A/C a 24°C

Durante el trabajo de campo se notó que varios de los equipos de aire acondicionado instalados en la sucursal estaban configurados a temperaturas de funcionamiento bastante bajas, entre 18°C y los 23°C. Esta oportunidad de conservación energética consiste en mostrar el ahorro energético que implica establecer como temperatura de ajuste 24°C para todos estos equipos, este valor se escoge como el valor medio recomendado según la Guía para la Gestión de la Energía del MINAE.

Además, el factor de reducción en el consumo de energía del sistema de A/C es de un 3% por cada °C de temperatura que se aumenta a este punto de ajuste del equipo.

En la **Tabla 8.1** se muestra el listado de los equipos de A/C que fueron encontrados operando a temperaturas de ajuste bajas durante el trabajo de campo, se muestra también la energía que consumen actualmente y la que consumirían al implementar la propuesta de ajuste.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.1 Listado de equipo con temperatura de ajuste bajo

Ubicación	Capacidad (Btu/h)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Ahorro kWh / año
		Horas / día	Temperatura (°C)	kWh / año	Horas / día	Temperatura (°C)	kWh / año	
Sala de reuniones 1	62000	4.0	23.0	2,480.40	4.0	24.0	2,405.99	**74.41**
Unidad administrativa	12000	8.0	20.0	1,038.96	8.0	24.0	919.78	**119.18**
Capacitacion	12000	8.0	19.0	828.36	8.0	24.0	711.34	**117.02**
Sala reuniones 2	24000	4.0	23.0	673.92	4.0	24.0	653.70	**20.22**
Oficina de Asistencia	12000	8.0	17.0	1,010.88	8.0	24.0	816.77	**194.11**
TOTAL				**6,032.5**			**5,507.6**	**524.93**

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.2**.

Tabla 8.2 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo actual de energía [kWh/año]	6,032.5
Ahorro de energía por modificar temperatura [kWh/año]	524.9
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 128.81
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 108**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**21.0**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 524.9 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 108** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **21 kg por año**. El proyecto no requiere inversión como tal, ya que consiste en configurar el equipo indicado de manera manual, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ 426.97.**

La intención de este proyecto es la de generar consciencia sobre el considerable impacto que puede tener una acción que puede parecer tan insignificante a simple vista; además, este efecto negativo se podría ver multiplicado varias veces si el evento se repite en otros equipos en situaciones particulares, de ahí la importancia de

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

fomentar el uso solamente de los dispositivos que realmente sean necesarios, bajo las condiciones en las que estos sean forzados al mínimo posible, esto, sin comprometer el confort de los usuarios.

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados

8.2.2.1. Sustitución por obsolescencia de aires acondicionados

Para la realización de la propuesta de los equipos a cambiar, se determinan tres diferentes criterios para establecer un equipo como obsoleto, los cuales se mencionan a continuación:

Incumplimiento de las normas vigentes para eficiencia energética

Como se evidenció en la **sección 6.2.2** existen varios equipos que se encuentran por debajo de los límites de eficiencia establecidos en la INTE E-14, por lo que estos equipos, acorde a lo estipulado por la normativa, se consideran como obsoletos.

Antigüedad de los equipos (mayor a 10 años)

El segundo criterio se refiere a la longevidad de los equipos, ya que, en La Ley del Impuesto sobre la Renta de Costa Rica, se establecen los años de depreciación y vida útil estimada de los activos. Para el caso de los aires acondicionados se definen **10 años de vida útil** aproximadamente, por lo tanto, los equipos con una longevidad igual o mayor a este dato también se consideran como obsoletos.

La estimación de años de funcionamiento se puede realizar con el dato escrito en la placa del equipo o en un registro de activos de la institución donde se mencione la fecha de instalación de estos. Aunque, se puede dar casos donde no se tenga esta información, por lo que se realiza una evaluación del estado general del equipo, y si se evidencia un deterioro claro en su estructura se considera como obsoleto.

Uso de Refrigerante en estado de transición

El tercer criterio considerado para la sustitución de los equipos es el refrigerante utilizado en el sistema. En el Portafolio De Acciones De Mitigación De Emisiones De

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Gases De Efecto Invernadero, Tema: Gestión Y Uso Seguro De Refrigerantes del Programa de Carbono Neutralidad, basado en la Ley N°9522 de Costa Rica, se menciona que, según lo establecido en el Protocolo de Montreal, en el año 2010 se eliminó el uso de gases clasificados como **CFC (clorofluorocarbonos),** además también se prohibió la importación de estos compuestos a partir de esa fecha.

Por otro lado, se menciona que a partir de 2020 se prohíbe la importación de sistemas que utilicen gases **HFCF (hidroclorofluorocarbonos)** y se proyecta una eliminación paulatina de estos con un plazo de cumplimiento hasta el año 2030.

Por estas razones, se recomiendan sustituir todos los aires acondicionados que utilicen refrigerantes CFC y HCFC, los cuales se muestran en la **Tabla 8.3.** Aunque los refrigerantes HCFC aún son permitidos, se propone sustituirlos ya que, a la fecha, solo restan de 8 a 7 años para su prohibición total, además se considera que los equipos que utilizan estos refrigerantes son los más antiguos y sus costos de mantenimiento aumentarían año tras año.

Tabla 8.3 Refrigerantes prohibidos y en transición para su utilización.

Clasificación	CFC	HCFC	HFC
Uso	Prohibido	Transición	Controlado
Prohibición importación	2010	2020	Paulatino
Fecha eliminación	2010	2030	2047
Numero ASHRAE	R11	R22	R125
	R113	R123	R134a
	R114	R124	R143a
	R115	R141	R23
	R12	R141b	R32
	R13	R142	R404A
	R400	R142b	R407A
	R500	R401A	R410A
	R502	R402A	R419A
	R503	R403A	R508A

Tomado de: Portafolio de Acciones de Mitigación y Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

En la **Tabla 8.3** también se muestran algunos de los refrigerantes tipo HFC más utilizados a nivel de refrigeración y aire acondicionado, cuyo uso es controlado según el acuerdo de Kigali de 2016 (enmienda protocolo de Montreal).

Equipos de aire acondicionado a sustituir y costo de inversión

En la **Tabla 8.5**, se muestra el escenario actual de los equipos que no cumplen ya sea por uno o varios de los tres criterios definidos anteriormente, acorde a estos se propone el cambio por equipos avalados por el MINAE y que utilizan refrigerantes controlados, es decir equipos que utilizan sustancias clasificadas HFC (hidrofluorocarbonos) los cuales se ejemplifican como sustitos de los refrigerantes de la **Tabla 8.3**, aunque también se debe considerar que para estos se estima una eliminación de su uso para el año 2047 aproximadamente.

Tabla 8.4 Equipos de aire acondicionado considerados como obsoletos en MAG Liberia

Edificio	Ubicación	Tecnología	Marca	Modelo	Refrigerante	Cantidad de Equipos	CONDICIÓN ACTUAL					
							Btu/hr	kW elect	SEER	EER	kWh / mes	kWh / año
Principal	Jefatura extensión	On / off	Samsung	AR12TVHQCWK	R410A	1	12,000	1.20	16.00	9.89	81.90	982.80
Principal	Unidad administrativa	On / off	G-Air	-	R410A	1	12,000	1.11	-	10.81	86.58	1,038.96
Principal	Direccion	On / off	E-cold	ECOLD-E12BRISA-G001	R410A	1	12,000	1.74	-	6.91	94.81	1,137.75
Principal	Sala reuniones 2	On / off	G-Air	GUS-24C63F230G5	R-22	1	24,000	2.40	-	10.00	56.16	673.92
Principal	Jefatura de administración	Inverter	Gree	GWC24QE-D3DNA1G/O	R410A	1	24,000	3.52	11.00	6.81	137.40	1,648.76
Principal	Unidad de extensión agropecuaria	On / off	Innovair	-	R410A	1	24,000	2.20	12.90	10.80	150.15	1,801.80
Principal	Unidad de proyectos	On / off	Tempblue	TBH41G-024-H3U1C	R-410A	1	24,000	2.47	13.00	9.72	192.66	2,311.92
TOTAL						**7**						**9596**

En la **Tabla 8.5** se muestra la cantidad de equipos a sustituir según su capacidad, además del costo total de la compra de estos equipos y el consumo estimado por año, se debe aclarar que el costo total considera remover el equipo viejo e instalar el nuevo manteniéndose las mismas tuberías. Para la referencia de costo de los equipos, se consideró la lista de equipos avalados por el MINAE, la cual se puede consultar en la siguiente dirección: AVALES DIRECTRIZ 11-MINAE, EMITIDOS POR EL ECA.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.5 Comparación y rentabilidad de sustituir equipos de AC ineficientes.

Capacidad Btu/hr	Características equipos nuevos						Cantidad	Precio Total	Consumo kWh / año
	Descripción	Potencia (kW)	SEER	EER	Precio	Instalación			
12000	Evaporador - condensador	0.96	23	13.5	$ 770.00	$ 231.00	3	$ 3,003.00	818.77
24000	Evaporador - condensador	2.04	19	11.8	$ 1,368.00	$ 410.40	4	$ 7,113.60	2059.27
						Total	7	$ 10,116.60	2878.04

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.6.**

Tabla 8.6 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	9,576
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	4,395
Ahorro de energía por año [kWh/año]	5,181
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 128.81
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 1,068**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**207.2**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 5,181 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 1,068** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **207.2 kg por año**. El proyecto requiere inversión **$ 11,095.77** al considerar 10% del presupuesto de instalación para imprevistos, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ -6,642.30** y un **PSR de 10.39 años**.

8.3. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Iluminación

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación

8.3.1.1. Sustitución de sistemas de iluminación

Para la realización de la propuesta cambio de luminarias, se determinan tres diferentes criterios para establecer un sistema como ineficiente, los cuales se mencionan a continuación:

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

1. **Sustitución por incumplimiento de niveles de iluminación**

En este punto se toma en cuenta las mediciones de iluminación realizadas en la **sección 5.2,** donde se propone el cambio de aquellas luminarias que no dotan el mínimo de iluminación recomendada en la norma INTE 8995-1:2016.

Para los cambios se plantea diferentes maneras, que son: renovar la tecnología de las lámparas manteniendo la cantidad y la disposición, incluir sistemas de iluminación diferentes o aumentar la cantidad de luminarias.

2. **Sustitución por bajos niveles de eficacia lumínica**

Este aspecto considera el cumplimiento del decreto ECA-MC-MA-P08 donde se menciona que, "*las lámparas o tubos fluorescentes deben tener una eficacia lumínica igual o mayor a 80 lm/W*". Por lo que se evalúa la eficacia de las lámparas encontradas y si no se cumple con lo estipulado se sustituyen por sistemas con mayor eficacia.

3. **Sustitución por mejoras de eficiencia energética**

En el caso que los sistemas cumplan con los niveles de iluminación necesarios y mantengan una eficacia por arriba del nivel establecido en el decreto, se evalúa su sustitución por sistemas que posean menor consumo energético pero que igualmente mantengan los requisitos de iluminación y eficacia mencionados.

Equipos de iluminación a sustituir y costo de inversión

Se observa que un 95% las luminarias dentro de los edificios son bombillas compactas ya sean LED o fluorescentes, por lo que se tiene una iluminación deficiente en la mayoría de localizaciones. Se propone la sustitución de las bombillas compactas por luminarias empotrables tipo LED que poseen mejor flujo luminoso como la que se observa en Figura 8.1, además en exteriores y pasillos se cambiarían las luminarias fluorescentes por semejantes de tecnología LED.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Figura 8.1 Propuesta de panel LED a colocar en MAG Liberia

Además, en la **Tabla 8.7** se muestra el listado de tipo de luminarias encontradas en esta institución y la propuesta de cambio, en estas se muestra también la eficacia en cumplimiento con el decreto ECA-MC-MA-P08.

Tabla 8.7 Características luminarias encontradas y propuestas de sustitución.

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)
Fluorescente	CFL	15	825	55
	Circular	32	1750	54.68
LED	Empotrable	10 - 22	800 - 1760	80

Como se evidencia en la Tabla 8.7, las luminarias encontradas no cumplen con el límite mínimo de eficacia establecido por lo que se propone el cambio por sistemas LED que tienen una eficacia por encima de lo requerido. El sistema propuesto posee un sistema de potencia ajustable, además que tiene mayores valores de flujo luminoso con el que se puede mejorar las condiciones de iluminación dentro de los recintos.

En la **Tabla 8.8** se muestra el inventario de las luminarias a sustituir y su ubicación.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.8 Inventario de luminarias a sustituir en MAG Liberia.

Recinto	Lugar	Tipo	Cantidad
Principal	Unidad administrativa	Compacto	6
Principal	Vestibulo	Compacto	3
Principal	Dirección	Compacto	2
Principal	Asistencia de dirección	Compacto	2
Principal	Capacitación	Compacto	2
Principal	Sala de reuniones 2	Compacto	3
Principal	Jefatura de administración	Compacto	4
Principal	Sala de reuniones 1	Compacto	6
Principal	Oficina extensión agropecuaria	Compacto	6
Principal	Unidad de proyectos	Compacto	6
Adjunto	Asistencia técnica	Compacto	1
Adjunto	Oficina Jefatura	Compacto	1
		Total	**42**

En este caso no se realiza un cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, debido a que las propuestas de sustitución tienen un mayor consumo energético, el cual es necesario para mejorar la calidad de iluminación dentro de los edificios.

Se estima que, se requiere de una **inversión cercana a US $ 1989.42.** Considerando un costo de $28.8 por cada luminaria LED, más un 46% de mano de obra del costo total, un 10% del total para imprevistos, 5% para inspección y 5% para ingeniería.

8.4. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Refrigeración

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración

8.4.1.1. Sustitución de equipos por obsolescencia

A nivel de equipos de refrigeración también se propone sustituir refrigeradores que tenga un estimado de más de **10 años** según el periodo de depreciación establecido por La Ley del Impuesto sobre la Renta de Costa Rica para este tipo de equipos.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Igualmente, se consideran como obsoletos aquellos equipos que utilicen los refrigerantes no permitidos descritos en la **Tabla 8.3**.

En el caso de los edificios de MAG Liberia se utilizan dos equipos de refrigeración electrodoméstica, se observan unidades antiguas y no poseen el etiquetado descrito en la INTE E11 – 2.

En la **Figura 8.2** se muestra la placa de uno de los refrigeradores definidos como obsoleto, además del refrigerante utilizado en el sistema es el R-12 cuya utilización se encuentra prohibida en el país.

Figura 8.2 Refrigerador presente en el edificio Adjunto de MAG Liberia

En la **Tabla 8.9** se muestran ejemplos de equipos de refrigeración para sustitución de los mostrados anteriormente, estos equipos se encuentran avalados, junto a los costos pertinentes. En estos casos de sustitución por obsolescencia no se estima el periodo de recuperación de la inversión o algún otro indicador financiero, ya que el cambio se debe realizar en acatamiento de los reglamentos vigentes para este tipo de equipos.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.9 Precios equipos de refrigeración propuestos para sustitución

Tipo refrigerador	Volumen		Cantidad	Costo equipo	Total
	Litros	Ft^3			
Doméstico	396.44	14	2	$639.29	$ 1,278.58
Total			2		$ 1,278.58

8.5. Resumen de Oportunidades de Ahorro

En la **Tabla 8.10** se muestra el resumen de las diferentes oportunidades de ahorro analizadas.

Se incluye información sobre la inversión en US$ a realizar para cada proyecto, el ahorro energético y su equivalencia en US$ y kgCO_2, la Tasa Interna de Retorno (TIR), Período Simple de Recuperación (PSR) y el Valor Presente Neto (VAN).

La tabla muestra en su parte inferior la comparación porcentual de los ahorros de los proyectos propuestos con respecto a la facturación energética anual de las instalaciones de la institución. La totalidad de proyectos recomendados generan un **ahorro energético anual de 5,706.13 kWh** que corresponden a un **17.62% del consumo de energía actual.**

La implementación de estos proyectos genera un **ahorro económico anual de US$ 1,176.25** y requieren de una **inversión total de unos US$ 14,363.77** Sumado a esto, la **reducción de emisiones de CO_2 se estima de 228.25 kg.**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 8.10 Resumen de oportunidades de ahorro energético y económico analizadas

Institución: ***Ministerio de Agricultura y Ganadería***				Ubicación: ***Liberia***						
Proyecto	**Sistema**	**Descripción**	**Recomend.**	**Inversión**	**Ahorro**		**TIR**	**PSR**	**VAN (5 años)**	**Reducción de emisiones**
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Ajustar temperatura de set de A/C	Sí	$ -	524.93	$ 108.2		0.00	$ 426.97	21.00
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$11,095.8	5,181.20	$ 1,068.0	-19%	10.39	$ (6,642.30)	207.25
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias por tecnología LED	Sí	$ 1,989.4	-	-	N/A	N/A	N/A	-
PEE #3	Refrigeración	Sustitución de equipos de refrigeración	Sí	$ 1,278.6	-	-	N/A	N/A	N/A	-
			TOTAL	$14,363.8	5,706.13	$ 1,176.25		12.21		228.25
Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:					17.62%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**5,706.13**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$1,176.25**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**17.62%**
Costo de la inversión [US$]	**$14,363.77**
PSR [años]	**12.21**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**228.25**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

9. Recomendaciones Generales

9.1. Renovación de Equipos de Refrigeración

Es común encontrar en instituciones gubernamentales, que equipos de refrigeración son propiedad del personal del departamento y no de la institución; por esta razón, **es recomendable que la institución defina como requisito de cumplimiento obligatorio, que los equipos adquiridos directamente por el personal cumplan con lo establecido en la norma INTE E – 11 en su versión vigente, o en su defecto, que establezcan la prohibición de inclusión de equipos por parte del personal.** Esto mismo aplica para los equipos de la institución que sufran algún desperfecto y requieran de sustitución.

9.2. Estado conexión de tomacorrientes

En el trabajo de campo también se realizó un muestreo de pruebas de funcionamiento en los tomacorrientes, para lo cual se utilizó un probador de tomacorrientes como el que se muestra en la **Figura 9.1.**

Figura 9.1 Probador de tomacorrientes

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

En el edificio de la Agencia Extensión Chorotega se encontró que fase y neutro se encuentra invertidos en uno de los receptáculos del salón de reuniones, **Figura 9.2.**

Figura 9.2 Problemas encontrados en tomacorrientes

En este edificio solo se encontró un tomacorriente con ese problema, el resto de tomas evaluados en el muestreo se encuentran correctos. Entonces, se recomienda corregir el problema y evaluar el resto de tomas del recinto para verificar su funcionamiento.

La correcta conexión de un tomacorriente se muestra **Figura 9.3**, esta conexión puede producir problemas en equipos informáticos sensibles, por lo que se recomienda reconectar los conductores a las terminales correspondientes.

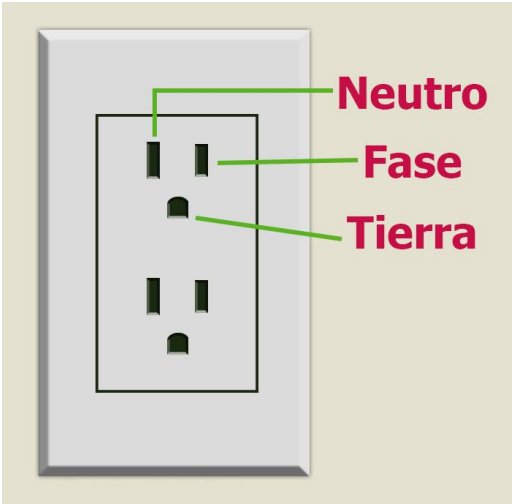
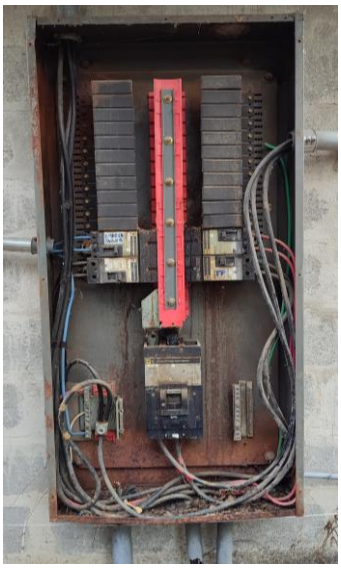


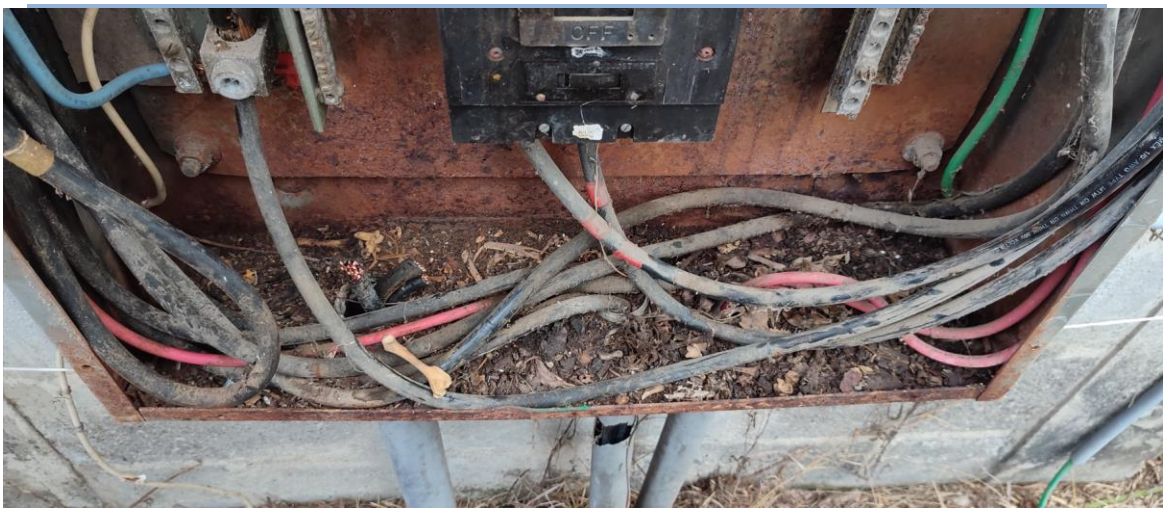
Figura 9.3 Conexión correcta de un tomacorriente

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

9.3. Mejorar las condiciones de los tableros

En la visita realizada se realizó la apertura de los diferentes tableros eléctricos y en el Tablero de la Acometida Principal se evidencia que se utiliza un panel que no está especificado para ser utilizado en intemperie. Este se encuentra con gran cantidad de óxido, y además faltan tornillos para la sujeción de la tapa, por lo que no se asegura la hermeticidad del mismo. También, se observan residuos de conductores de una conexión que se retiró y que propicia un ambiente de riesgo eléctrico, como se muestra en la **Figuras 9.4.**





Figuras 9.4 Condición Tablero Acometida Principal MAG Liberia

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Estos problemas se repiten en el Tablero Exterior localizado en la pared del edificio principal (**Figura 9.5**), en este también se muestra gran cantidad de residuos orgánicos que representan una situación peligrosa para el correcto funcionamiento de los equipos.

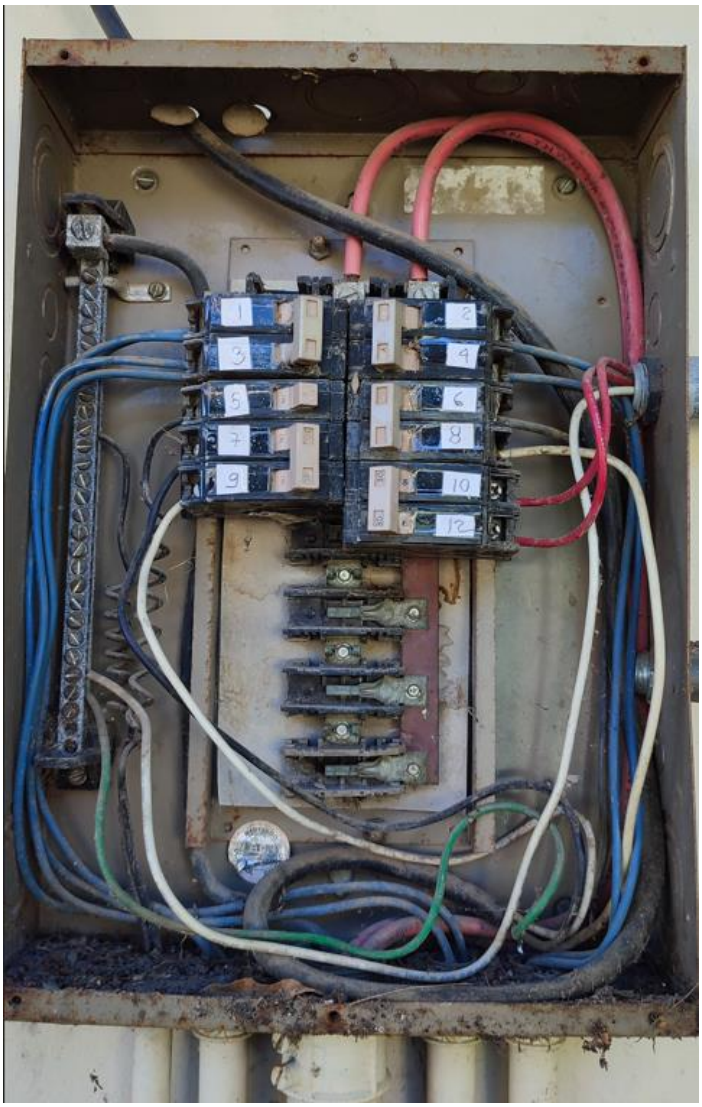


Figura 9.5 Condición Tablero Exterior Edificio Principal MAG Liberia

Para usos exteriores se deben utilizar dispositivos certificados para este tipo de aplicación, y regido por las especificaciones establecidas en el NEC 2014 (versión vigente), en específico la Tabla 110.28, en la cual se definen los grados de protección.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

También, las buenas prácticas de mantenimiento recomiendan la apertura de tableros al menos una vez al año, para su limpieza, ajuste de conexiones y verificar su condición.

Se recomienda que el Tablero de la Acometida Principal sea intervenido a la mayor brevedad debido a que su condición actual representa una situación de peligro inminente.

9.4. Recomendaciones para la Eficiencia Energética

Estas recomendaciones se establecen con base a la Guía Práctica para la Eficiencia Energética en el Sector Público Costarricense distribuida por DIGECA donde se detallan acciones que se pueden establecer en los lugares de trabajo para disminuir el consumo energético en las instituciones, a continuación, se resumen algunas de las acciones descritas.

9.4.1. Iluminación

Se recomienda maximizar el uso de luz natural, evitar el uso de cortinas y persianas si no es estrictamente necesario. Orientar los puestos trabajo hacia donde se aproveche mejor la iluminación natural.

Figura 9.6 Porcentaje de reflexión de la luz en paredes según su color (DIGECA)

También, se recomienda utilizar colores claros en las paredes y cielo raso de los recintos debido a que estos colores reflejan de mayor manera la luz, como se observa

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

en la **Figura 9.6** los colores más oscuros no son recomendados para los espacios de trabajo.

Entre otras recomendaciones está utilizar sensores de presencia en lugares donde la ocupación no es continua como por ejemplo en pasillos, bodegas, zonas de espera, baños, entre otros, ya que de ese modo se optimiza el uso de la iluminación.

9.4.2. Ofimáticos

La Guía recomienda que se utilicen regletas con interruptor para la conexión de diferentes equipos de oficina, esto porque cuando no se está en jornada laboral los equipos quedan en función de “stand – by”, por lo que al utilizar este dispositivo se pueden desconectar todos los equipos al apagar el interruptor de la regleta y así evitar consumos “fantasmas”.

También, se recomienda apagar la computadora y monitores cuando no se utilicen en periodos largo de tiempo, igualmente se propone utilizar el modo de espera después de 10 minutos de inactividad ya que de ese modo se reduce el consumo principalmente por el monitor. Según la Guía un salva pantallas “negro” reduce en 7.5 W el consumo en comparación con el estado normal de uso.

A nivel de impresoras y fotocopiadoras, se recomienda la sustitución de equipos que se encuentren en un solo recinto por sistemas comunes en lugares accesibles, además de configurarla en el perfil de ahorro si es posible, y apagarlas cuando se acabe la jornada de trabajo.

9.4.3. Refrigeración

Se recomienda que los refrigeradores se encuentren en lugares frescos y alejados de fuentes de calor, y que la pared de atrás no se encuentre a menos de 10 cm de la pared. Se debe revisar periódicamente los empaques de la puerta y evitar la acumulación de polvo en la parte posterior. En cuestión de utilización se debe evitar

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

abrirla por más de 10 segundos, no introducir alimentos calientes y utilizar niveles bajos de enfriamiento.

9.4.4. Aire acondicionado

Aparte de la recomendación sobre que los aires acondicionados se utilicen a una temperatura de 24°C, otras recomendaciones es optimizar el uso de la ventilación natural en los recintos.

También, disminuir en lo posible el uso del equipo y si este se va a utilizar se deben evitar las infiltraciones por puertas o ventanas abiertas, igualmente se deben apagar los sistemas cuando no hay presencia de usuarios en los recintos (a excepción que sea necesaria la climatización).

También si las condiciones lo permiten se puede utilizar un aislante térmico polarizado como por ejemplo la serie Prestige de 3M el cual reduce en un 78% el calor solar y bloquea en un 97% los rayos ultravioleta que ingresan a los recintos.

Figura 9.7 Polarizado para ventanas 3M PR70

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

10. Conclusiones

- Al realizar el análisis de facturación se evidencia la tendencia correspondiente al periodo de octubre 2021 a julio 2022, en este se muestra un máximo en el mes de abril de 2022 donde incluso se cobró el rubro por demanda, por lo que se debe investigar su causa y evitar que se repita ya que aumenta los costos generales de los diferentes rubros.
- Las mediciones continúas realizadas en el Tablero Principal de la institución demuestran que los valores de tensión están dentro de los límites establecidos, además se observa un comportamiento típico y periódico en los ocho días de medición a nivel de potencia consumida.
- Los niveles de iluminación en la mayoría de los recintos se encuentran por debajo de los límites establecidos por la norma INTE 8995-1:2016, donde se establece que, para labores en computadora se requiere un mínimo de 500 lux, aunque en algunos puntos cercanos a ventanas las mediciones superan el valor gracias a la iluminación natural.
- Las mediciones termográficas muestran un comportamiento normal en los tableros de los recintos, el valor de temperatura más alto que se obtuvo fue de 38.6 °C, el cual está por debajo del límite de temperatura de 60° C que soportan típicamente las terminales en las conexiones.
- El levantamiento de equipos consumidores de energía eléctrica muestra que el 47.5 % del consumo se debe a equipos de aire acondicionado, 27.9% para equipos de oficina, la iluminación un 20.1 % del total y un 3.7% en refrigeración.
- En este caso, los Usos Significativos de la Energía, son el aire acondicionado y las luminarias, ya que son los participantes en el balance que tienen mayor potencial de ahorro y mejora.
- El total de equipos de aire acondicionados son sistemas Split, donde el 60% se encuentra por debajo del EER o SEER (según su tecnología) establecido en la INTE E14 – 1. Por otra parte, la mayor parte de luminarias son tipo LED y solo

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

un 10% del total son fluorescentes y este porcentaje el que tiene potencial de ahorro al cambiar por tecnología LED.

- Para dar seguimiento al comportamiento de la institución se calculan dos tipos de indicadores, intensidad de consumo de energía y potencia instalada por uso de energía, en este caso se obtiene un valor 2,67 kWh/m^2 y 23.28 W/ m^2 como ejemplo para ambos. Además, se estima los límites de Desviación Significativa según los valores obtenidos en el periodo base, con lo cual se pueden visualizar fácilmente las variaciones y encontrar los problemas que estén aumentando el consumo energético.
- En las oportunidades de ahorro se encuentra que no es posible cambiar a una tarifa eléctrica T-CO a T-MT, ya que por el consumo promedio estimado y la potencia demandada la tarifa actual es la que mejor se ajusta a la institución.
- Se encuentra una oportunidad de conservación de energía que es ajustar las temperaturas de uso del aire a 24°C, al realizar este cambio se ahorran 524.9 kWh al año que representa $108 (aproximado) por año.
- En Proyectos de Eficiencia Energética, se propone el cambio de equipos según lo estipulado en la directriz 11 del MINAE, con la cual se establecen los criterios de eficiencia, refrigerantes permitidos, y vida útil. Se propone cambiar 7 equipos de aire acondicionado que no cumplen con los requisitos de funcionamiento, la inversión para la sustitución de estos es de alrededor de $11,095.77, y se estima un ahorro de 4,395 kWh al año que equivale a $1,068 aproximadamente.
- También, se propone cambiar las luminarias debido a bajos niveles de iluminación en los recintos por sistemas semejantes de tecnología LED, con este cambio se estima una inversión aproximada de $1694.18, y no se puede estimar un ahorro energético ya que las lámparas propuestas tienen una mayor potencia que es necesaria para mejorar el flujo luminoso en los recintos.
- Se encuentran varios equipos de refrigeración que no cumplen los reglamentos vigentes, por lo que se propone su sustitución, la inversión es de $1,278.58 para el cambio de estos equipos.

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

11. Anexos

11.1. Capturas termográficas

11.2. Inventario de Consumidores de Energía

11.3. Análisis Financiero Oportunidades de Ahorro

11.4. Fichas Técnicas equipos medición CIRE S.A

11.5. Archivos digitales Mediciones Eléctricas

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 1: Capturas termográficas

(Archivo adjunto titulado A-11.1_Termografías_MAG_Liberia)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 2: Inventario de Consumidores de Energía

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 11.1 Inventario equipos de iluminación

Ubicación		Características			Cantidad			Potencia		
Recinto	Lugar	Tecnología	Modelo	Control	Luminarias	Lámparas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
Principal	Jefatura de extensión	LED	T8-2T-48	Manual	1	2	2	9	18	0.018
Principal	Unidad administrativa	LED	Compacto	Manual	4	1	4	9	9	0.036
Principal	Unidad administrativa	Fluorescente	Compacto	Manual	2	1	2	15	15	0.03
Principal	Vestibulo	LED	Compacto	Manual	3	1	3	9	9	0.027
Principal	Dirección	Fluorescente	Circular	Manual	2	1	2	32	32	0.064
Principal	Asistencia de dirección	Fluorescente	Compacto	Manual	2	1	2	15	15	0.03
Principal	Capacitación	Fluorescente	Compacto	Manual	2	1	2	15	15	0.03
Principal	Sala de reuniones 2	LED	Compacto	Manual	3	1	3	9	9	0.027
Principal	Comedor	Fluorescente	Compacto	Manual	2	1	2	15	15	0.03
Principal	Pasillo comedor	Fluorescente	Circular	Manual	1	1	1	32	32	0.032
Principal	Jefatura de administración	LED	Compacto	Manual	4	1	4	9	9	0.036
Principal	Sala de reuniones 1	Fluorescente	Compacto	Manual	3	1	3	15	15	0.045
Principal	Sala de reuniones 1	LED	Compacto	Manual	3	1	3	9	9	0.027
Principal	Pasillo por capacitación	LED	Compacto	Manual	3	1	3	9	9	0.027
Principal	Oficina extensión agropecuaria	LED	Compacto	Manual	5	1	5	9	9	0.045
Principal	Oficina extensión agropecuaria	Fluorescente	Compacto	Manual	1	1	1	15	15	0.015
Principal	Unidad de proyectos	LED	Compacto	Manual	5	1	5	9	9	0.045
Principal	Unidad de proyectos	Fluorescente	Compacto	Manual	1	1	1	15	15	0.015
Principal	Baños	LED	Compacto	Manual	4	1	4	9	9	0.036
Principal	Exterior	LED	Compacto	Fotocelda	7	1	7	100	100	0.7
Principal	Exterior	LED	Panel	Fotocelda	2	1	2	100	100	0.2
Principal	Exterior	LED	Babilonia	Fotocelda	1	1	1	200	200	0.2
Principal	Exterior	LED	Compacto	Fotocelda	6	1	6	9	9	0.054
Principal	Exterior	Fluorescente	Compacto	Fotocelda	3	1	3	15	15	0.045
							0			0
Adjunto	Salón	LED	T10-2T-48"	Manual	6	2	12	32	58	0.348
Adjunto	Asistencia técnica	LED	Compacto	Manual	1	1	1	9.5	9.5	0.0095
Adjunto	Comedor	LED	Compacto	Manual	1	1	1	9.5	9.5	0.0095
Adjunto	Oficina Jefatura	LED	Compacto	Manual	1	1	1	9.5	9.5	0.0095
Adjunto	Recepción	LED	Compacto	Manual	1	1	1	9.5	9.5	0.0095
Adjunto	Baño recepción	LED	Compacto	Manual	1	1	1	9.5	9.5	0.0095
							88			**2.21**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 11.2 Inventario de equipos de aire acondicionado y potencia estimada

Ubicación		Características										Cantidad	Potencia		Uso				Consumo
Piso	Lugar	Tipo AC	Tipo de evaporador	Tecnología	Marca	Modelo	Capacidad [BTU/hr]	SEER	EER	Temp. de Uso (°C)	Refrigerante	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]	Día [hr/día]	Semana [días/sem]	Total [hr/mes]	Factor [%]	Energía [kW-hr/mes]
Principal	Sala de reuniones 1	Split	Pared alta	Inverter	Innovair	VEV62C2R18	62,000.0	18	11.70	23	R410A	1	5300	5.3	4	5	86.7	45%	206.7
Principal	Jefatura extensión	Split	Pared alta	On / off	Samsung	AR12TVHQCWK	12,000.0	16	9.89	24	R410A	1	1200	1.2	7	5	151.7	45%	81.9
Principal	Unidad administrativa	Split	Pared alta	On / off	G-Air		12,000.0		10.81	20	R410A	1	1110	1.1	8	5	173.3	45%	86.6
Principal	Direccion	Split	Pared alta	On / off	E-cold	ECOLD-E12BRISA-G001	12,000.0	-	6.91	-	R410A	1	1737	1.7	7	4	121.3	45%	94.8
Principal	Asistente dirección	Split	Pared alta	Inverter	Tempblue	TBH43MX012-H3H1C	12,000.0	-	7.91	25	R410A	1	1518	1.5	8	5	173.3	45%	118.4
Principal	Capacitacion	Split	Pared alta	Inverter	Classic	MWOHC12S	12,000.0	22	13.56	19	R410A	1	885	0.9	8	5	173.3	45%	69.0
Principal	Sala reuniones 2	Split	Pared alta	On / off	G-Air	GUS-24C63F230G5	24,000.0	-	10.00	23	R22	1	2400	2.4	4	3	52.0	45%	56.2
Principal	Jefatura de administración	Split	Pared alta	Inverter	Gree	GWC24QE-D3DNA1G/O	24,000.0	11	6.81	24	R410A	1	3523	3.5	4	5	86.7	45%	137.4
Principal	Unidad de extensión agropecuaria	Split	Pared alta	On / off	Innovair		24,000.0	12.9	10.80	25	R410A	1	2200	2.2	7	5	151.7	45%	150.2
Principal	Unidad de proyectos	Split	Pared alta	On / off	Tempblue	TBH41G-024-H3U1C	24,000.0	13	9.72	28	R-410A	1	2470	2.5	8	5	173.3	45%	192.7
Adjunto	Salón	Split	Cassette	Dañado								1		0.0			0.0	0%	0.0
Adjunto	Salón	Split	Pared alta	Dañado								1		0.0			0.0	0%	0.0
Adjunto	Oficina de Asistencia	Split	Pared alta	Inverter	Innovair		12,000.0	19	11.11	17	R410A	1	1080	1.1	8	5	173.3	45%	84.2
Adjunto	Oficina Jefatura	Split	Pared alta	Dañado	Gree							1		0.0			0.0		0.0
												14		23.4					1278.0

Tabla 11.3 Inventario de equipos de refrigeración y potencia estimada

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Marca	Modelo	Caracteristicas especiales	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
Principal	Comedor	Refrigerador	Westinghouse	WRT143DBLW	-	1	250	0.25
Adjunto	Comedor	Refrigerador	Westinghouse	M115-283		1	200	0.2
								0.45

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Tabla 11.4 Inventario de equipos de oficina y otros

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
Principal	Jefatura de extensión	Ofimáticos	Computadora	HP	MXL54311ZD	2	165	0.33
Principal	Jefatura de extensión	Ofimáticos	Monitor	HP		2	165	0.33
Principal	Jefatura de extensión	Ofimáticos	Telefono	Grandstream	GXP1620	1	5	0.005
Principal	Unidad administrativa	Ofimáticos	Computadora	HP	Compaq Pro 6300	2	240	0.48
Principal	Unidad administrativa	Ofimáticos	Monitor	HP		2	165	0.33
Principal	Unidad administrativa	Ofimáticos	Multifuncional	HP	LaserJet 1536dnf MFP	1	445	0.445
Principal	Unidad administrativa	Ofimáticos	Telefono	Grandstream	GXP1620	1	5	0.005
Principal	Unidad administrativa	Ofimáticos	Trituradora	Fellowes		1	500	0.5
Principal	Vestíbulo	Ofimáticos	Multifuncional	RICOH	IM 430F	1	628	0.628
Principal	Vestíbulo	Ofimáticos	Telefono	Grandstream	GXP1620	1	5	0.005
Principal	Vestíbulo	Ofimáticos	Abanico	Telstar		1	80	0.08
Principal	Asistencia dirección	Ofimáticos	Multifuncional	HP	LaserJet 1536dnf MFP	1	445	0.445
Principal	Asistencia dirección	Ofimáticos	Computadora	HP		1	240	0.24
Principal	Asistencia dirección	Ofimáticos	Monitor	HP		1	165	0.165
Principal	Dirección	Ofimáticos	Laptop			1	90	0.09
Principal	Capacitación	Ofimáticos	Laptop	Lenovo		1	90	0.09
Principal	Capacitación	Ofimáticos	Computadora	HP		1	200	0.2
Principal	Capacitación	Ofimáticos	Monitor	HP		1	165	0.165
Principal	Sala de reuniones 2	Otros	Pantalla	Samsung	70"	1	180	0.18
Principal	Comedor	Otros	Microondas	Panasonic		1	1200	1.2
Principal	Jefatura de administración	Ofimáticos	Multifuncional			1	0	0
Principal	Jefatura de administración	Ofimáticos	Laptop	Lenovo		2	90	0.18
Principal	Jefatura de administración	Ofimáticos	Telefono	Grandstream	GXP1620	1	5	0.005
Principal	Sala de reuniones 1	Ofimáticos	Video Beam	Epson	PowerLite X41+	1	211	0.211
Principal	Sala de reuniones 1	Ofimáticos	Laptop	Lenovo		1	90	0.09
Principal	Oficina extensión agropecuaria	Ofimáticos	Computadora	HP	Elitedesk	1	240	0.24
Principal	Oficina extensión agropecuaria	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	90	0.09
Principal	Oficina extensión agropecuaria	Ofimáticos	Monitor	HP		1	165	0.165
Principal	Unidad de proyectos	Ofimáticos	Computadora	HP	Elitedesk	1	240	0.24
Principal	Unidad de proyectos	Ofimáticos	Laptop	HP	Elitebook	1	90	0.09
Principal	Unidad de proyectos	Ofimáticos	Monitor	HP		1	165	0.165
Principal	Unidad de proyectos	Ofimáticos	Telefono	Grandstream	GXP1620	2	5	0.01
Adjunto	Oficina de asistencia	Ofimáticos	Abanico de Techo	Nacional		1	60	0.06
Adjunto	Oficina de asistencia	Ofimáticos	Monitor	HP		2	30	0.06
Adjunto	Oficina de asistencia	Ofimáticos	CPU	HP-acer		2	100	0.2
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Abanico			1	35	0.035
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Multifuncional	RICOH	IM 430f	1	628	0.628
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Laptop			1	65	0.065
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Monitor			1	30	0.03
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Caja de servidores			1	110	0.11
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Router			1	105	0.105
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Triturador	Amazon		1	400	0.4
Adjunto	Oficina Jefatura	Ofimáticos	Abanico	Honeywell		2	60	0.12
Adjunto	Recepción	Ofimáticos	Laptop			1	65	0.065
Adjunto	Recepción	Ofimáticos	Abanico			1	50	0.05
Adjunto	Recepción	Ofimáticos	Teléfono		GRANDSTREAM	1	4.3	0.0043
Adjunto	Baño recepción	Ofimáticos	Extractor de baño			1	12	0.012
Adjunto	Comedor	Ofimáticos	Abanico	Sanyo		1	60	0.06
Adjunto	Comedor	Otros	Microondas	Panasonic		1	1200	1.2
						58		10.60

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 3: Análisis Financiero

Oportunidades de Ahorro

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — OCE # 1

Empresa: **MAG Liberia** — **Aire Acondicionado**

OCE # 1 Ajustar temperatura de set de A/C

Ajustar temperaturas de 4 recintos a 24°C

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	128.81
	kWh/año		524.93
	$/año		108.21
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0.0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0.0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento	
( ) Aumentarán (US $/año):	0
( ) Disminuirán (US $/año):	0
Vida útil estimada (años):	5
Valor de rescate (US $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86
Costo capital BP	8.16%
Valor Presente Neto	**$ 426.97**
Tasa Interna de Retorno (%)	

Ahorro total MBTU/año:		0
Ahorro total kWh/año:		524.93
Ahorro total US$/año	$	**108.21**
Costo total US$	$	-
Periodo simple de de recuperación (años)		**0.0**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	0	Imprevistos ($)	10%	0
Compra Materiales y Equipos ($):	0	Ingeniería ($):	0%	0
Alquileres ($):		Inspección ($):	0%	0
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	0	**COSTO TOTAL ($):**		**0.00**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

TABLA A.1 FLUJO NETO FINANCIERO (US$) OCE # 1

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0.0**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**541.0**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1.00		108.2	108.2	108.2	108.2	108.2	**541.0**
Financiamiento inversiones		0.0						**0.0**
Egresos		**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**
Estudios de Preinversión								**0.0**
Mano de obra ($):	1.00	0.0						**0.0**
Compra Materiales y Equipos ($):	1.00	0.0						**0.0**
Alquileres ($):	1.00	0.0						**0.0**
Otros ($)	1.00	0.0						**0.0**
SUBTOTAL ($):		**0.0**						**0.0**
Imprevistos ($)		0.0						**0.0**
Ingeniería ($):		0.0						**0.0**
Inspección ($):		0.0						**0.0**
Depreciaciones ($)			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Intereses sobre el total del financiamiento		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Comisiones Bancarias		0.0						
Utilidad bruta		**0.0**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**541.0**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Utilidad neta		**0.0**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**541.0**
Depreciación			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Amortización del principal			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Valor de rescate								**0.0**
Terreno								**0.0**
Flujo neto		**0.0**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**108.2**	**541.0**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**$0.0**	**$99.8**	**$191.8**	**$276.6**	**$354.8**	**$427.0**
Tasa Interna de Retorno (TIR)								
		Años	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 1

Empresa: **MAG Liberia** — **Aire Acondicionado**

PEE # 1 Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	128.81
	kWh/año		5,181.20
	$/año		1,068.04
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0.0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0.0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento	
( ) Aumentarán (US $/año):	0
( ) Disminuirán (US $/año):	0
Vida útil estimada (años):	5
Valor de rescate (US $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86
Costo capital BP (%):	8.16%
Valor Presente Neto	**$ -6,642.30**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-18.60%**

Ahorro total	MBTU/año:	0
Ahorro total	kWh/año:	5,181.20
Ahorro total	US$/año	**$ 1,068.04**
Costo total	US$	**$ 11,095.77**
Periodo simple de de recuperación (años)		**10.39**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**2,305**	Imprevistos ($)	10%	**1,009**
Compra Materiales y Equipos ($):	**7,782**	Ingeniería ($):	0%	**0**
Alquileres ($):		Inspección ($):	0%	**0**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**10,087**	**COSTO TOTAL ($):**		**11,095.77**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Estimacion costo Materiales y Equipos

Materiales y equipos	Cantidad	Costo unitario ($)		Costo total ($)
AC 12000 Btu/h	3.0	770.0		2,310.0
AC 18000 Btu/h	0.0	1,020.0		0.0
AC 24000 Btu/h	4.0	1,368.0		5,472.0
AC 36000 Btu/h	0.0	1,721.0		0.0
AC 48000 Btu/h	0.0	2,891.0		0.0
AC 60000 Btu/h	0.0	3,225.0		0.0
			Subtotal sin Impuestos	7,782.0
Impuesto de ventas		0%		*0.0*
Total Materiales y Equipos				**7,782.0**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	2.0	14.0	41.2	1,152.5
Eléctrico	2.0	14.0	41.2	1,152.5
Obra gris				
Peon			31.5	0.0
Albañil			36.9	0.0
Maestro de obras			42.4	0.0
Total mano obra				**2,305.1**
Estimacion costo diario	Técnico	Peón	Albañil	Maestro Obras
	Colones	Colones	Colones	Colones
Salario mensual técnico:	445,819	341,309	399577.29	459769.37
más costo sociales	668,729	511,964	599,366	689,654
Mano obra costo diario:	**25,720**	**19,691**	**23,053**	**26,525**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

TABLA A.2 FLUJO NETO FINANCIERO (US$) PEE # 1

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0.0**	**1,068.0**	**1,100.1**	**1,133.1**	**1,167.1**	**1,202.1**	**5,670.4**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1.03		1,068.0	1,100.1	1,133.1	1,167.1	1,202.1	**5,670.4**
Financiamiento inversiones		0.0						**0.0**
Egresos		**11,095.8**	**1,556.4**	**1,556.4**	**1,556.4**	**1,556.4**	**1,556.4**	**18,877.8**
Estudios de Preinversión								**0.0**
Mano de obra ($):	1.00	2,305.1						**2,305.1**
Compra Materiales y Equipos ($):	1.00	7,782.0						**7,782.0**
Alquileres ($):	1.00	0.0						**0.0**
Otros ($)	1.00	0.0						**0.0**
SUBTOTAL ($):		**10,087.1**						**10,087.1**
Imprevistos ($)		1,008.7						**1,008.7**
Ingeniería ($):		0.0						**0.0**
Inspección ($):		0.0						**0.0**
Depreciaciones ($)			1,556.4	1,556.4	1,556.4	1,556.4	1,556.4	**7,782.0**
Intereses sobre el total del financiamiento		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Comisiones Bancarias		0.0						
Utilidad bruta		**-11,095.8**	**-488.4**	**-456.3**	**-423.3**	**-389.3**	**-354.3**	**-13,207.4**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Utilidad neta		**-11,095.8**	**-488.4**	**-456.3**	**-423.3**	**-389.3**	**-354.3**	**-13,207.4**
Depreciación			1,556.4	1,556.4	1,556.4	1,556.4	1,556.4	**7,782.0**
Amortización del principal			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**0.0**
Valor de rescate								**0.0**
Terreno								**0.0**
Flujo neto		**-11,095.8**	**1,068.0**	**1,100.1**	**1,133.1**	**1,167.1**	**1,202.1**	**-5,425.4**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$11,095.8**	**-$10,110.9**	**-$9,175.6**	**-$8,287.3**	**-$7,443.6**	**-$6,642.3**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-90.37%**	**-63.33%**	**-42.39%**	**-28.25%**	**-18.60%**
		Años	**Año 0**	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 2

Empresa: **MAG Liberia** — **Iluminación**

PEE # 2 Sustitución luminarias por tecnología LED

Sustitución de compactos por Panel LED

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	128.81
	kWh/año		
	$/año		
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0.0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0.0
	$/año	$	-
Otros	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento			
( ) Aumentarán (US $/año):	0	**Otros**	
( ) Disminuirán (US $/año):	0		
Vida útil estimada (años):	5	**Ahorro total** MBTU/año:	0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86	**Ahorro total** US$/año	**$ -**
Costo capital BP (%):	**8.16%**	**Costo total** US$	**$ 1,694.18**
Valor Presente Neto	**$ -1,548.83**	**Periodo simple de de recuperación (años)**	**-**
Tasa Interna de Retorno (%)			

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**145**	Imprevistos ($)	10%	**141**
Compra Materiales y Equipos ($):	**1,266**	Ingeniería ($):	5%	**71**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**71**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**1,412**	**COSTO TOTAL ($):**		**1,694.18**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Estimacion costo Materiales y Equipos

Materiales y equipos	Cantidad	Costo unitario ($)		Costo total ($)
Panel LED 12"	42.0	26.7		1,120.8
				0.0
				0.0
			Subtotal sin Impuestos	1,120.8
Impuesto de ventas		13%		*145.7*
Total Materiales y Equipos				**1,266.5**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	0.0	0.0	41.2	0.0
Eléctrico	1.0	2.0	41.2	82.3
Obra gris				
Peon	1.0	2.0	31.5	63.0
Albañil			36.9	0.0
Maestro de obras			42.4	0.0
Total mano obra				**145.3**
Estimacion costo diario	Técnico	Peón	Albañil	Maestro Obras
	Colones	Colones	Colones	Colones
Salario mensual técnico:	445,819	341,309	399577.29	459769.37
más costo sociales	668,729	511,964	599,366	689,654
Mano obra costo diario:	**25,720**	**19,691**	**23,053**	**26,525**

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 4. Fichas Técnicas equipos medición CIRE S.A

(Archivo adjunto titulado A-11.4_Fichas Técnicas medidores CIRE)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

Anexo 5. Archivos digitales Mediciones Eléctricas

(Archivo adjunto titulado A-11.5_MC_MAG_Liberia)

☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com