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: BCIE Banco Centroamericano de Integración Económica; ONU programa para el medio ambiente 1972-2022; fmam Fondo para el Medio Ambiente Mundial

Beneficiarios en especie: Costa Rica 22 26; MINAE

Realizada en:

TPMN

Colegio Técnico Profesional Mercedes Norte

Versión Informe: **V2**

Marzo 2023

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Modificaciones Relevantes
V1 (Primera Entrega)	27/01/2023	-
V2 (Segunda Entrega)	09/03/2023	o **Tabla 4.2:** Corrección distribuidora eléctrica. o **Figura 5.2:** Corrección en títulos de ejes. o **Sección 8.2.2:** Corrección estimación de inversión.

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

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 del Colegio Técnico Profesional Mercedes Norte, 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

Enero de 2023

☎ 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: CTP Mercedes Norte**.**
Ubicación: Heredia, Heredia.

1. Análisis Facturación

Periodo de Febrero 2021 a Octubre 2022, el consumo de energía representa un 42.7% de la facturación y la potencia un 43.9%. El factor de carga promedio está entre un 10% y un 30%.

2. Mediciones Trabajo de Campo:

- Mediciones eléctricas: realizadas por un periodo de siete días, se identifica una tendencia típica y periódica, sin observaciones relevantes.
- Nivel de iluminación: gran cantidad de lugares 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 38,526.32 kWh mensuales en una única acometida. El consumo por aire acondicionado corresponde a 25.1% del total, la iluminación 35.7%, refrigeración un 4.6%, un 29.1% de equipos de oficina y por último un 5.6% de equipos varios.

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
0.48	75.08	2.95	2.50	0.09

☎ 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: CTP Mercedes Norte				Ubicación: Heredia						
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	Modificar condiciones de uso de AC	Sí	$ -	394.11	$ 55.5		0.00	$ 219.12	15.76
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 27,244.7	6,076.61	$ 856.2	-40%	31.82	$ (23,646.51)	243.06
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 15,420.3	10,458.14	$ 1,473.6	-20%	10.46	$ (9,605.65)	418.33
PEE # 3	Iluminación	Sustitución luminarias Metalarc por Luminarias LED	Sí	$ 2,398.1	345.80	$ 48.7	-45%	49.22	$ (1,874.51)	13.83
			TOTAL	$ 45,063.1	17,274.66	$ 2,434.14		18.51		690.99
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		22.30%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	17,274.66
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	$2,434.14
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	22.30%
Costo de la inversión [US$]	$45,063.06
PSR [años]	18.51
Reducción de emisiones [kg CO_2]	690.99

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

Contenido

CONTENIDO **6**

1. INTRODUCCIÓN **9**

1.1. JUSTIFICACIÓN 9

1.2. ALCANCES 9

1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN 10

2. METODOLOGÍA **10**

2.1. RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ABORDAJE 10

2.2. TRABAJO DE CAMPO 11

2.3. TRABAJO DE OFICINA 11

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN **12**

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN. 12

4. SISTEMA ELÉCTRICO **14**

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA 14

4.2. FACTURACIÓN ENERGÉTICA 17

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica 20

5. MEDICIONES DE TRABAJO DE CAMPO **23**

5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS 23

5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN 27

5.3. TERMOGRAFÍAS DE PROTECCIONES PRINCIPALES 30

6. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA **6-32**

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

6.1. METODOLOGÍA DEL BALANCE ENERGÍA 6-32
6.2. INVENTARIO DE PRINCIPALES PUNTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO 6-33
6.2.1. Iluminación 6-33
6.2.2. Acondicionamiento de Aire 6-34
6.2.1. Refrigeradores 6-37
6.2.1. Equipos de Oficina y otros 6-37
6.3. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS ENERGÉTICOS 6-38
6.4. USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA 6-40

7. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 7-41

7.1. ÍNDICES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEN) 7-41
7.2. LÍNEA BASE ENERGÉTICA (LBEN) 7-44

8. OPORTUNIDADES DE AHORRO Y PROYECTOS DE INVERSIÓN 8-46

8.1. GESTIÓN DE LA COMPRA DE ENERGÍA (GCE) 8-48
8.2. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN AIRE ACONDICIONADO 8-52
8.2.1. Proyectos de Conservación de la Energía 8-52
8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados 8-54
8.3. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 8-58
8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Iluminación 8-58
8.4. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 8-63
8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración 8-63
8.5. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO. 8-64

9. RECOMENDACIONES GENERALES 66

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

9.1. RENOVACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 66
9.2. MEJORAR CONDICIONES DE LOS EQUIPOS DE AC Y AISLAMIENTO 67
9.3. RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 67
9.3.1. Iluminación 68
9.3.2. Ofimáticos 68
9.3.3. Refrigeración 69
9.3.4. Aire acondicionado 69
10. CONCLUSIONES 70
11. ANEXOS 73
11.1. CAPTURAS TERMOGRÁFICAS 73
11.2. INVENTARIO DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA 73
11.3. ANÁLISIS FINANCIERO OPORTUNIDADES DE AHORRO 73
11.4. FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS MEDICIÓN CIRE S.A 73
11.5. ARCHIVOS DIGITALES MEDICIONES ELÉCTRICAS 73

☎ 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

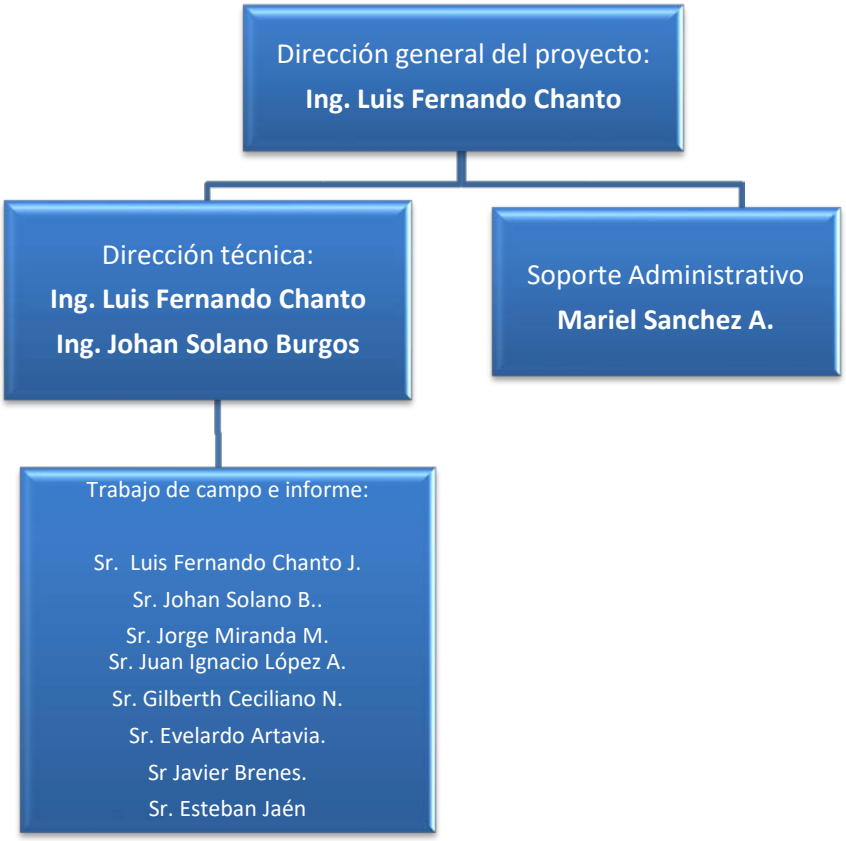
Esta auditoría energética tiene como alcances el análisis de las fuentes de energía que entran a la instalación, el desarrollo de balances de energía que permitan identificar focos de consumo, identificación y análisis de oportunidades de ahorro, establecimiento de métricas que permitan evaluar el desempeño 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

1.3. Organización de la Ejecución

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



2. Metodología

2.1. Recepción de información para la estrategia de abordaje

Inicialmente, se solicitó información general a los personeros de la institución 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.

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

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 el día 1 de noviembre 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:

- Realización del Diagrama Unifilar del edificio.
- 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.

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.

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

3. Descripción de la Institución

3.1. Descripción General de la Institución.

Las instalaciones de la institución se encuentran ubicadas en el cantón central, en la provincia de Heredia. En la **Figura 3.1** se muestra una vista frontal de las instalaciones y en la **Figura 3.2** una vista satelital de la ubicación de la institución, con respecto a diferentes puntos de referencia de relevancia en la zona. Además, cabe mencionar que la zona se encuentra a una altitud promedio de 1130 msnm y una temperatura promedio de 18°C a 26°C.

Figura 3.1 Fachada del Colegio Técnico Profesional Mercedes Norte.

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

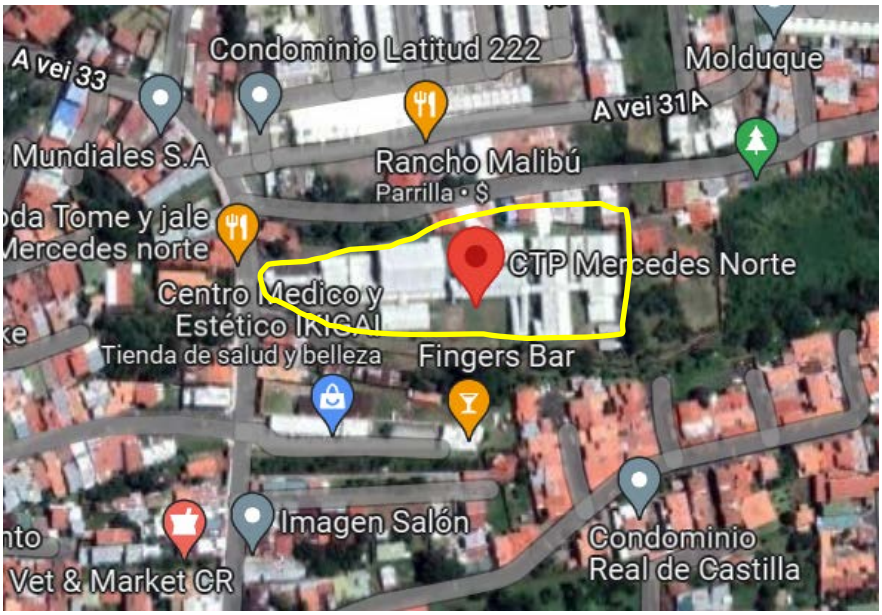


Figura 3.2 Vista satelital del CTP Mercedes Norte.

La institución cuenta con una serie de recintos donde se destacan laboratorios de electrónica, informática e inglés. Además, se tienen las aulas, oficinas de administración, zonas de recreación para los estudiantes, comedor y un gimnasio para practicar distintas disciplinas en la institución.

La institución dispone con alrededor de 86 empleados, incluyendo a los docentes, los interinos y los administrativos. Los turnos de trabajo se muestran en la **Tabla 3.1.**

Tabla 3.1. Cantidad de colaboradores y turnos de trabajo.

Horario atención al público	
Lunes a viernes	7:00 am a 4:30 pm
Sábados	No aplica
Horario de colaboradores	
Lunes a viernes	7:00 am a 4:30 pm
Sábados	No aplica
Cantidad de Colaboradores	
86	

☎ 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 la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) mediante una acometida trifásica a una tensión de 120/208 V.

La medición de energía eléctrica se realiza por medio de un medidor en el lado de baja tensión. La **Tabla 4.1** presenta información relevante respecto a dicha acometida.

Figura 4.1. Medidor CTP Mercedes Norte.

Tabla 4.1 Detalles relevantes del sistema principal de acometidas

Acometida	N° Contacto	Medidor No	N° Localización
Principal	453211	V81230	DM-12-250

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

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

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

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.

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

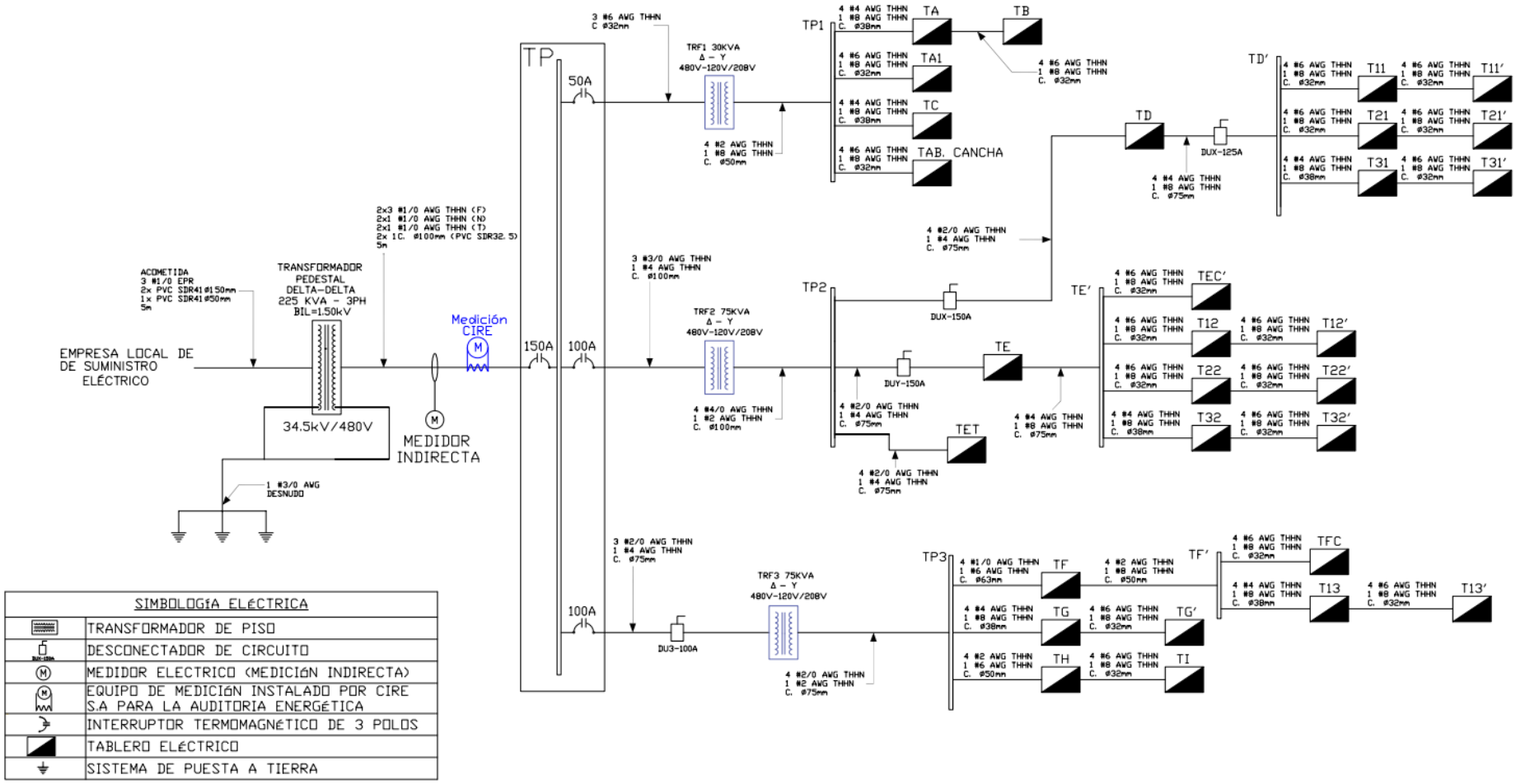


Figura 4.2 Diagrama Unifilar eléctrico de las instalaciones

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

4.2. Facturación Energética

Se presenta en la **Tabla 4.2** un resumen del consumo energético, máxima demanda y el costo promedio de la energía de los últimos 12 meses para la acometida eléctrica comprendido desde noviembre de 2021 hasta octubre de 2022.

Tabla 4.2 Resumen de los consumos y demandas de energía eléctrica para los últimos 12 meses facturados

Medidor	Acometida	Tarifa	Consumo energía promedio	Máxima demanda	Costo promedio	
		ESPH	kWh / mes	kW	colones / mes	colones / kWh
V81230	Principal	T-CO	6 456,58	41,75	831 360,6	**128,76**

Se observa que la acometida principal consume un promedio mensual de 6,456.58 kWh, con una máxima demanda promediada de 41.75 kW.

A partir de las facturas mensuales y los consumos energéticos se determinó un costo promedio de la energía de **128.76 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 de ESPH, así como los diferentes rubros de cobro. Estos aplicados desde Febrero 2021 a Octubre 2022.

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

Tabla 4.3 Historial de la facturación eléctrica para la acometida principal

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: CTP Mercedes Norte
Ubicación: Heredia
Empresa suplidora: ESPH
Punto de Consumo: Principal

Medidor # V81230 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 21

Año	Mes Consumo	Cantidad días	Energía			Máxima demanda		
			Total	Importe	Costo	Demanda	Importe	Costo
			kWh	¢	¢ / kWh	Max kW	¢	¢ / kWh
2021	feb-21	28	2 978	159 546,7	53,58	5,71	86 350,1	29,00
	mar-21	31	4 202	223 840,5	53,27	20,40	176 443,0	41,99
	abr-21	30	4 488	239 075,8	53,27	28,56	247 020,6	55,04
	may-21	31	5 018	267 308,9	53,27	37,54	324 690,5	64,71
	jun-21	30	4 570	243 443,9	53,27	24,07	208 185,6	45,55
	jul-21	31	3 386	180 372,2	53,27	6,12	86 492,1	25,54
	ago-21	31	4 243	226 024,2	53,27	37,13	321 144,3	75,69
	sep-21	30	4 651	247 758,8	53,27	30,60	264 665,0	56,90
	oct-21	31	4 651	247 758,8	53,27	34,27	296 407,6	63,73
	nov-21	30	5 263	280 360,0	53,27	29,38	254 112,9	48,28
	dic-21	31	5 630	299 910,1	53,27	34,68	299 953,7	53,28
Promedio Anual		**30**	4 462	**237 763,6**	53,30	26,22	**233 224,1**	50,88
2022	ene-22	31	4 162	221 709,7	53,27	26,93	232 922,4	55,96
	feb-22	28	3 998	217 274,5	54,35	19,18	169 238,9	42,33
	mar-22	31	4 937	268 671,5	54,42	41,62	367 745,1	74,49
	abr-22	30	8 772	477 123,0	54,39	51,41	454 009,1	51,76
	may-22	31	7 099	379 867,7	53,51	50,59	439 492,7	61,91
	jun-22	30	8 364	447 577,7	53,51	49,37	428 894,1	51,28
	jul-22	31	7 793	417 003,0	53,51	44,88	389 887,8	50,03
	ago-22	31	5 998	320 952,6	53,51	53,04	460 776,7	76,82
	sep-22	30	8 119	434 448,1	53,51	54,67	474 937,1	58,50
	oct-22	31	7 344	392 977,7	53,51	45,29	393 449,7	53,57
Promedio Anual		**30,42**	6 659	**357 760,6**	53,75	43,70	**381 135,3**	57,67
Promedio Total		**30,42**	5 507,9	**294 905,0**	53,51	34,54	**303 658,0**	54,11
Promedio 12 meses		**30,42**	6 457	**346 489,6**	53,67	41,75	**363 785,0**	56,52

☎ 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 para la acometida principal

Continuación

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: CTP Mercedes Norte
Ubicación: Heredia
Empresa suplidora: ESPH
Punto de Consumo: Principal

Medidor # V81230 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 21

Año	Mes Consumo	ALUMBRADO PUBLICO		OTROS					IMPUESTO VENTAS		IMPORTE TOTAL	PROMEDIO	FACTOR DE CARGA
		Importe	Costo	Bomberos	Pérdidas transform.	Costos Variables		Costo	Importe	Costo			
		¢	¢ / kWh			CVC	CVD	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	Total
2021	feb-21	9 564,2	3,21	1 616,4	0,0	173,9	0	0,60	31 966,6	10,73	289 218	97,12	77,61%
	mar-21	13 446,3	3,20	1 622,8	0,0	294,1	0	0,46	52 036,9	12,38	467 684	111,30	27,69%
	abr-21	14 362,0	3,20	1 622,8	0,0	314,2	0	0,43	63 192,5	14,08	565 588	126,02	21,83%
	may-21	16 058,0	3,20	1 612,3	0,0	163,1	0	0,35	76 959,9	15,34	686 793	136,87	17,97%
	jun-21	14 624,3	3,20	1 655,9	0,0	3 793,1	3 144	1,88	59 595,7	13,04	534 442	116,95	26,37%
	jul-21	10 835,2	3,20	1 655,9	0,0	2 810,4	1 306	1,70	35 214,3	10,40	318 686	94,12	74,36%
	ago-21	13 577,6	3,20	1 583,3	0,0	0,0	0	0,37	71 131,9	16,76	633 461	149,30	15,36%
	sep-21	14 883,3	3,20	1 580,9	0,0	0,0	0	0,34	66 615,1	14,32	595 503	128,04	21,11%
	oct-21	14 883,0	3,20	1 580,9	0,0	0,0	0	0,34	70 741,6	15,21	631 372	135,75	18,24%
	nov-21	16 842,1	3,20	1 532,6	0,0	0,0	0,0	0,29	69 481,7	13,20	622 329	118,25	24,88%
	dic-21	18 015,6	3,20	1 530,9	0,0	0,0	0,0	0,27	77 982,3	13,85	697 393	123,87	21,82%
	Promedio	**14 281,0**	3,20	**1 599,5**	**0,0**	**686,2**	**405**	0,64	**61 356,2**	13,58	**549 315**	121,60	**31,57%**
2022	ene-22	13 318,8	3,20	1 530,9	0,0	0,0	0	0,37	59 102,2	14,20	528 584	127,00	20,77%
	feb-22	13 429,2	3,36	1 640,7	0,0	375,3	0	0,50	50 246,7	12,57	452 205	113,11	31,02%
	mar-22	16 638,0	3,37	1 648,2	0,0	5 349,2	0	1,42	82 734,2	16,76	742 786	150,45	15,94%
	abr-22	29 556,1	3,37	1 648,9	0,0	948,4	0	0,30	121 047,1	13,80	1 084 333	123,61	23,70%
	may-22	23 781,6	3,35	1 668,1	0,0	7 170,0	7 911	2,36	108 431,2	15,27	968 322	136,40	18,86%
	jun-22	28 019,4	3,35	1 668,1	0,0	8 447,6	7 720	2,13	115 986,1	13,87	1 038 313	124,14	23,53%
	jul-22	26 106,5	3,35	1 668,1	0,0	7 870,9	7 018	2,12	106 780,7	13,70	956 335	122,72	23,34%
	ago-22	20 093,3	3,35	1 617,9	0,0	0,0	0	0,27	101 624,8	16,94	905 065	150,89	15,20%
	sep-22	27 198,6	3,35	1 617,9	0,0	0,0	0	0,20	118 220,1	14,56	1 056 422	130,12	20,63%
	oct-22	24 602,4	3,35	1 613,5	0,0	0,0	0	0,22	102 235,6	13,92	914 879	124,58	21,80%
Promedio Anual		**18 562,00**	**3,34**	**1 360,2**	**0,0**	**3 016,1**	**2 264,9**	**0,99**	**80 534,1**	**14,56**	**720 603,7**	**130,30**	**21,48%**
Promedio Total		**16 514,59**	**3,27**	**1 474,7**	**0,0**	**1 795,7**	**1 290,4**	**0,81**	**71 362,0**	**14,04**	**638 683,1**	**125,74**	**26,76%**
Promedio 12 meses		**21 466,81**	**3,32**	**1 615,5**	**0,0**	**2 513,5**	**1 887,4**	**0,87**	**92 822,7**	**14,39**	**830 580,5**	**128,76**	**21,79%**

☎ 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.

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. Esto para la acometida principal.

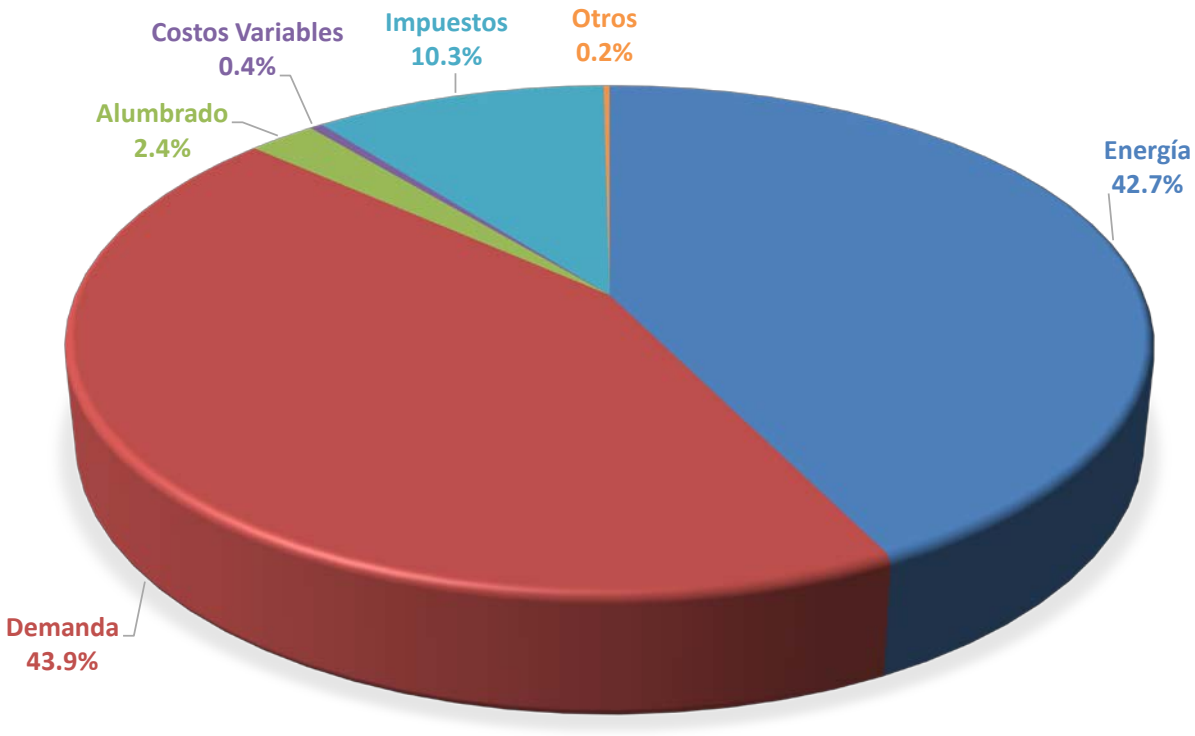


Figura 4.3 Participación promedio de los rubros de facturación en el costo mensual de facturación

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 8,772 kWh registrado en el mes de Abril 2022 y un mínimo de 2,978 kWh para el mes de Febrero 2021. Tanto el valor máximo registrado como el valor mínimo difieren significativamente del promedio debido a la tendencia exponencial que se tuvo en el 2022 con respecto al 2021.

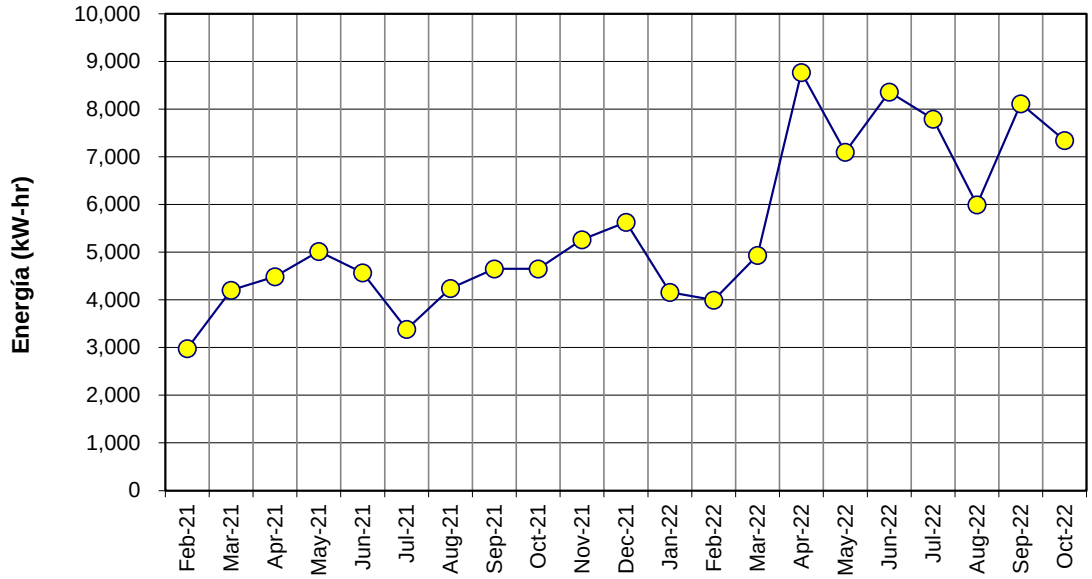


Figura 4.4 Consumo de energía eléctrica facturada para la acometida principal (kWh)

En la **Figura 4.5** se presenta la potencia de máxima demanda facturada (kW) para cada período de facturación. Se observa como aumenta la demanda conforme avanzan los meses, sin embargo, en Febrero y Julio del 2021 se tiene los picos más bajos de máxima demanda facturada.

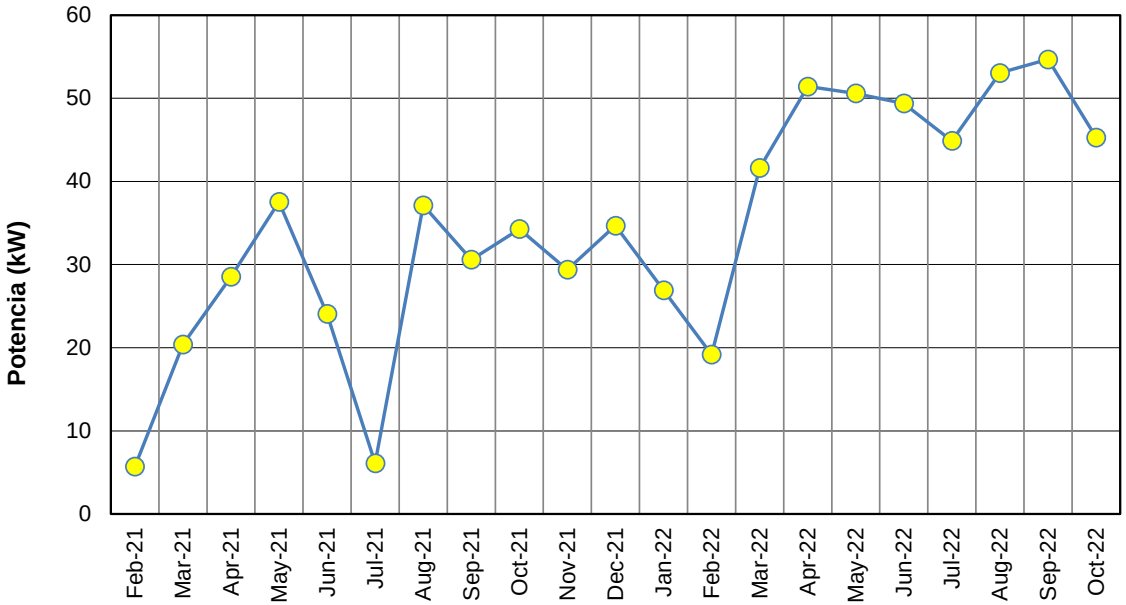


Figura 4.5 Comportamiento de la máxima demanda en la acometida principal (kW)

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

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 institución.

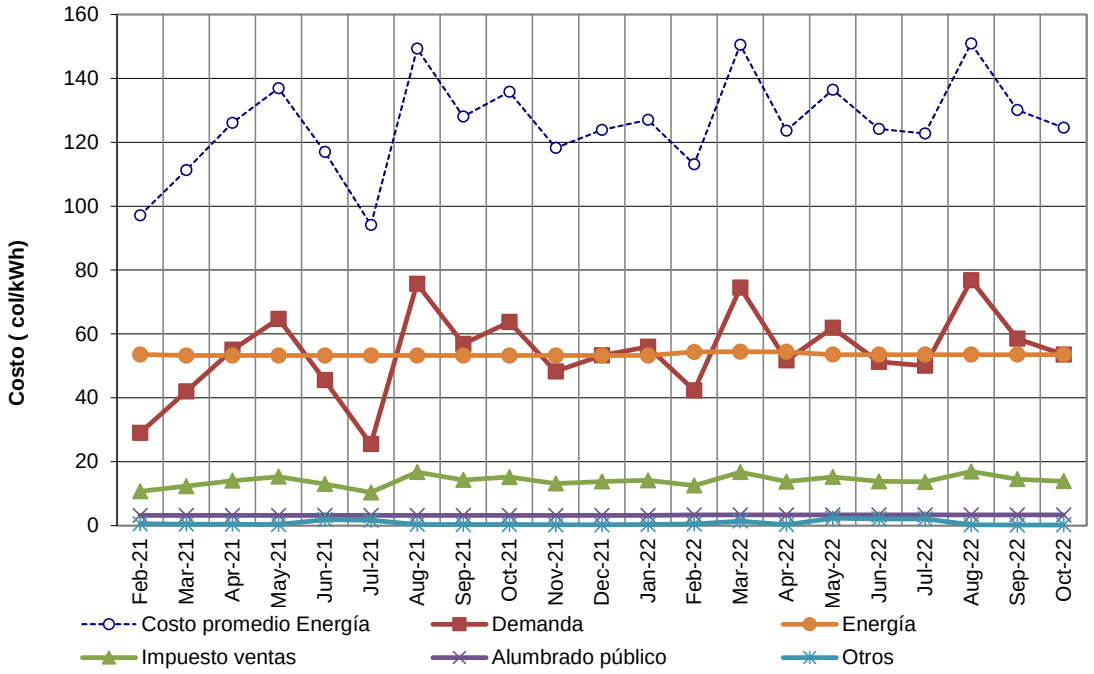


Figura 4.6 Costos de los rubros cobrados por ESPH (col/kWh)

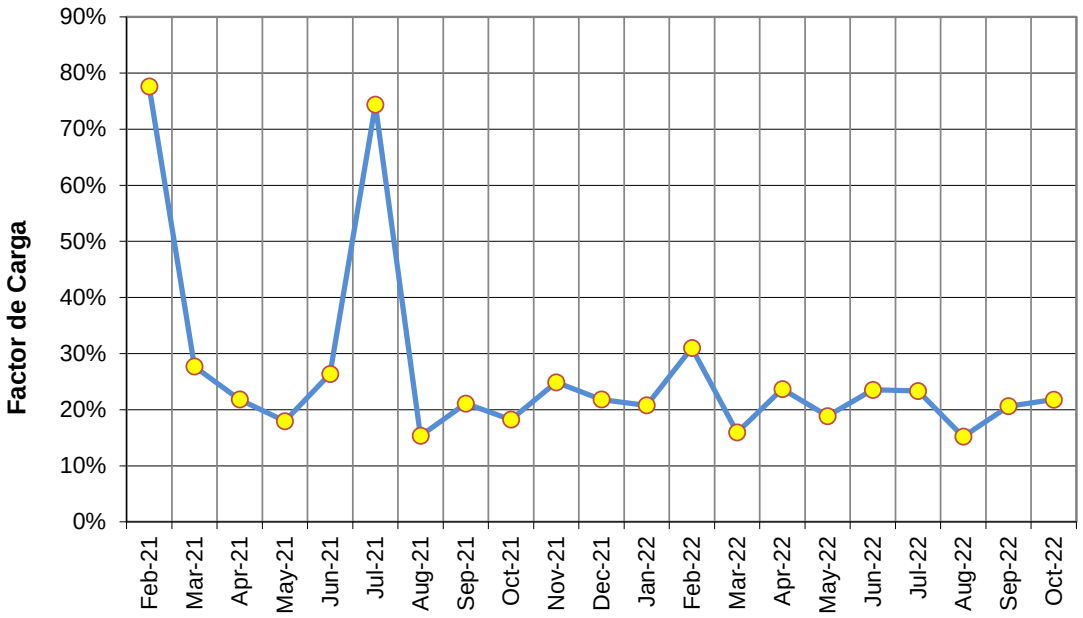


Figura 4.7 Comportamiento del factor de carga en el periodo de estudio

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

Según se aprecia en la **Figura 4.7**, el factor de carga se encuentra entre 10% y 30%, sin embargo, posee dos picos elevados situados entre 70% y 80%. Este indicador permite conocer el grado de aprovechamiento de la potencia instalada respecto al consumo de energía eléctrica. Se espera que entre mayor sea su valor, menor sea el costo promedio de la energía (colones/kWh).

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 una revisión y actualización del diagrama unifilar eléctrico de la instalación, el cual se adjunta corregido como un anexo a este informe. Se encontraron ciertas inconsistencias en el diagrama unifilar facilitado, 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 equipos marca Circutor, modelo CIRe3, cuyas fichas técnicas se adjuntan como anexo a este informe. Estos

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

se ubicaron midiendo los alimentadores del tablero principal. La medición se realizó por un periodo de medición de 7 días que se extendieron desde el martes 01 al miércoles 08 de noviembre de 2022.

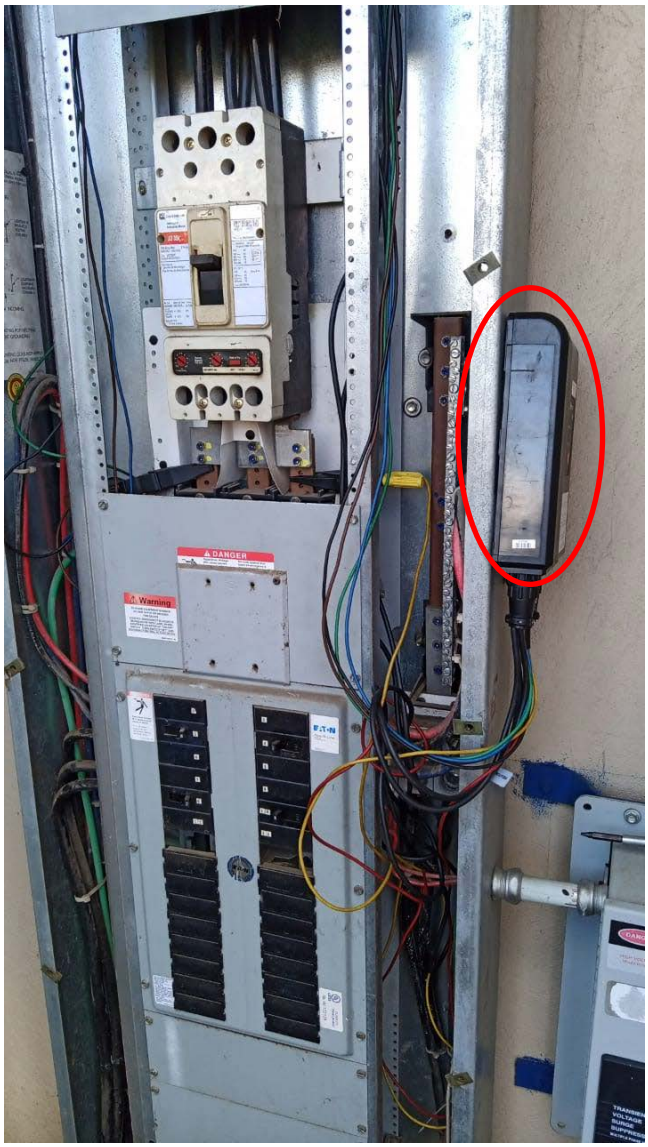


Figura 5.1 Equipos analizadores de redes CIRe3 de Circuitor en Tablero Principal.

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

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

observa que la tensión se encuentra dentro de los rangos normales establecidos en la norma **AR-NT-SUCAL** de la ARESEP, los cuales son de ±%5 de los valores teóricos de 277/480 V para este tipo de conexión.

Tabla 5.1 Rangos de tensión en tableros para el periodo del 01 al 08 de noviembre de 2022

Tablero		Tensión L-N [volts]			Tensión L-L [volts]		
		L1	L2	L3	L1-L2	L2-L3	L3-L1
Tablero Principal	Mínimo	0,76	273,06	273,92	276,14	278,82	278,69
	Promedio	275,32	279,42	279,29	479,96	482,80	479,08
	Máximo	279,57	486,59	488,34	486,59	488,34	485,00

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 trifásica promedio. Las corrientes de desbalance en sistemas trifásicos 277/480, 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 01 al 08 de noviembre de 2022

Tablero		Corrientes promedio por fase (A)				
		Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Corriente L3 (A)	Δi máx	Relativ
Tablero Principal	Mínimo	7,06	7,64	6,51	0,98	20%
	Promedio	15,26	18,69	15,66	3,25	
	Máximo	44,8453	65,2664	61,5576	18,84	

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.

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

Tabla 5.3 Consumos por tableros para el periodo del 01 al 08 de noviembre de 2022

Tablero	Máxima Demanda Medida (kW)	Energía consumida Medida (kWh)	Consumo Promedio Medido (kWh/dia)
Tablero Principal	46,00	2055,58	294,09

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.

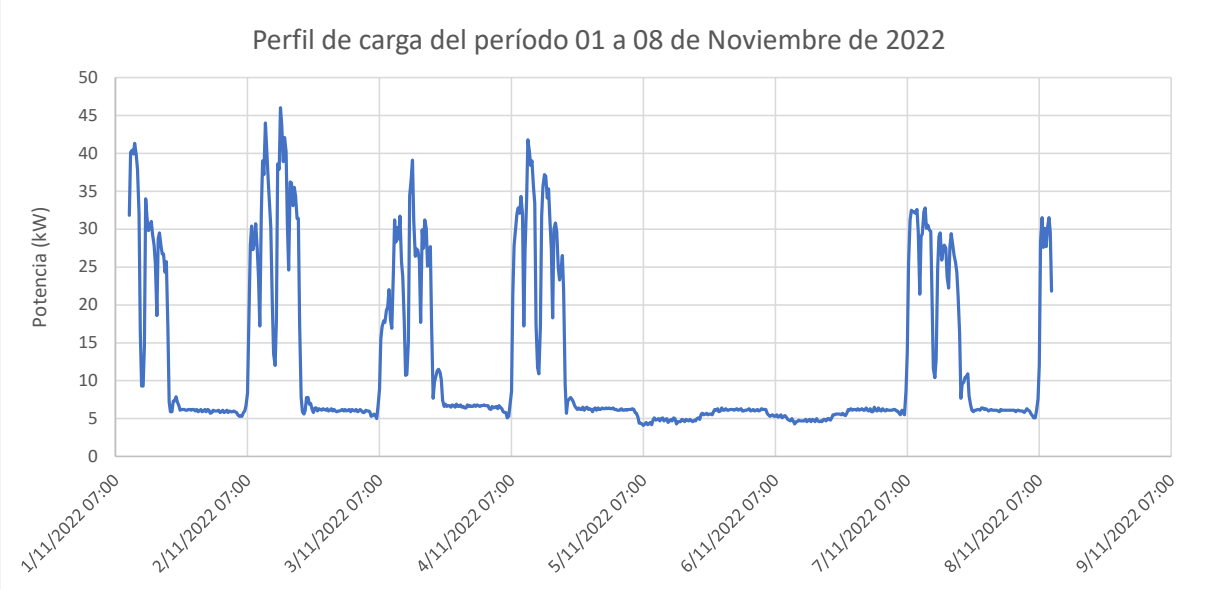


Figura 5.2 Mediciones continuas panel principal TP y el panel TN-P.

En la **Figura 5.2** se observan los perfiles de carga del tablero principal, se evidencia que la demanda de potencia permanece constante aún en horarios fuera no laborales, la cual ronda los 5 kW, este valor de demanda coincide con la demanda total de equipos que tienen un consumo constante debido a las condiciones de operación, estos equipos en su mayoría son las refrigeradoras, servidores, y especializados presentes en la institución, así como iluminación nocturna.

☎ 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/ISO 8995-1:2016, publicada por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), llamada “Iluminación en los lugares de trabajo”.

Figura 5.3 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 el luxómetro de la **Figura 5.3**, 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 5.4 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

28. EDIFICIOS EDUCACIONALES	
Local de juegos (escuela)	300
Aula de pre-escolares	300
Aula de manualidades pre-escolares	300
Aulas de clases y de tutorías	300
Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500
Salas de lectura	500
Pizarras	500
Mesa de demostraciones	500
Locales de artes y manualidades	500
Locales de artes (en escuelas de arte)	750
Salas de dibujo técnico	750
Salas de prácticas y laboratorios	500
Taller de enseñanza	500
Locales de prácticas de música	300
Locales de prácticas de computación	500

En la **Tabla 5.5** 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 aquello que están por debajo de los valores recomendados por la norma.

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

Tabla 5.5 Niveles de iluminación (lux) medidos en los distintos departamentos**.**

PISO	RECINTO	ACTIVIDAD	MEDICION [LUX]			NORMATIVA [LUX]
			MIN	PROMEDIO	MAX	
2	Administración	Labores administrativas edificio G	449	449	449	500
2	Baños	Servicios Sanitarios	255	334	413	200
1	Electrónica	Laboratorio de Electrónica	76,1	238	348	500
1	Administración	Labores administrativas edificio E	242	242	242	500
1	Administración	Labores administrativas edificio F	323	323	323	500
1	Aulas	Clases en edificio F	73,6	274	513	300
1	Aulas	Clases en edificio E	174,7	415	647	300
1	Administración	Labores administrativas edificio A	40,8	259,6	398	500
2	Laboratorio E108	Laboratorios de Cómputo	168	169,5	171	500
2	Laboratorio E216	Laboratorios de Cómputo	116	151,5	187	500
2	Laboratorio E213	Laboratorios de Cómputo	93,8	95,75	97,7	500

A partir de lo mostrado, 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; otros recintos no cumplen, sin embargo, poseen puntos que si cumplen con la norma, esto se debe a que están cercanos a una fuente de luz adecuada como luminarias en condiciones idóneas o ventanales con acceso a luz natural, como se observa en la **Figura 5.4.** De igual forma, se observan mediciones donde tanto su valor mínimo como el máximo son iguales, esto se da debido a que en el recinto se realizó solo una medición debido a las condiciones de ocupación del lugar.

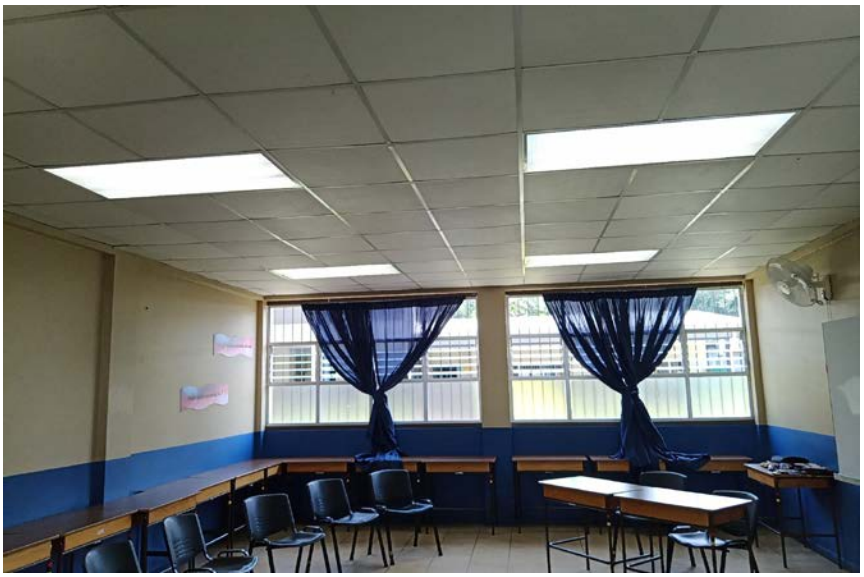


Figura 5.4. Ejemplo iluminación en recintos – CTP Mercedes Norte

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

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 5.5**. 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 5.5 Artículo 110.14 (C)

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 infraestructural de la entidad.

En esta institución se utiliza la cámara termográfica marca **FLIR modelo E4**.

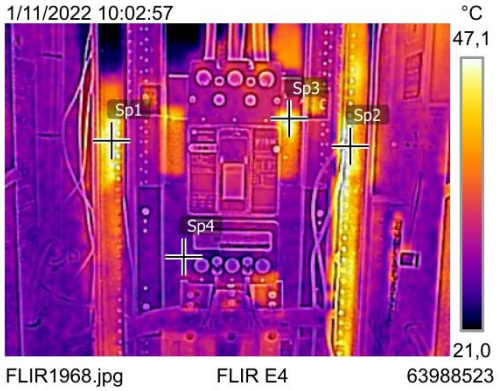
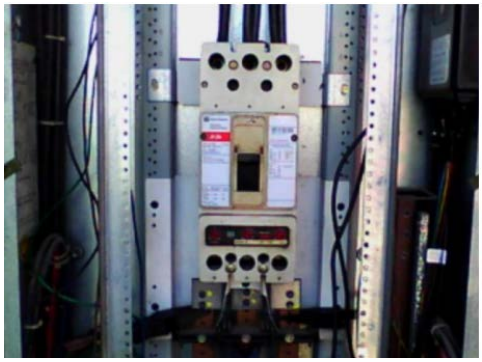
☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás 💻 cs@cirecr.com www.cirecr.com

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

Tabla 5.6. Paneles eléctricos donde se realizan termografías

Tablero				
TP - Principal	Tablero TP1	Tablero TB	Tablero TP2	Tablero TP3

Tabla 5.7 Termografías

Detalle:	**Tableros: Tablero Principal**
Termografía  FLIR1968.jpg FLIR E4 63988523 Medidas Sp1 45,2 °C Sp2 45,4 °C Sp3 46,6 °C Sp4 26,8 °C	Referencia 

La termografía en cuestión muestra el valor de temperatura más alto encontrado en los diferentes tableros y puntos de medición con un valor aproximado a los 47.1 °C, y este se encuentra en el Tablero Principal, 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 de este informe.

☎ 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 se agrupa según el sistema energético o al tipo al que pertenece. Debido al tipo de actividad realizada en este tipo de instalaciones, los tipos de sistemas o facilidades comúnmente encontrados son: iluminación, aire acondicionado, refrigeradores, equipos ofimáticos (equipos de oficina) y otros.

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 4.2.1** 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 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 su ubicación. Por medio de inspección visual durante el trabajo de campo, se determina la existencia de 1018 unidades de iluminación, estas unidades de iluminación son en su totalidad del tipo fluorescente, y poseen entre todo el conjunto una potencia instalada de 33.64 kW, como se muestra en la **Tabla 6.1**.

Tabla 6.1 Inventario de dispositivos de iluminación

Tecnología	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Incandescente	0	0.00	0%
Fluorescente	953	27.07	80%
LED	46	1.15	3%
HID	19	5.43	16%
Totales	**1018**	**33.64**	**100%**

En la **Figura 6.1** se muestra un diagrama de pastel que contiene la distribución porcentual de los tipos de luminarias fluorescentes existentes en el edificio. El tipo de lámparas fluorescente con mayor porcentaje en las instalaciones es el tipo T8 de 48" en donde se tiene tanto de tres tubos como de dos tubos, además de algunos modelos de fluorescentes compactos y HID.

El detalle completo de las unidades de iluminación distribuidas en los diferentes espacios de la institución se muestra en el Anexo 2.

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

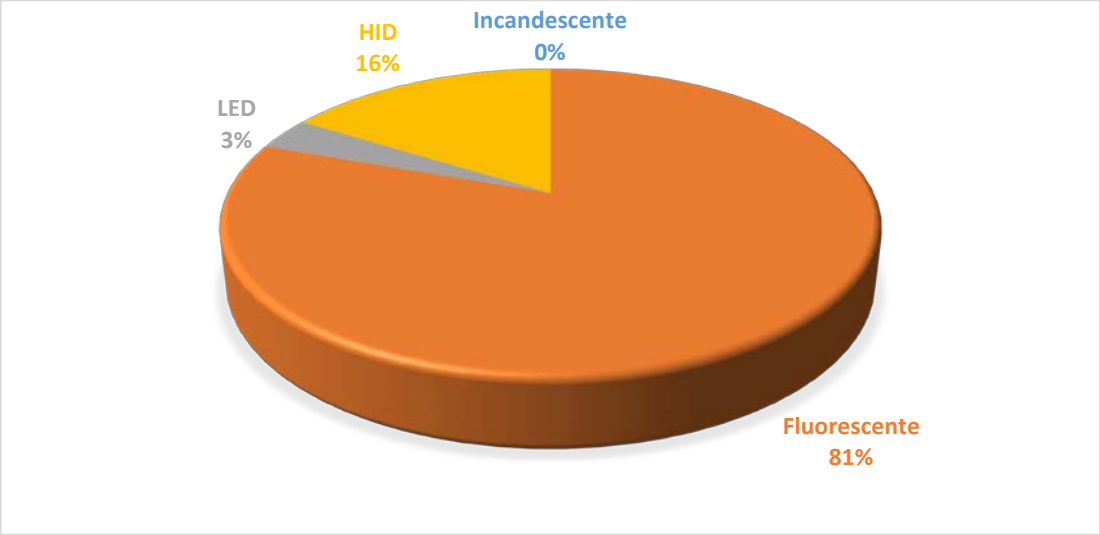


Figura 6.1 Distribución porcentual de potencia instalada según el tipo de lámpara

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.

Tabla 6.2 Resumen del inventario de equipos de acondicionamiento de aire

Sistema	Total	
	Cantidad	Potencia [kW]
Split	8	39,64

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 6.1** muestra la tabla 1 de la norma INTECO mencionada donde define el SEER mínimo para equipos con tecnología “Inverter” y la **Figura 6.2**, 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.

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

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 6.1 Tabla 1, norma INTE E14 – 1

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 6.2 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".

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	1	1.0

☎ 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
36000	1	3,7	0	0,0
60000	6	35,0	0	0,0
Totales	**7**	**38,6**	**0**	**0,0**

La gráfica de la **Figura 6.3** evidencia la cantidad de equipos que se encuentran dentro de los límites establecidos por norma y aquellos que se encuentran por debajo del límite, en este caso, **un 87% están por debajo de sus respectivos límites** y un 13% tiene otro tipo de funcionamiento o quedan fuera del alcance de la norma.

El detalle completo de las unidades de aire acondicionado distribuidas en los diferentes espacios de la institución se muestra en el Anexo 2.

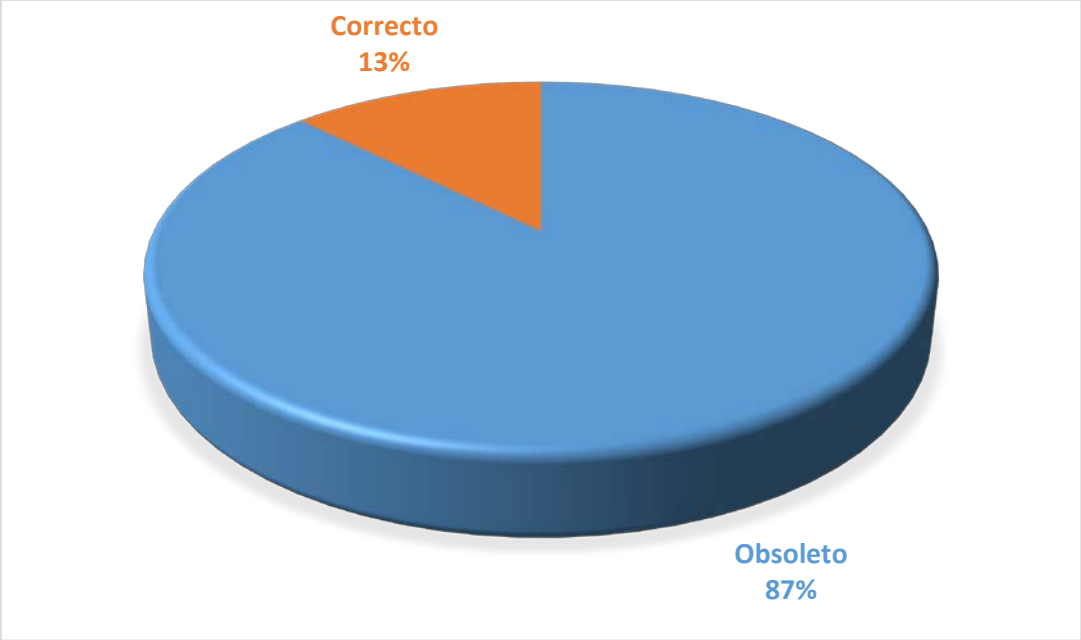


Figura 6.3 Cantidad de unidades de A/C clasificados según la INTE E14 – 1.

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

6.2.1. Refrigeradores

Aquí se incluyen los equipos de refrigeración instalados dentro de la sucursal 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 para otra aplicación especializada. El levantamiento de equipos de refrigeración se muestra en la Tabla 6.5

Tabla 6.5 Inventario de refrigeradores

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Refrigerador	3	0.75	60%
Congelador	1	0.50	40%
Cámara	0	0.00	0%
Otros	0	0.00	0%
Total	**4**	**1.25**	**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.

Tabla 6.6 Inventario de equipos de oficina, especializados y otros

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Ofimáticos	193	31.74	75%
Especializado	0	0.00	0%
Otros	34	10.53	25%
Total	**227**	**42.27**	**100%**

☎ 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 del Colegio Técnico Profesional Mercedes Norte. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.2**.

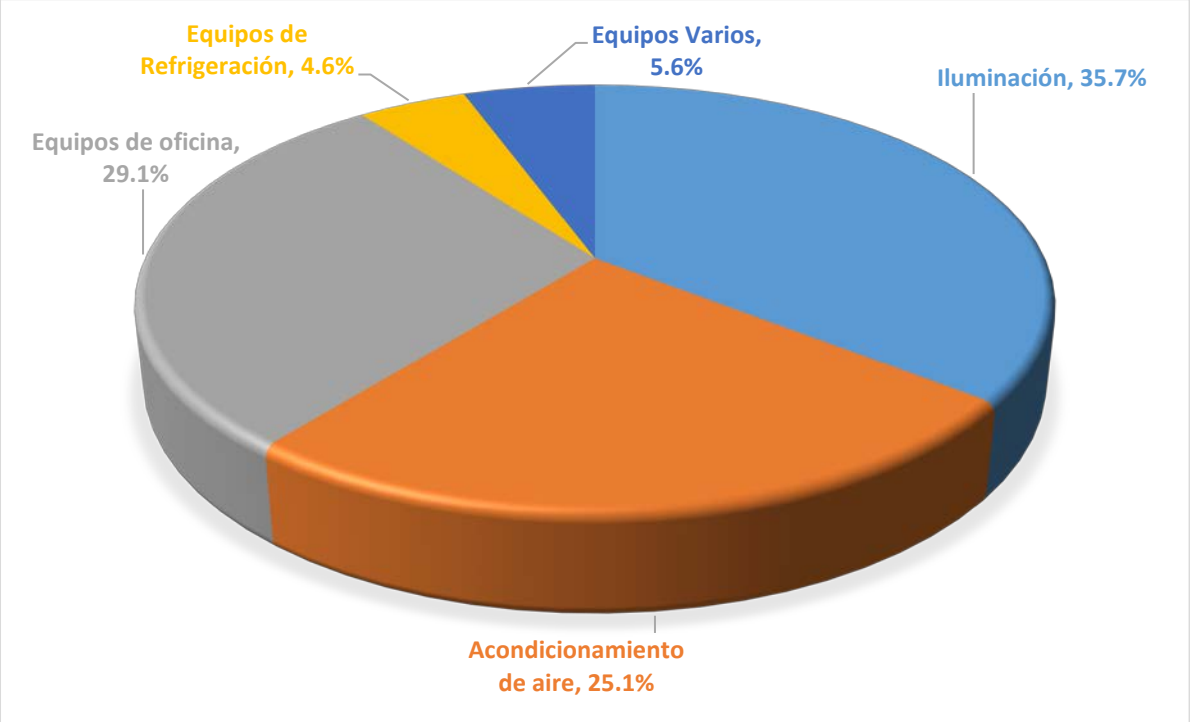


Figura 6.2 Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos (%)

☎ 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

Balance General de Energía por Sistemas Energéticos			Costo promedio kW-hr ₡128.76	
Sistemas energéticos	**Potencia** [kW]	**Consumo** [kWh/mes]	**Porcent.** [%]	**Costo Promedio** [₡/mes]
Iluminación	**33.6**	**2317.4**	**35.7%**	**₡298,396.48**
Incandescente	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Fluorescente	*27.1*	*2217.8*	*95.7%*	*₡285,563.23*
LED	*1.2*	*44.0*	*1.9%*	*₡5,663.37*
HID	*5.4*	*55.7*	*2.4%*	*₡7,169.88*
Acondicionamiento de aire	**39.6**	**1630.3**	**25.1%**	**₡209,915.69**
Split	*39.6*	*1630.3*	*100.0%*	*₡209,915.69*
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	**1.2**	**299.3**	**4.6%**	**₡38,535.90**
Refrigerador	0.7	190.1	0.6	*₡24,475.13*
Congelador	0.5	109.2	0.4	*₡14,060.78*
Cámara	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Otros	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Equipos de oficina	**31.7**	**1888.6**	**29.1%**	**₡243,173.33**
Ofimáticos	*31.7*	*1888.6*	*100.0%*	*₡243,173.33*
Equipos Varios	**10.5**	**363.1**	**5.6%**	**₡46,757.66**
Especializado	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Otros	*10.5*	*363.1*	*100.0%*	*₡46,757.66*
SubTotal	116.8	6,498.7	100.0%	₡836,779.06
Pérdidas de transformación		0.00	0.0%	₡0.00
Total		**6,498.66**	**100%**	**₡836,779.06**
Consumo DISTRIBUIDORA		**6,456.58**		**₡831,360.62**
Error		**0.65%**		

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

Como se observa los equipos de aire acondicionado, representa el 25.1% del consumo de energía (1,630.3 kWh al mes), los equipos de iluminación el 35.7% (2,317.4 kWh al mes), los equipos de oficina un 29.1% (1,888.6 kWh al mes), los equipos de varios representan el 5.6% (363.1 kWh al mes), y los equipos de refrigeración un 4.6% (299.3 kWh al mes)

En la parte inferior de la tabla se comparan los datos de demanda estimada y de consumo promedio con los datos de facturación provistos por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH). Del análisis de la facturación eléctrica, se obtuvieron los valores promedio mensuales de consumo de potencia y energía para los últimos 12 meses facturados. En promedio se han facturado 6,456.58 kilowatt-hora al mes, para un costo mensual aproximado de ₡831,360.62

Con respecto al consumo de energía estimado en el balance y el promedio facturado, se obtuvo un porcentaje de **error de cierre de 0.65%** 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 USEs los 2 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 6.7**, 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, que tienen algún potencial de ahorro.

Tabla 6.7 Determinación de los USEs

Uso de Energía	Participación en Consumo de Energía (%)	¿Tiene Potencial de Ahorro?
Acondicionamiento de Aire	25.1%	Sí
Equipo de Oficina	29.1%	No
Iluminación	35.7%	Sí
Equipos de Refrigeración	4.6%	No
Otros	5.6%	No
Equipo Especializado	0%	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***

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

Corresponden a la relación entre consumo de energía total de la institución y variables físicas como Área Total Construida (m^2), Cantidad de Colaboradores, 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 (kW) 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 7.2.** 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.

Uno de los valores necesarios es el área del Colegio, la cual se estimó por medio de la herramienta de Google Maps. En esta no se toman en cuenta las áreas donde el uso de equipos no es significativo para la estimación del uso de energía como zonas verdes o similares.

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

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

Colegio Técnico Profesional Mercedes Norte							
Últimos 12 Meses facturados	**Facturación de energía Eléctrica**	**Variables**			**Indicadores Desempeño Energético (IDEn)**		
	Consumo Energía (kWh/mes)	Área (m2)	Cantidad empleados	Estudiantes	Área **kWh/m2**	Colaboradores **kWh/colab**	Atención **kWh/estudiant**
noviembre-21	5 263	13 456	86	700	0,391	61,2	7,5
diciembre-21	5 630	13 456	86	700	0,418	65,5	8,0
enero-22	4 162	13 456	86	700	0,309	48,4	5,9
febrero-22	3 998	13 456	86	700	0,297	46,5	5,7
marzo-22	4 937	13 456	86	700	0,367	57,4	7,1
abril-22	8 772	13 456	86	700	0,652	102,0	12,5
mayo-22	7 099	13 456	86	700	0,528	82,5	10,1
junio-22	8 364	13 456	86	700	0,622	97,3	11,9
julio-22	7 793	13 456	86	700	0,579	90,6	11,1
agosto-22	5 998	13 456	86	700	0,446	69,7	8,6
septiembre-22	8 119	13 456	86	700	0,603	94,4	11,6
octubre-22	7 344	13 456	86	700	0,546	85,4	10,5
PROMEDIOS	**6 456,58**	**13 456,00**	**86,00**	**700,00**	**0,48**	**75,08**	**9,22**
Desv. STD	-	-	-	-	*0,12*	*18,59*	*2,28*

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 CTP Mercedes Norte.

CTP Mercedes Norte			Índices de comparación	
	Consumo Promedio (kWh)	6,456.58		
	Área (m2)	13,456.00	0.48	*kWh / m2*
	Cantidad Colaboradores	86.00	75.08	*kWh / colaboradores*
	Cantidad de personas atendidas	700.00	9.22	*kWh / estudiantes*
	Potencia Aire Acondicionado (W)	39,635	2.95	*W ACC / m2*
	Potencia iluminación (W)	33,644	2.50	*W iluminación / m2*
	Potencia refrigeración (W)	1,246.0	0.09	*W refrigeración / m2*

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

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 **Noviembre 2021 y Octubre 2022**. Las **figuras 7.1, 7.2 y 7.3** muestran el comportamiento de los IDEn *kWh/m2*, *kWh/colaborador y kWh/estudiant* 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 este efecto, se considera como límite de control superior e inferior, **los valores promedio del indicador para el periodo base +/- una desviación estándar** según los datos de la **Tabla 7.1**.

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.

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

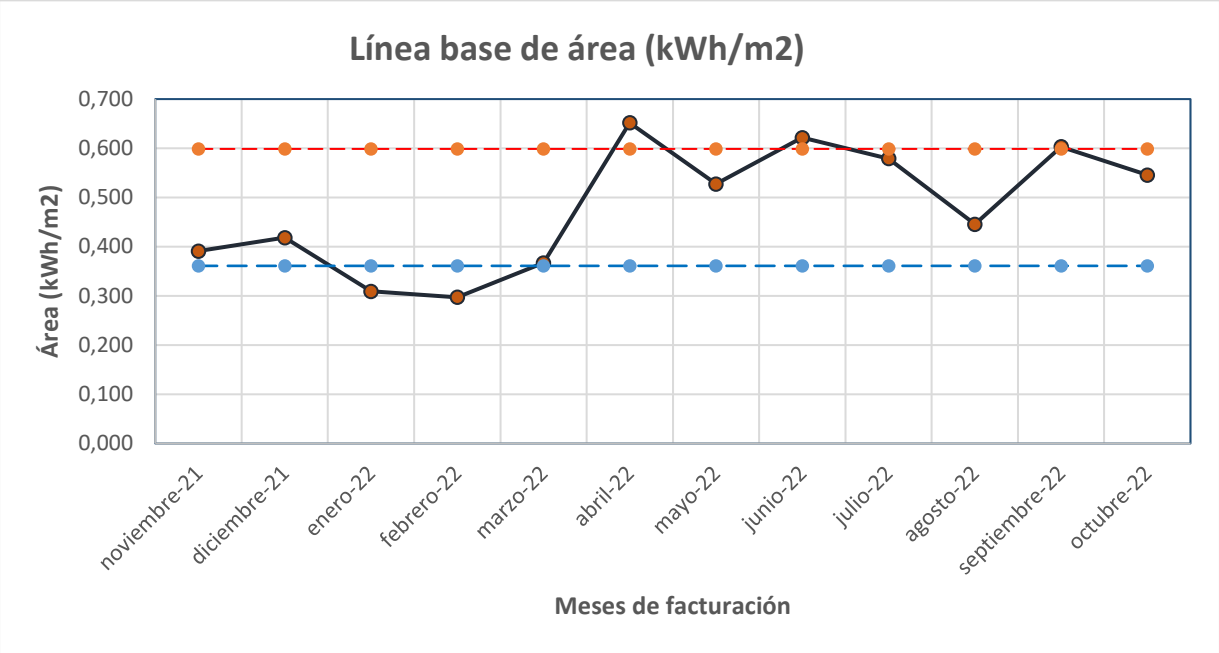


Figura 7.1 Comportamiento del IDEn kWh/m2 en un período dado.

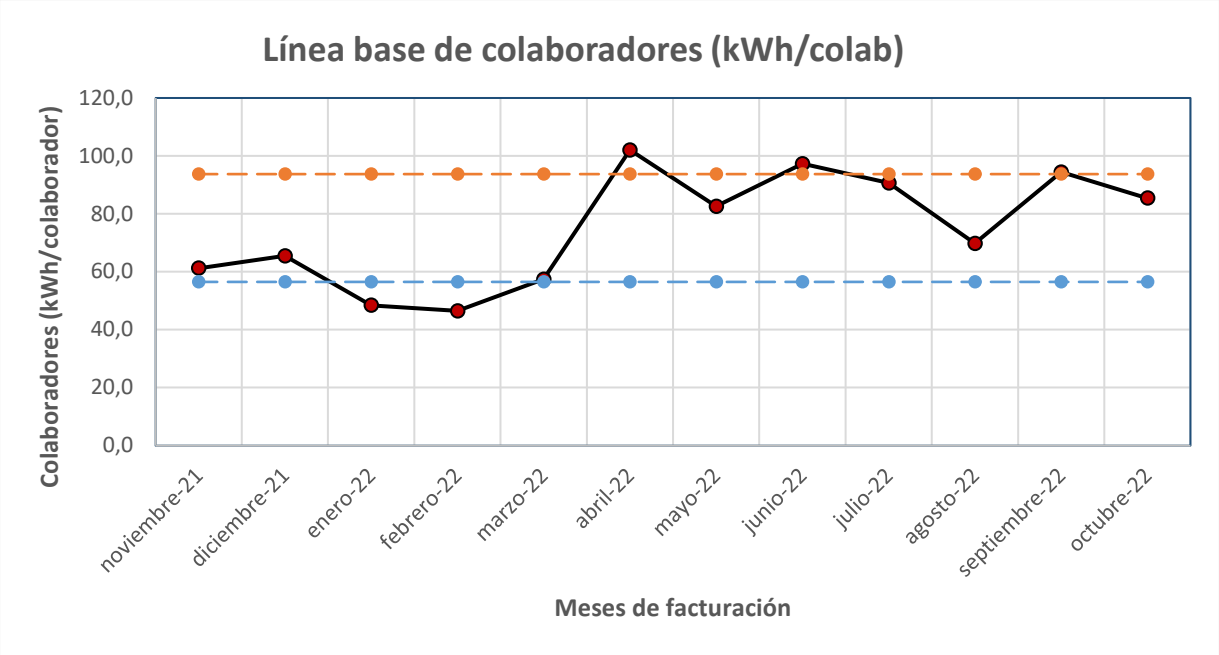


Figura 7.2 Comportamiento del IDEn kWh/colaborador en un período dado**.**

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

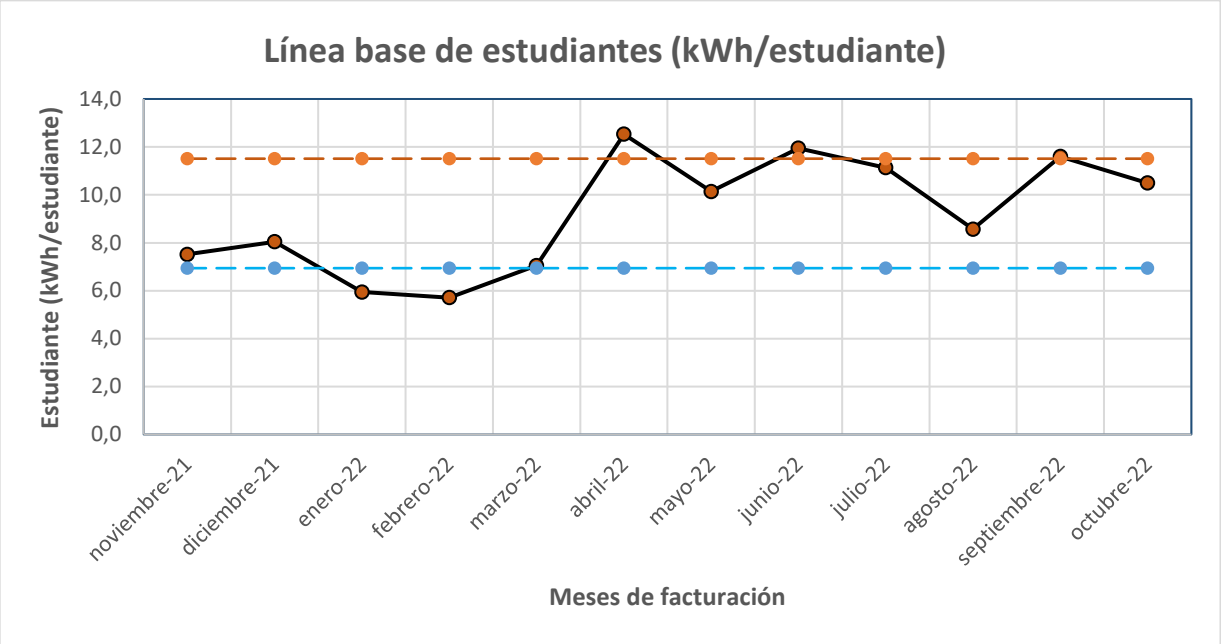


Figura 7.3 Comportamiento del IDEn kWh/estudiant en un período dado**.**

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.

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

- **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 instalados actualmente en la sucursal; 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 8.5**, 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

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

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 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 institución y el esquema de facturación bajo el cual se compra la energía eléctrica, se sugieren alternativas de ahorros energéticos y económicos que beneficien financieramente el desempeño.

Una posible migración de una tarifa a otra puede ser una alternativa para reducir los costos de operación del Colegio Técnico Profesional Mercedes Norte. La única tarifa con mejores condiciones respecto a la actual es la **tarifa T-CS,** donde uno de los requisitos para optar por esta tarifa según los requisitos publicados en el Alcance N°205 Gaceta N°184 del 28 de setiembre del 2022, es el siguiente:

- **Educación:** Exclusivamente para centros de enseñanza, pertenecientes al sector de educación pública estatal: centros de enseñanza preescolar, escuelas de educación primaria, escuelas de enseñanza especial, colegios de educación secundaria, colegios técnicos de educación secundaria, colegios universitarios, universidades y bibliotecas públicas, incluyendo las instalaciones que se dedican exclusivamente a la actividad educativa pública. Los restaurantes, sodas, residencias estudiantiles, centro de fotocopiado y otros, aun cuando se hallen a nombre de entidades educativas, no gozarán de esta tarifa, debiendo ubicarse dentro de la que les corresponda.

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

La tarifa T-CO y T-CS comparten los mismos rubros de cobro, con la diferencia de que las tarifas son distintas. En la **Tabla 8.1** se muestran el costo de cada una de las tarifas para el I trimestre 2023.

Tabla 8.1 Costos de los rubros de máxima demanda y energía para las tarifas T-CO y T-CS Preferencial para el I trimestre 2023.

T-CO Comercio y Servicio		T-CS Preferencial	
Menor o igual a 3000 kWh	₡87.84	Menor o igual a 3000 kWh	₡74.85
Bloque 0-3000 kWh	₡148,230.00	Bloque 0-3000 kWh	₡126,330.00
Bloque mayor a 3000 kWh	₡49.41	Bloque mayor a 3000 kWh	₡42.11
Bloque 0-10 kW	₡80,227.75	Bloque 0-10 kW	₡68,366.90
Bloque mayor a 10 kW	₡8,022.78	Bloque mayor a 10 kW	₡6,836.69

El método de cálculo de los ahorros devengados por esta migración de tarifa consta de los siguientes pasos:

1. Se calcula el costo de los rubros de en energía y máxima demanda de los últimos 12 meses mostrados en la **Tabla 4.3** para la tarifa T-CO vigente para el I trimestre 2023 de la ESPH, según **Tabla 8.1.**
2. Se calcula el costo de los rubros de en energía y máxima demanda de los últimos 12 meses mostrados en la **Tabla 4.3** para la tarifa T-CS vigente para I trimestre 2023 de la ESPH, según **Tabla 8.1.**
3. Se compara el costo de cada uno de los escenarios descritos y se determina si la existencia o no de un ahorro económico.

En la **Tabla 8.2** se muestra el consumo de energía y la máxima demanda de los últimos 12 meses descritos en la facturación eléctrica en la **Tabla 4.3**.

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

Tabla 8.2 Consumo de energía y máxima demanda de los últimos 12 meses facturados.

Mes	Días	Energía [kWh]	Demanda Máxima [kW]
		Total	Total
Nov-21	30	5,263.0	29.4
Dec-21	31	5,630.0	34.7
Jan-22	31	4,162.0	26.9
Feb-22	28	3,998.0	19.2
Mar-22	31	4,937.0	41.6
Apr-22	30	8,772.0	51.4
May-22	31	7,099.0	50.6
Jun-22	30	8,364.0	49.4
Jul-22	31	7,793.0	44.9
Aug-22	31	5,998.0	53.0
Sep-22	30	8,119.0	54.7
Oct-22	31	7,344.0	45.3

En la **Tabla 8.3** se muestra el cálculo del cobro de la energía consumida y la máxima demanda facturada con el rubro de la tarifa T-CO mostrado en la **Tabla 8.1.**

Tabla 8.3 Costo de los rubros de energía y máxima demanda facturados en los últimos 12 meses con la tarifa T-CO

Mes	Días	Costo de Energía [₡]	Costo de Demanda Máxima [₡]	Sub Total	IVA (13%)	Total
		Total	Total			
nov-21	30	260 044,8	235 709,3	495 754,1	64 448,0	560 202,1
dic-21	31	278 178,3	278 230,0	556 408,3	72 333,1	628 741,4
ene-22	31	205 644,4	216 053,5	421 697,9	54 820,7	476 518,6
feb-22	28	197 541,2	153 876,9	351 418,1	45 684,4	397 102,5
mar-22	31	243 937,2	333 908,1	577 845,3	75 119,9	652 965,2
abr-22	30	433 424,5	412 451,1	845 875,6	109 963,8	955 839,5
may-22	31	350 761,6	405 872,4	756 634,0	98 362,4	854 996,5
jun-22	30	413 265,2	396 084,6	809 349,9	105 215,5	914 565,4
jul-22	31	385 052,1	360 062,4	745 114,5	96 864,9	841 979,4
ago-22	31	296 361,2	425 528,3	721 889,4	93 845,6	815 735,1
sep-22	30	401 159,8	438 605,4	839 765,2	109 169,5	948 934,6
oct-22	31	362 867,0	363 351,7	726 218,7	94 408,4	820 627,2
Total	**-**	**3 828 237,4**	**4 019 733,7**	**7 847 971,1**	**1 020 236,2**	**8 868 207,3**

Como se observa en la **Tabla 8.3**, el importe anual de energía y máxima demanda es de ₡ 8,868,207.30 a partir de la tarifa T-CO para el I trimestre 2023.

En la **Tabla 8.4** se muestra el cálculo del cobro de la energía consumida y la máxima demanda facturada con el rubro de la tarifa T-CS mostrado en la **Tabla 8.1.**

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

Tabla 8.4 Costo de los rubros de energía y máxima demanda facturados en los últimos 12 meses con la tarifa T-CS**.**

Mes	Días	Costo de Energía [₡]	Costo de Demanda Máxima [₡]	Sub Total	IVA (2%)	Total
		Total	Total			
nov-21	30	221 624,9	200 862,0	422 486,9	8 449,7	430 936,6
dic-21	31	237 079,3	237 096,4	474 175,7	9 483,5	483 659,2
ene-22	31	175 261,8	184 112,1	359 373,9	7 187,5	366 561,4
feb-22	28	168 355,8	131 127,7	299 483,5	5 989,7	305 473,2
mar-22	31	207 897,1	284 543,0	492 440,1	9 848,8	502 288,9
abr-22	30	369 388,9	351 474,2	720 863,2	14 417,3	735 280,4
may-22	31	298 938,9	345 868,1	644 807,0	12 896,1	657 703,2
jun-22	30	352 208,0	337 527,4	689 735,4	13 794,7	703 530,1
jul-22	31	328 163,2	306 830,6	634 993,9	12 699,9	647 693,8
ago-22	31	252 575,8	362 618,0	615 193,8	12 303,9	627 497,7
sep-22	30	341 891,1	373 761,8	715 652,9	14 313,1	729 966,0
oct-22	31	309 255,8	309 633,7	618 889,5	12 377,8	631 267,3
Total	**-**	**3 262 640,7**	**3 425 455,2**	**6 688 095,8**	**133 761,9**	**6 821 857,8**

Como se observa en la **Tabla 8.4**, el importe anual de energía y máxima demanda es de ₡ 6,821,857.80 a partir de la tarifa T-CS del I trimestre 2023.

Una vez obtenidos los costos asociados a la energía consumida y a la máxima demanda para cada una de las tarifas, podemos realizar una diferencia del costo asociado y verificar si hay o no un ahorro económico. La **Tabla 8.5** muestra la diferencia de costos asociados a las tarifas T-CO y T-CS.

Tabla 8.5. Ahorro económico por el cambio de tarifa eléctrica de T-CO a T-CS.

Costo	T-CO	T-CS	Ahorro
Costo energía	3,828,237.39	3,262,640.69	565,596.70
Costo demanda máxima	4,019,733.69	3,425,455.16	594,278.53
Sub Total	7,847,971.08	6,688,095.85	1,159,875.23
IVA	1,020,236.24	133,761.92	886,474.32
Total	**8,868,207.32**	**6,821,857.76**	**2,046,349.56**

En la **Tabla 8.5** observamos que hay un **ahorro anual de ₡ 2,046,349.56,** el cual se debe a la reducción de los rubros presentados anteriormente. De igual forma, es importante recalcar que, por el tipo de institución, se aplica un IVA del 2% cuando se posee una tarifa T-CS Preferencial.

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

Al realizar una comparación de la tarifa definida en la **Tabla 4.2** se estima que el costo en colones por kWh es de **¢88.05 colones** lo que quiere decir que la tarifa se reduciría en alrededor de **¢40.71** por cada kWh.

Para efectos de los cálculos realizados en los siguientes apartados, se utiliza el costo promedio de la energía corregido de **¢88.05 por kWh.**

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 8.6** 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 8.6 Listado de equipo con temperatura de ajuste bajo

Ubicación	Capacidad (BTU/h)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Ahorro kWh / año
		Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	Temperatura (°C)	Horas / día	kWh / año	
Laboratorio	60000	20,0	6	2 751,60	24,0	6	2 435,97	315,63
Laboratorio	60000	23,0	6	2 616,00	24,0	6	2 537,52	78,48
TOTAL				**5 367,6**			**4 973,5**	**394,11**

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO2 equivalente, se muestra en la Tabla 8.7**.**

Tabla 8.7 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro		
Consumo actual de energía [kWh/año]		5,367.6
Ahorro de energía por modificar temperatura a 24°C [kWh/año]		394.1
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡	88.05
Ahorro económico por año [$/año]	**$**	**56**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]		**15.8**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 394.1 kWh/año,** los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 56** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **15.8 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$ 219.12**.

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 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.

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

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:

1. **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.

2. **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.

3. **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 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

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

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 **HCFC (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 8.8**. 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 8.8 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 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 8.9**, 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 8.8**, aunque también se debe considerar que para estos se estima una eliminación de su uso para el año 2047 aproximadamente.

Tabla 8.9 Equipos de aire acondicionado considerados como obsoletos en CTP Mercedes Norte.

Piso	Ubicación	Tecnología	Marca	Modelo	Refrigerante	Cantidad de Equipos	CONDICIÓN ACTUAL						AJUSTADA
							Btu/hr	kW elect	SEER	EER	kWh / mes	kWh / año	kWh / año
1	Aula	On / off	G Air	gsg 36cr	R22	1	36 000,0	4,04	-	9,86	47,45	569,40	569,40
2	Laboratorio	On / off	York	yoea60fs-adt	R410a	1	60 000,0	1,18	-	10,21	229,28	2 751,37	2 751,37
2	Laboratorio	On / off	York	yoea60fs-adt	R410a	1	60 000,0	4,04	-	10,21	229,28	2 751,37	2 751,37
2	Laboratorio	On / off	York	yoea60fs-adt	R410a	1	60 000,0	7,14	-	10,21	229,28	2 751,37	2 751,37
2	Laboratorio	On / off	York	yoea60fs-adt	R410a	1	60 000,0	2,23	-	10,21	229,28	2 751,37	2 435,97
2	Laboratorio	On / off	York	yoea60fs-adt	R410a	1	60 000,0	2,23	-	10,21	229,28	2 751,37	2 751,37
2	Laboratorio	On / off	G Air	gue-60crn1-n	R410a	1	60 000,0	1,22	-	10,73	218,01	2 616,12	2 537,52
TOTAL						**7**						**16942**	**16548**

En la **Tabla 8.10** se muestra la cantidad de equipos a sustituir según su capacidad, además del costo total de la compra de estos equipos y el ahorro 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 8.10 Costo de sustituir los aires acondicionados considerados como obsoletos

Capacidad Btu/hr	Características equipos nuevos						Cantidad	Precio Total	Consumo kWh / año
	Descripción	Potencia (kW)	SEER	EER	Precio	Instalación			
36000	Evaporador - condensador	3,12	18	12,20	$ 1 721,00	$ 504,24	1	$ 2 225,24	312,00
60000	Condensador	4,45	16	13,48	$ 3 225,00	$ 944,90	6	$ 25 019,42	10159,77
						Total	7	$ 27 244,66	10471,77

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.12**.

Tabla 8.11 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	16 548
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	10 472
Ahorro de energía por año [kWh/año]	6 077
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 88,05
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 856**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**243,1**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 6,077 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 856** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **243.1 kg por año**. El proyecto requiere inversión **$ 27,244.66** ya que también se considera 10% del presupuesto para imprevistos, por lo que el **VPN a 5 años** es de **US$ -23,646.51** y un **PSR de 31.82 años**.

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

8.3. Oportunidades de Ahorro en Sistemas de Iluminación

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Iluminación

8.3.1.1. Sustitución de Luminarias de Tipo Fluorescente por Luminarias LED

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:

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

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

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 97% de la potencia instalada son sistemas fluorescentes, por lo que se propone la sustitución por luminarias LED ya que poseen mayor eficiencia energética.

En la **Tabla 8.13** se muestra el listado de tipo de luminarias encontradas en esta institución y las propuestas de cambio, en estas se muestra también la eficacia en cumplimiento con el decreto ECA-MC-MA-P08

Tabla 8.12 Características luminarias encontradas y propuestas.

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)
Fluorescente	T8 48”	32	2710	84.69
	CFL	15	825	55
LED	T8 48”	18	2200	122.22
	Compacto	9	750	83.33

Se debe tener en cuenta que, para la iluminación de un recinto, el flujo luminoso de una lámpara LED puede ser hasta un 40% menor a su homólogo fluorescente ya que la tecnología en las lámparas LED se configura para que irradie la luz en un ángulo determinado, mientras que el fluorescente lo hace en una proyección alrededor de 360°, por lo que al cambiar a iluminación LED se iguala o mejora la iluminación de los recintos.

Seguidamente, se muestran las tablas con el inventario de luminarias a sustituir junto a las características de potencia y energía, así como el ahorro estimado por la sustitución.

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

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, se muestran en la **Tabla 8.13.**

Tabla 8.11 Inventario Levantamiento de luminarias T8F32 a sustituir por LED

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluoresc	Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	LED	Ahorro [kWh/año]
2	Administración	T8 48 3T	1	3	3	89	18	0.09	0.05	185	112	73
2	Baños	T8 48 2T	4	2	8	58	18	0.23	0.14	48	30	18
2	Aula	T8 48 3T	24	3	72	89	18	2.14	1.30	2333	1415	917
1	Electrónica	T8 48 3T	6	3	18	89	18	0.53	0.32	111	67	44
1	Bódega	T8 48 2T	3	2	6	58	18	0.17	0.11	5	3	2
1	Baños	T8 48 2T	4	2	8	58	18	0.23	0.14	48	30	18
1	Aulas	T8 48 3T	24	3	72	89	18	2.14	1.30	2333	1415	917
1	Administración	T8 48 3T	1	3	3	89	18	0.09	0.05	185	112	73
1	Baños	T8 48 3T	4	3	12	89	18	0.36	0.22	74	45	29
1	Administración	T8 48 3T	6	3	18	89	18	0.53	0.32	1111	674	437
1	Aulas	T8 48 3T	36	3	108	89	18	3.20	1.94	3499	2123	1376
2	Baños	T8 48 3T	4	3	12	89	18	0.36	0.22	74	45	29
2	Aulas	T8 48 3T	36	3	108	89	18	3.20	1.94	3499	2123	1376
2	Aula Laboratorio	T8 48 3T	6	3	18	89	18	0.53	0.32	833	505	328
2	Aula Laboratorio	T8 48 2T	8	2	16	58	18	0.46	0.29	724	449	275
1	Baños	T8 48 3T	4	3	12	89	18	0.36	0.22	74	45	29
1	Aulas	T8 48 3T	36	3	108	89	18	3.20	1.94	3499	2123	1376
2	Baños	T8 48 3T	4	3	12	89	18	0.36	0.22	74	45	29
2	Aulas	T8 48 3T	6	3	18	89	18	0.53	0.32	833	505	328
2	Laboratorio	T8 48 3T	6	3	18	89	18	0.53	0.32	833	505	328
1	Aulas	T8 48 3T	36	3	108	89	18	3.20	1.94	3499	2123	1376
1	Comedor	T8 48 2T	17	2	34	58	18	0.99	0.61	77	48	29
1	Administración	T8 48 3T	14	3	42	89	18	1.25	0.76	1944	1179	764
				Total	**834**					**Total ahorro [kWh/año]**		**10,170**

Tabla 8.12 Inventario de luminarias compactos a sustituir por LED

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluoresc.	Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	LED	Ahorro [kWh/año]
2	Pasillo	Compacto	10	2	20	15	9	0.30	0.18	13	8	5
1	Pasillo	Compacto	10	2	20	15	9	0.30	0.18	13	8	5
1	Administración	Compacto	9	2	18	15	9	0.27	0.16	351	211	140
General	Baños profesores y discapacitados	Compacto	15	1	15	15	9	0.23	0.14	78	47	31
1	Pasillos (tortugas)	Compacto	51	1	51	15	9	0.77	0.46	265	159	106
				Total	**124**					**Total ahorro [kWh/año]**		**288**

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

Tabla 8.13 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	26 613,2
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	16 155,0
Ahorro de energía por año [kWh/año]	10 458,1
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 88,05
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 1 473,6**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**418,3**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se espera un ahorro energético de **10,458.1 kWh/año** que equivalen a **US$ 1,473.6 al año** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **418.3 kg por año.**

Se estima que, se requiere una **inversión cercana a US $15,420.32.** En este proyecto, financieramente se obtiene una **TIR de -20.46%**, un **VAN a 5 años de US$ -9,605.65 y un PSR de 10.46 años.**

8.3.1.2. Sustitución de Luminarias Tipo HID por Luminarias LED.

Al igual que el proyecto anterior se propone el cambio de las luminarias tipo HID (Alta Intensidad de Descarga) por otros de tecnología LED, en la **Tabla 8.14** se observan las luminarias en cuestión y las propuestas de cambio.

Tabla 8.14 Características luminarias encontradas y propuestas en la bodega.

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)
HID	ED 37	400	32000	80.00
HID	ED 28	175	9300	53.14
HID	ED 28	250	15000	60.00
LED	High Bay	200	24100	120.50
LED	Compacto	80	9000	112.50

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

Seguidamente, se muestra la tabla con el inventario de estas luminarias a sustituir junto a las características de potencia y energía, así como los datos de la luminaria propuesta junto con el ahorro estimado por la sustitución de estas luminarias.

Tabla 8.15 Inventario de luminarias de bodega a sustituir por sistemas LED

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Fluoresc.	Potencia [W] Unidad LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	Potencia Total [kW] LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	Energía [kWh/año] LED	Ahorro [kWh/año]
1	Cancha	HID	8	1	8	400	200	3.2	1.6	332.8	166.4	166.4
1	Exterior	HID	7	1	7	175	100	1.225	0.7	127.4	72.8	54.6
1	Postes	HID	4	1	4	250	100	1	0.4	208	83.2	124.8
			Total	**19**						**Total ahorro [kWh/año]**		**346**

A partir de lo anterior, se realiza el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO_2 equivalente, estos resultados se muestran en la **Tabla 8.16.**

Tabla 8.16 Estimación de ahorros energéticos y económicos al sustituir luminarias HID

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	668,2
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	322,4
Ahorro de energía por año [kWh/año]	345,8
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 88,05
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 48,7**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**13,8**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 345.8 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 48.7** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **13.8 kg por año**.

Se estima que, se requiere una **inversión cercana a US $2,398.08.** En este proyecto, financieramente se obtiene una **TIR de -45.17%**, un **VAN a 5 años de US$ -1,874.51 y un PSR de 49.22 años.**

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

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. Igualmente, se consideran como obsoletos aquellos equipos que utilicen los refrigerantes no permitidos descritos en la **sección 8.2.2.1**.

En el caso del Colegio Técnico Profesional Mercedes Norte, los equipos de refrigeración se encuentran en la zona del comedor, los mismos son refrigeradores y enfriadores comerciales, que se encuentran en buenas condiciones y utilizan refrigerantes permitidos, por lo que no es necesario el cambio de estas unidades.

Figura 8.1 Refrigerador comercial localizado en zona de comedor

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

8.5. Resumen de Oportunidades de Ahorro.

En la **Tabla 8.17** se muestra el resumen de las diferentes oportunidades de ahorro analizadas. Dentro de este resumen se contemplan todas las oportunidades de ahorro consideradas, y al final se hace la diferenciación entre las oportunidades recomendadas para ser aplicables por ser rentables para un periodo de análisis de 5 años; para este caso en específico, todos los proyectos analizados son considerados como viables y, por ende, recomendables.

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 sucursal. La totalidad de proyectos recomendados generan un **ahorro energético anual de 17,274.66 kWh** que corresponden a un **22.30% del consumo de energía actual.**

La implementación de estos proyectos genera un **ahorro económico anual de US$ 2,434.14** y requieren de una **inversión total de unos US$ 45,063.06.** Sumado a esto, la **reducción de emisiones de CO_2 se estima de 690.99 kg al año.**

Se debe recordar que estos proyectos de ahorro se realizaron con un costo de energía menor al actual, ya que se tomó como referencia el valor propuesto en la Gestión de Compra de Energía, por lo que, si se llegaran a implementar las oportunidades de ahorro descritas, aun cuando no se haya realizado el cambio de la tarifa, existe un ahorro energético y financiero incluso mayor al estimado en el siguiente resumen.

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

Tabla 8.17 Resumen de oportunidades de ahorro energético y económico analizadas

Institución: *CTP Mercedes Norte*				Ubicación: *Heredia*						
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	Modificar condiciones de uso de AC	Sí	$ -	394.11	$ 55.5		0.00	$ 219.12	15.76
PEE # 1	Aire Acondicionado	Sustitución unidades de AC por modelos más eficientes	Sí	$ 27,244.7	6,076.61	$ 856.2	-40%	31.82	$ (23,646.51)	243.06
PEE # 2	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 15,420.3	10,458.14	$ 1,473.6	-20%	10.46	$ (9,605.65)	418.33
PEE # 3	Iluminación	Sustitución luminarias Metalarc por Luminarias LED	Sí	$ 2,398.1	345.80	$ 48.7	-45%	49.22	$ (1,874.51)	13.83
			TOTAL	$ 45,063.1	17,274.66	$ 2,434.14		18.51		690.99
			Porcentaje con respecto a la facturación anual de energía:		22.30%					

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados

Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**17,274.66**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$2,434.14**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**22.30%**
Costo de la inversión [US$]	**$45,063.06**
PSR [años]	**18.51**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**690.99**

☎ 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

Para sustituir un equipo de refrigeración se debe considerar lo dispuesto en el comunicado ECA-MC-MA-P08, particularmente en el Cuadro 1: Requisitos para la compra de equipos y artículos eficientes, en su apartado de equipos de refrigeración.

Equipos de refrigeración electrodomésticos	Estos equipos deben cumplir las características establecidas en la **norma INTE E11-1** en su versión vigente. El proveedor debe aportar en su oferta una copia de la etiqueta energética del modelo que está ofertando, la cual debe contener la información establecida en la norma **INTE E11-1** en su versión vigente. Los refrigerantes aceptados en los equipos de refrigeración y aire acondicionado son los definidos en el reglamento No. 35676-S-H-MAG-MINAE y el Reglamento No. 37614-MINAE.	Los refrigeradores deben cumplir los consumos máximos de energía, al menos un valor menor de un **5% de los establecidos en la norma INTE E11-1 en su versión vigente.** El proveedor debe aportar una **Certificación de producto emitida por un organismo de certificación de producto acreditado o reconocido por el ECA en la norma ISO/IEC 17065 en su versión vigente, que indique los productos son conformes con Directriz No 11 del MINAE.**

Figura 9.1 ECA-MC-MA-P08 requisitos en los equipos de refrigeración (Extracto)

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.

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

9.2. Mejorar condiciones de los equipos de AC y aislamiento

Durante la visita a campo se detectan deterioros en las tuberías de aislamiento de las unidades condensadoras ubicadas en el exterior del edificio como se puede observar en la **Figura 9.2**. Se recomienda reemplazar o mejorar la calidad de la instalación, ya que un mal aislamiento reduce la eficiencia de los equipos de acondicionamiento, además se deben realizar mantenimientos periódicos al equipo en general, como limpieza y sustitución de filtros, ya que se evidencia gran cantidad de óxido en los accesorios y el condensador.

Figura 9.2 Condición condensadores en techo

9.3. 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.

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

9.3.1. 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 9.3 Porcentaje de reflexión de la luz en paredes según su color (DIGECA)

También, se recomienda utilizar colores claros en las paredes y cielo raso debido a que estos colores reflejan de mayor manera la luz, como se observa en la **Figura 9.3** 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.

9.3.2. 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”.

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

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 salvapantallas “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.

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

9.3.4. 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).

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

También si las condiciones lo permiten se puede utilizar un aislante térmico el cual reduce en un 78% el calor solar y bloquea en un 97% los rayos ultravioletas que ingresan a los recintos (según la ficha técnica de la serie Prestige).

Figura 9.4 Polarizado para ventanas 3M PR70

10. Conclusiones

- Al realizar el análisis de facturación se evidencia la tendencia correspondiente al periodo de Febrero 2021 a Octubre 2022, se muestra que el consumo de energía representa el 42.7% de la facturación, mientras que la potencia demandada representa un 43.9% del total. Además, el factor de carga evidencia un porcentaje entre el 10% y 30%, sin embargo, se evidencian dos picos elevados entre un 70% y un 80% en los meses de Febrero y Julio del 2021.
- 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 siete 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 o por la cercanía a las luminarias.

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

- Las mediciones termográficas muestran un comportamiento normal en los tableros de los recintos, el valor de temperatura más alto que se obtuvo fue de 47.1 °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 25.1% del consumo se debe a equipos de aire acondicionado, 29.1% para equipos de oficina, la iluminación un 35.7 % del total y un 23.8% 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.
- Todos los aires acondicionados del lugar son sistemas Split, donde el 87% se encuentra por debajo del EER o SEER (según su tecnología) establecido en la INTE E14 – 1. El 81% de la iluminación se compone de tecnología fluorescente y este porcentaje es el que tiene mayor potencial de ahorro al cambiar las luminarias 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 0.48 kWh/m^2 y 2.95 W ACC /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.
- Como oportunidad de ahorro se propone cambiar la tarifa eléctrica, actualmente en el CTP Mercedes Norte tiene T-CO, sin embargo, al ser una institución educativa puede optar por la tarifa T-CS Preferencial, obteniendo un ahorro de ₡2,046,349.56 por el mismo consumo de energía.

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

- 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 394.1 kWh al año que representa $56 (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 $27,244.66, y se estima un ahorro de 6,077 kWh al año que equivale a $856 aproximadamente.
- También, se propone cambiar las luminarias fluorescentes por semejantes de tecnología LED, con este cambio se estima un ahorro de 10,458.1 kWh/año que representa un ahorro económico de $1,473.6 anuales. Además, se propone implementar el cambio de luminarias HID a LED, estimando un ahorro de 345.8 kWh/año, lo que representa un ahorro económico de $48.7 anuales.
- La sustitución de equipos de refrigeración no es necesaria ya que la mayoría de los equipos son relativamente nuevos y se encuentran en buenas condiciones, además que utilizan refrigerantes permitidos.

☎ 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_CTP_Mercedes_Norte)

☎ 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 de equipos de iluminación y consumo estimado

Ubicación		Características		Cantidad				Potencia y Flujo Luminoso			Uso				Consumo
Piso	Lugar	Tecnología	Modelo	Luminarias	Lámparas	Lamparas dañadas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]	Día [hr/día]	Semana [días/sem]	Total [hr/mes]	Factor Uso	Energía [kW-hr/mes]
2	Administración	Fluorescente	T8 48 3T	1	3	0	3	32	89	0.089	8	5	173.33	100%	15.43
2	Pasillo	Fluorescente	Compacto	10	2	0	20	25	25	0.25	2	5	43.33	10%	1.08
2	Baños	Fluorescente	T8 48 2T	4	2	0	8	32	58	0.232	8	5	173.33	10%	4.02
2	Aula	Fluorescente	T8 48 3T	24	3	0	72	32	89	2.136	6	5	130.00	70%	194.38
1	Electrónica	Fluorescente	T8 48 3T	6	3	0	18	32	89	0.534	8	5	173.33	10%	9.26
1	Bódega	Fluorescente	T8 48 2T	3	2	0	6	32	58	0.174	1	5	21.67	10%	0.38
1	Baños	Fluorescente	T8 48 2T	4	2	0	8	32	58	0.232	8	5	173.33	10%	4.02
1	Aulas	Fluorescente	T8 48 3T	24	3	0	72	32	89	2.136	6	5	130.00	70%	194.38
1	Administración	Fluorescente	T8 48 3T	1	3	0	3	32	89	0.089	8	5	173.33	100%	15.43
1	Pasillo	Fluorescente	Compacto	10	2	0	20	25	25	0.25	2	5	43.33	10%	1.08
1	Baños	Fluorescente	T8 48 3T	4	3	0	12	32	89	0.356	8	5	173.33	10%	6.17
1	Administración	Fluorescente	T8 48 3T	6	3	0	18	32	89	0.534	8	5	173.33	100%	92.56
1	Aulas	Fluorescente	T8 48 3T	36	3	0	108	32	89	3.204	6	5	130.00	70%	291.56
2	Baños	Fluorescente	T8 48 3T	4	3	2	10	32	89	0.356	8	5	173.33	10%	6.17
2	Aulas	Fluorescente	T8 48 3T	36	3	0	108	32	89	3.204	6	5	130.00	70%	291.56
2	Aula Laboratorio	Fluorescente	T8 48 3T	6	3	0	18	32	89	0.534	6	5	130.00	100%	69.42
2	Aula Laboratorio	Fluorescente	T8 48 2T	8	2	0	16	32	58	0.464	6	5	130.00	100%	60.32
1	Baños	Fluorescente	T8 48 3T	4	3	1	11	32	89	0.356	8	5	173.33	10%	6.17
1	Aulas	Fluorescente	T8 48 3T	36	3	0	108	32	89	3.204	6	5	130.00	70%	291.56
2	Baños	Fluorescente	T8 48 3T	4	3	2	10	32	89	0.356	8	5	173.33	10%	6.17
2	Aulas	Fluorescente	T8 48 3T	6	3	0	18	32	89	0.534	6	5	130.00	100%	69.42
2	Laboratorio	Fluorescente	T8 48 3T	6	3	0	18	32	89	0.534	6	5	130.00	100%	69.42
1	Aulas	Fluorescente	T8 48 3T	36	3	0	108	32	89	3.204	6	5	130.00	70%	291.56
1	Comedor	Fluorescente	T8 48 2T	17	2	0	34	32	58	0.986	3	5	65.00	10%	6.41
1	Administración	Fluorescente	T8 48 3T	14	3	0	42	32	89	1.246	12	5	260.00	50%	161.98
1	Administración	Fluorescente	Compacto	9	2	0	18	25	25	0.225	12	5	260.00	50%	29.25
1	Audiovisual	LED	Compacto	12	1	0	12	25	25	0.3	9	5	195.00	50%	29.25
1	Cancha	HID	Metalarc	8	1	0	8	400	400	3.2	8	5	173.33	5%	27.73
General	Baños profesores y discapacitados	Fluorescente	Compacto	15	1	0	15	25	25	0.375	8	5	173.33	10%	6.50
1	Exterior	HID	Metalarc	7	1	0	7	175	175	1.225	8	5	173.33	5%	10.62
1	Pasillos (tortugas)	Fluorescente	Compacto	51	1	0	51	25	25	1.275	8	5	173.33	10%	22.10
1	Pasillos (tortugas)	LED	Compacto	34	1	0	34	25	25	0.85	8	5	173.33	10%	14.73
1	Postes	HID	Metalarc	4	1	0	4	250	250	1	8	5	173.33	10%	17.33
													4961.67		2317.43

☎ 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 consumo estimado

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	Antigüedad (años)	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]	Día [hr/día]	Semana [días/sem]	Total [hr/mes]	Factor [%]	Energía [kW-hr/mes]
1	Aula	Split	Pared alta	On / off	G Air	gsg 36cr	36,000.0		9.9		R22		1	3,650.0	3.7	2.0	5.0	43.3	30%	47.5
2	Laboratorio	Split	Piso cielo	On / off	York	yoea60fs-adt	60,000.0		10.2		R410a		1	5,879.0	5.9	6.0	5.0	130.0	30%	229.3
1	Telecomunicaciones	Split	Pared alta	Inverter	Daikin	Ftks12vl216a	12,000.0	20.0	12.0		R410a		1	1,000.0	1.0	24.0	7.0	728.0	30%	218.4
2	Laboratorio	Split	Piso cielo	On / off	York	yoea60fs-adt	60,000.0		10.2		R410a		1	5,879.0	5.9	6.0	5.0	130.0	30%	229.3
2	Laboratorio	Split	Piso cielo	On / off	York	yoea60fs-adt	60,000.0		10.2		R410a		1	5,879.0	5.9	6.0	5.0	130.0	30%	229.3
2	Laboratorio	Split	Piso cielo	On / off	York	yoea60fs-adt	60,000.0		10.2	20.0	R410a		1	5,879.0	5.9	6.0	5.0	130.0	30%	229.3
2	Laboratorio	Split	Piso cielo	On / off	York	yoea60fs-adt	60,000.0		10.2		R410a		1	5,879.0	5.9	6.0	5.0	130.0	30%	229.3
2	Laboratorio	Split	Piso cielo	On / off	G Air	gue-60crn1-n	60,000.0	10.0	10.7	23.0	R410a		1	5,590.0	5.6	6.0	5.0	130.0	30%	218.0
													8		39.635					1630.3

Tabla 11.3 Inventario de equipos de refrigeración y consumo estimado

Ubicación		Características			Cantidad	Potencia		Uso				Consumo
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]	Día [hr/día]	Semana [días/sem]	Total [hr/mes]	Factor [%]	Energía [kW-hr/mes]
1	Administración	Refrigerador	Samsung	RS25J5008SP	1	420	0.42	24	7	728.0	35%	107.02
1	Comedor	Refrigerador	Frigidaire	FRT143A	1	140	0.14	24	7	728.0	35%	35.67
1	Comedor	Congelador			1	500	0.5	24	7	728.0	30%	109.20
1	Comedor	Refrigerador	Mepxa		1	186	0.186	24	7	728.0	35%	47.39
							1.246					299.28

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

Tabla 11.4 Inventario de equipos varios y consumo estimado

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia		Uso				Consumo
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]	Día [hr/día]	Semana [días/sem]	Total [hr/mes]	Factor [%]	Energía [kW-hr/mes]
2	Administración	Otros	Ventilador	Vegga		1	35	0.035	8	5	173.3	100%	6.07
2	Administración	Ofimáticos	CPU Integrado			1	125	0.125	8	5	173.3	100%	21.67
2	Administración	Ofimáticos	Impresora	HP	Laserjet	1	840	0.84	1	5	21.7	50%	9.10
2	Aulas	Otros	Ventilador	Vegga		2	35	0.07	6	5	130.0	100%	9.10
2	Aulas	Ofimáticos	Proyector			4	203	0.812	4	5	86.7	50%	35.19
1	Electrónica	Otros	Ventilador	Lasko		1	35	0.035	8	5	173.3	100%	6.07
1	Electrónica	Ofimáticos	Laptop	HP	Pavillion	8	65	0.52	6	5	130.0	80%	54.08
1	Electrónica	Ofimáticos	Proyector	EPSON	Powerlite s41+	1	203	0.203	4	5	86.7	50%	8.80
2	Aulas	Otros	Ventilador	Vegga		2	35	0.07	6	5	130.0	100%	9.10
2	Aulas	Ofimáticos	Proyector			4	203	0.812	4	5	86.7	50%	35.19
1	Administración	Otros	Ventilador	Vegga		1	35	0.035	8	5	173.3	100%	6.07
1	Administración	Ofimáticos	CPU Integrado			1	125	0.125	8	5	173.3	100%	21.67
1	Administración	Ofimáticos	Impresora	HP	Laserjet	1	840	0.84	1	5	21.7	50%	9.10
1	Administración	Ofimáticos	CPU Integrado	Lenovo		4	125	0.5	8	5	173.3	100%	86.67
1	Administración	Otros	Ventilador	Telstar		4	35	0.14	8	5	173.3	100%	24.27
1	Administración	Ofimáticos	Impresora	HP		4	840	3.36	1	5	21.7	50%	36.40
1	Aulas	Otros	Ventilador	Vegga		2	35	0.07	6	5	130.0	100%	9.10
1	Aulas	Ofimáticos	Proyector			6	203	1.218	4	5	86.7	50%	52.78
1	Aulas	Otros	Ventilador	Vegga		1	35	0.035	6	5	130.0	100%	4.55
1	Aulas	Ofimáticos	Proyector			4	203	0.812	4	5	86.7	50%	35.19
2	Laboratorio	Ofimáticos	Laptop			20	65	1.3	6	5	130.0	60%	101.40
2	Laboratorio	Ofimáticos	Proyector			1	203	0.203	4	5	86.7	50%	8.80
2	Aulas	Otros	Ventilador	Vegga		1	35	0.035	6	5	130.0	100%	4.55
2	Aulas	Ofimáticos	Proyector			1	203	0.203	4	5	86.7	50%	8.80
1	Aulas	Otros	Ventilador	Vegga		1	35	0.035	6	5	130.0	100%	4.55
1	Aulas	Ofimáticos	Proyector			1	203	0.203	4	5	86.7	50%	8.80
1	Comedor	Ofimáticos	Ventilador	Sankey		4	35	0.14	2	5	43.3	100%	6.07
1	Administración	Ofimáticos	CPU Integrado			5	125	0.625	12	5	260.0	100%	162.50
1	Administración	Otros	Ventilador			5	35	0.175	2	5	43.3	100%	7.58
1	Administración	Ofimáticos	Impresora	HP		5	840	4.2	1	5	21.7	50%	45.50
1	Administración	Otros	Pantalla	RCA		1	150	0.15	12	5	260.0	100%	39.00
1	Audiovisual	Otros	Ventilador			4	35	0.14	9	5	195.0	100%	27.30
1	Audiovisual	Ofimáticos	Proyector			1	203	0.203	2	5	43.3	100%	8.80
1	Audiovisual	Ofimáticos	CPU Integrado			1	125	0.125	4	5	86.7	100%	10.83
1	Administración	Otros	Microondas	Panasonic		1	900	0.9	1	5	21.7	100%	19.50
1	Administración	Otros	Microondas	Telstar		1	1200	1.2	1	5	21.7	100%	26.00
1	Comedor	Otros	Microondas	Oster		4	1100	4.4	1	5	21.7	100%	95.33
1	Comedor	Otros	Microondas	Telstar		2	1500	3	1	5	21.7	100%	65.00
2	Laboratorio	Ofimáticos	Computadora y monitor	HP	Pro Desk	40	125	5	6	5	130.0	60%	390.00
2	Laboratorio	Ofimáticos	Computadora y monitor	Lenovo	Thinkcare	38	125	4.75	6	5	130.0	60%	370.50
2	Laboratorio	Ofimáticos	Computadora y monitor			20	125	2.5	6	5	130.0	60%	195.00
2	Laboratorio	Ofimáticos	Computadora y monitor	HP	Pro Desk	17	125	2.125	6	5	130.0	60%	165.75
								42.269					2251.69

☎ 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: CTP Mercedes Norte — **Aire Acondicionado**

OCE # 1 Modificar condiciones de uso de AC

Cambiar la temperatura de uso de los aires acondicionados a 24°C

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	88,05
	kWh/año		394,11
	$/año		55,53
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	**Ahorro total** MBTU/año:	0
( ) Disminuirán (US $/año):	0	**Ahorro total** kWh/año:	394,11
Vida útil estimada (años):	5	**Ahorro total** US$/año	**$ 55,53**
Valor de rescate (US $):	0	**Costo total** US$	**$ -**
Tasa de cambio dólar US	₡ 624,86		
Costo capital BP	8,16%		
Valor Presente Neto	**$ 219,12**	**Periodo simple de de recuperación (años)**	**0,0**
Tasa Interna de Retorno (%)			

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

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 1

Empresa:	**CTP Mercedes Norte**	**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	₡	88.05
	kWh/año		6,076.61
	$/año		856.24
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	**Ahorro total** MBTU/año:	0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:	6,076.61
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86	**Ahorro total** US$/año	**$ 856.24**
Costo capital (%):	8.16%	**Costo total** US$	**$ 27,244.66**
Valor Presente Neto	**$ -23,646.51**	**Periodo simple de de recuperación (años)**	**31.82**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-39.75%**		

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**988**	Imprevistos ($)	10%	**2,270**
Compra Materiales y Equipos ($):	**21,071**	Ingeniería ($):	5%	**1,135**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**1,135**
Otros ($)	**645**			
SUBTOTAL ($):	**22,704**	**COSTO TOTAL ($):**		**27,244.66**

☎ 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	0,0	770,0		0,0
AC 18000 Btu/h	0,0	1 020,0		0,0
AC 24000 Btu/h	0,0	1 368,0		0,0
AC 36000 Btu/h	1,0	1 721,0		1 721,0
AC 48000 Btu/h	0,0	2 891,0		0,0
AC 60000 Btu/h	6,0	3 225,0		19 350,0
			Subtotal sin Impuestos	21 071,0
Impuesto de ventas incluido en precios				
Total Materiales y Equipos				**21 071,0**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	2,0	6,0	41,2	493,9
Eléctrico	2,0	6,0	41,2	493,9
Obra gris				
Peon			31,5	0,0
Albañil			36,9	0,0
Maestro de obras			42,4	0,0
Total mano obra				**987,9**

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.1 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**	**856,2**	**881,9**	**908,4**	**935,6**	**963,7**	**4 545,9**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,03		856,2	881,9	908,4	935,6	963,7	**4 545,9**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**27 244,7**	**4 214,2**	**4 214,2**	**4 214,2**	**4 214,2**	**4 214,2**	**48 315,7**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	987,9						**987,9**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	21 071,0						**21 071,0**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	645,0						**645,0**
SUBTOTAL ($):		**22 703,9**						**22 703,9**
Imprevistos ($)		2 270,4						**2 270,4**
Ingeniería ($):		1 135,2						**1 135,2**
Inspección ($):		1 135,2						**1 135,2**
Depreciaciones ($)			4 214,2	4 214,2	4 214,2	4 214,2	4 214,2	**21 071,0**
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		**-27 244,7**	**-3 358,0**	**-3 332,3**	**-3 305,8**	**-3 278,6**	**-3 250,5**	**-43 769,7**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-27 244,7**	**-3 358,0**	**-3 332,3**	**-3 305,8**	**-3 278,6**	**-3 250,5**	**-43 769,7**
Depreciación			4 214,2	4 214,2	4 214,2	4 214,2	4 214,2	**21 071,0**
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		**-27 244,7**	**856,2**	**881,9**	**908,4**	**935,6**	**963,7**	**-22 698,7**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$27 244,7**	**-$26 453,0**	**-$25 699,1**	**-$24 981,2**	**-$24 297,6**	**-$23 646,5**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-96,86%**	**-80,37%**	**-63,29%**	**-49,87%**	**-39,75%**
		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:	**CTP Mercedes Norte**	**Iluminación**
PEE # 2	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	

Sustitución luminarias fluorescentes del tipo T8 de 48" por tecnología LED

Ahorros anuales proyectados

Electricidad	col/kw-h	₡	88.05
	kWh/año		10,458.14
	$/año		1,473.64
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 $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624.86
Costo capital (%):	8.16%
Valor Presente Neto	**$ -9,605.65**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-20.46%**

Ahorro total MBTU/año:	0
Ahorro total kWh/año:	10,458
Ahorro total US$/año	**$ 1,473.64**
Costo total US$	**$ 15,420.32**
Periodo simple de de recuperación (años)	**10.46**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**2,470**	Imprevistos ($)	10%	**1,285**
Compra Materiales y Equipos ($):	**10,381**	Ingeniería ($):	5%	**643**
Alquileres ($):		Inspección ($):	5%	**643**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**12,850**	**COSTO TOTAL ($):**		**15,420.32**

☎ 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 ($)		Costo total ($)
Tubo LED T8, 48"	834,0	10,2		8 538,2
Conector adaptador LED	834,0	0,5		406,4
LED Compacto 9 W	124,0	1,9		241,7
			Subtotal sin Impuestos	9 186,3
Impuesto de ventas		13%		*1 194,2*
Total Materiales y Equipos				**10 380,6**

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	4,0	15,0	41,2	2 469,7
Obra gris				
Peon			31,5	0,0
Albañil			36,9	0,0
Maestro de obras			42,4	0,0
Total mano obra				**2 469,7**

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 # 2

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0,0**	**1 473,6**	**1 473,6**	**1 473,6**	**1 473,6**	**1 473,6**	**7 368,2**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,00		1 473,6	1 473,6	1 473,6	1 473,6	1 473,6	**7 368,2**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**15 420,3**	**2 076,1**	**2 076,1**	**2 076,1**	**2 076,1**	**2 076,1**	**25 800,9**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	2 469,7						**2 469,7**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	10 380,6						**10 380,6**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	0,0						**0,0**
SUBTOTAL ($):		**12 850,3**						**12 850,3**
Imprevistos ($)		1 285,0						**1 285,0**
Ingeniería ($):		642,5						**642,5**
Inspección ($):		642,5						**642,5**
Depreciaciones ($)			2 076,1	2 076,1	2 076,1	2 076,1	2 076,1	**10 380,6**
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		**-15 420,3**	**-602,5**	**-602,5**	**-602,5**	**-602,5**	**-602,5**	**-18 432,7**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-15 420,3**	**-602,5**	**-602,5**	**-602,5**	**-602,5**	**-602,5**	**-18 432,7**
Depreciación			2 076,1	2 076,1	2 076,1	2 076,1	2 076,1	**10 380,6**
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		**-15 420,3**	**1 473,6**	**1 473,6**	**1 473,6**	**1 473,6**	**1 473,6**	**-8 052,1**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$15 420,3**	**-$14 061,5**	**-$12 808,6**	**-$11 653,2**	**-$10 587,9**	**-$9 605,6**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-90,44%**	**-63,94%**	**-43,54%**	**-29,80%**	**-20,46%**
		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 # 3

Empresa:	**CTP Mercedes Norte**	**Iluminación**
PEE # 3	Sustitución luminarias Metalarc por Luminarias LED	

Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Ahorros anuales proyectados

Electricidad	col/kw-h	₡	88,05
	kWh/año		345,80
	$/año		48,73
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	**Ahorro total** MBTU/año:	0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:	346
Tasa de cambio dólar US	₡ 624,86	**Ahorro total** US$/año	**$ 48,73**
Costo capital BP (%):	8,16%	**Costo total** US$	**$ 2 398,08**
Valor Presente Neto	**$ -1 874,51**	**Periodo simple de**	**49,22**
Tasa Interna de Retorno (%)	**-45,17%**	**de recuperación (años)**	

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	165	Imprevistos ($)	10%	200
Compra Materiales y Equipos ($):	1 704	Ingeniería ($):	5%	100
Alquileres ($):	130	Inspección ($):	5%	100
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	1 998	**COSTO TOTAL ($):**		2 398,08

Alquileres:

Equipo	Precio ($)	Días	Costo
Elevador tijera	130,0	1,0	130,0
	x día		

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

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Estimación costo Materiales y Equipos

Materiales y equipos	Cantidad	Costo unitario ($)		Costo total ($)
High Bay Sylvania	8,0	145,4		1 163,2
Compacto LED 80W	7,0	31,3		219,2
Compacto LED 80W	4,0	31,3		125,3
			Subtotal sin Impuestos	1 507,7
Impuesto de ventas		13%		*196,0*
Total Materiales y Equipos				**1 703,8**

Estimación costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	2,0	1,0	41,2	82,3
Eléctrico	2,0	1,0	41,2	82,3
Obra gris				
Peon			31,5	0,0
Albañil			36,9	0,0
Maestro de obras			42,4	0,0
Total mano obra				**164,6**

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.3 FLUJO NETO FINANCIERO (US$) PEE # 3

Conceptos	Factor	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos totales		**0,0**	**48,7**	**48,7**	**48,7**	**48,7**	**48,7**	**243,6**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,00		48,7	48,7	48,7	48,7	48,7	**243,6**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**2 068,2**	**340,8**	**340,8**	**340,8**	**340,8**	**340,8**	**3 772,0**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	164,6						**164,6**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	1 703,8						**1 703,8**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	0,0						**0,0**
SUBTOTAL ($):		**1 868,4**						**1 868,4**
Imprevistos ($)		199,8						**199,8**
Ingeniería ($):		0,0						**0,0**
Inspección ($):		0,0						**0,0**
Depreciaciones ($)			340,8	340,8	340,8	340,8	340,8	**1 703,8**
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		**-2 068,2**	**-292,0**	**-292,0**	**-292,0**	**-292,0**	**-292,0**	**-3 528,4**
Impuesto sobre la renta (30%)	0%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-2 068,2**	**-292,0**	**-292,0**	**-292,0**	**-292,0**	**-292,0**	**-3 528,4**
Depreciación			340,8	340,8	340,8	340,8	340,8	**1 703,8**
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		**-2 068,2**	**48,7**	**48,7**	**48,7**	**48,7**	**48,7**	**-1 824,6**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$2 068,2**	**-$2 023,2**	**-$1 981,5**	**-$1 943,0**	**-$1 907,4**	**-$1 874,5**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-97,64%**	**-83,43%**	**-67,73%**	**-54,98%**	**-45,17%**
		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

Anexo 4: Fichas Técnicas equipos medición CIRE S.A

☎ 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_CTP_Mercedes_Norte)

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