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

INFORME DE AVANCE FINAL

Auditoría energética Nivel 1

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

Fuentes de recursos:

Beneficiarios en especie:

Realizada en:

Sede Quepos, Puntarenas.

Versión Informe: **V1**

Enero 2023

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 Banco Nacional en la sede de Quepos, 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 <u>Auditorías Energéticas Nivel 1 para Pequeñas y Medianas Infraestructuras en Sistemas Eléctricos.</u>

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: Banco Nacional Sede Quepos.
Ubicación: Quepos, Puntarenas.

1. Análisis Facturación

La energía es suplida por ICE, se analizó un periodo de febrero 2021 a junio 2022, el costo del rubro de energía representa un 50.2% del costo total de facturación y la demanda de potencia un 36.2%. El factor de carga promedio es de 32.19% con un valor mínimo registrado de 25.92% y un máximo de 36.83%.

2. Mediciones Trabajo de Campo:

- Mediciones eléctricas: realizadas por un periodo de nueve días, se identifica una tendencia típica y periódica, sin observaciones relevantes.
- Nivel de iluminación: gran cantidad de recintos con niveles por debajo de lo requerido.
- Termografías: Se observan puntos calientes en tablero, pero estos no preocupantes, pues no están cerca de los 60 °C, límite de los conductores. No se encontraron desbalances significativos en los circuitos eléctricos.

3. Balance de Energía por Servicios Energéticos

Las instalaciones consumen en promedio en los últimos 12 meses 9,594.75 kWh en una única acometida. El consumo por aire acondicionado corresponde a 76.1% del total, la iluminación 9.4% y refrigeración un 3.3%, mientras que el 5.9% corresponde a equipos de oficina, y el restante 5.1% pertenecen a equipo especializado.

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
6.61	479.74	42.40	5.11	0.96

☎ 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: *Banco Nacional Quepos* Ubicación: *Quepos*

Proyecto	Sistema	Descripción	Recomend.	Inversión	Ahorro		TIR	PSR	VAN (5 años)	Reducción de emisiones
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Ajustar temperatura de set de A/C	Sí	$ -	51,19	$ 10,5		0,00	$ 41,36	1,44
PEE # 1	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 4 388,9	4 300,50	$ 880,6	3%	4,98	$ (485,85)	121,27
			TOTAL	$ 4 388,9	4 351,69	$ 891,06		4,93		122,72

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados

Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	4 351,69
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	$891,06
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	3,78%
Costo de la inversión [US$]	$4 388,89
PSR [años]	4,93
Reducción de emisiones [kg CO_2]	122,72

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

Contenido

CONTENIDO **5**

1. INTRODUCCIÓN **8**

1.1. JUSTIFICACIÓN 8

1.2. ALCANCES 8

1.3. ORGANIZACIÓN DE LA EJECUCIÓN 9

2. METODOLOGÍA **9**

2.1. RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ABORDAJE 9

2.2. TRABAJO DE CAMPO 10

2.3. TRABAJO DE OFICINA 10

3. DESCRIPCIÓN DE LA SUCURSAL **11**

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN. 11

4. SISTEMA ELÉCTRICO **13**

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA 13

4.2. FACTURACIÓN ENERGÉTICA 15

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica *18*

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

5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS 21

5.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN 25

5.3. TERMOGRAFÍAS DE PROTECCIONES PRINCIPALES 29

6. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA **6-31**

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

6.1. METODOLOGÍA DEL BALANCE ENERGÍA 6-31

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

6.2.1. Iluminación 6-32

6.2.2. Acondicionamiento de Aire 6-33

6.2.1. Refrigeradores 6-34

6.2.1. Equipos de Oficina y otros 6-35

6.3. BALANCE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMAS ENERGÉTICOS 6-36

6.4. USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA 6-38

7. MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 7-40

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

7.2. LÍNEA BASE ENERGÉTICA (LBEN) 7-42

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

8.1. GESTIÓN DE LA COMPRA DE ENERGÍA (GCE) 8-45

8.2. PROYECTOS DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA (OCE) 8-46

8.2.1. Proyectos de conservación de energía 8-46

8.2.2. Proyectos de Eficiencia Energética de Aires Acondicionados 8-48

8.3. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 8-50

8.3.1. Proyectos de Eficiencia Energética en iluminación 8-50

8.4. OPORTUNIDADES DE AHORRO EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 8-54

8.4.1. Proyectos de Eficiencia Energética en Refrigeración 8-54

8.5. RESUMEN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO 8-55

9. RECOMENDACIONES GENERALES 57

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

9.1. ESTADO DE CONEXIÓN DE TOMACORRIENTES.....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

9.2. RECOMENDACIONES PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 57

9.2.1. Iluminación *57*

9.2.2. Ofimáticos *58*

9.2.3. Refrigeración *58*

9.2.4. Aire acondicionado *58*

10. CONCLUSIONES 59

11. ANEXOS 62

11.1. CAPTURAS TERMOGRÁFICAS 62

11.2. INVENTARIO DE CONSUMIDORES DE ENERGÍA 62

11.3. ANÁLISIS FINANCIERO OPORTUNIDADES DE AHORRO 62

11.4. FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS MEDICIÓN CIRE S.A 62

11.5. ARCHIVOS DIGITALES MEDICIONES ELÉCTRICAS 62

☎ 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 y establecer las bases para iniciar un proceso de Gestión Energética según INTE-ISO 50001.

1.2. Alcances

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

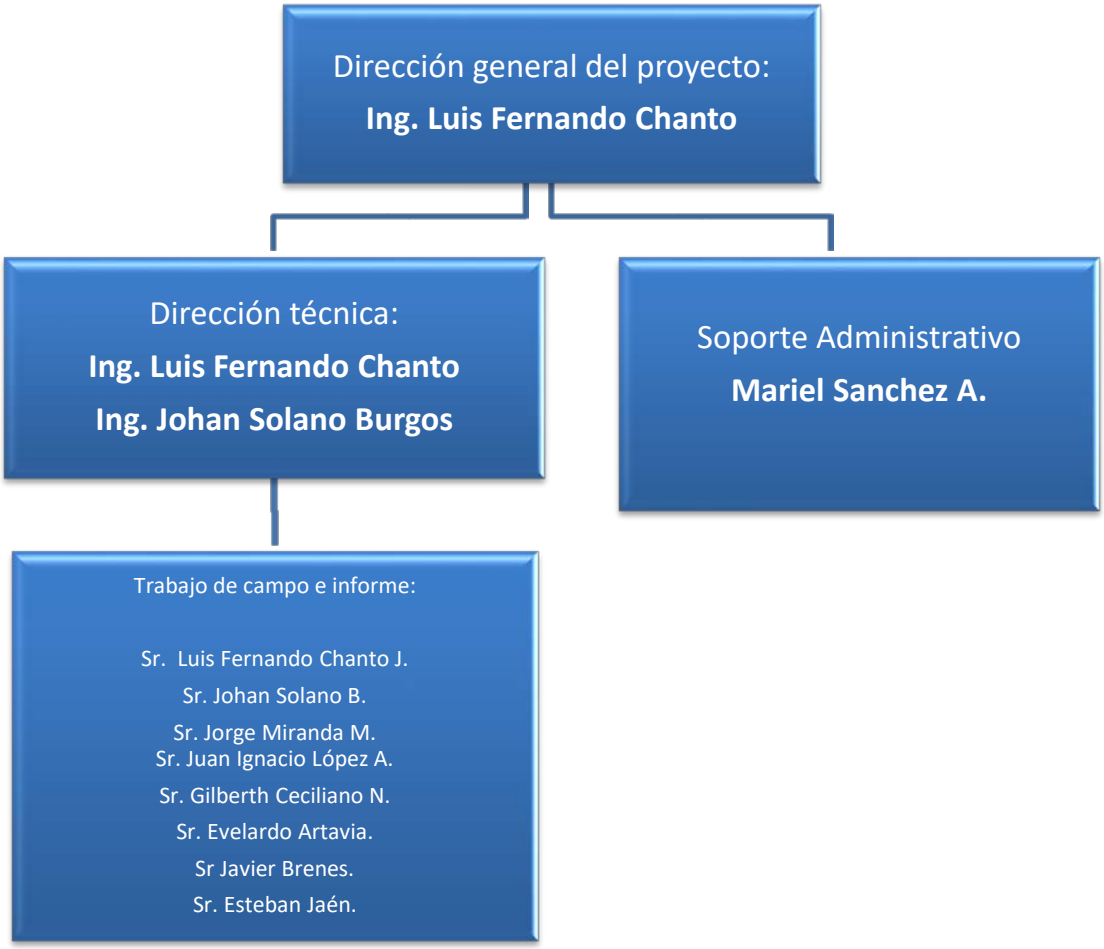
El estudio se enfoca principalmente en el análisis en las áreas de iluminación, aire acondicionado y refrigeración para determinar el consumo energético y potenciales pérdidas de energía, como también proponer esquemas de mejora utilizando equipos de mayor eficiencia.

En este caso, el Banco Nacional con sede en Quepos solo consta de un edificio, por lo cual, ese análisis de la energía será exclusivo para tal recinto.

☎ 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 las diferentes instituciones con el propósito de facilitar la ejecución del proyecto por parte de CIRE S.A., y servir como insumo para el análisis de la información que sería recolectada

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

durante el trabajo de campo y concluir en los resultados finales que son incluidos en el presente informe.

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

2.2. Trabajo de campo

Este proceso consiste en la visita física de los ingenieros de CIRE a las instalaciones del recinto a evaluar, la cual fue llevada a cabo el día 10 de octubre del 2022; para esto se contó con el acompañamiento de colaboradores o encargados del mantenimiento general de las instalaciones. Durante este trabajo se realizaron las siguientes tareas:

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

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

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

Recomendaciones finales del proyecto. En los siguientes incisos se detallan, con un poco más de profundidad, algunos de los pasos seguidos para abarcar todos los alcances requeridos.

3. Descripción de la Sucursal

3.1. Descripción General de la Institución.

Las instalaciones de la Sede de Quepos del Banco Nacional se encuentran ubicadas en el cantón de Quepos, en la provincia de Puntarenas. En la **Figura 3.1** se muestra una vista frontal de las instalaciones del Banco Nacional, además en la **Figura 3.2** se muestra una vista satelital de los edificios, con respecto a diferentes puntos de referencia de relevancia en la zona como lo sería la estación de bomberos de Quepos o el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Cabe mencionar también que la zona se encuentra a una altitud promedio de 8 msnm y la temperatura promedio del lugar oscila entre los 25 y 33 grados centígrados.

Figura 3.1 Vista frontal del Banco Nacional.

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

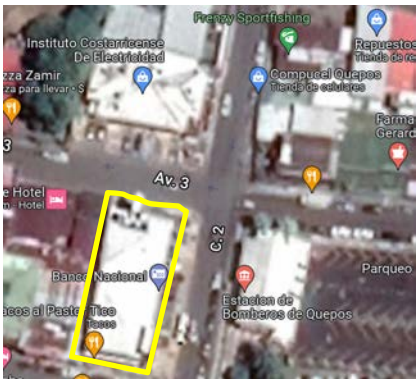


Figura 3.2 Vista satelital de Banco Nacional Quepos.

La sede de Quepos del Banco Nacional cuenta con dos niveles compuesto en su mayoría por áreas de oficina. Entre las actividades principales se tiene que en los trabajos de oficina se encuentran áreas de atención al público, tesorería, área de cajas, banca de desarrollo, etc. De igual forma posee zonas comunes como comedores, salas de reuniones y los servicios sanitarios para clientes y empleados.

En esta sede se dispone de alrededor de 20 empleados, incluyendo aquellos que trabajan en atención al usuario y los que desempeñan cargos administrativos y de servicios varios. Es importante tener en cuenta que en la actualidad no se lleva un registro de la cantidad de personas atendidas por día. El detalle de los turnos de trabajo se muestra en la **Tabla 3.1**.

Tabla 3.1. Cantidad de colaboradores y turnos de trabajo.

Horario atención al público	
Lunes a Viernes	8:00 a.m. a 4:30 p.m.
Sábados	No aplica
Horario de colaboradores	
Lunes a Viernes	8:00 a.m. a 4:30 p.m.
Sábados	No aplica
Cantidad de Colaboradores	
20	

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

4. Sistema Eléctrico

4.1. Descripción de la Acometida

El suministro de energía eléctrica a la sucursal lo realiza el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) a través de un banco de transformadores en poste, por ende, la energía eléctrica es servida para la edificación mediante una acometida trifásica a una tensión de 120Y/208 V con tarifa T-Comercial.

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

Figura 4.1. Transformadores acometida de BN Quepos.

Tabla 4.1 Detalles relevantes del sistema principal de acometidas

Acometida	NISE	Medidor No	N° Localización
Principal	53076	1369674	86101629000

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

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

Según se evidencia en el diagrama unifilar, la instalación cuenta con algunos tableros diseñados para sistemas específicos, como aire acondicionado, mientras que en los tableros restantes se encuentra una combinación de cargas de iluminación, tomacorrientes, entre otros.

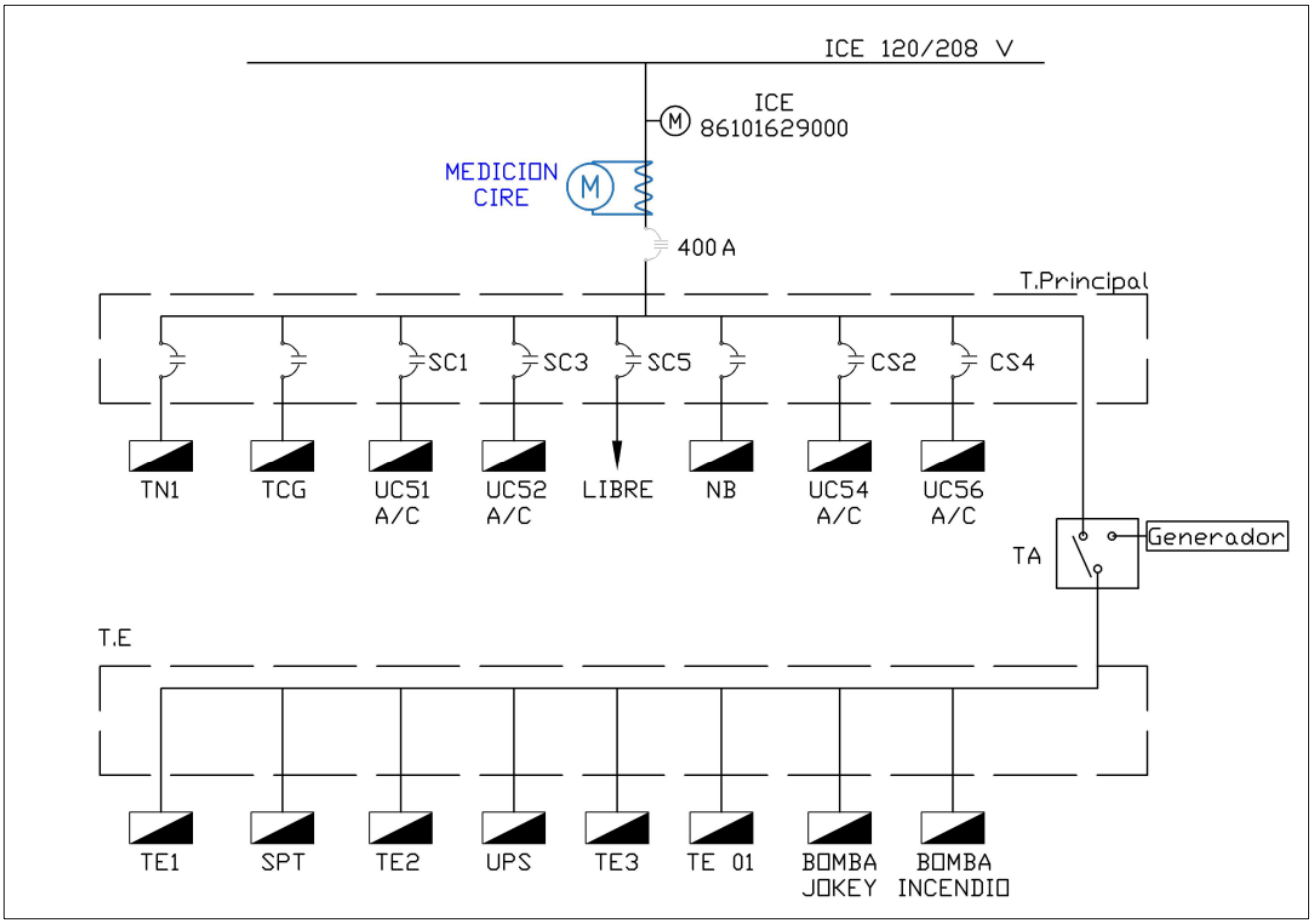


Figura 4.2 Diagrama Unifilar eléctrico de las instalaciones

☎ 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 según los datos de facturación brindados por el Banco Nacional.

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	
		ICE	kWh / mes	kW	colones / mes	colones / kWh
1369674	Principal	T-CO	9,594.75	42.33	1,227,623.2	**127.95**

Se observa que la acometida principal consume un promedio mensual de **9,594.75 kWh** y una demanda de aproximadamente **42.33 kW.**

A partir de las facturas mensuales y los consumos energéticos se determinó un costo total de la energía de **127.95 colones/kWh**, el cual es el cociente entre el monto económico total de la factura y el consumo energético total del mismo período.

En la **Tabla 4.3** se muestra el historial de facturación eléctrica del ICE del Banco Nacional, aplicados desde Febrero de 2021 a Junio 2022, además de una continuación de esta donde se incluye la información del impuesto por alumbrado público, IVA, tarifa de bomberos, entre otros rubros.

☎ 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 del medidor 1369674.

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: Banco Nacional de Costa Rica
Ubicación: Quepos, Puntarenas
Empresa suplidora: ICE
Punto de Consumo: Principal

Medidor # 1369674 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados:		17						
Año	**Mes Consumo**	**Cantidad días**	**Energía**			**Máxima demanda**		
			Total	**Importe**	**Costo**	**Demanda**	**Importe**	**Costo**
			kWh	**¢**	**¢ / kWh**	**Max kW**	**¢**	**¢ / kWh**
2021	**feb-21**	28	**11 506**	730 170,8	**63,46**	**49,00**	515 186,8	**44,78**
	mar-21	31	**10 526**	667 980,0	**63,46**	**43,00**	454 459,3	**43,17**
	abr-21	30	**10 363**	659 559,6	**63,65**	**48,00**	509 876,4	**49,20**
	may-21	31	**9 955**	635 328,1	**63,82**	**41,00**	429 528,4	**43,15**
	jun-21	30	**10 771**	687 405,2	**63,82**	**41,00**	433 853,2	**40,28**
	jul-21	31	**9 874**	592 283,4	**59,98**	**42,00**	415 798,9	**42,11**
	ago-21	31	**9 384**	560 224,8	**59,70**	**40,00**	399 324,0	**42,55**
	sep-21	30	**9 139**	545 598,3	**59,70**	**35,00**	347 817,4	**38,06**
	oct-21	31	**9 139**	527 338,6	**57,70**	**36,00**	346 269,0	**37,89**
	nov-21	30	**9 547**	548 761,6	**57,48**	**36,00**	346 549,8	**36,30**
	dic-21	31	**8 731**	501 857,9	**57,48**	**34,00**	320 140,6	**36,67**
Promedio Anual		**30**	**9 903**	**605 137,1**	**60,93**	**40,45**	**410 800,3**	**41,29**
2022	**ene-22**	31	**9 221**	608 086,3	**65,95**	**34,00**	366 459,5	**39,74**
	feb-22	28	**9 384**	630 604,8	**67,20**	**47,00**	521 163,9	**55,54**
	mar-22	31	**10 608**	712 857,6	**67,20**	**55,00**	614 466,9	**57,92**
	abr-22	30	**10 771**	746 688,8	**69,32**	**52,00**	592 758,0	**55,03**
	may-22	31	**9 955**	692 469,8	**69,56**	**51,00**	584 543,6	**58,72**
	jun-22	30	**9 384**	652 751,0	**69,56**	**46,00**	519 811,5	**55,39**
Promedio Anual		**30,17**	**9 887**	**673 909,7**	**68,13**	**47,50**	**533 200,6**	**53,72**
Promedio Total		**30,32**	**9 897,5**	**629 409,8**	**63,47**	**42,94**	**454 000,4**	**45,68**
Promedio 12 meses		**30,42**	**9 594,75**	**609 960,24**	**63,40**	**42,33**	**447 925,25**	**46,33**

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

Tabla 4.4 (continuación) Historial de la facturación eléctrica del medidor 1369674

Continuación

Facturación de la energía eléctrica

Abonado: Banco Nacional de Costa Rica
Ubicación: Quepos, Puntarenas
Empresa suplidora: ICE
Punto de Consumo: Principal

Medidor # 1369674 **Tarifa :** T-CO

N° de meses procesados: 18

Año	Mes Consumo	ALUMBRADO PUBLICO		OTROS			IMPUESTO VENTAS		IMPORTE TOTAL	PROMEDIO	FACTOR DE CARGA
		Importe	Costo	Bomberos	Redondeo	Costo	Importe	Costo			
		¢	¢ / kWh			¢ / kWh	¢	¢ / kWh	¢	¢ / kWh	Total
2021	feb-21	46 024,0	4,00	1 943,5	-1,5	0,17	161 896,5	14,07	1 455 220	126,47	34,94%
	mar-21	42 104,0	4,00	1 943,5	1,2	0,18	145 917,1	13,86	1 312 405	124,68	32,90%
	abr-21	41 102,3	3,97	1 949,1	0,9	0,19	152 026,7	14,67	1 364 515	131,67	29,99%
	may-21	39 421,8	3,96	1 954,5	0,9	0,20	138 431,3	13,91	1 244 665	125,03	32,64%
	jun-21	42 653,2	3,96	1 954,5	0,3	0,18	145 763,6	13,53	1 311 630	121,77	36,49%
	jul-21	37 630,2	3,81	1 837,0	-0,2	0,19	131 050,7	13,27	1 178 600	119,36	31,60%
	ago-21	35 659,2	3,80	1 828,3	2,4	0,20	124 741,3	13,29	1 121 780	119,54	31,53%
	sep-21	34 728,2	3,80	1 828,3	-1,2	0,20	116 144,0	12,71	1 046 115	114,47	36,27%
	oct-21	34 070,2	3,73	1 767,1	1,1	0,19	113 569,0	12,43	1 023 015	111,94	34,12%
	nov-21	35 514,8	3,72	1 760,3	-2,0	0,18	116 390,5	12,19	1 048 975	109,87	36,83%
	dic-21	32 479,3	3,72	1 760,3	2,2	0,20	106 859,8	12,24	963 100	110,31	34,52%
Promedio Anual		**35 115,6**	**3,86**	**1 710,5**	**0,4**	**0,19**	**121 065,9**	**13,29**	**1 089 168**	**119,56**	**33,80%**
2022	ene-22	38 558,7	4,18	2 019,6	0,0	0,22	126 691,0	13,74	1 141 815	123,83	36,45%
	feb-22	39 882,0	4,25	2 058,0	1,4	0,22	149 729,9	15,96	1 343 440	143,16	29,71%
	mar-22	45 084,0	4,25	2 058,0	1,3	0,19	172 552,2	16,27	1 547 020	145,84	25,92%
	abr-22	35 695,1	3,31	2 123,0	2,0	0,20	174 128,1	16,17	1 551 395	144,03	28,77%
	may-22	31 955,6	3,21	2 130,3	-0,9	0,21	166 011,7	16,68	1 477 110	148,38	26,24%
	jun-22	30 122,6	3,21	2 130,3	1,5	0,23	152 433,1	16,24	1 357 250	144,63	28,33%
Promedio Anual		**36 882,99**	**3,74**	**2 086,5**	**0,9**	**0,21**	**156 924,3**	**15,84**	**1 403 005,0**	**141,65**	**29,24%**
Promedio Total		**35 704,72**	**3,82**	**1 835,9**	**0,5**	**0,20**	**133 018,7**	**14,19**	**1 193 780,6**	**127,35**	**32,19%**
Promedio 12 meses		**35 948,32**	**3,75**	**1 941,72**	**0,63**	**0,20**	**137 525,11**	**14,26**	**16 111 245,13**	**127,95**	**31,69%**

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

4.2.1. Análisis de Facturación Eléctrica

En este análisis se muestra el comportamiento de los diferentes rubros de cobro en la facturación para el medidor N°1369674 ubicado en la acometida principal del edificio.

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.

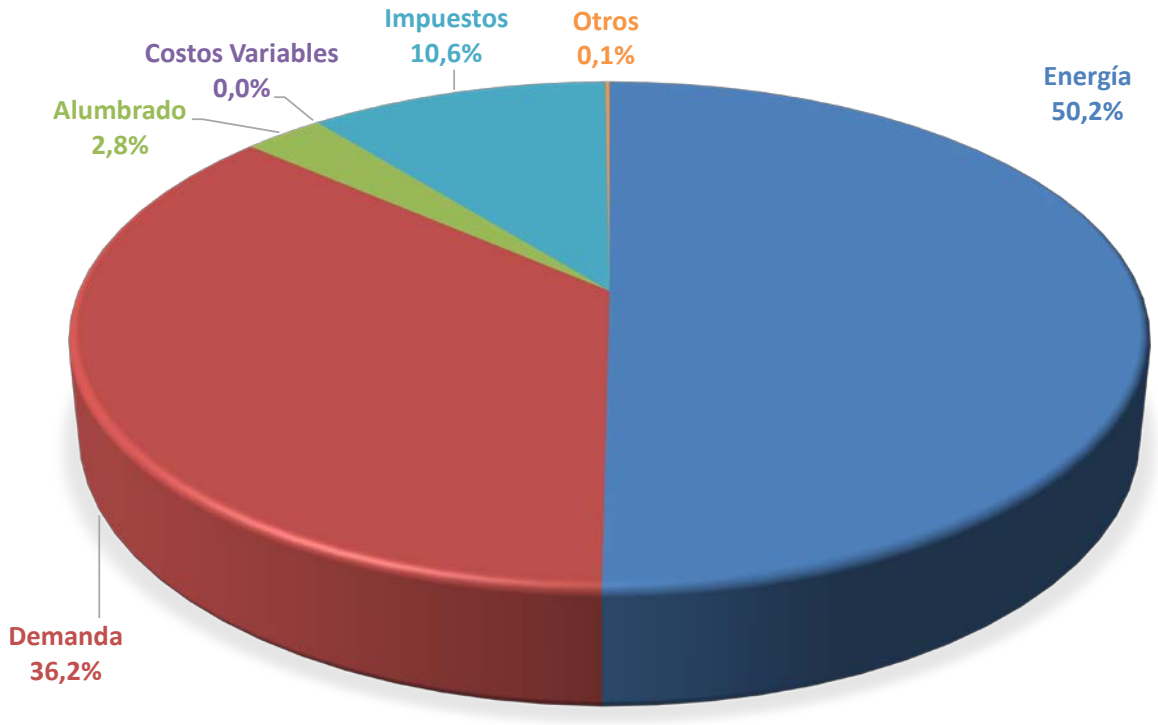


Figura 4.3 Participación promedio de los rubros de facturación en el costo mensual de facturación.

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 11,506 kWh registrado en el mes de Febrero 2021 y un mínimo de 8,731 kWh para el mes de Diciembre de 2021. Estos valores varían 16.25% y 9.00% respectivamente con respecto al promedio de 9,897.5 kWh.

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

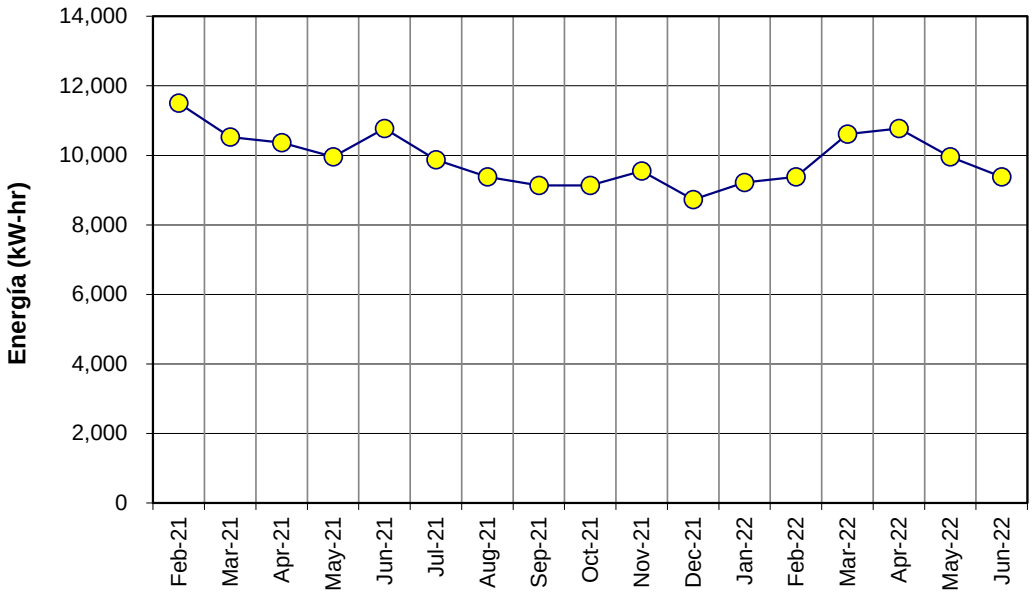


Figura 4.4 Consumo de energía facturada para el medidor 1369674 del Banco Nacional, Quepos.

En la **Figura 4.5** se presenta la potencia de máxima demanda facturada (kW). Se observa que el mes con mayor demanda fue en Marzo de 2022. Sin embargo, en el año 2021 los valores de demanda oscilaban entre 30 y 50 kW.

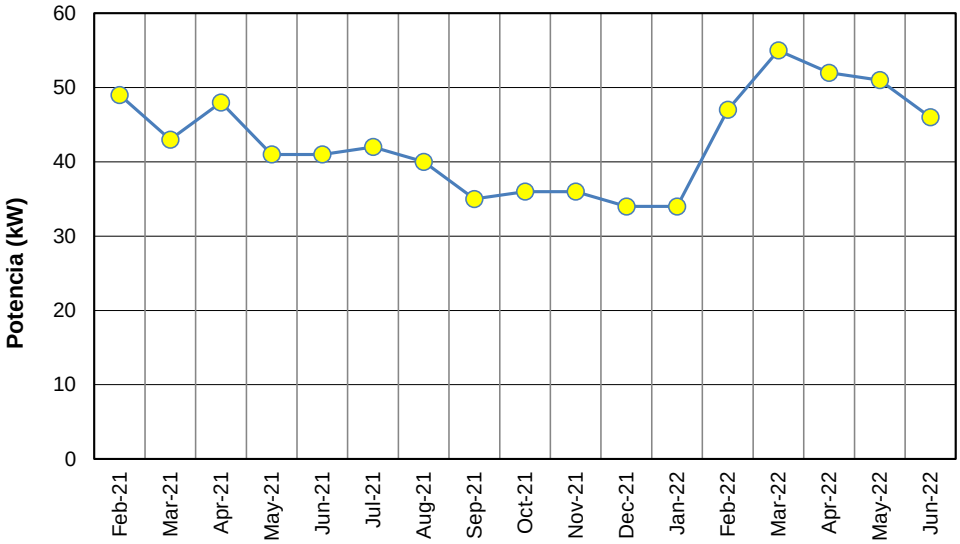


Figura 4.5 Comportamiento de la máxima demanda en la acometida principal (kW).

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

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

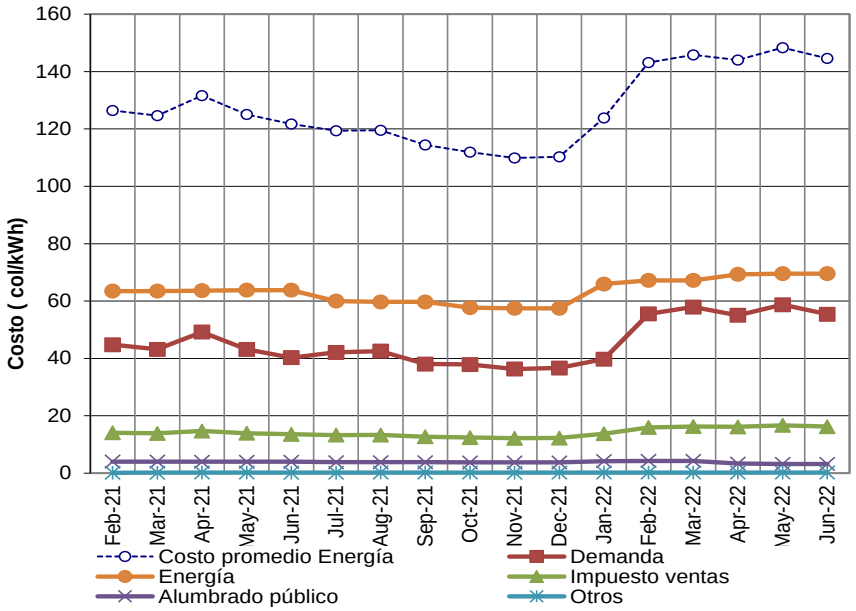


Figura 4.6 Costos de los rubros cobrados por ICE (col/kWh).

Según se aprecia en la **Figura 4.7**, el factor de carga, en el período de Febrero 2021 a Junio 2022, se encuentra entre un 25% y 37%. 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).

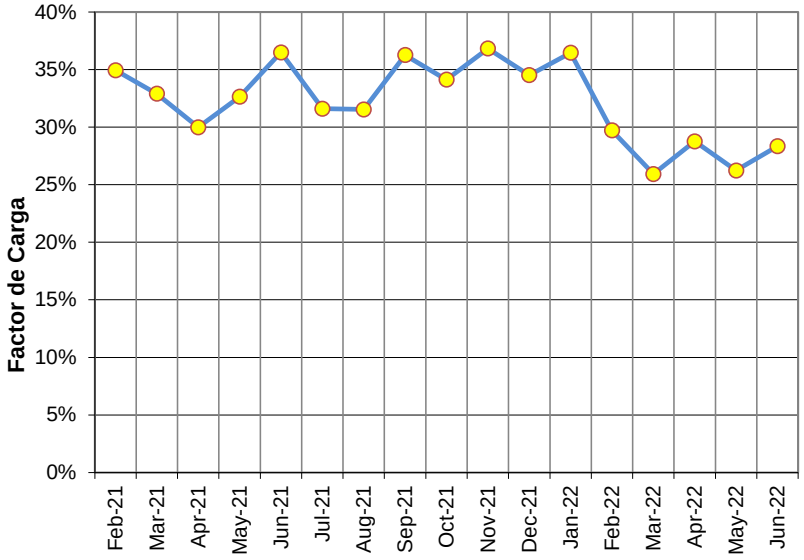


Figura 4.7 Comportamiento del factor de carga en el periodo de estudio.

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

5. Mediciones de trabajo de campo

5.1. Mediciones eléctricas

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

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

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

Las mediciones continuas consisten en la instalación de equipos analizadores de redes eléctricas en el tablero principal, midiendo los alimentadores principales de tableros secundarios que permitan obtener perfiles de carga de estos y observar las características de consumo. En la **Figura 5**.1, se muestran los equipos instalados para la realización de mediciones continuas; se utilizaron los quipos marca Circuitor, modelo CIRe3, cuyas fichas técnicas se adjuntan como anexo en este informe. Estos se ubicaron midiendo los alimentadores de los tableros de la Acometida principal. La medición se realizó por un periodo de medición de 9 días que se extendieron desde el 10 al 19 de octubre de 2022.

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

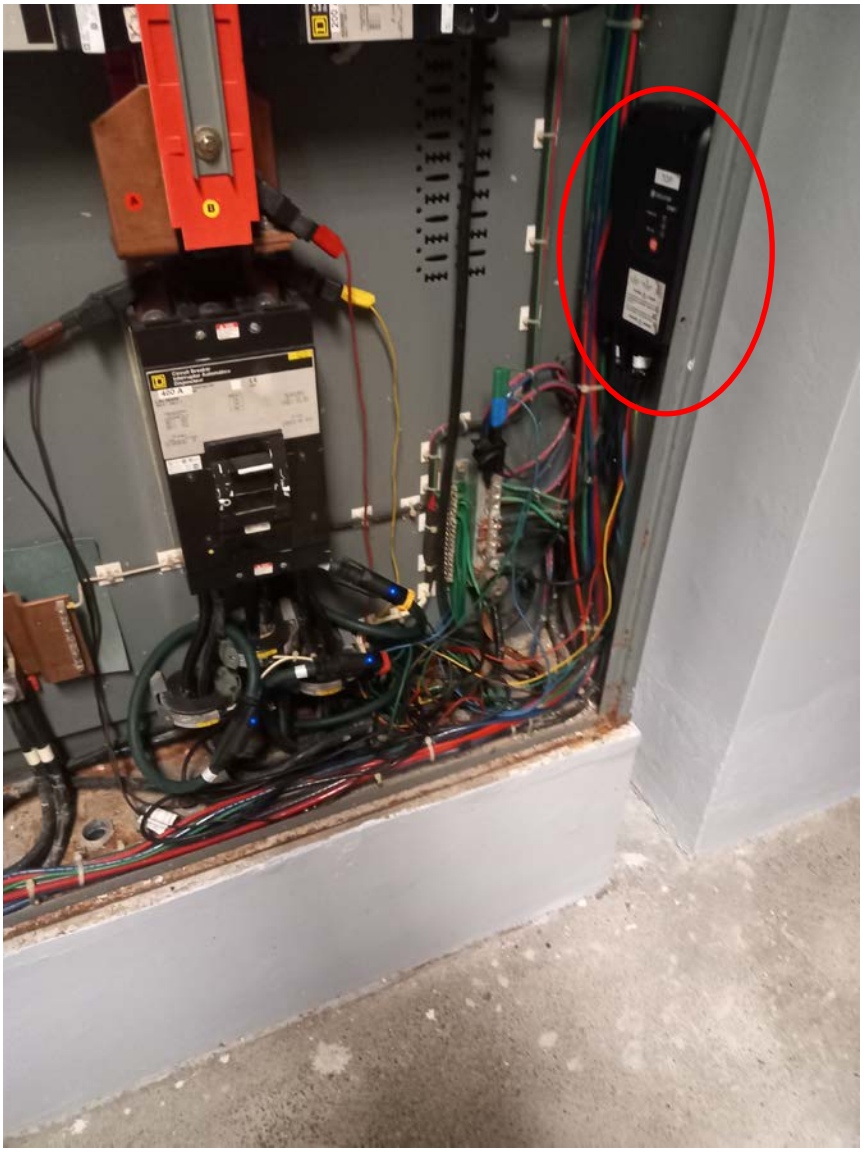


Figura 5.1 Equipos analizadores de redes CIRe3 de Circuitor en tablero principal

Se realizó una verificación respecto a la tensión y corriente en los alimentadores dónde se instalaron los equipos de medición. En la **Tabla 5.1**, se muestran los valores mínimos, promedio y máximos de tensión para el periodo de medición. En esta se observa que la tensión se encuentra dentro de los rangos tolerables establecidos en la norma **AR-NT-SUCAL** de la ARESEP, los cuales son de ±%8 de los valores teóricos de 120/208 V para este tipo de conexión.

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

Tabla 5.1 Rangos de tensión en tablero principal para el periodo del 10 al 19 de Octubre de 2022.

Tablero		Tensión L-N [volts]			Tensión L-L [volts]		
		L1	L2	L3	L1-L2	L2-L3	L3-L1
Principal	Mínimo	119,76	120,10	120,05	208,26	207,39	207,50
	Promedio	121,51	121,78	121,60	211,27	210,21	210,26
	Máximo	122,79	122,84	122,63	213,61	212,10	212,25

En la **Tabla 5.2**, se muestran los resultados para las corrientes por fase. Para este, se utilizan valores promedios de corriente en el periodo de medición, para determinar un corriente de desbalance promedio (*Δi máx*). Se calcula el porcentaje relativo de desbalance respecto a la corriente monofásica promedio. Las corrientes de desbalance en sistemas trifásicos 120/208 V, 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 10 al 19 de Octubre de 2022.

Tablero		Corrientes promedio por fase (A)				
		Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Corriente L3 (A)	Δi máx	Relativ
Principal	Mínimo	0,00	2,40	4,74	4,10	1,38
	Promedio	25,74	31,44	39,56	12,03	
	Máximo	109,03	121,53	120,57	12,05	

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 Mediciones de consumos por tableros para el periodo del 10 al 19 de Octubre de 2022.

Tablero	Máxima Demanda Medida (kW)	Energía consumida Medida (kWh)	Consumo Promedio Medido (kWh/dia)
Tablero Principal	38.90	2420.80	268.98

En la **Figura 5.2** se observan el perfil de carga del tablero principal. Se observa un comportamiento de cargas que operan durante horas fuera de oficinas, estas cargas al tener un comportamiento constante y definido se interpretan como luces led y fluorescentes ubicadas en el exterior que se mantienen encendidas incluso en los fines de semana; además del uso de los cajeros automáticos, cámaras de refrigeración, así como de alarmas y servidores internos de la institución.

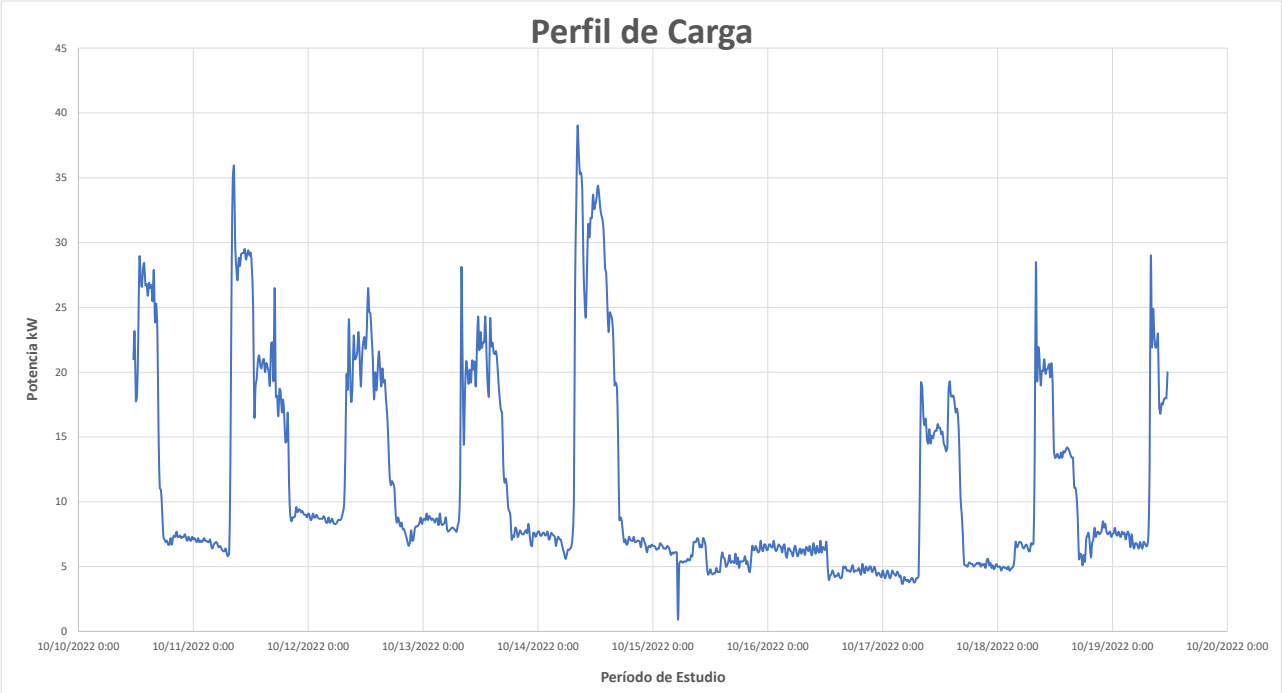


Figura 5.2 Mediciones continuas panel principal y del edificio adjunto.

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

5.2. Niveles de iluminación

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

Figura 5.1 Equipo de medición de los niveles de iluminación.

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

Para efectuar las mediciones se utilizó un luxómetro **Figura 5**.1 el cual es un instrumento que cuenta con una fotocelda, la cual permite determinar en tiempo real la cantidad de luxes en un ambiente. Estas mediciones se realizaron en puntos representativos del edificio, que incluyeron áreas de trabajo (oficinas y cubículos), atención al cliente y áreas comunes.

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

Tabla 5.4 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

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, y en color amarillo aquellos que se encuentran en el valor límite en cuestión.

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

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

RECINTO	ACTIVIDAD	MEDICION [LUX]			NORMATIVA [LUX]
		MIN	PROMEDIO	MAX	
Comedor primer piso	Comedor	229	273	355	200
Pasillo Baños	Área de Circulación	44	48	51	100
Baños hombres	Servicios sanitarios	124	124	124	200
Baños mujeres	Servicios sanitarios	135	135	135	200
Pasillo gradas	Área de Circulación	362	365	367	100
Recarga atm	Cajero automático	98	149	199	200
Cajitas de seguridad	Bódega	147	147	147	200
Cuarto electrico	Cuarto eléctrico	138	143	148	200
Pasillo bóveda	Área de Circulación	149	172	194	100
Bóveda	Bóveda	109	110	110	200
Supervisor	Oficina	94	114	134	500
Caja 1	Área de cajas	247	247	247	500
Caja 2	Área de cajas	446	446	446	500
Caja 3	Área de cajas	442	442	442	500
Caja 4	Área de cajas	402	402	402	500
Caja 5	Área de cajas	267	267	267	500
Caja 6	Área de cajas	436	436	436	500
Caja 7	Área de cajas	786	786	786	500
Caja 8	Área de cajas	446	446	446	500
Oficina directora	Oficina	206	260.667	331	500
Cajitas	Oficina	219	219	219	500
Sala de reuniones	Reuniones de personal	271	330.5	390	500
Atención al publico	Oficina	82	222.75	371	500
Baño mujeres	Servicios sanitarios	151	151	151	200
Baño hombre	Servicios sanitarios	143	143	143	200
Aseo	Cuarto de aseo	88	88	88	200
Atención al publico p2	Oficina	117	176.25	316	500
Banca desarrollo	Atención al cliente	171	368	565	500
Encargado de credito	Oficina	233	481.75	907	500
Comedor segundo piso	Comedor	276	460.5	645	200
Archivo 1	Archivado	316	316	316	300
Aseo p2	Cuarto de aseo	29	29	29	200
Pasillo	Área de Circulación	93	223.667	470	100
Pasillo tras plataformas	Área de Circulación	45	74	103	100
Computo	Oficina	146	163	180	500
Proveduria	Oficina	10	74	138	500

A partir de lo mostrado en la tabla anterior, se puede observar que en la mayoría de las mediciones realizadas en los puestos de trabajo no se logra cumplir con los mínimos establecidos por norma sobre la luminancia de los recintos. De igual forma, en la **Tabla 5.5** anterior se observan también puntos dentro del mismo recinto que están cercanos, cumplen o superan lo establecido por la norma, la razón de que

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

cumplan es debido a que se encuentran cercanos a fuentes de luz optimas, tales como luminarias o ventanas con acceso a luz natural.

También se debe destacar que las mediciones realizadas en esta institución se ejecutaron en el estado normal de uso de los recintos, es decir, según el modo de iluminación que prefieren los funcionarios, por lo que en este recinto se encendieron todas las luminarias para hacer las mediciones de luminancia.

Figura 5.3. Ejemplo de recintos – Banco Nacional, Quepos

☎ 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**.4. Donde se menciona que los límites de temperatura están acorde a las terminales y algunos de estos accesorios se encuentran limitados a 60 °C, por lo que se toma este valor como límite máximo permitido.

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

Figura 5.4 Artículo 110.14 (C)

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

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

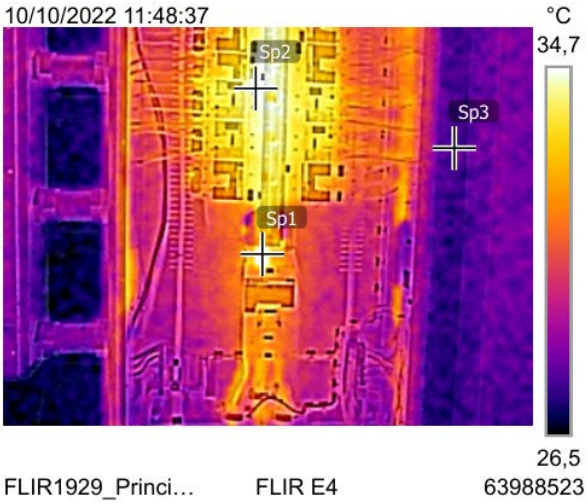
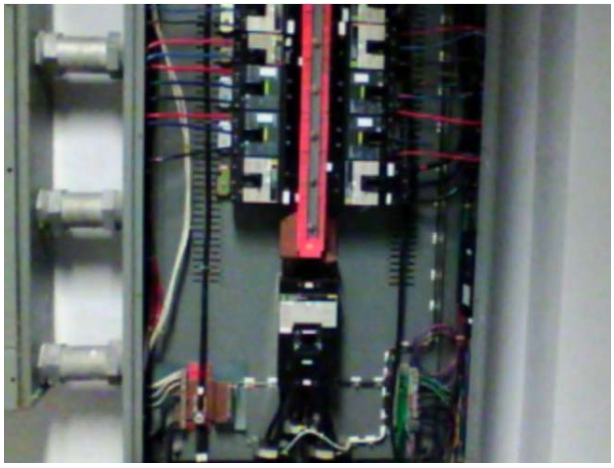
☎ 2253-3123 / 8382 –1251 Fax: 2253-2045 ✉ 1973 – 1100 Tibás cs@cirecr.com www.cirecr.com

En la **Tabla 5.6** 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	Descripción
Acometida Principal	Protección edificio principal.
Tablero Emergencia	Barras Tablero Emergencias.
Tablero TE	Barras Tablero TE.

Tabla 5.7 Termografías

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

La termografía en cuestión muestra el valor de temperatura más alto encontrado en los diferentes tableros con un valor aproximado a los 37.7 °C en el punto SP1, y este se encuentra en el Tablero Principal, aun así, se encuentra por debajo de los 60°C establecidos, por lo cual, no existe algún punto caliente significativo en los diferentes paneles de distribución eléctrica y tampoco se evidencia un desbalance significativo en las corrientes de fase.

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

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

6. Balance Energía Eléctrica

6.1. Metodología del Balance Energía

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

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

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

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

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

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

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

6.2. Inventario de Principales Puntos de Consumo Eléctrico

6.2.1. Iluminación

Para realizar el análisis de los dispositivos de iluminación instalados en la sucursal, estos fueron divididos según el tipo de tecnología utilizado en cada caso y también según la ubicación de estos. Por medio de inspección visual durante el trabajo de campo, se determina la existencia de 227 unidades de iluminación, enfocadas en sistemas fluorescentes (96%) e Incandescente (4%), lo que en total corresponde a un total de 7.30 kW de potencia instalada, tal y como se muestra en la **Tabla 6.1** y **Figura 6.2.**

Tabla 6.1 Inventario de dispositivos de iluminación en el edificio Banco Nacional, Quepos.

Tecnología	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Incandescente	3	0.30	4%
Fluorescente	222	6.98	96%
LED	2	0.02	0%
HID	0	0.00	0%
Totales	**227**	**7.30**	**100%**

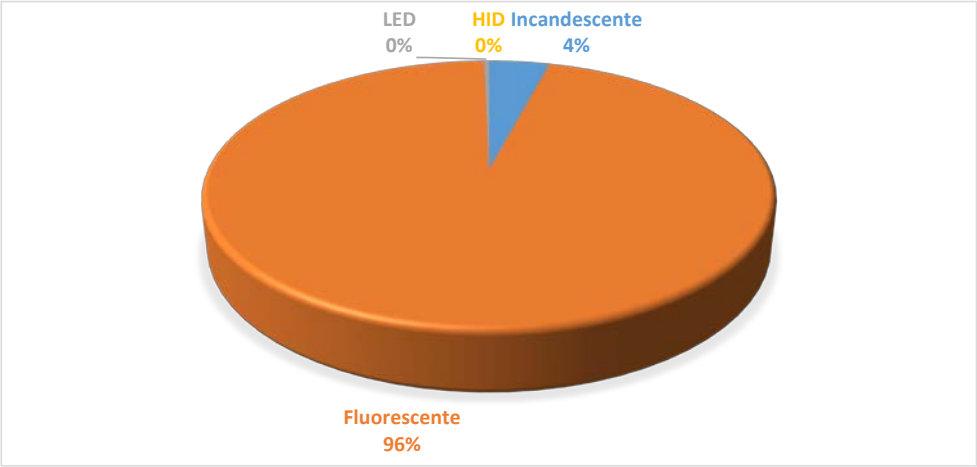


Figura 6.1. Distribución porcentual de potencia instalada según tecnología de iluminación

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

6.2.2. Acondicionamiento de Aire

En la **Tabla 6.2** se muestra la distribución porcentual de los equipos de acondicionamiento de aire según su sistema y potencia instalada en los edificios y la cual está destinada para este propósito. En este caso, un 88% de la potencia instalada corresponden a las manejadoras y el resto se ve distribuido en sistemas de paquete, ventana y Split.

Tabla 6.2 Resumen del inventario de equipos de acondicionamiento de aire

Sistema	Total		
	Cantidad	Potencia [kW]	Porcentaje
Split	1	4,16	7%
Paquete	10	2,00	4%
Manejadora	5	50,20	89%
Chiller	0	0,00	0%
Ventana o portátil	0	0,00	0%
Otros	0	0,00	0%
Total	**16**	**56**	**100%**

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

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

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

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

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

Figura 6.2 Tabla 1, norma INTE E14 – 1

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

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

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

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

Figura 6.3 Tabla 2, norma INTE E14 – 1

Para separar los equipos instalados dentro de la institución según su obsolescencia, se subdividen en categorías dependiendo de su sistema de arranque. En este caso no se observan equipos con tecnología "On / off" en el recinto. Y en cuanto a los equipos de tipo "inverter", estos pertenecen a un sistema centralizado de flujo de refrigerante variable (VRF con sus siglas en inglés), por lo que quedan fuera del alcance de la Norma.

6.2.1. Refrigeradores

Aquí se incluyen los equipos de refrigeración instalados dentro la institución que sirven conservación de alimentos u otra actividad especializada; indistintamente de que estos se encuentren dentro de un espacio físico especificado para uso de comedor, o que se ubiquen dispersos por el resto de las instalaciones de la sucursal. Los equipos se muestran en la **Tabla 6.3**.

Tabla 6.3 Inventario de refrigeradores

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Refrigerador	2	1.40	100%
Congelador	0	0.00	0%
Cámara	0	0.00	0%
Otros	0	0.00	0%
Total	**2**	**1.40**	**100%**

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

6.2.1. Equipos de Oficina y otros

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

“Otros Equipos”, hace referencia a equipos que no caben dentro de la descripción de las categorías anteriores, y que es posible que no se encuentren en una importante cantidad en la institución, tales como pantallas y microondas. El listado de estos equipos se presenta en la **Tabla 6.4**.

Tabla 6.4 Inventario de equipos de oficina edificio principal.

Equipos	TOTAL		
	Cantidad	Potencia (kW)	Porcentaje
Ofimáticos	24	3.68	32%
Especializado	0	0.00	0%
Otros	21	7.65	68%
Total	**45**	**11.33**	**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 la instalación del Banco Nacional, en la sede de Quepos. El porcentaje de participación de cada uno de los sistemas energéticos se puede apreciar de manera gráfica en la **Figura 6.4.**

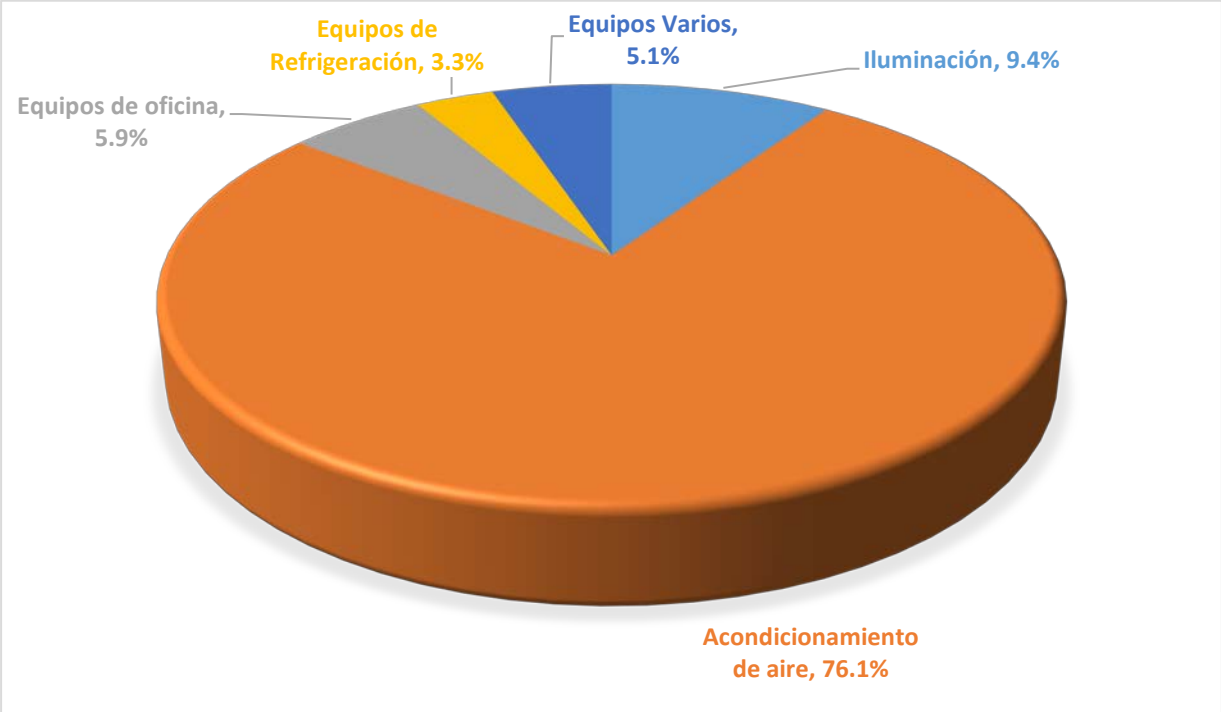


Figura 6.4 Balance de energía eléctrica por sistemas energéticos del edificio Banco Nacional en Quepos.

En la **Tabla 6.5** se muestra un detalle más completo del balance de energía, detallándose el consumo para cada uno de los sistemas, su costo aproximado en la factura eléctrica mensual y su participación estimada en la máxima demanda de las instalaciones.

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

Tabla 6.5 Balance general de energía eléctrica por sistemas energéticos edificio principal

Balance General de Energía por Sistemas Energéticos				Costo promedio kW-hr ₡127.95
Sistemas energéticos	**Potencia** [kW]	**Consumo** [kWh/mes]	**Porcent.** [%]	**Costo Promedio** [₡/mes]
Iluminación	**7.4**	**865.5**	**9.4%**	**₡110,734.16**
Incandescente	*0.3*	*6.5*	*0.8%*	*₡831.66*
Fluorescente	*7.1*	*841.5*	*97.2%*	*₡107,667.00*
LED	*0.0*	*17.5*	*2.0%*	*₡2,235.50*
HID	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Acondicionamiento de aire	**61.5**	**6977.6**	**76.1%**	**₡892,762.72**
Split	*0.1*	*30.6*	*0.4%*	*₡3,912.12*
Paquete	*2.0*	*160.2*	*2.3%*	*₡20,492.05*
Manejadora	*58.4*	*6532.0*	*93.6%*	*₡835,757.55*
Chiller	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Ventana o portátil	*1.0*	*254.8*	*3.7%*	*₡32,600.99*
Otros	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Equipos de Refrigeración	**1.4**	**305.8**	**3.3%**	**₡39,121.19**
Refrigerador	1.4	305.8	1.0	*₡39,121.19*
Congelador	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Cámara	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Otros	0.0	0.0	0.0	*₡0.00*
Equipos de oficina	**3.7**	**543.7**	**5.9%**	**₡69,570.97**
Ofimáticos	*3.7*	*543.7*	*100.0%*	*₡69,570.97*
Equipos Varios	**7.7**	**471.3**	**5.1%**	**₡60,295.21**
Especializado	*0.0*	*0.0*	*0.0%*	*₡0.00*
Otros	*7.7*	*471.3*	*100.0%*	*₡60,295.21*
SubTotal	81.7	9,163.8	100.0%	₡1,172,484.24
Pérdidas de transformación		0.00	0.0%	₡0.00
Total		**9,163.80**	**100%**	**₡1,172,484.24**
Consumo DISTRIBUIDORA		**9,594.75**		**₡1,227,623.21**
Error		**4.49%**		

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

Como se observa, el acondicionamiento de aire representa un 76.1% de la energía total, equivalente a 6977.6 kWh al mes, siendo el mayor consumidor, seguido por la iluminación, con un 9.4% (865.5 kWh al mes) y los equipos de oficina, con un 5.9% (543.7 kWh al mes), equipos varios con un 5.1% (471.3 kWh al mes) y equipos de refrigeración con un 3.3% (305.8 kWh al mes).

En la parte inferior de la tabla se comparan los datos de consumo promedio con los datos de facturación provistos por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Del análisis de la facturación eléctrica, se obtuvieron los valores promedio mensuales de consumo de potencia y energía para el periodo conformado por los últimos 12 meses facturados. En promedio se han facturado 9,594.75 kilowatt-hora al mes, para un costo mensual aproximado de ₡1,227,623.21.

Con respecto al consumo de energía estimado en el balance y el promedio facturado, se obtuvo un porcentaje de **error de cierre de 4.49%** entre ambos datos, lo cual garantiza la confiabilidad en los cálculos y estimaciones efectuadas durante la realización del balance energético.

6.4. Usos significativos de Energía

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

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

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

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

A partir del análisis cualitativo de los sistemas energéticos presentado en la sección **6.2** y los resultados del balance de energía de la **sección 6.3**, se obtiene la **Tabla 6.6**, la cual, permite identificar que los USEs de esta institución son:

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

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

Tabla 6.6 Determinación de los USEs.

Uso de Energía	Participación en Consumo de Energía (%)	¿Tiene Potencial de Ahorro?
Acondicionamiento de Aire	76.1%	Sí
Equipo de Oficina	5.9%	No
Iluminación	9.4%	Sí
Equipos de Refrigeración	3.3%	No
Otros	5.1%	No
Equipo Especializado	0%	No
TOTAL	100%	-

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

7. Métricas de desempeño energético

7.1. Índices de Desempeño Energético (IDEn)

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

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

Corresponden a la relación entre consumo de energía total de la institución y variables físicas como Área Total Construida (m^2), Cantidad de Colaboradores, Personas atendidas, Producción (si aplica), entre otras variables que puedan resultar relevantes según la naturaleza de la institución. En el caso de instituciones con varios medidores de energía eléctrica, el consumo de energía utilizado para el cálculo del indicador corresponde a la suma de total estos.

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

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

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

☎ 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

Banco Nacional - Quepos					
Últimos 12 Meses facturados	**Facturación de energía Eléctrica**	**Variables**		**Indicadores Desempeño Energético (IDEn)**	
	Consumo Energía (kWh/mes)	Área (m2)	Cantidad empleados	Área **kWh/m2**	Colaboradores **kWh/colab**
julio-21	9 874	1 451	20	6,8	493,7
agosto-21	9 384	1 451	20	6,5	469,2
septiembre-21	9 139	1 451	20	6,3	457,0
octubre-21	9 139	1 451	20	6,3	457,0
noviembre-21	9 547	1 451	20	6,6	477,4
diciembre-21	8 731	1 451	20	6,0	436,6
enero-22	9 221	1 451	20	6,4	461,1
febrero-22	9 384	1 451	20	6,5	469,2
marzo-22	10 608	1 451	20	7,3	530,4
abril-22	10 771	1 451	20	7,4	538,6
mayo-22	9 955	1 451	20	6,9	497,8
junio-22	9 384	1 451	20	6,5	469,2
PROMEDIOS	**9 594,75**	**1 451,10**	**20,00**	**6,61**	**479,74**
Desv. STD	-	-	-	*0,40*	*29,06*

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 Banco Nacional de Quepos.

Banco Nacional Quepos			**Índices de comparación**	
	Consumo Promedio (kWh)	9,594.75		
	Área (m2)	1,451.10	6.61	*kWh / m2*
	Cantidad Colaboradores	20.00	479.74	*kWh / colaboradores*
	Potencia Aire Acondicionado (W)	61,520.00	42.40	*W ACC / m2*
	Potencia iluminación (W)	7,409.00	5.11	*W iluminación / m2*
	Potencia refrigeración (W)	1,400.00	0.96	*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 **Julio 2021 y Junio 2022**. Las **figuras 7.1 y 7.2** muestran el comportamiento de los IDEn *kWh/ m2* y *kWh/colaborador* respectivamente, para el periodo base descrito.

Para cada IDEn se definen los límites de control que permitirán a la institución conocer cuando se presenta una ***desviación significativa*** en su consumo de energía. Para este efecto, se considera como límite de control superior e inferior, **los valores promedio de cada indicador +/- una desviación estándar**, de cada uno de los IDEn para el periodo base 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

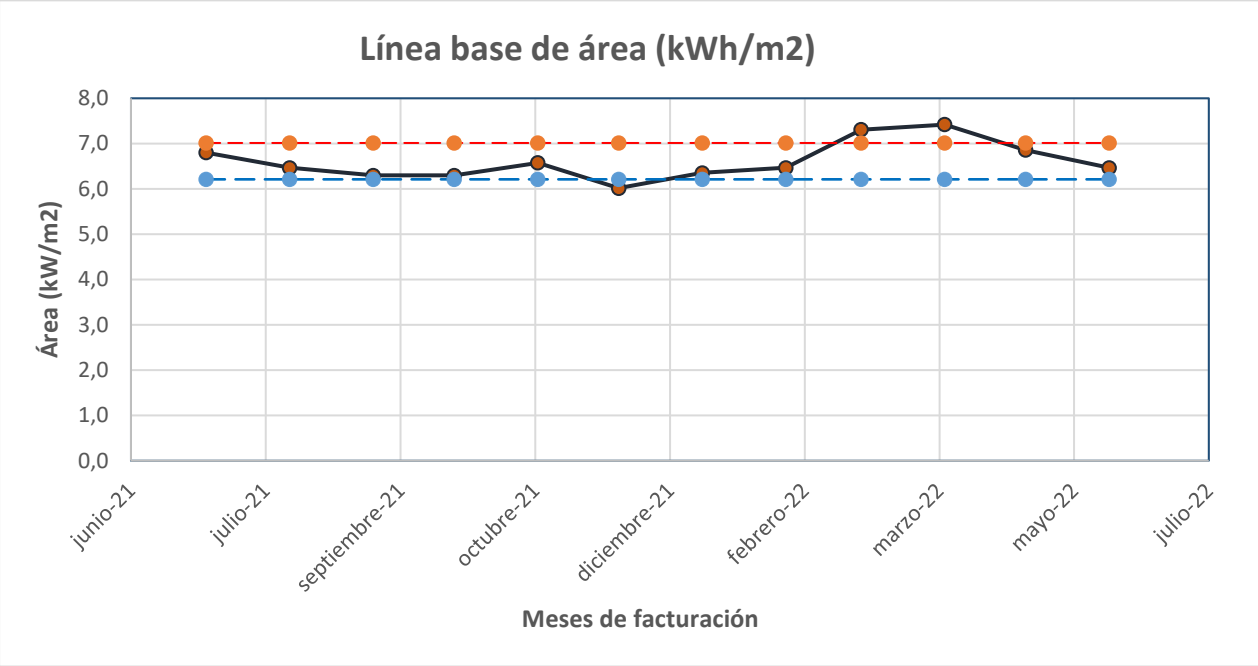


Figura 7.1 Comportamiento del IDEn kWh/m^2 en un período dado.

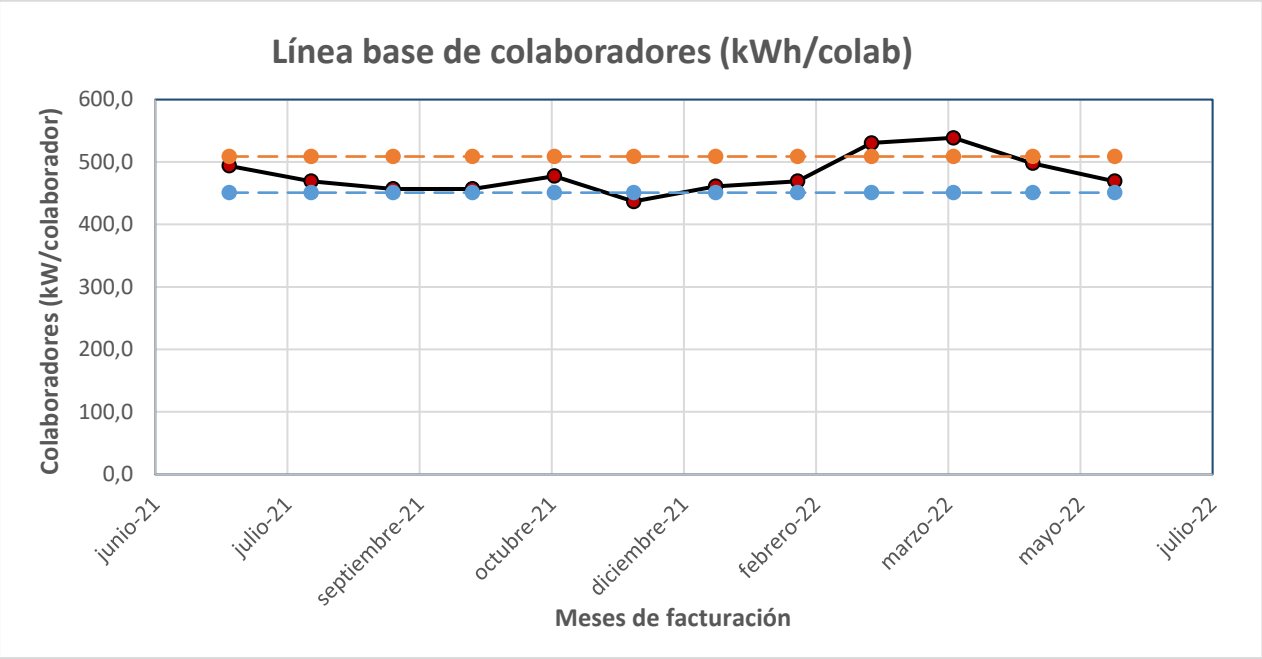


Figura 7.2. Comportamiento del IDEn kWh/colaborador en un período dado.

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

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 sucursal por equipos más eficientes y modificaciones a la gestión de compra de energía Por lo tanto, los proyectos analizados son ordenados según las siguientes categorías para cada uno de los diferentes sistemas:

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

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

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

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

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

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 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 oficina y el esquema de facturación bajo el cual se compra la energía eléctrica, pueden surgir alternativas de ahorros energéticos y económicos que beneficien a la institución.

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

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

- Debe comprometerse a consumir como mínimo 120 000 kWh por año calendario (unos 10 000 kWh en promedio por mes).

Para el caso de estudio, no se cumple con la condición, ya que, aunque puede contar con la alimentación necesaria, no consume el mínimo necesario en la tarifa T-MT. Con esto se concluye que no es posible hacer el cambio de tarifa T-CO a T-MT.

8.2. Proyectos de Conservación de la Energía (OCE)

8.2.1. Proyectos de conservación de 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 bajas, aproximadamente 23°C. Esta oportunidad de conservación energética consiste en mostrar el ahorro energético que implica establecer como temperatura de ajuste 24°C para todos estos equipos, este valor se escoge como el valor medio recomendado según la Guía para la Gestión de la Energía del MINAE.

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

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

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

Tabla 8.1 Listado de equipo con temperatura de ajuste bajo.

Ubicación	Capacidad (Btu/h)	CONDICIÓN ACTUAL			CONDICIÓN PROPUESTA			Ahorro kWh / año
		Horas / día	Temperatura (°C)	kWh / año	Horas / día	Temperatura (°C)	kWh / año	
Recarga atm	12000	24,0	23,0	366,91	24,0	24,0	355,90	**11,01**
Tesoreria	12000	8,0	23,0	145,60	8,0	24,0	141,23	**4,37**
Supervisor	12000	8,0	23,0	145,60	8,0	24,0	141,23	**4,37**
Área cajas	12000	8,0	23,0	145,60	8,0	24,0	141,23	**4,37**
Sala de reuniones	12000	8,0	23,0	145,60	8,0	24,0	141,23	**4,37**
Encargado de credito	12000	8,0	23,0	145,60	8,0	24,0	141,23	**4,37**
Computo	12000	24,0	23,0	611,52	24,0	24,0	593,17	**18,35**
TOTAL				**1 706,4**			**1 655,2**	**51,19**

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

Tabla 8.2 Estimación de ahorros energéticos y económicos

Estimación del ahorro	
Consumo actual de energía [kWh/año]	1 706,4
Ahorro de energía por modificar temperatura [kWh/año]	51,2
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 127,95
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 10**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**1,4**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se estima un **ahorro energético de 51.2 kWh/año**, los cuales, equivalen a un monto **económico de US$ 10** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **1,4 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$ 41.36**.

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

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

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.

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**

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

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 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 8.3**. Aunque los refrigerantes HCFC aún son permitidos, se propone sustituirlos ya que, a la fecha, solo restan de 8 a 7 años para su prohibición total, además se considera que los equipos que utilizan estos refrigerantes son los más antiguos y sus costos de mantenimiento aumentarían año tras año.

Tabla 8.3 Refrigerantes prohibidos y en transición para su utilización.

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

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

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

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

Equipos de aire acondicionado a sustituir y costo de inversión

Para el caso del Banco Nacional de Quepos, se tomó la decisión de no proponer la sustitución de ninguno de los aires acondicionados que están instalados, y esto se debe a que el sistema de A/C en el lugar es centralizado tipo VRF, con eficiencias altas y equipos que son relativamente nuevos, por lo que no hay costo de inversión y ahorro en este rubro.

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 aportan 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*

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

igual o mayor a 80 lm/W". Por lo que se evalúa la eficacia de las lámparas encontradas y si no se cumple con lo estipulado se sustituyen por sistemas con mayor eficacia.

3. Sustitución por mejoras de eficiencia energética

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

Equipos de iluminación a sustituir y costo de inversión

Se observa que un 96% de las luminarias son sistemas fluorescentes, por lo que se propone la sustitución por luminarias LED ya que poseen mayor eficiencia energética.

En la **Tabla 8.4** 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 8.4 Características luminarias encontradas y propuestas en BN Quepos.

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)
Fluorescente	T8 48”	32	2710	84.69
	T8 24”	17	1275	75
	CFL	30	1800	60
LED	T8 48”	18	2200	122.22
	T8 24”	9	800	88.89
	Compacto	15	1300	86.66

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

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

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.

Tabla 8.5 Inventario de luminarias fluorescentes T8 de 48" a sustituir por similares LED.

Piso	Ubicación	Tipo	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Unidad		Potencia Total [kW]		Energía [kWh/año]		Ahorro [kWh/año]
						Fluoresc	LED	Fluoresc.	LED	Fluoresc.	LED	
A01	Comedor piso 1	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	46,28	28,08	18,20
A05	Pasillo gradas	T8 3T 48	3	3	9	89	18	0,267	0,162	185,12	112,32	72,80
A06	Pasillo empleados	T8 2T 48	1	2	2	58	18	0,058	0,036	42,12	26,14	15,98
A08	Cajitas seguridad	T8 2T 48	1	2	2	58	18	0,058	0,036	14,04	8,71	5,33
A09	Cuarto electrico	T8 2T 48	2	2	4	58	18	0,116	0,072	56,16	34,86	21,30
A10	Pasillo boveda	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	15,43	9,36	6,07
A11	Tesoreria	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	185,12	112,32	72,80
A12	Boveda	T8 2T 48	3	2	6	58	18	0,174	0,108	943,49	585,61	357,87
A14	Pasillo cajas	T8 2T 48	3	2	6	58	18	0,174	0,108	336,96	209,15	127,81
A15	Pasillo cajas	T8 3T 48	10	3	30	89	18	0,89	0,54	1851,20	1123,20	728,00
A16	Oficina directora	T8 3T 48	4	3	12	89	18	0,356	0,216	431,95	262,08	169,87
A17	Sala de reuniones	T8 3T 48	2	3	6	89	18	0,178	0,108	38,57	23,40	15,17
A19	Atención al publico	T8 3T 48	6	3	18	89	18	0,534	0,324	678,77	411,84	266,93
A20	Baño hombres publico	T8 2T 48	1	2	2	58	18	0,058	0,036	28,08	17,43	10,65
A20	Baños mujeres publico	T8 2T 48	1	2	2	58	18	0,058	0,036	28,08	17,43	10,65
A22	Atención al publico	T8 3T 48	14	3	42	89	18	1,246	0,756	2283,15	1385,28	897,87
A23	Banda desarrollo 1	T8 3T 48	4	3	12	89	18	0,356	0,216	431,95	262,08	169,87
A24	Encargado de credito	T8 3T 48	2	3	6	89	18	0,178	0,108	222,14	134,78	87,36
A25	Oficina donde izq	T8 3T 48	2	3	6	89	18	0,178	0,108	370,24	224,64	145,60
A26	Oficina fondo derecha	T8 3T 48	1	3	3	89	18	0,089	0,054	185,12	112,32	72,80
A28	Comedor piso 2	T8 2T 48	4	2	8	58	18	0,232	0,144	168,48	104,57	63,91
A29	Pasillo segundo piso	T8 3T 48	8	3	24	89	18	0,712	0,432	308,53	187,20	121,33
A30	Archivo 1	T8 3T 48	2	3	6	89	18	0,178	0,108	92,56	56,16	36,40
A31	Archivo 2	T8 2T 48	1	2	2	58	18	0,058	0,036	14,04	8,71	5,33
A33	Computo	T8 2T 48	2	2	4	58	18	0,116	0,072	28,08	17,43	10,65
A34	Proveduria	T8 2T 48	2	2	4	58	18	0,116	0,072	14,04	8,71	5,33
				Total	**225**					**Total ahorro [kWh/año]**		**3 516**

Tabla 8.6 Inventario de luminarias fluorescentes T8 de 24" a sustituir por similares LED.

Piso	Ubicación	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Unidad		Potencia Total [kW]		Energía [kWh/año]		Ahorro [kWh/año]
					Fluoresc.	LED	Fluoresc.	LED	Fluoresc.	LED	
A07	Recarga atm	3	3	9	17	9	0,05	0,03	15,60	8,26	7,34
A10	Pasillo boveda	1	3	3	17	9	0,02	0,01	49,92	26,43	23,49
A27	Pasillo bn desarrollo	3	3	9	17	9	0,05	0,03	174,72	92,50	82,22
			Total	**21**					**Total ahorro [kWh/año]**		**113**

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

Tabla 8.7 Inventario de luminarias fluorescentes compactas a sustituir por similares LED.

Piso	Ubicación	Luminarias	Lámparas por luminaria	Lámparas totales	Potencia [W] Lum Unidad Fluoresc.	LED	Potencia Total [kW] Fluoresc.	LED	Energía [kWh/año] Fluoresc.	LED	Ahorro [kWh/año]
A02	Pasillo baños	3	1	3	100	9	0,30	0,027	78	7,02	70,98
A13	Supervisor	1	1	1	30	9	0,03	0,009	31,2	9,36	21,84
A21	Aseo	1	1	1	30	9	0,03	0,009	3,9	1,17	2,73
A32	Aseo p2	1	1	1	30	9	0,03	0,009	3,9	1,17	2,73
A35	Exteriores	15	1	15	30	9	0,45	0,135	819	245,7	573,3
			Total	**21**					**Total ahorro [kWh/año]**		**672**

A partir de lo anterior, el cálculo del ahorro financiero, así como la reducción de emisiones de CO2 equivalente, se muestra en la **Tabla 8.8**.

Tabla 8.8 Estimación de ahorro por sustituir fluorescentes por LED

Estimación del ahorro	
Consumo de energía actual ajustado [kWh/año]	10,175.9
Consumo de energía propuesto [kWh/año]	5,875.4
Ahorro de energía por año [kWh/año]	4,300.5
Costo promedio de la energía [colones/kWh]	₡ 127.95
Ahorro económico por año [$/año]	**$ 880.6**
Reducción en emisiones anuales de CO_2 equivalente [kg/año]	**172.0**

Con la implementación satisfactoria de esta oportunidad de ahorro, se espera un ahorro energético de **4,300.5 kWh/año** que equivalen a **US$ 880.6 al año** y a una reducción en la emisión de CO_2 equivalente de **172.0 kg por año.**

Se estima que se requiere una **inversión cercana a US $ 4,388.89.** En este proyecto, financieramente se obtiene una **TIR de 3.08%**, un **VPN a 5 años de US$ -485.85 y un PSR de 4.98 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

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 Banco Nacional de Quepos, se utilizan equipos de refrigeración para la conservación de alimentos exclusivamente. Los equipos se observan relativamente nuevos, y no poseen el etiquetado descrito en la INTE E10 – 2 e INTE E11 – 2.

Se propondría la sustitución de los equipos encontrados, pero como se muestra en la **Figura 8.1**, los equipos se observan en buen estado, por lo que no será necesario tal acción.

Figura 8.1 Refrigerador encontrado en Banco Nacional Quepos.

☎ 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 8.9** 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 (VPN).

La tabla muestra en su parte inferior la comparación porcentual de los ahorros de los proyectos propuestos con respecto a la facturación energética anual de las instalaciones de la institución. La totalidad de proyectos recomendados generan un **ahorro energético anual de 4351.69 kWh** que corresponden a un **0.92% del consumo de energía actual.**

La implementación de estos proyectos genera un **ahorro económico anual de US$ 891.06** y requieren de una **inversión total de unos US$ 5,403.47.** Sumado a esto, la **reducción de emisiones de CO_2 se estima de 122.72 kg.**

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

Tabla 8.9 Resumen de oportunidades de ahorro energético y económico analizadas

Institución: ***Banco Nacional Quepos***				Ubicación: ***Quepos***						
Proyecto	**Sistema**	**Descripción**	**Recomend.**	**Inversión**	**Ahorro**		**TIR**	**PSR**	**VAN (5 años)**	**Reducción de emisiones**
				US $	kWh/año	US $/año	%	años	US $	kg CO2 equiv
OCE # 1	Aire Acondicionado	Ajustar temperatura de set de A/C	Sí	$ -	51,19	$ 10,5		0,00	$ 41,36	1,44
PEE # 1	Iluminación	Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED	Sí	$ 4 388,9	4 300,50	$ 880,6	3%	4,98	$ (485,85)	121,27
			TOTAL	$ 4 388,9	4 351,69	$ 891,06		4,93		122,72

Detalle de los Proyectos de Ahorro Recomendados	
Ahorro total Proyectos Recomendados [kWh/año]	**4 351,69**
Ahorro total Proyectos Recomendados [US$/año]	**$891,06**
Porcentaje respecto al consumo de energía anual	**3,78%**
Costo de la inversión [US$]	**$4 388,89**
PSR [años]	**4,93**
Reducción de emisiones [kg CO_2]	**122,72**

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

9. Recomendaciones Generales

9.1. Recomendaciones para la Eficiencia Energética

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

9.1.1. Iluminación

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

Figura 9.1 Porcentaje de reflexión de la luz en paredes según su color (DIGECA).

También, se recomienda utilizar colores claros en la tonalidad de las paredes y cielo raso debido a que estos colores reflejan adecuadamente la luz, como se observa en la **Figura 9.2**, 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.

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

9.1.2. Ofimáticos

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

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

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.

9.1.3. 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 evitar utilizar niveles bajos de enfriamiento.

9.1.4. 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, esto en la medida que sea posible.

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

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

sistemas cuando no hay presencia de usuarios en los recintos (a excepción que sea necesaria la climatización).

También si las condiciones lo permiten, se puede utilizar un aislante térmico polarizado en las ventanas de vidrio como, por ejemplo, el cual puede reducir en un 78% el calor solar y bloquea en un 97% los rayos ultravioletas que ingresan a los recintos, (esto según la ficha técnica de la serie Prestige de 3M).

10. Conclusiones

- Al realizar el análisis de facturación se evidencia la tendencia correspondiente al periodo de febrero 2021 hasta junio 2022, se muestra que el consumo de energía representa el 50.2% de la facturación, mientras que la potencia demandada representa un 36.2% del total. Además, el factor de carga evidencia un porcentaje entre el 25% y 37%, y se observa también que cuando este factor es mayor el costo general disminuye, como sucede en el mes de noviembre 2022.
- 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 nueve días de medición a nivel de potencia consumida.
- Los niveles de iluminación en la mayoría de 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.
- Las mediciones termográficas muestran un comportamiento normal en los tableros de los recintos, el valor de temperatura más alto que se obtuvo fue de 37.7 °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 76.1 % del consumo se debe a equipos de aire acondicionado, 5.9% para equipos

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

de oficina, la iluminación un 9.4 % del total, un 3.3% en refrigeración y un 5.1% de equipos especializados.

- En este caso, los Usos Significativos de la Energía, son el aire acondicionado y las luminarias, ya que son los participantes en el balance que tienen mayor potencial de ahorro y mejora.
- El total de equipos de aire acondicionados son sistemas VRF (sistemas de flujo variable de refrigerante, por sus siglas en inglés) y las unidades condensadoras, este tipo de sistema queda fuera del alcance de lo establecido en la INTE E14 – 1. Por otra parte, la mayor parte de luminarias son tipo fluorescente, y el 4% del total son incandescentes, y pues al o tener luminarias tipo led, es que posee un potencial de ahorro al cambiar por tecnología LED.
- Para dar seguimiento al comportamiento de la institución se calculan dos tipos de indicadores, intensidad de consumo de energía y potencia instalada por uso de energía, en este caso se obtiene un valor 6.61 kWh/m^2 y 42.40 W ACC /m2 como ejemplo para ambos. Además, se estima los límites de Desviación Significativa según los valores obtenidos en el periodo base, con lo cual se pueden visualizar fácilmente las variaciones y encontrar los problemas que estén aumentando el consumo energético.
- En temas de gestión de compra de energía, la institución no puede hacer una transición de T-CO a T-MT, esto porque no cumple con los requisitos de la nueva tarifa, por lo que no se propone ningún cambio en este rubro.
- 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 51.19 kWh al año que representa aproximadamente $10.5 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. En este caso el sistema VRF sale del alcance de la normativa de eficiencia energética, por lo que no se propone realizar algo cambio, además que los equipos actuales se observan relativamente nuevos y en buenas condiciones.

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

- También, se propone cambiar las luminarias fluorescentes e incandescentes por su equivalente en tecnología LED, con este cambio se estima un ahorro de 4,300.5 kWh/año que representa un ahorro económico de $880.6 anuales, con una inversión de $4,388.89 aproximadamente.

☎ 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_BN_Quepos)

☎ 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 potencia estimada.

Ubicación		Características			Cantidad				Potencia		
Piso	Lugar	Tecnología	Modelo	Control	Luminarias	Lámparas	Lamparas dañadas	Total Lámparas	Lámpara [W]	Luminaria [W]	Total [kW]
1	Comedor piso 1	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	3	1	2	32	89	0,089
1	Pasillo baños	Incandescente	Compacto cuadrado	Manual	3	1	0	3	100	100	0,3
1	Baños hombres	Led	Compacto	Manual	1	1	0	1	9	9	0,009
1	Baño mujeres	Led	Compacto	Manual	1	1	0	1	9	9	0,009
1	Pasillo gradas	Fluorescente	T8 48"	Manual	3	3	1	8	32	89	0,267
1	Pasillo empleados	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	2	0	2	32	54	0,054
1	Recarga atm	Fluorescente	T8 24"	Manual	3	3	4	5	12	36	0,108
1	Cajitas seguridad	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	2	0	2	32	54	0,054
1	Cuarto electrico	Fluorescente	T8 48"	Manual	2	2	0	4	32	54	0,108
1	Pasillo bobeda	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	3	2	1	32	89	0,089
1	Pasillo bobeda	Fluorescente	T8 24"	Manual	1	3	1	2	12	36	0,036
1	Tesoreria	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	3	0	3	32	89	0,089
1	Bobeda	Fluorescente	T8 48"	Manual	3	2	2	4	32	54	0,162
1	Supervisor	Fluorescente	Compacto	Manual	1	1	0	1	15	15	0,015
1	Pasillo cajas	Fluorescente	T8 48"	Manual	3	2	0	6	32	54	0,162
1	Pasillo cajas	Fluorescente	T8 48"	Manual	10	3	0	30	32	89	0,89
1	Oficina directora	Fluorescente	T8 48"	Manual	4	3	5	7	32	89	0,356
2	Sala de reuniones	Fluorescente	T8 48"	Manual	2	3	1	5	32	89	0,178
2	Cajitas	Led	T8 48"	Manual	1	2	0	2	12	24	0,024
2	Atención al publico	Fluorescente	T8 48"	Manual	6	3	7	11	32	89	0,534
2	Baño hombres publico	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	2	0	2	32	54	0,054
2	Baños mujeres publico	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	2	0	2	32	54	0,054
2	Aseo	Fluorescente	Compacto cuadrado	Manual	1	1	0	1	15	15	0,015
2	Atención al publico	Fluorescente	T8 48"	Manual	14	3	5	37	32	89	1,246
2	Banda desarrollo 1	Fluorescente	T8 48"	Manual	4	3	5	7	32	89	0,356
2	Encargado de credito	Fluorescente	T8 48"	Manual	2	3	0	6	32	89	0,178
2	Oficina donde izq	Fluorescente	T8 48"	Manual	2	3	0	6	32	89	0,178
2	Oficina fondo derecha	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	3	0	3	32	89	0,089
2	Pasillo bn desarrollo	Fluorescente	T8 24"	Manual	3	3	2	7	12	36	0,108
2	Comedor piso 2	Fluorescente	T8 48"	Manual	4	2	0	8	32	54	0,216
2	Pasillo segundo piso	Fluorescente	T8 48"	Manual	8	3	4	20	32	89	0,712
2	Archivo 1	Fluorescente	T8 48"	Manual	2	3	0	6	32	89	0,178
2	Archivo 2	Fluorescente	T8 48"	Manual	1	2	0	2	32	54	0,054
2	Aseo p2	Fluorescente	Compacto	Manual	1	1	0	1	15	15	0,015
2	Computo	Fluorescente	T8 48"	Manual	2	2	0	4	32	54	0,108
2	Exteriores	Fluorescente	Compacto	Manual	15	1	0	15	15	15	0,225
2	Exteriores	Led	Placas	Manual	5	1	0	5	16	16	0,08
2	Proveduria	Fluorescente	T8 48"	Manual	2	2	2	2	32	54	0,108
											7,51

Tabla 11.2 Inventario de equipos de refrigeración y potencia estimada

Ubicación		Características				Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Marca	Modelo	Caracteristicas especiales	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Comedor piso 1 A01	Refrigerador	MABE		134a	1	600	0,6
2	Comedor	Refrigerador	Atlas	RTA1130HMF	134a	1	800	0,8
								1,4

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

Tabla 11.3 Inventario de equipos de aire acondicionado y potencia estimada.

Ubicación		Características										Cantidad	Potencia	
Piso	Lugar	Tipo AC	Tipo de evaporador	Tecnología	Marca	Modelo	Capacidad [BTU/hr]	SEER	EER	Temp. de Uso (°C)	Refrigerante	Unidades	Unidad [W]	TOTAL [kW]
1	Comedor primer piso	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0			26,0	R410	1	200,0	0,2
1	Recarga atm	VRF	Pared alta	Inverter	Mitsubishi	PKFY-P100VKM-E	12 000,0			23,0	R410	1	120,0	0,1
1	Tesoreria	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-		23,0	R410	1	200,0	0,2
1	Recarga atm	Ventana o portátil	N/A	No identificado	Cooltek	--	9 000,0	-	--	24,0	R410	1	1 000,0	1,0
1	Supervisor	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	23,0	R410	1	200,0	0,2
1	Área cajas	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	23,0	R410	1	200,0	0,2
1	Sala de reuniones	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	23,0	R410	1	200,0	0,2
2	Atención al publico	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	24,0	R410	1	200,0	0,2
2	Atención al publico	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	25,0	R410	1	200,0	0,2
2	Banca de desarrollo	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	24,0	R410	1	200,0	0,2
2	Encargado de credito	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	23,0	R410	1	200,0	0,2
2	Computo	VRF	Cassette	Inverter	Mitsubishi	SLZ-M35FA / SUZ-M35VA	12 000,0	-	3,2	23,0	R410	1	200,0	0,2
2	Cielo	Condensadoras	N/A	Inverter	Mitsubishi	PUMY-P36NHMU-BS	36 000,0	20,0	11,2		R410	1	3215	3,2
2	Cielo	Condensadoras	N/A	Inverter	Mitsubishi	PUMY-P36NHMU-BS	36 000,0	20,0	11,2		R410	1	3215	3,2
2	Cielo	Condensadoras	N/A	Inverter	Mitsubishi	PUHY-P450tHM-A-BS	170 600,0	20,0	10,5		R410	1	16 290,0	16,3
2	Cielo	Condensadoras	N/A	Inverter	Mitsubishi	PUHY-P400tHM-A-BS	153 500,0	20,0	11,2		R410	1	13 740,0	13,7
2	Cielo	Condensadoras	N/A	Inverter	Mitsubishi	PUHY-P400tHM-A-BS	153 500,0	20,0	11,2		R410	1	13 740,0	13,7
2	Cielo	Condensadoras	N/A	Inverter	Mitsubishi	PUHY-P250THM-A(-BS)	95 500,0	20,0			R410	1	8 200,0	8,2
												18		61,52

☎ 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	
Piso	Lugar	Tipo de equipo	Equipos	Marca	Modelo	Unidades	Unidad [W]	Total [kW]
1	Area comun	Otros	Dispensador de agua	Waterlogic		3	800	2,4
1	Comedor piso 1	Otros	Microondas			1	1500	1,5
1	Tesoreria	Ofimáticos	Laptop	Dell		1	60	0,06
1	Supervisor	Ofimáticos	Laptop	Dell		1	60	0,06
1	Supervisor	Ofimáticos	Impresora	Lexmark	Mx511de	1	620	0,62
1	Cajas	Ofimáticos	Pc			8	150	1,2
1	Cajas y tesoreria	Otros	Contadoras de billetes			15	50	0,75
1	Oficina directora	Ofimáticos	Pc			1	150	0,15
1	Atención al publico	Ofimáticos	Pantalla 52"			2	80	0,16
1	Área de plataforma	Ofimáticos	Pc			3	150	0,45
1	Área de credito	Ofimáticos	Pc			2	150	0,3
2	Encargado de credito	Ofimáticos	Pc			1	150	0,15
2	Banca desarrollo	Ofimáticos	Pc			1	150	0,15
2	Oficina fondo derecha	Ofimáticos	Pc			1	150	0,15
2	Oficina fondo izq	Ofimáticos	Pc			1	150	0,15
2	Comedor segundo piso	Ofimáticos	Pantalla			1	80	0,08
2	Comedor segundompiso	Otros	Microondas			1	1500	1,5
2	Comedor primer piso	Otros	Microondas			1	1500	1,5
								11,33

☎ 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: **Banco Nacional Quepos** — **Aire Acondicionado**

OCE # 1 Ajustar temperatura de set de A/C

Ajustar temperaturas de recintos a 24°C

Ahorros anuales proyectados

Electricidad	col/kw-h	₡	127,95
	kWh/año		51,19
	$/año		10,48
Bunker	US $ /gal	-	
	MBTU /año		0,0
	galones/año	-	
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras	-	
	MBTU /año		0,0
	$/año	$	-
Otros			
	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento

( ) Aumentarán (US $/año):	0
( ) Disminuirán (US $/año):	0
Vida útil estimada (años):	5
Valor de rescate (US $):	0
Tasa de cambio dólar US	₡ 624,86
Costo capital BP	8,16%
Valor Presente Neto	**$ 41,36**
Tasa Interna de Retorno (%)	

Ahorro total MBTU/año:	0
Ahorro total kWh/año:	51,19
Ahorro total US$/año	**$ 10,48**
Costo total US$	**$ -**
Periodo simple de de recuperación (años)	**0,0**

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	0	Imprevistos ($)	10%	0
Compra Materiales y Equipos ($):	0	Ingeniería ($):	0%	0
Alquileres ($):		Inspección ($):	0%	0
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	0	**COSTO TOTAL ($):**		**0,00**

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

ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO — PEE # 1

Empresa: **CCSS - Clínica Parrita** — **Iluminación**

PEE # 1 Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Sustitución luminarias fluorescentes por tecnología LED

Ahorros anuales proyectados			
Electricidad	col/kw-h	₡	127,95
	kWh/año		4 300,50
	$/año		880,58
Bunker	US $ /gal		-
	MBTU /año		0,0
	galones/año		-
	$/año	$	-
GLP	US $/100libras		-
	MBTU /año		0,0
	$/año	$	-
Otros	$/año	$	-

Costos de operación y mantenimiento				
( ) Aumentarán (US $/año):	0	**Otros**		
( ) Disminuirán (US $/año):	0			
Vida útil estimada (años):	5	**Ahorro total** MBTU/año:		0
Valor de rescate (US $):	0	**Ahorro total** kWh/año:		4 300
Tasa de cambio dólar US	₡ 624,86	**Ahorro total** US$/año	$	**880,58**
Costo capital (%):	**8,16%**	**Costo total** US$	$	**4 388,89**
Valor Presente Neto	**$ -485,85**	**Periodo simple de de recuperación (años)**		**4,98**
Tasa Interna de Retorno (%)	**3,08%**			

Análisis del costo del Proyecto

Mano de obra ($):	**741**	Imprevistos ($)	10%	**366**
Compra Materiales y Equipos ($):	**2 916**	Ingeniería ($):	5%	**183**
Alquileres ($):	**0**	Inspección ($):	5%	**183**
Otros ($)				
SUBTOTAL ($):	**3 657**	**COSTO TOTAL ($):**		**4 388,89**

☎ 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"	225,0	10,2		2 303,5
Conector adaptador LED	246,0	0,5		119,9
LED Compacto 9 W	21,0	2,8		58,5
Tubo LED T8, 24"	21,0	4,7		99,1
			Subtotal sin Impuestos	2 581,0
Impuesto de ventas		13%		*335,5*
Total Materiales y Equipos				**2 916,5**

Estimacion costo mano de obra

Materiales y equipos	# personas	Duración (días)	Costo M.O (US$/dia)	Costo total ($)
Técnico				
Mecánico	0,0	0,0	41,2	0,0
Eléctrico	2,0	9,0	41,2	740,9
Obra gris				
Peon	0,0		31,5	0,0
Albañil	0,0		36,9	0,0
Maestro de obras	0,0		42,4	0,0
Total mano obra				**740,9**
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**	**880,6**	**880,6**	**880,6**	**880,6**	**880,6**	**4 402,9**
Ahorro por consumo eléctrico obtenido	1,00		880,6	880,6	880,6	880,6	880,6	**4 402,9**
Financiamiento inversiones		0,0						**0,0**
Egresos		**4 023,2**	**583,3**	**583,3**	**583,3**	**583,3**	**583,3**	**6 939,7**
Estudios de Preinversión								**0,0**
Mano de obra ($):	1,00	740,9						**740,9**
Compra Materiales y Equipos ($):	1,00	2 916,5						**2 916,5**
Alquileres ($):	1,00	0,0						**0,0**
Otros ($)	1,00	0,0						**0,0**
SUBTOTAL ($):		**3 657,4**						**3 657,4**
Imprevistos ($)		365,7						**365,7**
Ingeniería ($):		0,0						**0,0**
Inspección ($):		0,0						**0,0**
Depreciaciones ($)			583,3	583,3	583,3	583,3	583,3	**2 916,5**
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		**-4 023,2**	**297,3**	**297,3**	**297,3**	**297,3**	**297,3**	**-2 536,8**
Impuesto sobre la renta (30%)	**0%**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Utilidad neta		**-4 023,2**	**297,3**	**297,3**	**297,3**	**297,3**	**297,3**	**-2 536,8**
Depreciación			583,3	583,3	583,3	583,3	583,3	**2 916,5**
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		**-4 023,2**	**880,6**	**880,6**	**880,6**	**880,6**	**880,6**	**379,7**
Indicadores Financieros								
Valor Actual Neto (VAN)			**-$4 023,2**	**-$3 206,1**	**-$2 447,9**	**-$1 744,4**	**-$1 091,6**	**-$485,8**
Tasa Interna de Retorno (TIR)				**-78,11%**	**-41,01%**	**-18,41%**	**-5,11%**	**3,08%**
		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 de los equipos de medición CIRE S.A

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

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

Tabla 11.5 Resumen equipos de medición utilizados

Tipo Medidor	Marca	Modelo	Cantidad
Variables eléctricas	Circutor	CIR-e^3	6
	Circutor	MYeBOX-1500	1
	Circutor	CVM-C10-FLEX-IN-485-12	1
Cámaras termográficas	FLIR	E4	1
	FLIR	TG297	1
Luxómetros	EXTECH	407026	1
	CEM	DT-92	1

☎ 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_BN_Quepos)

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