

**PROVINCIA DE RÍO NEGRO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DE LA
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA PROVINCIAL –
INSTITUCIONES DE SALUD**

HOSPITAL DR. PEDRO MOGUILLANSKY – CIPOLLETTI

HOSPITAL FRANCISCO LOPEZ LIMA – GENERAL ROCA

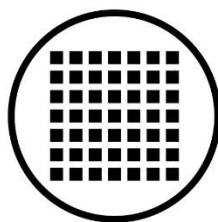
INFORME FINAL

JULIO 2023

Departamento Producción Sustentable Patagonia

LICIOTTI, Emiliano

YAÑEZ HREDIL, Nicolás



INTI

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. introducción	vii
2. Hospital Dr. Pedro Moguillansky – Cipolletti	1
2.1. Análisis históricos de consumos energéticos	2
2.1.1 Consumo histórico eléctrico.....	2
2.1.2 Consumo histórico gas natural	9
2.2. ANALISIS DE CONSUMO ELÉCTRICO	11
2.2.1 Registros	11
2.2.2 Climatización	20
2.2.3 Iluminación	26
2.2.4 Aire comprimido	29
2.3. ANÁLISIS DE CONSUMO GAS NATURAL	31
2.3.1 Calefacción.....	31
2.3.2 Agua caliente sanitaria.....	32
2.4. Oportunidades de mejora.....	33
2.4.1 Monitoreo del factor de potencia	33
2.4.2 Plano unifilar de las instalaciones eléctricas.....	34
2.4.3 Inventario de equipamientos del hospital.....	34
2.4.4 Registros de mantenimiento	36
2.4.5 Refrigeración	37
2.4.6 Recambio de luminarias	37
2.4.7 Mantenimiento al sistema de compresión de aire	39
2.4.8 Calefacción.....	40
2.4.9 Agua caliente sanitaria.....	41
2.5. Indicadores de desempeño.....	43
2.6. Referente energético.....	45
2.7. Conclusión	46
3. Hospital Francisco Lopez Lima – General Roca.....	48
3.1. Análisis históricos de consumos energéticos.....	49
3.1.1 Consumo histórico eléctrico.....	49
3.1.2 Consumo histórico gas natural	58
3.2. ANALISIS DE CONSUMO ELÉCTRICO	66
3.2.1 Suministros.....	66

3.2.2	Registros	67
3.2.3	Climatización	86
3.3.	ANÁLISIS DE CONSUMO GAS NATURAL	90
3.4.	Oportunidades de mejora.....	91
3.4.1	Suministros eléctricos	91
3.4.2	Integridad del sistema eléctrico	92
3.4.3	Contratación de potencia	93
3.4.4	Distorsión armónica de corriente.....	94
3.4.5	Refrigeración de ambientes.....	96
3.4.6	Gas natural.....	98
3.4.7	Plan de mantenimiento	101
3.5.	Indicadores de desempeño.....	102
3.6.	Referente energético.....	103
3.7.	Conclusión	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen satelital - Hospital de Cipolletti	1
Figura 2: Energía Activa (kWh), Reactiva (kVArh) y TG Φ - Hospital Cipolletti	4
Figura 3: Potencia máxima y potencia declarada (kW) - Hospital Cipolletti.....	5
Figura 4: Energía por franja horaria (kWh) - Hospital Cipolletti	8
Figura 5: Consumo promedio por hora en cada franja horaria (kWh/h) – Hospital Cipolletti	8
Figura 6: Potencia demandada por franja horaria (kW) - Hospital Cipolletti	9
Figura 7: Consumo de gas natural (Nm3) - Hospital Cipolletti.....	11
Figura 8: Consumo de energía activa (kWh) - Hospital de Cipolletti.....	12
Figura 9: Consumo de energía activa (kWh) - Hospital de Cipolletti.....	13
Figura 10: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVArh) - Hospital de Cipolletti - Verano	14
Figura 11: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVArh) - Hospital de Cipolletti - otoño	14
Figura 12: Coseno Phi - Hospital de Cipolletti – Tablero principal - verano.....	15
Figura 13: Coseno Phi - Hospital de Cipolletti - Tablero principal - Otoño.....	16
Figura 14: Corriente por fase (A)	17
Figura 15: Registros de las ondas y los porcentajes de distorsión por fase - verano	19
Figura 16: Registros de las ondas y los porcentajes de distorsión por fase - otoño	20
Figura 17: Equipo Rooftop	21
Figura 18: Equipo Goodman CKF70 – SPA.....	22
Figura 19: Consumo de energía activa (kWh) - verano	24
Figura 20: Consumo de energía activa (kWh) - otoño	25
Figura 21: Comparativa de consumos de verano y otoño	26
Figura 22: Sistema de compresión	29
Figura 23: Imagen Satelital - Hospital Gral. Roca.....	49
Figura 24: Energía Activa (kWh), Reactiva (kVArh) y TG Φ - Hospital Cipolletti ...	52
Figura 25: Potencia máxima y potencia declarada (kW) - Hospital Gral. Roca	53
Figura 26: Energía por franja horaria (kWh) - Hospital Gral. Roca	56

Figura 27: Consumo promedio por hora en cada franja horaria (kWh/h) – Hospital Gral. Roca.....	57
Figura 28: Potencia demandada por franja horaria (kW) - Hospital Gral. Roca.....	58
Figura 29: Consumo de gas natural (Nm3) - 3108097 - Hospital de Gral. Roca ...	59
Figura 30: Consumo de gas natural (Nm3) - 988252 - Hospital de Gral. Roca	61
Figura 31: Consumo de gas natural (Nm3) - 126581 - Hospital de Gral. Roca	62
Figura 32: Consumo de gas natural (Nm3) - 1000292 - Hospital de Gral. Roca ...	63
Figura 33: Consumo de gas natural (Nm3) - 3152299 - Hospital de Gral. Roca ...	65
Figura 34: Consumos históricos de los diferentes suministros del hospital de Roca	67
Figura 35: Analizador de redes Circutor MYeBOX 1500 en tablero principal	69
Figura 36: Energía activa (kWh) - Tablero principal.....	70
Figura 37: Energía activa (kWh) - Tablero principal.....	71
Figura 38: Energía activa (kWh) y reactiva (kVARh).....	72
Figura 39: Coseno de Fi - Tablero principal	72
Figura 40: Registro de onda de corriente (A) y tensión (V) - Tablero principal.....	74
Figura 41: Demanda de potencia (kW) - Tablero principal	75
Figura 42: Corriente por fase (A) - Tablero principal.....	76
Figura 43: Tensión por fase - Tablero principal.....	78
Figura 44: Analizador de redes Circutor MYeBOX 1500 en tablero seccional	80
Figura 45: Energía activa (kWh) - Tablero seccional.....	81
Figura 46: Consumo de energía activa de tablero principal y seccional (kWh)	82
Figura 47: Coseno de Fi - Tablero seccional.....	84
Figura 48: Registro de onda de corriente (A) y tensión (V) - Tablero Seccional....	85
Figura 49: Sistemas de refrigeración del hospital de Roca	87
Figura 50: Análisis de correlación entre temperatura ambiente y consumo eléctrico	88
Figura 51: Energía activa en semana de verano - Tablero principal.....	89
Figura 52: Energía activa en semana de invierno - Tablero principal	89
Figura 53: Sistemas de calefacción	90
Figura 54: Armónicos de corriente - Tablero seccional.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, TG Φ – Hospital Cipolletti.....	2
Tabla 2: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - Hospital Cipolletti	6
Tabla 3: Consumo de gas natural (Nm ³) - Hospital Cipolletti.....	10
Tabla 4: Corrientes por fase, promedios y desbalance - Verano/Otoño	17
Tabla 5: Valores de referencia de THD(V) – Norma IEC/EN 61000-2-2.....	19
Tabla 6: Valores de referencia de THD(I) – Norma IEC/EN 61000-2-2	19
Tabla 7: Estimación de consumo de sistema de refrigeración	23
Tabla 8: características y usos de las luminarias.....	28
Tabla 9: Estimación de consumo eléctrico de sistema de compresión	30
Tabla 10: Principales equipos de calefacción	31
Tabla 11: Estimaciones de consumo de sistemas de calefacción.....	32
Tabla 12: Impacto económico y energético de recambio de luminarias - Hospital de Cipolletti	38
Tabla 13: Indicador de desempeño kWh/m ² - Hospital de Cipolletti.....	43
Tabla 14: Indicador de desempeño MWh/cama - Hospital de Cipolletti.....	44
Tabla 15: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación.....	46
Tabla 16: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, TG Φ – Hospital Gral. Roca	50
Tabla 17: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - Hospital Gral. Roca.....	54
Tabla 18: Consumo de gas natural (Nm ³) - 3108097 - Hospital Gral. Roca	59
Tabla 19: Consumo de gas natural (Nm ³) - 988252 - Hospital Gral. Roca.....	60
Tabla 20: Consumo de gas natural (Nm ³) - 126581 - Hospital Gral. Roca.....	61
Tabla 21: Consumo de gas natural (Nm ³) - 1000292 - Hospital Gral. Roca	63
Tabla 22: Consumo de gas natural (Nm ³) - 3152299 - Hospital Gral. Roca	64
Tabla 23: Suministros eléctricos del hospital de Roca.....	66
Tabla 24: Unifilar de Tablero de Transferencia Automática.....	68
Tabla 25: Corrientes por fase, promedio (A) y desbalance (%).....	77
Tabla 26: Tensión por fase, promedio (A) y desbalance (%).....	79
Tabla 27: Valores de referencia de THD(V) – Norma IEC/EN 61000-2-2.....	84

Tabla 28: Valores de referencia de THD(I) – Norma IEC/EN 61000-2-2	85
Tabla 29: Encuadre tarifario.....	93
Tabla 30: Consumos anuales (kWh) - Hospital de Gral. Roca	102
Tabla 31: Indicador de desempeño MWh/cama - Hospital de Gral. Roca	103
Tabla 32: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación.....	104

1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno provincial propende a un uso racional de la energía, teniendo en cuenta su positiva influencia sobre la protección de los recursos energéticos, la disminución de los costos de provisión de los servicios energéticos y la mitigación de los problemas ambientales asociados a la producción, transporte, distribución y consumo de la energía. En este contexto la Secretaría de Energía de Río Negro (SERN) se encuentra impulsando un trabajo de eficiencia energética en instituciones de la administración pública de la salud que consiste en la realización de 2 diagnósticos energéticos en el hospital Dr. Pedro Moguillansky de la localidad de Cipolletti y el hospital Francisco López Lima de la localidad de General Roca.

El informe presenta un análisis histórico de los registros de consumos de energía eléctrica y gas natural de cada hospital, identificando posibles oportunidades de mejora en la contratación de los servicios. con un relevamiento general sobre los principales equipos consumidores de energía y su impacto en el desempeño energético.

Se realizan mediciones con analizadores de redes para mostrar las fluctuaciones diarias, semanales, mensuales y estacionales de cada institución con la intención de identificar posibles acciones de mejora. Además, se analiza la calidad de la energía, el balance de cargas y las distorsiones armónicas de los circuitos eléctricos, los sistemas de iluminación, calefacción, refrigeración y sus formas de uso para detectar posibles oportunidades de mejora que aporten a un uso más eficiente de la energía.

Se describen las principales oportunidades de mejora y se pondera el impacto de su implementación en los casos que requiera una inversión inicial. Se describen los principales indicadores de desempeños energéticos que se pueden utilizar para realizar un seguimiento de los usos de la energía y su metodología de análisis.

2. HOSPITAL DR. PEDRO MOGUILLANSKY – CIPOLLETTI

El hospital Dr. Pedro Moguillansky es la institución de salud pública de referencia de la localidad de Cipolletti, posee una capacidad de 95 camas y un nivel de complejidad 6, lo que garantizan varias especialidades y prácticas de diagnósticos complejas.

En la siguiente imagen satelital podemos ver que la institución cuenta con tres edificaciones interconectadas entre sí en donde se distribuyen todas las especialidades y atenciones específicas que realiza el hospital. Cuenta con un estacionamiento propio y una zona parquizada en los alrededores de la institución.



Figura 1: Imagen satelital - Hospital de Cipolletti

Además, cuenta con una empresa social que opera dentro de las instalaciones del hospital denominada CRECER JUNTOS, la cual inicia sus actividades el 27 de mayo del 2014, teniendo como finalidad la elaboración de prepizzas y pizzetas, para la venta al público y para incorporar al menú hospitalario de los pacientes internados y los trabajadores.

2.1. Análisis históricos de consumos energéticos

2.1.1 Consumo histórico eléctrico

El hospital de Cipolletti cuenta con una acometida eléctrica identificada con el número de medidor 130750 con un encuadre tarifario T2MR, con un transformador propio para abastecer en baja tensión todas las instalaciones.

2.1.1.1 Medidor 130750

Para el análisis de los consumos históricos no se han podido conseguir las facturas del servicio eléctrico, sin embargo, la SERN ha puesto a disposición registros de la información más relevante contenida en ellas.

En la siguiente tabla se muestran los consumos de energía y demanda de potencia desde junio del 2017 hasta septiembre de 2022.

Tabla 1: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, TG Φ – Hospital Cipolletti

Periodo	Energía Activa (kWh/ mes)	Energía Reactiva (kVARh/ mes)	Potencia máxima registrada (kW)	Potencia contratada (kW)	TG Φ
jun-17	76.704	50.208	154	350	0,655
jul-17	80.640	51.360	154	350	0,637
ago-17	76.992	48.960	163	350	0,636
sep-17	72.192	47.808	173	350	0,662
oct-17	73.152	52.320	173	350	0,715
nov-17	83.424	57.792	240	350	0,693
dic-17	106.752	73.440	259	350	0,688
ene-18	120.480	79.776	298	350	0,662
feb-18	105.600	70.272	298	350	0,665
mar-18	87.456	60.288	250	350	0,689
abr-18	74.976	52.128	173	350	0,695
may-18	78.624	52.512	154	350	0,668
jun-18	81.792	50.496	163	350	0,617
jul-18	83.424	49.152	163	350	0,589
ago-18	80.544	49.632	163	350	0,616
sep-18	74.880	48.480	154	350	0,647
oct-18	78.048	50.496	154	350	0,647
nov-18	89.664	59.520	269	350	0,664
dic-18	107.808	71.712	259	350	0,665
ene-19	119.520	78.336	298	350	0,655
feb-19	108.096	69.408	317	350	0,642
mar-19	87.648	59.616	202	350	0,680

abr-19	82.272	49.824	202	350	0,606
may-19	84.000	48.288	192	350	0,575
jun-19	83.520	46.656	182	350	0,559
jul-19	85.920	46.368	202	350	0,540
ago-19	78.624	46.560	173	350	0,592
sep-19	77.184	45.024	173	350	0,583
oct-19	72.864	44.736	163	250	0,614
nov-19	84.192	57.312	240	250	0,681
dic-19	114.624	75.648	269	250	0,660
ene-20	134.784	85.440	317	299	0,634
feb-20	101.472	64.512	278	299	0,636
mar-20	104.544	65.184	336	299	0,624
abr-20	71.616	43.488	163	165	0,607
may-20	76.608	44.448	163	165	0,580
jun-20	84.480	45.696	182	165	0,541
jul-20	89.472	46.656	173	165	0,521
ago-20	80.736	43.968	163	165	0,545
sep-20	75.936	43.776	163	165	0,576
oct-20	85.536	54.720	211	250	0,640
nov-20	101.664	68.352	259	250	0,672
dic-20	110.496	70.368	288	250	0,637
ene-21	124.320	80.928	336	299	0,651
feb-21	102.336	68.064	298	299	0,665
mar-21	93.984	61.344	278	299	0,653
abr-21	78.240	48.864	211	165	0,625
may-21	78.048	45.984	163	165	0,589
jun-21	78.336	44.736	154	165	0,571
jul-21	84.768	50.112	163	165	0,591
ago-21	81.120	47.328	163	165	0,583
sep-21	69.600	43.296	144	165	0,622
oct-21	83.808	52.512	250	250	0,627
nov-21	94.656	62.208	269	250	0,657
dic-21	113.568	76.608	298	250	0,675
ene-22	130.848	84.672	298	299	0,647
feb-22	101.952	63.648	298	299	0,624
mar-22	81.888	48.960	288	299	0,598
abr-22	75.936	42.144	173	165	0,555
may-22	80.544	43.872	173	165	0,545
jun-22	80.256	45.312	173	165	0,565
jul-22	83.712	46.848	173	165	0,560
ago-22	79.584	44.352	173	165	0,557

sep-22	71.424	40.512	163	165	0,567
--------	--------	--------	-----	-----	-------

Para comprender las fluctuaciones temporales de los consumos y las potencias, se presentan los mismos datos en formato gráfico.

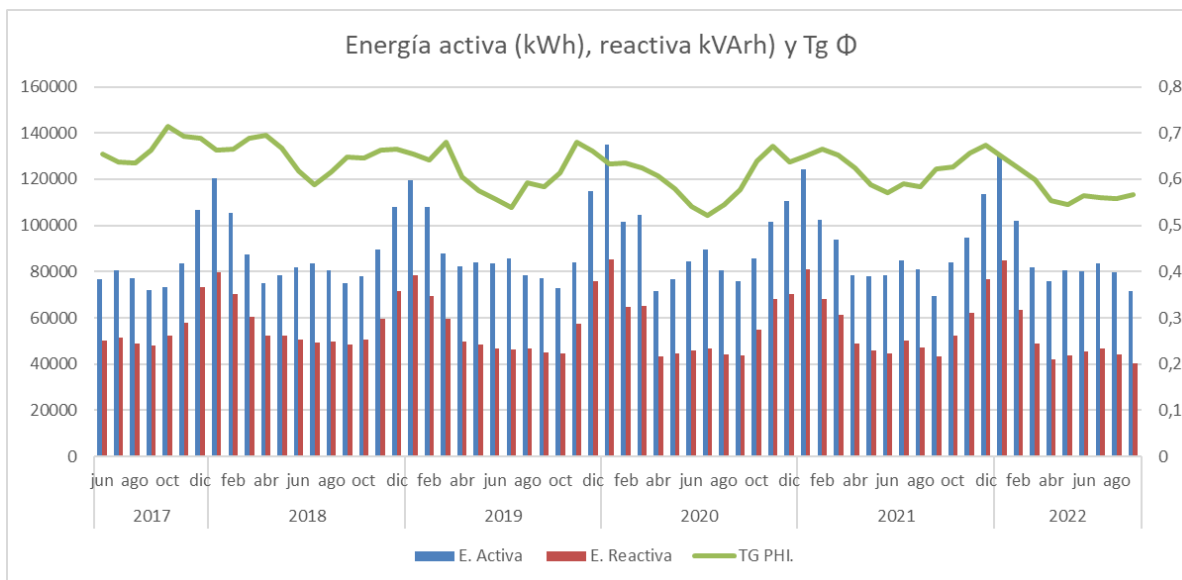


Figura 2: Energía Activa (kWh), Reactiva (kVArh) y TG Φ - Hospital Cipolletti

El consumo de energía activa del hospital de Cipolletti presenta un comportamiento estable durante el año hasta alcanzar los meses de verano que se demanda mayor energía, siendo el mes de enero el de mayor consumo. Esta situación se repite en todos los años de forma similar, incluso el periodo de pandemia donde el hospital se encontraba en su máxima capacidad y con una demanda constante de personas enfermas por COVID-19.

Si observamos las diferencias estacionales de consumo eléctrico podemos ver que a excepción de la época de verano los consumos se mantienen estables con valores cercanos a 8000 kWh evidenciando que la calefacción del edificio no representa un consumo significativo de energía eléctrica. Por el contrario, como se mencionó anteriormente en verano los valores aumentan con cifras máximas cercanas a 13000 kWh mostrando una diferencia significativa, cuyo origen puede deberse al uso de los acondicionadores de aire, pero que de todas maneras deberá evaluarse para conocerlo con certeza.

Analizando la tendencia, la energía reactiva ha tenido un leve descenso en los años analizados, a pesar de que la energía activa se mantuvo o incluso aumentó en los últimos años, dando como resultado una reducción de la tangente de Φ . Los valores registrados muestran que, a excepción de los meses de otoño-invierno, la

TG Φ siempre se encuentran por encima del límite máximo exigido por la normativa (TG $\Phi=0,62$) generando seguramente penalizaciones por este factor. Se deberá analizar las causas de dicho comportamiento y evaluar posibles soluciones para los meses de primavera-verano para evitar penalizaciones y sobrecargas en los circuitos eléctricos.

Se realiza una mención especial al año 2020 que estuvo afectado por la pandemia y los centros de salud han mantenido un nivel de actividad muy alto, alcanzando el colapso de la zona de terapia por los pacientes con COVID-19. A pesar de esto, los comportamientos de los consumos no reflejan esta particularidad, ya que el perfil de consumo de este año es similar a los otros analizados. Por lo cual se interpreta que los consumos pueden no tener una relación significativa con la cantidad de personas que se atienden en el hospital, sino con otros aspectos específicos de la actividad, los cuales deberán analizarse en los registros de consumo y los registros de pacientes.

En cuanto a la potencia activa contratada y máxima demandada, a continuación, se presentan las fluctuaciones en el mismo periodo.

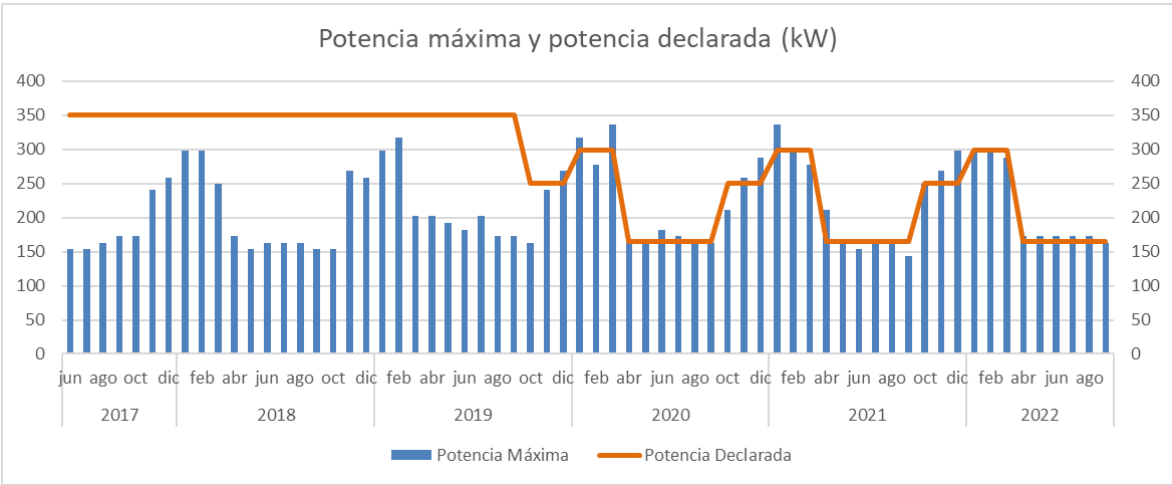


Figura 3: Potencia máxima y potencia declarada (kW) - Hospital Cipolletti

La potencia contratada hasta septiembre del año 2019 era fija y se mantenía a pesar de las demandas generadas por la institución. Luego de esta fecha se realiza un nuevo contrato con la distribuidora donde se tienen en cuenta las fluctuaciones de demanda definiendo tres valores diferentes de potencia contratada en el año. Para los primeros tres meses del año se define un valor de 299 kW ya que es el periodo de mayor demanda y es la potencia máxima del encuadre tarifario que se encuentra el hospital, desde abril a septiembre se define un valor de 165 kW ya que es el periodo de menor demanda del año y por último de octubre a diciembre

el valor asciende a 250 kW ya que se comienza a sentir el impacto estacional del verano.

Nuevamente se puede observar que el año 2020 no presenta diferencias importantes en la demanda de potencia por el efecto de la pandemia, por lo que se deberá analizar con mayor profundidad para identificar si realmente la emergencia sanitaria ha generado un impacto en el consumo energético en el hospital.

Para profundizar el análisis se presentan los valores registrados por franja horaria: resto (05:00 a 18:00 horas), valle (23:00 a 5:00 horas) y punta (18:00 a 23:00 horas) de energía y potencia activas demandada.

Tabla 2: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - Hospital Cipolletti

Periodo	ENERGÍA (kWh)			POTENCIA (kW)		
	PICO	VALLE	RESTO	PICO	VALLE	RESTO
jun-17	1963	1791	5764	32	17	33
jul-17	1239	1192	3602	29	12	28
ago-17	1501	1485	4842	27	15	27
sep-17	1228	1363	4195	27	15	26
oct-17	1247	1252	3985	21	11	22
nov-17	1177	1147	3599	20	10	21
dic-17	861	1006	2687	15	9	19
ene-18	716	956	2001	7	8	7
feb-18	752	928	2295	13	10	15
mar-18	1069	1137	3297	19	9	21
abr-18	1313	1441	4247	22	16	27
may-18	1765	1947	5573	23	17	30
jun-18	1971	2079	5928	27	17	32
jul-18	1408	1530	4060	30	16	32
ago-18	1897	2069	5768	24	17	31
sep-18	1326	1600	4448	20	13	27
oct-18	1224	1307	4354	22	13	28
nov-18	947	952	3641	21	11	24
dic-18	683	830	2476	14	8	19
ene-19	445	624	1217	4	4	5
feb-19	549	653	2063	12	8	16
mar-19	932	975	3466	17	8	22
abr-19	1013	1232	4187	16	15	26
may-19	1489	1576	5391	31	15	33
jun-19	1582	1704	5130	27	14	31
jul-19	1493	1819	4529	21	16	29

ago-19	1660	1639	5115	27	15	29
sep-19	1229	1322	4051	25	13	27
oct-19	1152	1121	3753	19	10	23
nov-19	1006	844	3088	19	8	24
dic-19	689	692	2221	16	8	19
ene-20	373	535	1041	4	5	4
feb-20	604	687	1825	14	8	15
mar-20	715	758	1999	13	8	15
abr-20	551	731	1737	8	7	9
may-20	737	1026	2326	9	9	10
jun-20	1036	1275	2716	15	12	13
jul-20	1011	1271	2744	9	9	10
ago-20	804	1239	2663	9	8	9
sep-20	584	940	1988	7	8	8
oct-20	644	850	1960	8	8	8
nov-20	654	802	1796	7	6	7
dic-20	717	891	1967	6	7	11
ene-21	699	910	1949	6	7	7
feb-21	838	929	2785	12	8	11
mar-21	1320	1254	2638	18	10	16
abr-21	1435	1355	3702	16	12	18
may-21	1667	1857	4502	19	16	23
jun-21	1160	1411	3079	13	12	13
jul-21	1361	1538	3582	21	14	22
ago-21	2152	2260	5506	23	17	25
sep-21	1813	1935	4893	21	18	24
oct-21	1614	1570	3912	19	17	20
nov-21	1488	1411	3369	18	17	19
dic-21	1052	1108	2577	17	13	15
ene-22	411	437	1075	8	5	7
feb-22	983	1037	2341	15	15	16
mar-22	1482	1508	3490	19	17	20
abr-22	1632	1642	4036	21	19	24
may-22	2032	2107	4835	22	20	24
jun-22	2073	2195	4628	23	20	24
jul-22	1573	1776	4012	21	19	22
ago-22	1641	1787	3802	21	18	21
sep-22	1610	1760	4251	21	17	20

Los consumos y potencias por franjas horarias nos permiten ver como varían las demandas energéticas durante los distintos momentos del día y poder identificar cuáles son los momentos más adecuados para buscar oportunidades de mejoras

con impactos significativos. En la siguiente imagen se muestran los consumos eléctricos por franja horaria.

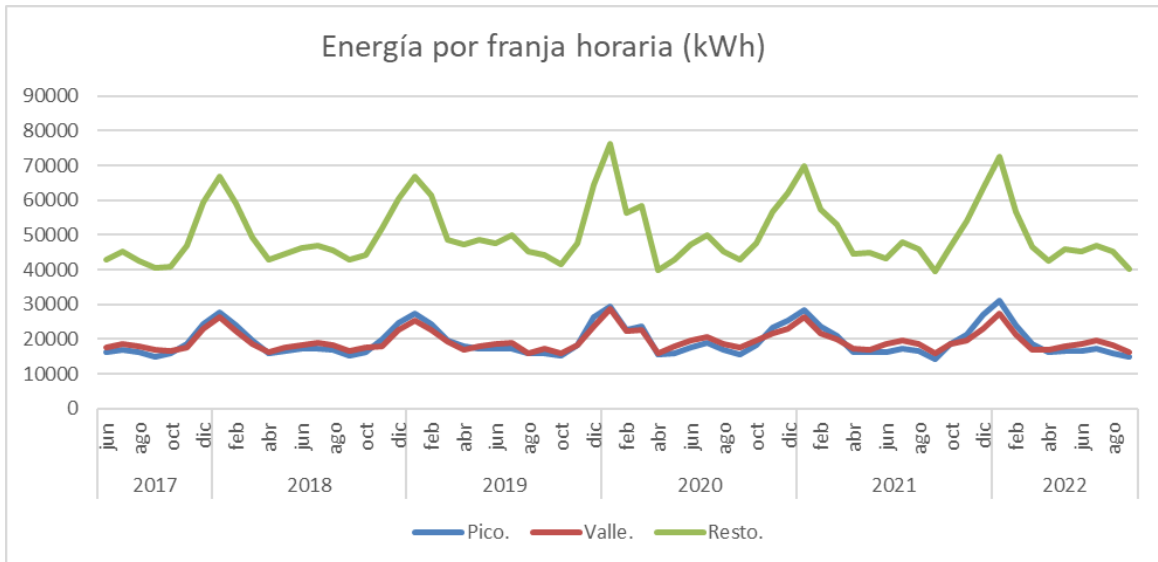


Figura 4: Energía por franja horaria (kWh) - Hospital Cipolletti

Los consumos de energía muestran que la franja resto es la de mayor consumo y con una variación en el verano muy importante alcanzando el máximo en el mes de enero. Sin embargo, la cantidad de horas por franja son diferentes por lo que es lógico que la franja resto sea la de mayor consumo debido a ser un periodo de 13 horas. Es por esto que se presentan los consumos por hora promedio de cada franja horaria con la intención de poder compararlos.

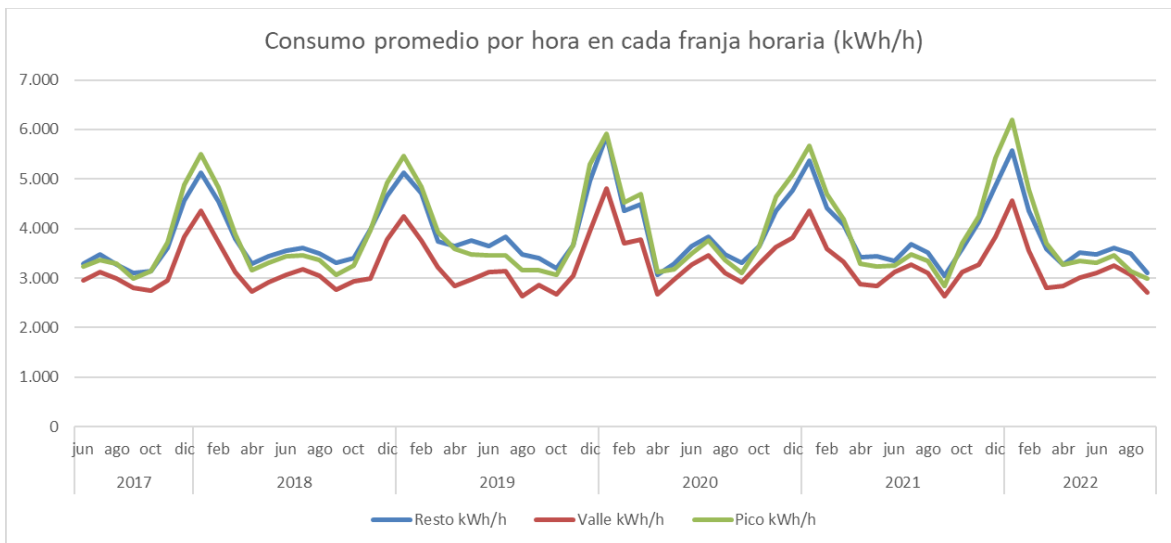


Figura 5: Consumo promedio por hora en cada franja horaria (kWh/h) – Hospital Cipolletti

En esta comparativa vemos como la franja pico y resto se equiparán con pequeñas diferencias. En cuanto a la franja horaria valle sigue siendo la de menor consumo durante todo el año, pudiendo deberse esta situación al apagado de la iluminación en habitaciones y pasillos, no uso de consultorios, o equipos específicos. Esto deberá corroborarse en etapa de relevamiento.

En el siguiente gráfico se muestran las demandas de potencia por franja horaria.

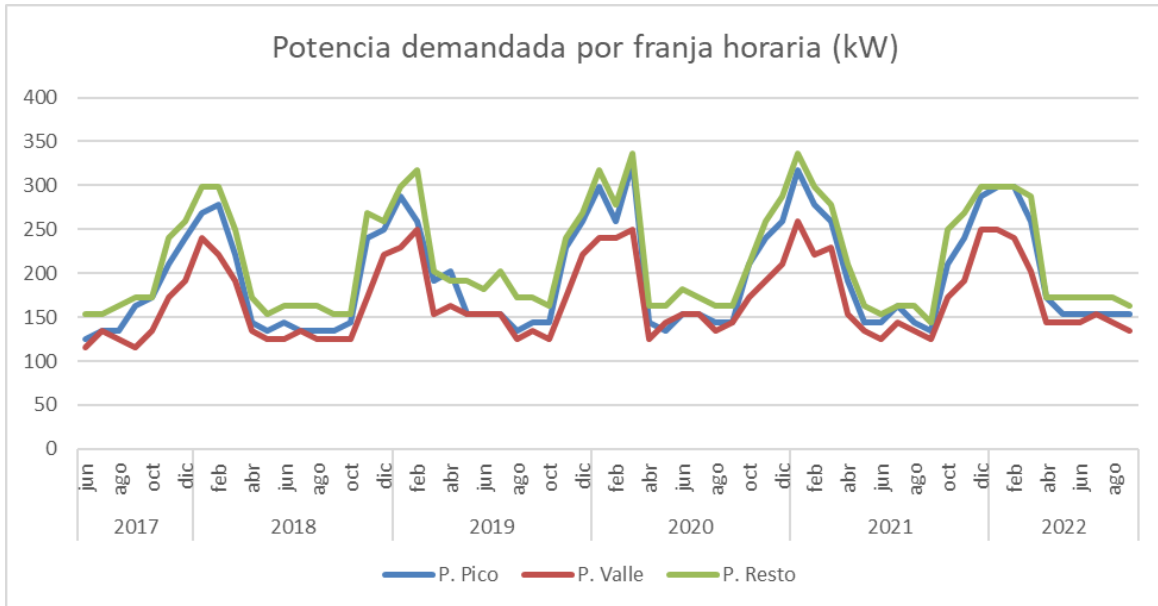


Figura 6: Potencia demandada por franja horaria (kW) - Hospital Cipolletti

La demanda de potencia muestra que la franja resto presenta los valores más elevados con una mínima diferencia con el horario pico, por lo que, si se desea trabajar sobre la contratación de potencia y los valores máximos, se deberá trabajar en estas dos franjas horarias. Por otra parte, la base de demanda de potencia se encuentra en valores cercanos a 150 kW por lo que se deberá analizar si es factible reducir esta demanda a valores inferiores sin impactar en la operativa normal del hospital.

2.1.2 Consumo histórico gas natural

El hospital de Cipolletti cuenta con un suministro de gas natural identificado con el número de medidor 00004467 que abastece a toda la institución.

2.1.2.1 Medidor 0004467

El análisis de gas natural se realiza en base a registros de consumo con valores convertidos, los cuales fueron normalizados con un poder calorífico de 9300 Kcal como lo realiza la distribuidora para facturar el servicio.

Tabla 3: Consumo de gas natural (Nm3) - Hospital Cipolletti

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
enero	2414,3	3591,1	2522,0	1491,3	1931,7	2861,0
febrero	1922,9	2907,3	1742,9	2087,4	1895,9	9558,4
marzo	1820,7	3338,9	2848,6	3093,2	2450,5	3737,5
abril	6761,5	7258,1	6299,4	3213,7	4258,9	9343,0
mayo	15068,9	16735,1	15138,2	22186,5	17502,3	20828,3
junio	23659,3	23429,8	18670,6	39168,1	26951,0	30448,3
julio	23025,2	25633,0	28795,3	32155,2	31333,2	27868,6
agosto	24635,8	25125,2	20163,9	24985,2	18835,9	23978,6
septiembre	15574,3	12845,1	16962,8	17121,3	14538,6	
octubre	8651,4	11247,7	7659,8	9758,6	7458,8	
noviembre	5807,3	4090,5	2237,5	2990,3	3203,5	
diciembre	3375,9	2495,8	2136,0	2462,7	2657,0	

En la tabla se presentan los registros desde el año 2017 hasta agosto de 2022, sin embargo, no se pudo conseguir el dato de consumo del mes de mayo del año 2020 por lo que en el siguiente gráfico se estima este valor teniendo en cuenta el promedio de los mismos periodos de años anteriores por un factor de corrección asociado a su relación con el mes de junio con la intención de lograr un valor lo más representativo posible.

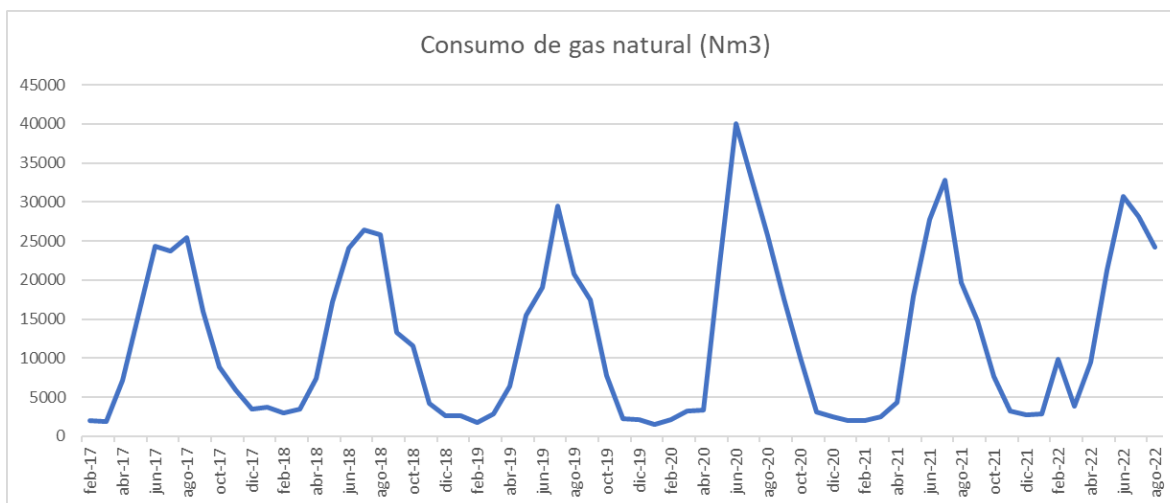


Figura 7: Consumo de gas natural (Nm3) - Hospital Cipolletti

Los consumos de gas natural suelen tener un comportamiento similar todos los años con máximos en la época invernal y mínimos en verano. Esto nos deja suponer que el gas natural se utiliza para la calefacción de la institución y en verano su uso pasa a ser marginal en comparación con los meses invernales.

El último año se han registrados consumos más elevados en verano, con una base de consumo de 2861 Nm³ en enero y un comportamiento inusual en febrero con un pico de consumo que alcanza los 9558 Nm³. Se deberá indagar sobre las razones de este cambio de comportamiento y las razones por las cuales se ha demandado una cantidad de gas natural poco habitual para la época del año.

Por otra parte, el año 2020 se comporta de forma diferente a los otros analizados ya que los máximos alcanzados son muy superiores pudiendo estar relacionado con la emergencia sanitaria asociadas a la pandemia y el nivel de actividad que se ha mantenido para cubrir las demandas de la población.

2.2. ANALISIS DE CONSUMO ELÉCTRICO

2.2.1 Registros

Se ha instalado un analizador de redes Circutor MYeBOX en el tablero principal del hospital con la intención de conocer los consumos específicos, fluctuaciones diarias, semanales y estacionales. En este proceso de medición se realizaron entrevistas con el personal de mantenimiento del hospital, quienes fueron designados por la dirección para acompañar el diagnóstico energético y brindar la información necesaria para el informe.

Uno de los aspectos importantes a la hora de realizar un diagnóstico son las horas de uso y actividades que se realizan en la institución, sin embargo, en un hospital es difícil poder acceder a dicha información ya que gran parte de su trabajo es a demanda sin tener un cronograma de actividades fijas. Esto conlleva a no poder identificar los usos de los resonadores, rayos X, y demás equipamiento específico que requieren una demanda de energía importante, pero de corta duración, por lo que no se ha establecido referencias sobre el uso de los equipamientos específicos.

Se han detectado los principales usos de la energía en términos generales del edificio como climatización, tanto la parte de calefacción como refrigeración, el abastecimiento de agua caliente sanitaria e iluminación, siendo generalmente una parte importante de la demanda de energía de un edificio.

En este contexto se ha analizado las mediciones y se detectaron dos situaciones diferentes asociadas a la estación climática del año, donde los registros muestran comportamientos muy diferentes, por lo que para el análisis se presentan los registros de una semana en la época de verano y otra en otoño.

En el siguiente gráfico se muestra el registro de consumo horario del día 8 al 14 de diciembre del 2022, correspondiendo a la época de verano donde se registran los mayores consumos del año de acuerdo con el análisis histórico.

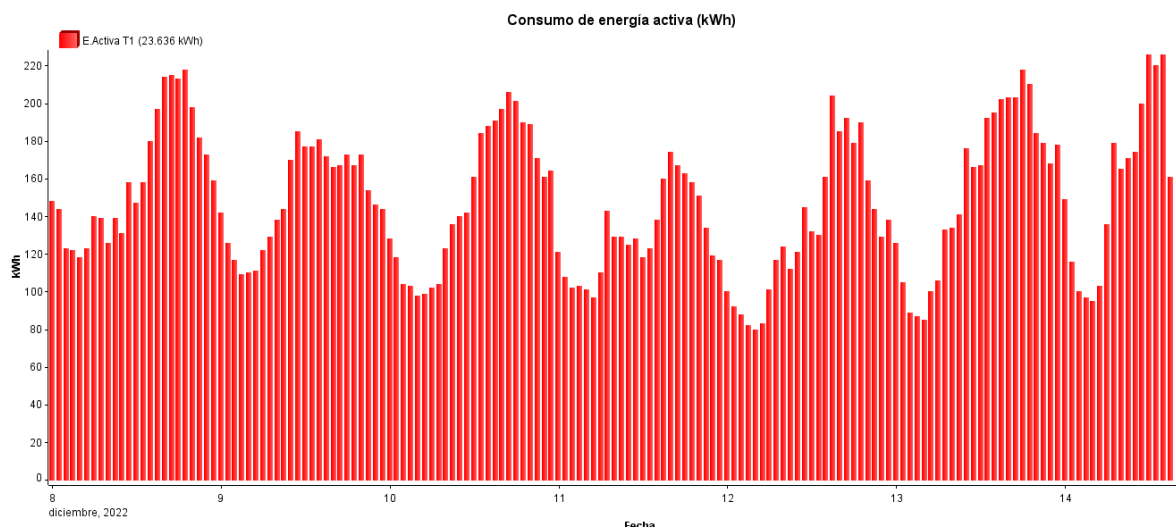


Figura 8: Consumo de energía activa (kWh) - Hospital de Cipolletti

Los consumos eléctricos de un hospital están asociados a las particularidades de cada día y la demanda de pacientes, sin embargo, se puede identificar que hay un mínimo de consumo en el horario de la madrugada debido a la reducción de servicios hasta las 6 am que se genera el cambio de horario de personal y un aumento progresivo de actividad dentro del hospital. Este aumento se

traduce en una mayor demanda que se va incrementando hasta el horario de la tarde donde consigue su máximo y vuelve a disminuir en el horario nocturno para repetirse la misma tendencia todos los días de la semana. Los días domingo generalmente presentan un consumo menor que el resto de los días debido a que hay menos movimiento en el hospital y menor personal de salud. Los consumos específicos son diferentes cada día por la particularidad que puede haber en la operativa del hospital, sin embargo, a grandes rasgos se puede observar una tendencia similar que se repite todos los días.

Los máximos diarios registrados en la época de verano oscilan entre los 220 kWh observados entre las 14:00 horas y las 18:00 horas ya que en estos horarios se presentan la mayor cantidad de servicios activos del hospital y la mayor demanda de pacientes provocando la necesidad de un mayor consumo. En referencia a los mínimos, los valores se encuentran cercanos a 100 kWh asociando estos horarios a las guardias y emergencias que hay en el hospital en horarios nocturnos. Cabe aclarar que es normal que todas las noches haya actividad en el hospital, sin embargo, con diferentes demandas de servicios que impactan en la demanda de energía.

Como se mencionó anteriormente, la época de otoño presenta consumos diferentes al registrado en verano, por lo que a continuación se presentan los registros de consumo horario del 17 al 23 de abril del 2023.

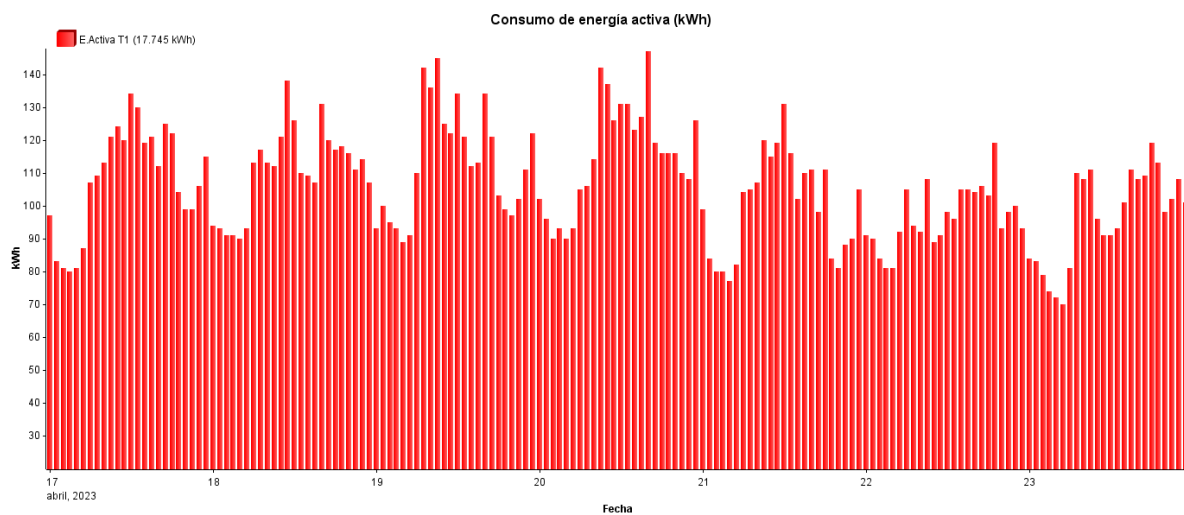


Figura 9: Consumo de energía activa (kWh) - Hospital de Cipolletti

Las fluctuaciones de los consumos en esta época del año se mantienen similares, pero con una menor demanda de energía eléctrica ya que los picos máximos son de 140 kWh en momentos puntuales y un promedio de 120 kWh en las horas de mayor actividad en el hospital. Además, estas diferencias también se

ven reflejadas en los mínimos donde se registran valores entre 80 kWh y 90 kWh, siendo estos valores muy similares a los registrados en verano.

Otra parte importante de la energía es la reactiva que demanda el sistema, por lo que a continuación se presenta la energía activa y reactiva registrada por hora en el hospital de Cipolletti en las semanas del 8 al 14 de diciembre del 2022 y del 17 al 23 de abril del 2023.

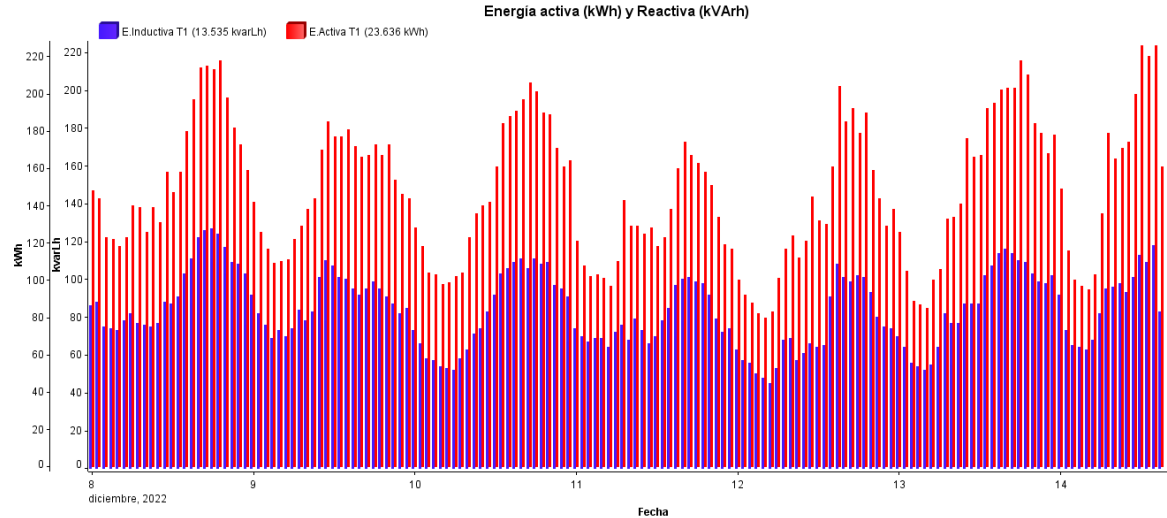


Figura 10: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVArh) - Hospital de Cipolletti - Verano

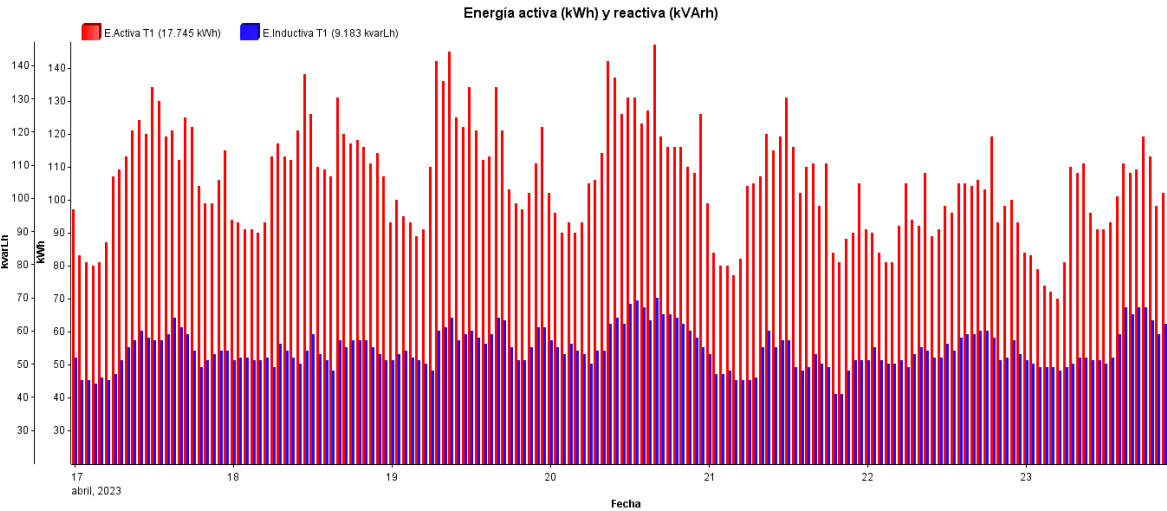


Figura 11: Energía activa (kWh) y Reactiva (kVArh) - Hospital de Cipolletti - otoño

Los registros de las semanas de verano y otoño presentan diferencias en la energía reactiva demandada principalmente en los momentos de aumento de

energía activa. Durante el verano, la reactiva acompaña el aumento de la activa mostrando que dichos aumentos se asocian a cargas inductivas mientras que, en la semana de otoño, la reactiva se mantiene relativamente constante sin acompañar la variación de energía activa dejando en evidencia que dichos consumos no están asociados a equipamientos que demanden energía reactiva para su funcionamiento. En base a esta información se puede deducir que los equipos de refrigeración son los que generan las fluctuaciones en verano mientras que la base de reactiva observada en otoño se mantiene durante el año pudiendo ser de bombas, tubos fluorescentes, entre otros equipamientos que demandan este tipo de energía.

Para evaluar la relación entre estas energías se presentan los valores de Coseno de Phi para la semana de verano y otoño para mostrar como impactan estas variaciones estacionales.

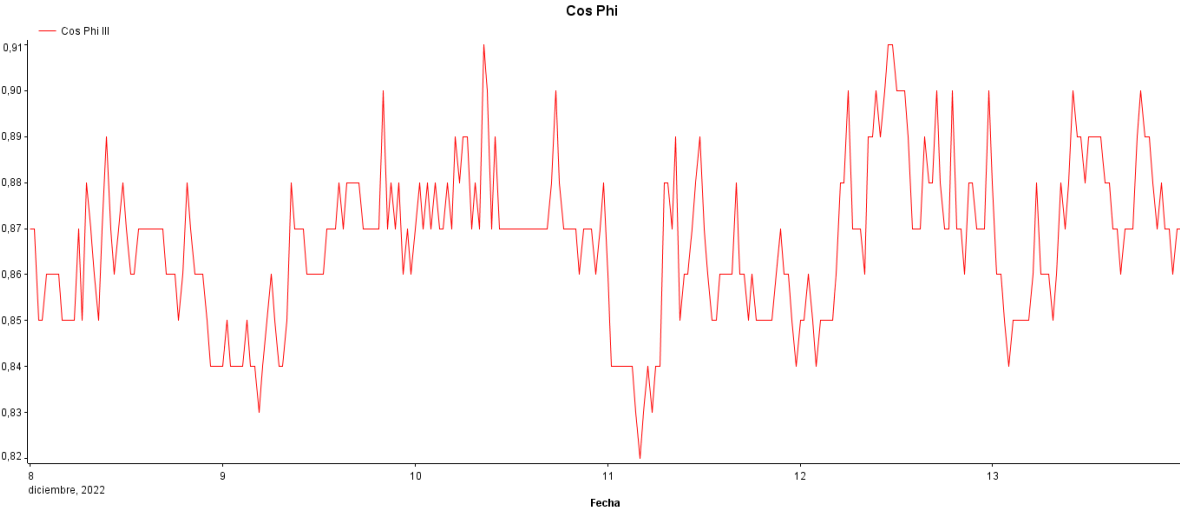


Figura 12: Coseno Phi - Hospital de Cipolletti – Tablero principal - verano

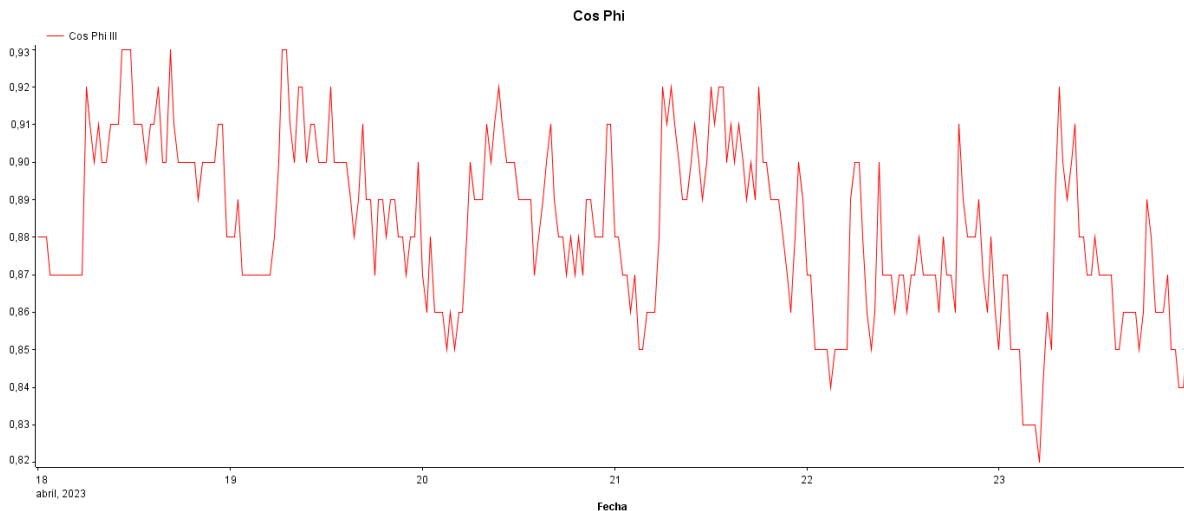


Figura 13: Coseno Phi - Hospital de Cipolletti - Tablero principal - Otoño

El valor mínimo aceptable de Cos Phi para un sistema eléctrico es de 0,85 o su valor equivalente de Tangente Phi es de 0,62. En las dos semanas analizadas los valores se encuentran por encima de estos valores, salvo casos puntuales que alcanzan valores de 0,82, mostrando una buena relación entre las energías activas y reactivas sin un impacto significativo en los cambios del perfil de consumo debido a la estacionalidad.

Es importante destacar que la relación entre las energías se debe mantener en los valores aceptables para garantizar un uso adecuado del sistema eléctrico y no generar sobrecarga del sistema. Las mediciones en el tablero principal pueden confirmar que las cargas inductivas se encuentran compensadas adecuadamente y no generan un riesgo para el sistema eléctrico.

En los hospitales se cuentan con muchos equipamientos específicos que pueden ser trifásicos o monofásicos, por lo que el balance de cargas por fase es importante para mantener la integridad de la instalación eléctrica como así también de los equipamientos.

Un sistema trifásico desequilibrado puede provocar que los motores y otras cargas trifásicos experimenten un rendimiento bajo o fallos asociados a un mayor esfuerzo mecánico en los motores, corrientes más altas de lo normal, entre otras complejidades que afectan el correcto funcionamiento de los artefactos. Las cargas deben dividirse de manera equivalente en todas las fases de un tablero, si una cuenta con un aumento en la demanda de corriente en comparación con las otras, la tensión será más baja en esa fase. Los transformadores, motores trifásicos y equipos electrónicos alimentados por ese tablero pueden calentarse, ser más ruidosos de lo habitual, vibrar excesivamente e incluso sufrir fallos prematuros.

A continuación, se presentan las corrientes por fase de una semana representativa.

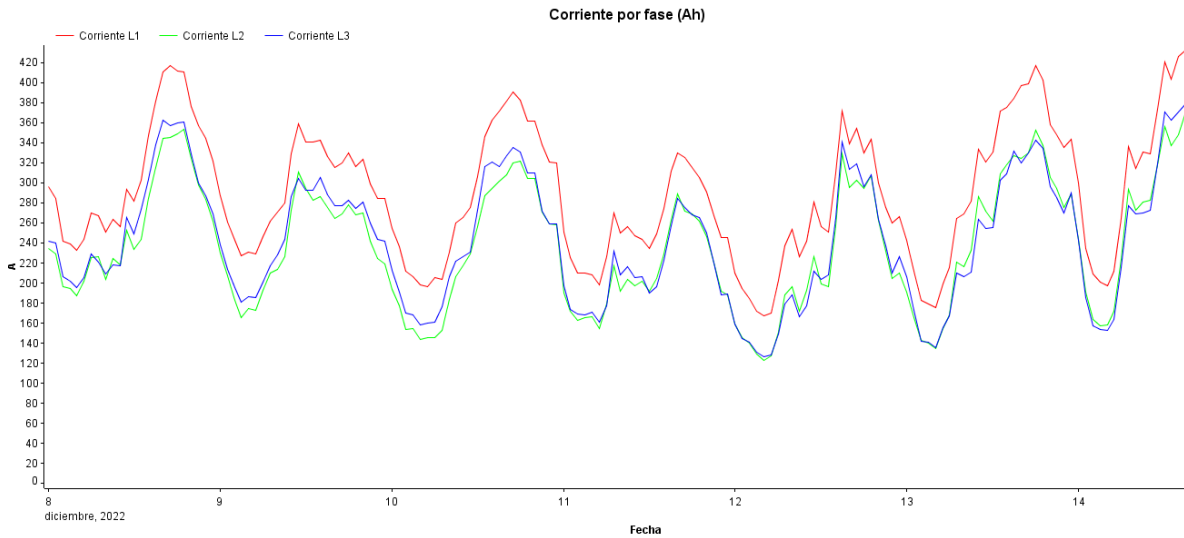


Figura 14: Corriente por fase (A)

La fase L1 presenta valores más elevados que las otras fases de forma sostenida en el periodo de registro mientras que las fases L2 y L3 se comportan similares. Se presentan los valores consolidados por día de las corrientes por fase, el promedio y el desbalance que puede ser estimado como la máxima desviación entre las tres fases del promedio de corrientes trifásicas, dividido por el promedio de corriente trifásico, expresado en porcentaje.

Tabla 4: Corrientes por fase, promedios y desbalance - Verano/Otoño

Fecha	Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Corriente L3 (A)	Promedio corriente (A)	Desbalance (%)
8/12/2022	312,6	259,6	268,3	280,2	12%
9/12/2022	293,7	238,8	249,9	260,8	13%
10/12/2022	291,2	232,9	246,3	256,8	13%
11/12/2022	258,1	209,5	212,1	226,5	14%
12/12/2022	258,3	210,0	212,2	226,8	14%
13/12/2022	304,9	251,3	246,4	267,5	14%
14/12/2022	250,1	209,0	208,5	222,6	12%
Fecha	Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Corriente L3 (A)	Promedio corrientes (A)	Desbalance (%)
17/4/2023	201,6	170,9	165,7	179,4	12%
18/4/2023	205,5	171,2	171,5	182,7	12%

19/4/2023	214,2	178,8	169,5	187,5	14%
20/4/2023	225,9	177,7	176,9	193,5	17%
21/4/2023	198,1	152,0	150,9	167,0	19%
22/4/2023	187,1	154,5	154,3	165,3	13%
23/4/2023	189,4	156,3	152,7	166,1	14%

No existe un valor de referencia para el desequilibrio de carga en corriente de un circuito eléctrico, sin embargo, es sabido sus efectos son contraproducentes, por lo que los porcentajes de desbalance indicados pueden servir como indicadores para futuras mediciones y corroborar el balance de cargas en caso de incorporaciones de equipos monofásicos al circuito. Existen recomendaciones de que estos desbalances no superen el 30% para evitar inconvenientes en el sistema eléctrico, sin embargo, esto depende del tipo de equipamiento que se tenga en la institución. Considerando que es una institución de salud y los equipamientos pueden ser muy sensibles a la calidad de la energía se recomienda realizar un estudio más detallado sobre el desbalance de cargas en los circuitos seccionales donde se encuentran los equipamientos más sensibles.

Por otra parte, estas diferencias de corrientes impactan sobre la tensión de cada fase, pudiendo generar un desbalance de tensión que impacta en las cargas trifásicos del sistema. La norma IEC 61000-2-2 y la IEEE 1159 establecen que este desbalance de tensión no debe superar el 2%. El personal de mantenimiento ha mencionado que han tenido inconvenientes en equipos electrónicos por el desbalance de tensión, sin embargo, no han verificado este diagnóstico por lo que son suposiciones.

Las diferencias existentes entre las semanas de verano y otoño pueden estar asociadas a la disminución de las corrientes y por ende los impactos de las cargas monofásicas toman mayor relevancia en el periodo de otoño. Para detectar el origen de estos desbalances se debe realizar un relevamiento minucioso sobre los equipos monofásicos, identificar la fase de alimentación y tener el detalle de las horas específicas de uso para poder identificar el impacto que genera en el circuito eléctrico.

Las distorsiones de tensión y corriente ocasionadas por cargas no lineales generan deformaciones en la onda. Para identificar los límites se tendrá como referencia la norma IEC/EN 61000-2-2.

Para la distorsión armónica total de tensión THD(V), que permite evaluar la deformación de la onda de tensión, la norma mencionada establece los siguientes valores de referencia:

Tabla 5: Valores de referencia de THD(V) – Norma IEC/EN 61000-2-2

Valor THD(V)	Comentarios
THD(V) < 5 %	Deformación insignificante de la onda de tensión: poco riesgo de sufrir fallos de funcionamiento.
5 % < THD(V) < 8 %	Deformación significativa de la onda de tensión: riesgo de calentamiento y de sufrir fallos de funcionamiento.
8 % < THD(V)	Deformación significativa de la onda de tensión: existe un riesgo elevado de sufrir fallos de funcionamiento a menos que la instalación ya se haya calculado y dimensionado teniendo en cuenta este nivel de deformación.

Por otra parte, la distorsión armónica total de corriente THD(I) permite evaluar la deformación de la onda de corriente y la norma establece los siguientes valores de referencia.

Tabla 6: Valores de referencia de THD(I) – Norma IEC/EN 61000-2-2

Valor THD(I)	Comentarios
THD(I) < 10 %	Corrientes armónicas débiles: poco riesgo de sufrir fallos de funcionamiento.
10 % < THD(I) < 50 %	Corrientes armónicas significativas: riesgo de calentamiento, sobredimensionado de las fuentes.
50 % < THD(I)	Corrientes armónicas muy importantes: riesgo casi seguro de sufrir fallos de funcionamiento, degradación y calentamientos peligrosos a menos que la instalación se haya calculado y dimensionado teniendo en cuenta este tipo de restricciones.

En la siguiente gráfica se pueden observar los registros de las ondas y los porcentajes de distorsión por fase en un ciclo en verano y otoño.

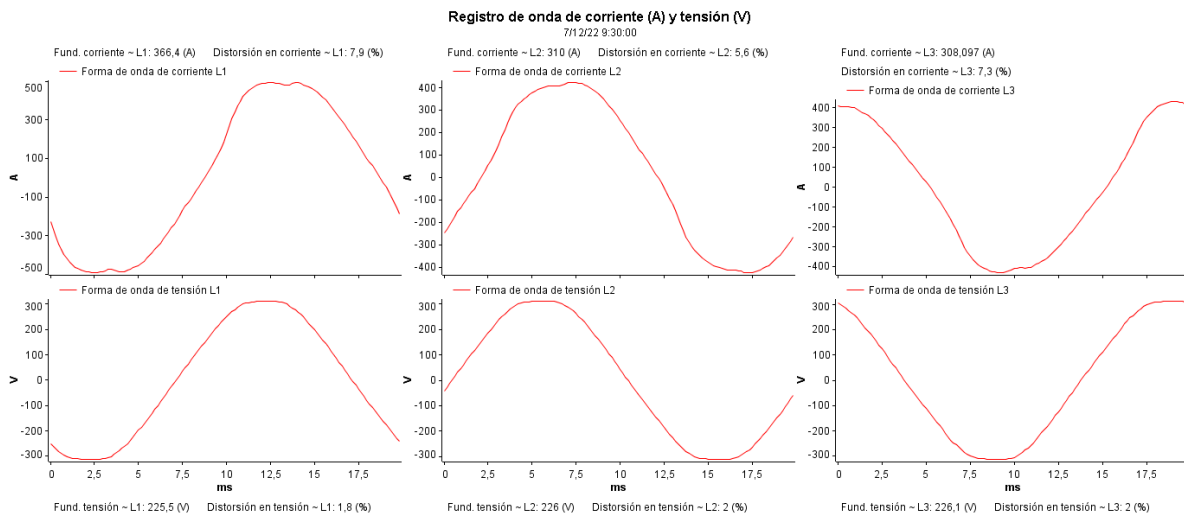


Figura 15: Registros de las ondas y los porcentajes de distorsión por fase - verano

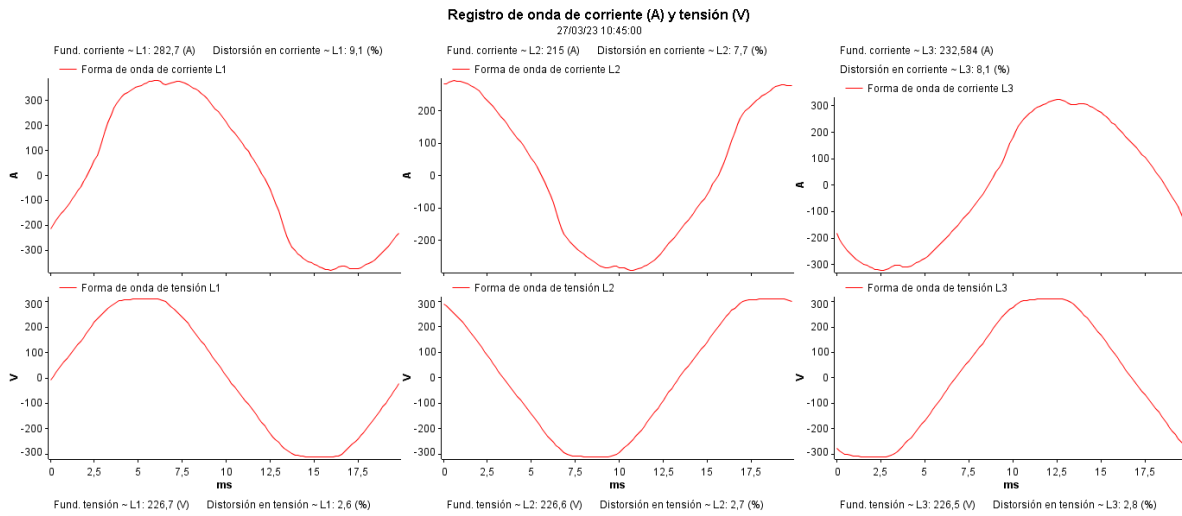


Figura 16: Registros de las ondas y los porcentajes de distorsión por fase - otoño

La fase L1 presenta el grado de distorsión más elevado (7,9% y 9,1%) y puede estar asociado a la mayor cantidad de cargas monofásicas no lineales conectadas a este circuito. A pesar de esto, los valores son aceptables ya que no superan el 10% de distorsión de corriente.

La deformación en tensión también se encuentra dentro de los límites recomendados por la Norma (THD<5%).

2.2.2 Climatización

Los sistemas de refrigeración demandan una importante energía para poder mantener las temperaturas de confort, ya que en verano las condiciones ambientales son extremas con temperaturas muy elevadas principalmente en los horarios de la tarde. Los cambios de consumo entre verano y otoño se podrían asociar a los sistemas de refrigeración del edificio, ya que durante el día se ha detectado una reducción importante en los consumos, momento en que se tiene mayor uso de los aires acondicionados, mientras que en las horas nocturnas los registros son similares a los obtenidos en verano donde los sistemas de refrigeración no suelen estar funcionando por el descenso de la temperatura ambiente.

Para corroborar dicha información se ha realizado un relevamiento de los equipamientos principales de refrigeración utilizados en verano e indagado las formas de uso para poder estimar la demanda de energía. El hospital cuenta con un sistema de equipos de refrigeración centralizado que climatiza gran parte de las instalaciones del hospital a través de ductos de ventilación que son distribuidos por los distintos sectores. Dentro de estos equipos se pueden identificar dos equipos

rooftop 50TJN-120 con una capacidad de refrigeración de 12,5 TR, lo que equivaldría a 37.500 frigorías/hora (F/h), y una potencia eléctrica de todos los componentes de 14,8 kW por equipo.



Figura 17: Equipo Rooftop

Estos equipos son compactos de alta eficiencia con sistemas de regulación interna que permiten ajustar las variables de compresión, refrigeración y demás aspectos que impactan en el rendimiento del equipo. Al ser equipos complejos, su mantenimiento suele estar tercerizado con la intención de generar un plan preventivo y evitar sacar fuera de servicio estos artefactos.

Sumado a estos equipos de climatización se han observado 6 unidades condensadoras de flujo vertical de refrigeración Goodman CKF70 – SPA, los cuales están diseñados para operar con una alta eficiencia garantizando un consumo aceptable para el trabajo realizado. Tienen una capacidad de 18.000 F/h, dando un total de refrigeración de 108.000 F/h distribuidos por ductos de ventilación a los distintos sectores. Su funcionamiento está asociado únicamente en la época de verano donde las temperaturas ambientales son elevadas y se requiere refrigerar para alcanzar un clima confortable para el personal del hospital como también para los usuarios/pacientes. La potencia eléctrica del equipo de acuerdo con el fabricante

es de 7,11 kW en donde se contempla el compresor, soplador interno y ventilador exterior de la unidad.



Figura 18: Equipo Goodman CKF70 – SPA

La potencia total instalada de los principales equipos de refrigeración es de 72,26 kW, los cuales tienen un factor de uso de acuerdo con las particularidades del equipo y los ambientes. Los termostatos de estos equipos están seteados en 24°C de forma permanente, siendo el personal de mantenimiento el que tiene acceso a la regulación de la temperatura de confort. En estas condiciones se establece un factor de uso de los sistemas de refrigeración en base a la información recopilada por el personal de mantenimiento, los registros históricos de temperatura del aeropuerto de la ciudad de Neuquén en los meses comprendidos entre noviembre 2021 y abril 2022 obtenidos en el Servicio de Información Meteorológica de www.ogimet.com que utiliza datos disponibles en la red de forma pública, fundamentalmente de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Departamento of Commerce de Estados Unidos y los consumos históricos de este mismo periodo. Con esta información se realizaron las mismas comparaciones entre el servicio de información meteorológica y los registros de consumo obtenidos por el analizador de redes del mismo periodo 2022 – 2023 para identificar el impacto de estos equipos.

El factor de uso relaciona las temperaturas máximas y mínimas ambientales registradas por día, la temperatura de seteo del equipamiento y los consumos históricos dando como resultado los valores detallados en la siguiente tabla.

Tabla 7: Estimación de consumo de sistema de refrigeración

Periodo	Potencia instalada (kW)	Factor de uso	Horas del mes (hs/mes)	Consumo estimado (kWh/mes)	Consumo facturado del periodo (kWh/mes)	Consumo por refrigeración (%)
nov-21	72,26	0,5	720	26014	94656	27%
dic-21	72,26	0,7	744	37633	113568	33%
ene-22	72,26	0,8	744	43009	130848	33%
feb-22	72,26	0,6	672	29135	101952	29%
mar-22	72,26	0,4	744	21505	81888	26%
abr-22	72,26	0,1	672	4856	75936	6%

Los meses de diciembre y enero son los periodos de mayor demanda eléctrica para la refrigeración representando un tercio de los consumos totales. Es importante destacar que estas estimaciones se han realizado en base a los equipos de mayor envergadura del hospital, dejando fuera del análisis los aires acondicionados Split instalados en diferentes sectores debido a la variabilidad de uso, por lo que este porcentaje puede ser mayor.

Para verificar que esta estimación es semejante al periodo 2022-2023 se han realizado entrevistas con el personal del hospital para evaluar la variabilidad de actividades que pueden llegar a tener en base a la estación del año. De acuerdo con los recopilado, las variaciones pueden existir entre el verano y el otoño suelen estar más asociadas al día de la semana por las distintas actividades específicas que se brindan y no tanto a la época del año, ya que la demanda del servicio de salud es permanente. Si existe una diferencia en la época de invierno donde suelen tener mayor movimiento de pacientes por las bajas temperaturas ambientales que impactan en la salud de las personas, sin embargo, en este análisis no se contempla dicha estación.

Bajo esta premisa, se ha realizado una comparativa entre dos lunes, uno en la época de verano y otro en otoño con la intención de ver el consumo eléctrico cada 15 minutos y poder identificar el impacto de los sistemas de refrigeración.

Para el día de verano se ha seleccionado el día 12 de diciembre de 2022 que se han registrados temperaturas promedio superiores a las de seteo de los equipos de refrigeración y con máximas que superaban los 37°C. Por otro lado, el día de otoño seleccionado es el lunes 24 de abril de 2023 con registros de temperaturas medias de 16°C y máximas similares a las temperaturas de seteo.

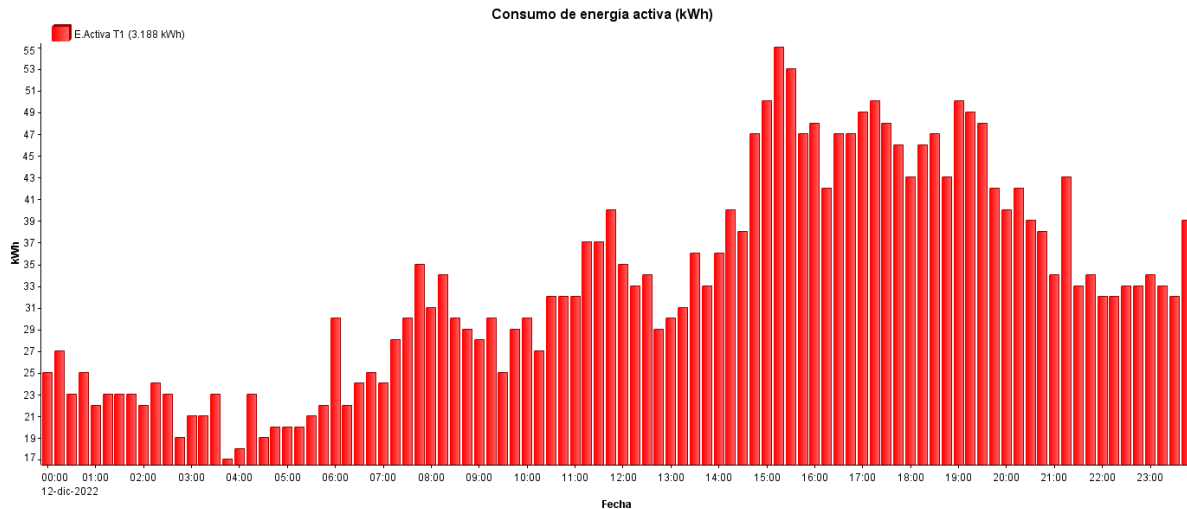


Figura 19: Consumo de energía activa (kWh) - verano

Se presentan las variaciones de consumo del día 12 de diciembre, donde los consumos en las primeras horas del día son de 23 kWh con un mínimo puntual de 17 kWh para luego comenzar a aumentar a partir de las 06:00 horas de manera sostenida hasta las 14:00 horas que se alcanza el máximo. A las 08:00 y 11:00 horas se puede visualizar picos de demanda puntuales, los cuales no se pudo asociar a una actividad específica. A partir de las 14:00 horas los consumos son máximos con pequeñas fluctuaciones mantenido una demanda promedio de 50 kWh y consumos puntuales de 55 kWh hasta las 20:00 horas que comienza a descender el consumo debido a la disminución de pacientes y servicios del hospital. Ésta última etapa del día puede ser fluctuante dependiendo de la demanda específica pero generalmente a las 22:00 se suele estabilizar el consumo con valores levemente superiores a los de madrugada debido a los pacientes que todavía quedan del día y la inercia térmica que hace que los sistemas de refrigeración sigan funcionando hasta el fin del día.

En el siguiente gráfico se presenta los consumos eléctricos cada 15 minutos del 24 de abril de 2023.

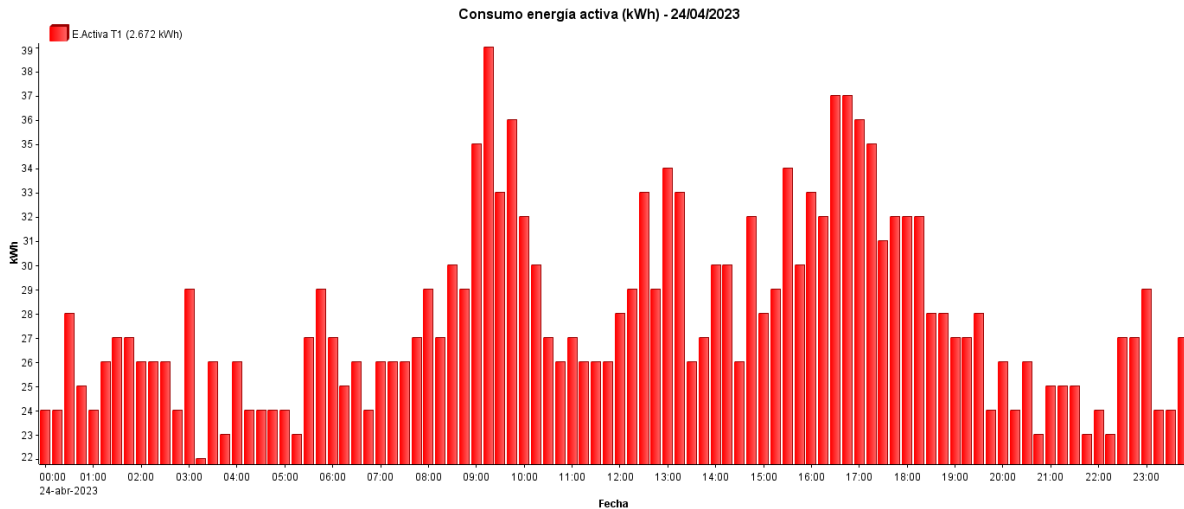


Figura 20: Consumo de energía activa (kWh) - otoño

Si analizamos los consumos del día 24 de abril de 2023 podemos ver que las primeras horas del día los consumos son similares a los de verano mientras que el pico de consumo durante la mañana se da a las 09:00 horas, sin embargo, este horario suele variar y está asociado al aumento de demanda de los pacientes y servicios. Donde se comienza a observar diferencias más importantes es durante la tarde, ya que en otoño los consumos no superan los 40 kWh con valores promedios de 34 kWh. Por otra parte, al no contar con un consumo elevado de base como pueden ser los sistemas de refrigeración, las fluctuaciones diarias son más notorias siendo una buena época para desarrollar un análisis más específico de algún sector. Por último, al igual que en el verano, los consumos descienden hasta las 20:00 horas donde se mantiene en valores cercanos a los 25 kWh, valores inferiores a los registrados en verano.

Estas diferenticas entre estaciones se deben a los sistemas de refrigeración ya que las actividades desarrolladas en el hospital son similares en las dos épocas de año. Al tener los registros se puede cuantificar el impacto de dichos equipamientos y verificar si las estimaciones con los registros históricos son correctas. Para esto se presenta una comparación de la semana de verano y otoño analizado en un mismo gráfico.

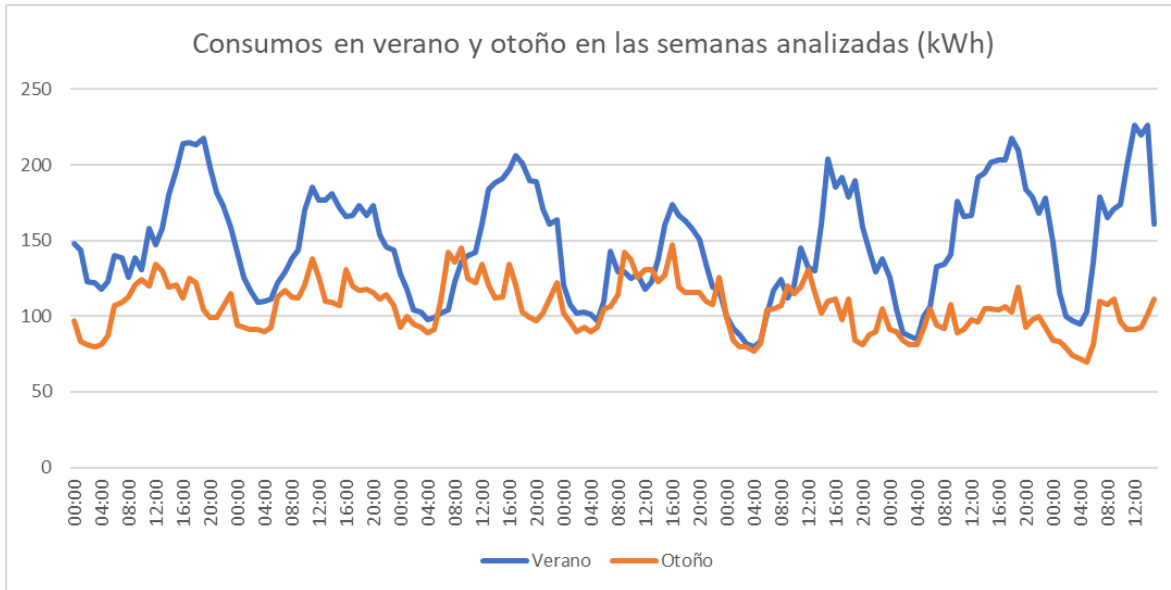


Figura 21: Comparativa de consumos de verano y otoño

Los registros de las dos semanas analizadas nos permiten ver que las principales diferencias en los consumos se encuentran en horarios de la tarde-noche siendo valores similares a inicios del día. Como se dijo anteriormente, en los horarios de la tarde las temperaturas ambientales son elevadas generando la necesidad de mantener los sistemas de refrigeración encendidos constantemente para lograr la temperatura confort. En estos momentos las diferencias entre las semanas de verano y otoño son de 80 kW a 90 kW, valores levemente superiores a la potencia instalada de los principales equipos de refrigeración. Se recuerda que los equipos Split no fueron relevados ya que no se contaba con el registro de seteo y las horas de uso estimadas por lo que se dejaron fuera del análisis pudiendo ser los responsables de estas diferencias.

Este análisis permite visualizar que las diferencias entre las estaciones están asociada principalmente a los sistemas de refrigeración y que las estimaciones realizadas con los consumos históricos se asemejan a la realidad.

2.2.3 Iluminación

El hospital cuenta con distintos equipos de iluminación, siendo muy variado el tipo y potencia de cada artefacto. Sumado a esto, existen muchas luminarias que han sido reacondicionadas debido a la falta de repuestos originales y se han reacondicionado con otras luminarias. Esta condición de variabilidad en tecnología, artefacto y reacondicionado complejiza el relevamiento, por lo que se ha optado por realizar la identificación de las luminarias en los planos del edificio y estimar un

consumo en base a la información de uso que nos brinda el personal de mantenimiento del hospital.

Se han identificado 650 artefactos de iluminación distribuidas en el interior del hospital en donde el 70% tienen dos luminarias, ya sea de tubo o lámpara con una potencia original de 36W por luminaria, el 25% también cuenta con dos luminarias con una potencia original de 26W y el restante 5% son artefactos con una única luminaria con una potencia original de 150W. La política de mantenimiento del hospital en las luminarias establece que al momento de recambio por falta de funcionamiento se debe reemplazar por tecnología LED, por lo que en la actualidad se tiene tecnologías mixtas con un grado de recambio del 60%.

Con esta información y los horarios de uso proporcionado por el personal de mantenimiento se puede realizar una estimación del impacto que tiene la iluminación en el consumo total del edificio. El hospital trabaja todos los días del año, las 24 horas del día y generalmente las luminarias se encuentran encendidas, pudiendo tener sectores específicos que se utilizan a demanda. Es por esto que se ha considerado que los artefactos embutidos tienen un factor de uso de 0,8 con un grado de simultaneidad de 0,8 debido a que gran parte están ubicados en espacios comunes con uso continuo. Los artefactos embutidos circulares se ha asignado un valor de uso de 0,7 y factor de simultaneidad de 0,6 debido a que se pueden ver en áreas u oficinas específicas las cuales tienen un uso diferente a las áreas comunes. Por último, los artefactos colgantes se ha asignado un valor de uso de 0,5 y factor de simultaneidad de 0,4 debido a que tienen menor cantidad de horas de uso y para usos más particulares.

Tabla 8: características y usos de las luminarias

Artefacto	Tipo	Potencia original (kW)	Cantidad	Horas de uso/mes	Factor de simultaneidad	Consumo estimado (kWh/mes)
Artefacto embutido	Tubo fluorescente	0,072	91	584	0,8	3.061
Artefacto embutido	LED	0,036	137	584	0,8	2.296
Artefacto embutido	Lámpara fluorescente	0,072	91	584	0,8	3.061
Artefacto embutido	LED	0,036	137	584	0,8	2.296
Artefacto modular circular	Lámpara fluorescente	0,052	65	438	0,6	888
Artefacto modular circular	LED	0,026	98	438	0,6	666
Artefacto colgante	Lampara HQI	0,15	13	365	0,4	285
Artefacto colgante	LED	0,04	20	365	0,4	114
Consumo total						12.667

La iluminación de los edificios de salud suele ser un consumo importante de energía eléctrica debido a las grandes dimensiones de los edificios y la gran cantidad de horas de uso de cada artefacto. De acuerdo con los datos bibliográficos se estima que la iluminación representa entre un 10% y un 20% dependiendo del periodo analizado con una proyección a que estos valores vayan disminuyendo mientras se realiza el recambio por tecnología LED. Los valores alcanzados se encuentran en este porcentual, teniendo valores cercanos al 16% en los meses de menor consumo y se reduce a un 10 % en la época de verano donde los consumos son más elevados.

Es complejo realizar el impacto de la iluminación en el tiempo debido a varias remodelaciones que se hicieron en el edificio, con ampliaciones, incorporación de nuevos sectores y nuevas actividades que impactan en el consumo y aportan nuevos artefactos de iluminación. Por esta razón es que los valores alcanzados no representan con exactitud la demanda eléctrica por iluminación sin embargo corrobora que es una categoría importante en la demanda de energía eléctrica. Además, estos cálculos son mensuales y se han definido valores promedios sin considerar las diferencias entre estaciones y el aprovechamiento de la luz natural ya que la iluminación artificial suele estar encendida constantemente cuando se utilizan los espacios de trabajo.

2.2.4 Aire comprimido

El aire comprimido médico en hospitales ayuda a respirar a los pacientes, impulsa herramientas e instrumentos quirúrgicos y médicos, suministra sistemas de anestesia y unidades de alimentación de techo y es parte de muchos procesos de tratamiento diferentes. Por esta razón es una demanda permanente que tiene el hospital y para esto cuentan con una sala de compresión con un circuito de succión y otro de aspiración donde cada uno de ellos está conformado por dos compresores en paralelo. Originalmente cada circuito estaba diseñado para trabajar con un solo compresor mientras que el otro quedaba de resguardo por fallas o mantenimiento del equipo en uso. En la actualidad se encuentran funcionando los dos equipos en cada circuito sin quedar ninguno como resguardo debido al aumento de demanda y una reducción de eficiencia de los equipos por falta de mantenimiento.



Figura 22: Sistema de compresión

El sistema de compresión consiste en cuatro motores de 5,5 kW los cuales se mantienen encendidos gran parte del día para cubrir la demanda de los distintos sectores. La presión de trabajo es de arranque de 6 kg y parada de 8,5 kg. Con la intención de estimar los consumos de este sector se ha designado un factor de uso de 0,8 para ser conservadores ya que el personal de mantenimiento informa que en pocas ocasiones se detienen los compresores.

Tabla 9: Estimación de consumo eléctrico de sistema de compresión

Instrumento	Cantidad	Potencia (kW)	Factor de uso	Horas/día	Consumo diario (kWh/día)
Motor compresor	2	5,5	0,8	24	211,2
Motor compresor	2	3	0,8	24	115,2
Total					326,4

Este servicio es permanente sin embargo el nivel de impacto en el periodo facturado varía según la demanda puntual de cada mes. Los meses de otoño y primavera son los que menor consumo registran en los datos históricos por lo que la energía utilizada para la compresión de aire representa el 13% del consumo en el mes de abril del 2022. Además, se realizaron las comparativas con los registros realizados por el analizador de redes en el mes de abril del 2023, siendo los valores de consumo muy similares a los del año anterior, por lo que la generación de aire comprimido para el hospital mantuvo el mismo porcentaje.

Además, se realizaron los mismos análisis para el mes de diciembre, donde los consumos históricos muestran que es uno de los meses de mayor consumo, por lo que la etapa de compresión de aire representa un 8% con los datos del 2022. Si se realiza la comparativa con los registros generados para el mes de diciembre 2023, este porcentaje aumenta al 10% debido a que los consumos del mes de diciembre del último año han sido menores a los registrados en 2022.

A pesar de los valores específicos, con este análisis se ha podido mostrar la importancia de la etapa de compresión en los consumos eléctricos y se deberá analizar posibles oportunidades de mejora.

2.3. ANÁLISIS DE CONSUMO GAS NATURAL

El análisis de consumo de gas se realiza en base al relevamiento de los equipos más significativos, sus características y funciones dentro del hospital.

2.3.1 Calefacción

La climatización de los edificios suele ser la principal demanda de gas natural para mantener una temperatura de confort en la época invernal. Para esto se han relevado los sistemas de calefacción del hospital, identificando las potencias de cada equipo y las formas de uso para estimar el impacto sobre el consumo total de este servicio.

Tabla 10: Principales equipos de calefacción

Equipamiento	Categoría	Potencia (kCal/h)	Cantidad
Caldera	Calefacción	35280	15
Caldera	Calefacción	34500	2
Caldera	Calefacción	54000	4
Caldera	Calefacción	7711	1
Caldera	Calefacción	32000	2
Caldera	Calefacción	42000	1

Para estimar el uso de las calderas se ha supuesto un uso similar de todas las unidades y en base a los registros históricos de consumo se definieron los factores de utilización para cada periodo con una temperatura de seteo de 24°C. Los meses considerados para el análisis fueron de mayo a septiembre, ya que los registros históricos de temperatura de la región obtenidos en el Servicio de Información Meteorológica de www.ogimet.com muestran que en estos meses existen temperaturas por debajo de la temperatura de confort, requiriendo utilizar la calefacción. Además, se ha considerado los consumos de gas natural registrados en los meses de verano para identificar cuáles son las demandas que no dependen del sistema de calefacción.

Los registros de temperatura muestran que los meses de junio y julio son los que presentan temperaturas más bajas con máximas que no superan los 18 °C, siendo este valor muy inferior a las temperaturas de confort por lo que el factor de uso de estos periodos se considera 1, es decir que el sistema de calefacción se encuentra permanentemente prendido. Para el mes de mayo el factor de uso se considera 0,8 mientras que para septiembre 0,6 debido a la presencia de temperaturas ambientes más cercanas a la de seteo.

Partiendo de la premisa de que todas las calderas relevadas tienen un uso similar, podemos definir las calorías entregadas totales por el sistema de calefacción y obtener su equivalente en metros cúbicos de gas natural a través de un poder calorífico definido como 9300 kcal/m³, el factor de uso, la potencia instalada y un nivel de eficiencia del 0,85. Se utiliza este poder calorífico ya que es el utilizado por la empresa Camuzzi prestadora del servicio en la región para facturar y la eficiencia de la caldera es obtenida por el fabricante. Sobre este último punto, se considera la eficiencia del fabricante porque se realiza mantenimiento a las calderas todos los años por parte del proveedor del equipo que garantiza su correcto funcionamiento.

Tabla 11: Estimaciones de consumo de sistemas de calefacción

Periodo	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Factor de utilización	0,8	1,0	1,0	1,0	0,6
Consumo de gas natural (m3)	13151	15909	16439	16439	9545
Consumo por calefacción general (%)	73%	66%	68%	79%	71%

Estos valores son de referencia para evidenciar la importancia de los sistemas de calefacción en el consumo de gas natural y poder generar conciencia sobre la importancia de un buen mantenimiento y regulación de los sistemas de calefacción.

Si consideramos los consumos de gas natural en la época de verano y los comparamos con los registrados en invierno, representan el 10% aproximadamente para los meses de junio, julio y agosto mientras que para mayo y septiembre este porcentaje es del 15 % y 18% respectivamente.

Estos valores son coherentes ya que al aumentar la temperatura ambiente el porcentaje de los consumos de gas natural que no corresponden a la calefacción toman mayor relevancia mientras que en la época de invierno este porcentaje disminuye debido al permanente uso de la calefacción.

2.3.2 Agua caliente sanitaria

El abastecimiento de agua caliente en el hospital es muy importante ya que se utiliza constantemente en diferentes áreas y funciones por lo que tiene que estar asegurado el servicio constantemente. Para esto se cuenta con 4 termotanques de 2500 litros cada uno con un quemador de 65.000 kcal/h con un sistema de aislación por fuera para mantener la temperatura del agua y el seteo de la temperatura de los cuatro termotanques es de 60°C.

El personal del hospital puso en conocimiento que los quemadores de estos equipos no reciben ningún tipo de mantenimiento y que originalmente se ha dimensionado para que uno permanezca inactivo para tener un equipo auxiliar frente a posibles fallas o plan de mantenimiento. En la actualidad los 4 artefactos se mantienen en funcionamiento debido a la baja eficiencia de los equipos por no tener un plan de revisión y refacción adecuado.

Con la intención de verificar esta situación se intentó realizar una medición con un analizador de gases de combustión TESTO 300, sin embargo, las instalaciones no cuentan con el orificio de toma muestra en la chimenea debiendo perforar el ducto de salida para poder realizarlo. Considerando la situación se solicita permiso para realizar la perforación de la chimenea y dejar un tapón removible que permita realizar mediciones para este informe y futuras intervenciones, pero no se han conseguido el aval institucional para realizarlo. Todavía se está a la espera de dicha autorización por lo que si se logra realizar se incluirá los resultados para evidenciar la eficiencia de los quemadores.

No se ha logrado obtener información sobre la demanda de agua por lo que las estimaciones de consumo de gas natural asociadas a este servicio no se pueden realizar, ya que se estaría trabajando con un margen de error importante que podría arrojar resultados incorrectos que conlleven a líneas de acción ineficientes.

2.4. Oportunidades de mejora

2.4.1 Monitoreo del factor de potencia

De acuerdo con los registros históricos de consumo la relación de energía activa y reactiva supera los límites máximos establecidos por la legislación, por lo que seguramente han generado penalizaciones en la facturación del servicio eléctrico. En el periodo histórico analizado se observa una paulatina reducción de la tangente de F_i , sin embargo, durante el verano estos valores superaron el máximo permitido. En las mediciones realizadas a través del analizador de redes se pudo observar que estos valores eran inferiores al máximo permisible evitando las penalizaciones en la facturación, pero no se ha podido corroborar con la facturación debido a la falta de información. Es por esta razón que se plantea un monitoreo del factor de potencia para corroborar que se cumplan los límites establecidos por la distribuidora, y en caso contrario, se identifiquen y compensen las cargas inductivas en caso de superar dicho límite.

2.4.2 Plano unifilar de las instalaciones eléctricas

El plano unifilar es un diagrama esquemático que representa de manera simplificada y unidimensional la estructura y conexión de los componentes de un circuito eléctrico teniendo importantes beneficios ya que permite representar de manera clara y ordenada la distribución de los elementos y componentes eléctricos en un sistema, proporciona una visión general del circuito, mostrando las conexiones y los flujos de energía, se identifica fácilmente cada uno de los componentes y dispositivos que conforman el circuito, siendo una parte esencial para el mantenimiento, la reparación y la comprensión global del sistema y permite evaluar la carga eléctrica de manera eficiente, ya que muestra la disposición de los dispositivos de protección, las fuentes de alimentación y los puntos de consumo permitiendo determinar la capacidad y las necesidades de potencia del sistema. Además, al representar la distribución de los conductores y las protecciones, el plano unifilar es una herramienta fundamental para garantizar la seguridad eléctrica pudiendo identificar y corregir posibles fallas o riesgos eléctricos, y asegura el cumplimiento de las normas y regulaciones aplicables.

Considerando que el hospital Dr. Pedro Moguillansky de Cipolletti es relativamente nuevo y el plano unifilar es parte de la documentación técnica de un proyecto eléctrico, se deberá realizar la búsqueda del documento en el expediente referido al edificio (planos, habilitaciones, etc.) y actualizarlo con las ampliaciones que se fueron realizando desde su puesta en marcha. Lograr alcanzar este objetivo requiere compromiso de parte de la gestión de la Institución y por parte del personal del hospital para llevarlo a cabo, eventualmente puede requerirse relevamiento y dibujo por personal técnico especializado con una inversión mínima, ya que la mayoría de los documentos deberían estar disponibles.

2.4.3 Inventario de equipamientos del hospital

El inventario de equipamientos en hospitales es de vital importancia para el mantenimiento adecuado de las instalaciones y para garantizar la calidad y continuidad de la atención médica. Permite a los hospitales tener un registro detallado de los equipos y dispositivos médicos disponibles. Esto facilita la planificación de recursos necesarios para el mantenimiento, como repuestos, herramientas y personal técnico especializado. En base a esto se pueden establecer programas de mantenimiento preventivo para los equipamientos. El mantenimiento regular y oportuno ayuda a prevenir fallas y reduce el riesgo de interrupciones en la atención médica y prolongar la vida útil de los equipos y minimizar los costos asociados con reparaciones mayores o reemplazos prematuros, ayuda a identificar equipamientos obsoletos o que están llegando al final de su vida útil, permitiendo al

hospital planificar la sustitución o actualización de los equipos de manera oportuna, evitando situaciones en las que los dispositivos se vuelven inoperables o inadecuados para las necesidades clínicas actuales. Esto impacta directamente sobre la seguridad del paciente, ya que la disponibilidad de equipamientos en buen estado y en funcionamiento adecuado es esencial para garantizar el servicio de salud.

En la actualidad el sector de patrimonial del hospital ha tenido cambios de personal y la documentación sobre el inventario no se ha podido poner a disposición debido a la falta de documentación y personal que gestione dicho trabajo, por lo que es un punto importante para mejorar ya que brinda información de base para poder desarrollar un plan de mantenimiento adecuado y lograr hacer un seguimiento preciso sobre el funcionamiento del hospital.

Un inventario solo nos será útil si la información que contiene es exacta y actualizada por lo que como mínimo se debe cumplir con estas etapas:

- **Recopilación inicial de datos** – Debe haber una persona o un equipo que se dedique a inventariar todo el material del centro siguiendo los pasos que hemos descrito en los apartados anteriores. En el caso de centros nuevos es aconsejable hacerlo antes de la apertura.
- **Actualización de la información** – Este paso debe realizarse cada vez que cambie algo en el inventario: cuando se compra o se da de baja un equipo o con cualquier cambio o modificación.
- **Revisión anual** – Una vez al año debe comprobarse que la información que contiene el inventario es correcta.

En el caso que el hospital no cuente con ningún sistema para desarrollar el inventario, hacer el seguimiento, las actualizaciones y demás tareas asociadas a este documento, se recomienda avanzar en la recopilación de la información, establecer un sistema de seguimiento manual sobre planillas básicas para luego, una vez obtenida toda la información e identificada la dinámica que tiene el hospital, avanzar sobre un software ajustado a las necesidades específicas de la institución que permita automatizar gran parte de las tareas, simplificando los procesos de actualización y evidenciando el plan de mantenimiento preventivo de cada equipamiento.

La primera etapa de actualización no requiere inversión económica, pero si necesita de una importante inversión de tiempo, ya que la actualización de los inventarios suele ser una tarea tediosa, que requiere recorrer las instalaciones, verificar el estado de cada equipo, los requerimientos para su funcionamiento y

establecer un orden de prioridad de los suministros. En cuanto a la segunda etapa de automatización y desarrollo de software específico es necesario una inversión por el programa que se ajusta a la institución, capacitaciones al personal y el seguimiento del sistema, sin embargo, no se puede adelantar el costo de dicha inversión ya que está asociado a los alcances y objetivos del trabajo.

2.4.4 Registros de mantenimiento

Los registros de mantenimiento son documentos que registran y documentan todas las actividades de mantenimiento realizadas en equipos, maquinarias, vehículos u otros activos de una organización. Los registros de mantenimiento permiten realizar un seguimiento sistemático de las actividades de mantenimiento preventivo realizadas en un activo. Esto implica realizar inspecciones regulares, cambios de piezas, lubricaciones y otros procedimientos para evitar fallas y garantizar el funcionamiento óptimo. Al mantener registros precisos, se puede establecer un calendario de mantenimiento, lo que ayuda a prevenir problemas antes de que ocurran. Además, permite generar un historial de cada equipo con la información sobre las fechas de mantenimiento, los procedimientos realizados, las piezas reemplazadas, los problemas encontrados y cualquier otra observación relevante. Este historial es valioso para comprender el rendimiento pasado de un activo, identificar patrones de fallas recurrentes y tomar decisiones informadas sobre futuras acciones de mantenimiento. El historial facilita la planificación y programación de recursos ya que, al analizar los registros, se puede identificar la frecuencia y el tiempo requeridos para realizar determinadas tareas de mantenimiento. Esto ayuda a asignar los recursos adecuados, como personal, tiempo y materiales, de manera eficiente, lo que a su vez puede optimizar los costos operativos y maximizar la disponibilidad de los activos.

Uno de los problemas descritos por el personal de mantenimiento es la complejidad de transmitir la importancia de los recursos para generar un mantenimiento preventivo. Cada inversión que se realiza en el hospital pasa por una comisión evaluadora que define las prioridades, por lo que hay que justificar cada solicitud de compra. Los registros e historial de mantenimiento de los equipos son una forma de justificar la importancia de una inversión para acceder a los recursos para el mantenimiento preventivo, dando información real, precisa y fehaciente de que lo que se solicita es importante.

Esta oportunidad de mejora no requiere de una inversión inicial, sino la toma de decisión de establecer este plan de mantenimiento en base a registros, debiendo dedicar tiempo para procesar la información, digitalizarla y ponerla a disposición de los que se crea conveniente.

2.4.5 Refrigeración

El hospital cuenta con un sistema de equipos de refrigeración centralizado que climatiza gran parte de las instalaciones del hospital a través de ductos de ventilación que son distribuidos por los distintos sectores. Dentro de estos equipos se pueden identificar dos equipos rooftop 50TJN-120 y 6 unidades condensadoras de flujo vertical de refrigeración Goodman CKF70 – SPA, los cuales están diseñados para operar con una alta eficiencia garantizando un consumo aceptable para el trabajo realizado. Estos equipos demandan el 33% de la energía eléctrica consumida durante el verano, siendo la categoría más relevante de consumo en esta estación. A pesar de esto, sobre estos equipamientos el margen de mejora es mínimo ya que cuentan con un mantenimiento tercerizado que se lleva a cabo todos los años lo que garantiza un correcto funcionamiento. El seteo de la temperatura se encuentra controlado, ya que el personal de mantenimiento es quien tiene acceso a los termostatos de los equipos, unificando criterios con la temperatura de confort.

Los equipos de refrigeración tipo Split instalados en distintos sectores del hospital tienen margen de mejora, ya que la manipulación y uso de estos equipos no se encuentra estandarizada. Esto provoca que las temperaturas de seteo que se utilizan sean inferiores a 20°C generando un uso continuo del equipo y dejando, en algunas ocasiones, los equipos encendidos en espacios sin uso.

Estas situaciones se pueden ir regulando a través de jornadas de sensibilización con la intención de transmitir la importancia de las acciones individuales en la eficiencia del hospital. La metodología para realizar este trabajo puede ser variada, con encuentros presenciales de corta duración, distribuidos por sector, jornadas virtuales con información específica del hospital, auditorías de eficiencia energética que permitan evidenciar los comportamientos incorrectos y poder evidenciar los errores con una mirada constructiva, sin tener una posición de hostigamiento a los empleados.

También se pueden entregar folletos, material gráfico digital e impreso, con la importancia de la eficiencia y los beneficios asociados a la implementación de las buenas prácticas del uso de la energía. Divulgar los indicadores de desempeño de la energía, realizar comparaciones con años anteriores y felicitar a los empleados en caso de haber mejorado o advertir si estos indicadores son mejores para ir generando una conciencia sobre la energía.

2.4.6 Recambio de luminarias

El recambio de luminarias a LED tiene una gran importancia en la eficiencia energética ya que son altamente eficientes en comparación con las tecnologías de

iluminación tradicionales, como las bombillas incandescentes y las lámparas fluorescentes compactas. Los LED consumen menos energía para producir la misma cantidad de luz, tienen un mayor tiempo de vida útil y cuenta con una luz de alta calidad, con una reproducción del color mejorada y una iluminación más uniforme. Estos beneficios tienen impacto en el confort lumínico del hospital y un aporte a la sostenibilidad ambiental contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, debido a su menor consumo energético y su mayor vida útil. En términos de seguridad, la luces LED generan menor emisión de calor, bajando el riesgo de incendios por sobrecalentamiento de los artefactos y mejora el confort térmico en espacios cerrados, aspectos importantes en instituciones de salud.

De acuerdo con el relevamiento el 60% de las luminarias del hospital son de tecnología LED, por lo que existe un plan de recambio en proceso. La metodología que se lleva a cabo es realizar el recambio una vez que la luminaria existente queda fuera de servicio se procede al recambio con tecnología LED, lo que permite hacer un recambio progresivo sin necesidad de generar grandes inversiones y no descartar luminarias en buen estado.

Tabla 12: Impacto económico y energético de recambio de luminarias - Hospital de Cipolletti

Artefacto	Potencia unitaria (kW)	Cantidad de luminarias	Precio unitario por artefacto LED (\$)	Inversión total (\$)	Porcentaje de impacto energético (%)
plafón doble	0,036	364	\$ 350	\$ 127.400	2
plafón doble	0,026	130	\$ 350	\$ 45.500	0,5
Luminaria	0,15	13	\$ 800	\$ 10.400	0,3
Totales		507		\$ 183.300	2,8

El impacto que tendría el recambio del 40% de las luminarias que no son tecnología LED varía según el mes analizado, ya que la proporción del consumo destinado a iluminación varía según la estacionalidad como se mostró en capítulos anteriores. A pesar de esto, se puede definir que el recambio de todas las luminarias a LED generaría una reducción del consumo del 2,8%. Se debe considerar que el importe por el servicio eléctrico contempla el costo de consumo, impuestos variables y fijos, por lo que este porcentaje de impacto será menor en el análisis económico. Al no conocer los importes de cada facturación del servicio no se puede hacer el análisis de tiempo de repago, sin embargo, los costos de inversión son bajos, por lo que se considera una inversión aceptable para los beneficios que trae el recambio.

Es importante mencionar que se recomienda seguir con el plan de recambio establecido por el hospital, el cual contempla el recambio de luminarias una vez que la instalada se daña o queda obsoleta ya que se evita desperdiciar luminarias en buen estado. Los gastos de instalación y reacondicionamiento de las luminarias no se contemplan ya que se considera que el personal de mantenimiento del hospital puede realizar el trabajo, por lo que este costo estaría cubierto.

2.4.7 *Mantenimiento al sistema de compresión de aire*

La sala de compresión cuenta con un circuito de succión y otro de aspiración donde cada uno de ellos está conformado por dos compresores en paralelo. Originalmente cada circuito estaba diseñado para trabajar con un solo compresor mientras que el otro quedaba de resguardo por fallas o mantenimiento del equipo en uso. En la actualidad se encuentran funcionando los dos equipos en cada circuito sin quedar ninguno como resguardo debido al aumento de demanda en el hospital y una reducción de eficiencia de los equipos por falta de mantenimiento.

El mantenimiento de motores eléctricos es esencial para garantizar su rendimiento óptimo y prolongar su vida útil. Aquí hay algunos aspectos clave para tener en cuenta en el mantenimiento de motores eléctricos:

- **Limpieza regular:** Es importante mantener los motores eléctricos limpios y libres de polvo, suciedad y residuos. Puedes utilizar un paño suave y seco o un cepillo para limpiar las superficies exteriores del motor.
- **Inspección visual:** Realiza inspecciones visuales periódicas para detectar posibles signos de desgaste, daños o corrosión en los componentes del motor, como el estator, el rotor, los rodamientos y los cables.
- **Verificación de rodamientos:** Los rodamientos son componentes críticos en los motores eléctricos. Debes verificar regularmente su estado y lubricación. Si detectas ruidos inusuales, vibraciones o calentamiento excesivo, es posible que los rodamientos estén desgastados y deban ser reemplazados.
- **Comprobación del aislamiento:** Realiza pruebas periódicas para evaluar la resistencia del aislamiento del motor. Esto se hace mediante el uso de equipos de prueba especializados para medir la resistencia de aislamiento entre los devanados y la carcasa del motor. Si se detecta un aislamiento deficiente, se deben tomar medidas correctivas.
- **Verificación de la temperatura:** Monitorea la temperatura del motor durante su funcionamiento. Un aumento significativo de la temperatura puede indicar

problemas de sobrecarga, falta de lubricación o problemas en los rodamientos. Si se detecta un calentamiento excesivo, se deben tomar medidas correctivas.

Establecer un programa de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones regulares, pruebas de rendimiento y tareas de mantenimiento planificadas. Esto ayudará a identificar y abordar problemas potenciales antes de que se conviertan en fallas mayores. Es importante tener en consideración las pautas y recomendaciones del fabricante para el mantenimiento específico de tu motor eléctrico, ya que los procedimientos pueden variar según el tipo y el modelo del motor.

La eficiencia de los motores del circuito de compresión no fue medida, por lo que no se conoce su estado actual, sin embargo, se puede suponer que al no tener ningún tipo de mantenimiento su rendimiento sea menor que el declarado por el fabricante. Como se mencionó anteriormente, esta etapa representa cerca del 10% del consumo del hospital y si se estima que la eficiencia del motor disminuye un 10% debido a la falta de mantenimiento, el impacto en el consumo total de un periodo facturado es menor al 1%. Esto muestra que en términos energéticos el impacto no es importante, sin embargo, si se analiza en el tiempo de vida útil, la falta de mantenimiento puede reducir considerablemente el tiempo real de funcionamiento debido a desgastes por mal funcionamiento, por lo que es indispensable realizar el mantenimiento adecuado. Además de los impactos económicos que acarrea el reemplazo de motores por roturas o fallas, el problema de no tener el servicio de compresión en un hospital puede traer consecuencias más drásticas que conlleven a eventos desafortunados por el hecho de no contar con un buen plan de mantenimiento preventivo.

2.4.8 *Calefacción*

El sistema de calefacción central del hospital está conformado por varias calderas que genera el principal consumo de gas natural durante el año, sin embargo, su uso es estacional debido a las bajas temperaturas. Las calderas cuentan con un mantenimiento tercerizado que se realiza todos los años por una empresa prestadora del servicio, garantizando su correcto funcionamiento. Esto permite mantener los valores de rendimiento definidos por el fabricante, por lo que en este sentido no se han detectado oportunidades de mejora. En cuanto a los usos del sistema de calefacción, cada caldera cuenta con un termostato que permite regular la temperatura de confort a alcanzar en las instalaciones. El personal de mantenimiento es quien controla y regula la temperatura de seteo, siendo 24°C la temperatura establecida para todos los termostatos. Existen casos en que personal

no autorizado modifica dicha temperatura, sin embargo, al momento en que identifican el cambio se corrige y se recuerda a cada sector que la regulación del termostato solo puede realizarla el personal de mantenimiento. Es importante que se tengan identificados los circuitos de calefacción de cada caldera para poder evaluar la temperatura ambiente de cada sector y definir una temperatura adecuada para el personal. En base a este análisis se puede accionar sobre la regulación de temperatura de seteo y/o sobre los usos y costumbres de los espacios calefaccionados, como por ejemplo evitar el exceso de ventilación, cerrar puertas, ventanas, entre otras prácticas que impactan en la temperatura interior del edificio en invierno. La gran circulación de personas en los hospitales dificulta esta tarea, sin embargo, se puede trabajar sobre la identificación de los accesos y aberturas necesarias para tener una renovación de aire adecuada, sin generar pérdidas importantes de la temperatura interior. Para el análisis no se requiere una inversión económica, pero si requiere inversión de tiempo de trabajo para evaluar la situación. El nivel de impacto económico de dichas mejoras seguramente no sea importante debido a que los precios del gas natural son bajos y las mejoras esperables por este tipo de ajustes no suele superar el 10%, que en términos energéticos es importante pero económicamente no es un impacto significativo.

Por otra parte, este tipo de mejoras debe ir acompañada de procesos de sensibilización para afianzar los conceptos de eficiencia energética y mostrar la importancia que el accionar individual sobre el desempeño energético de la institución.

2.4.9 *Agua caliente sanitaria*

El agua caliente sanitaria del hospital se obtiene a través de 4 termotanques de 2500 litros y un quemador de 65.000 kcal/h cada uno, con un sistema de aislación por fuera para mantener la temperatura del agua y un seteo de la temperatura de 60°C.

La principal oportunidad de mejora detectada en el circuito de agua caliente sanitaria es la falta de mantenimiento de los termotanques, ya que a ninguno de los 4 equipos se le realizan trabajos de mantenimiento. Cada componente de un termotanque tiene un desgaste normal debido a su uso, el cual debe ser monitoreado para evitar inconvenientes en su funcionamiento. Este desgaste se puede acelerar si no existe un mantenimiento adecuado del equipo, principalmente en los quemadores. Los principales problemas de deterioro pueden ser la acumulación de suciedad, polvo y residuos de combustión que, obstruyendo los orificios de salida de gas, reducir el flujo de combustible y afectar la mezcla aire-combustible adecuada generando una combustión incompleta y menos eficiente,

impactando en el rendimiento y un aumento en el consumo de combustible. Esta situación sostenida en el tiempo va aumentando la probabilidad de fallas o roturas de los equipos poniendo en riesgo el suministro de un servicio esencial en una institución de salud. Con la intención de verificar esta situación se intentó realizar una medición con un analizador de gases de combustión TESTO 300, sin embargo, las instalaciones no cuentan con el orificio de toma muestra en la salida de los gases de combustión de los termotanques debiendo perforar el ducto de salida para poder realizarlo. Considerando la situación se solicita permiso para realizar la perforación de la chimenea y dejar un tapón removible que permita realizar mediciones para este informe y futuras intervenciones, pero no se han conseguido el aval institucional para realizarlo.

A pesar de esto, se estima que la pérdida de rendimiento de los quemadores puede ser entre 10% y 15% debido a que nunca se han realizado limpieza y revisión de sus componentes, sin embargo, se deberá realizar el muestro para verificar dicha situación. Suponiendo estos porcentajes de mejora, en términos energéticos es una mejora importante ya que en épocas de verano el abastecimiento de agua caliente es uno de los principales consumos, pero en la demanda anual de gas natural no tendría grandes impactos ya que el consumo más importante de gas natural es por la calefacción en época de invierno. En este caso, la mejora tendrá un impacto más importante en el aseguramiento del servicio de agua caliente sanitaria de manera continua y segura para el personal del hospital como también para sus pacientes, por lo que su intervención es fundamental para evitar incidentes en el abastecimiento de este servicio. Se recomienda incorporar un termotanque más para tenerlo como respaldo e ir haciendo mantenimiento preventivo.

Con respecto a la temperatura de seteo de los termotanques se considera adecuada, ya que 60°C permite cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria. Considerando que por cada 10°C de reducción de temperatura del agua caliente supone una disminución del consumo de energía del 15% por lo que se podría llegar a pensar en disminuir la temperatura de seteo, sin embargo, no se recomienda ya que con temperaturas más bajas se corre el riesgo de la proliferación de Legionela. Esta bacteria está presente en el agua y para que se reproduzca y se convierta en un problema, generalmente se requieren condiciones específicas como una temperatura del agua favorable para el crecimiento bacteriano (generalmente entre 20 °C y 45 °C), la presencia de biofilm (capa de bacterias y otros microorganismos) en las superficies internas del termotanque y la presencia de nutrientes para que las bacterias se alimenten. Para evitar esta situación es necesario operar con una temperatura de 60°C, lo cual permite tener un margen de seguridad para evitar su proliferación, un mantenimiento adecuado del termotanque, especialmente aquellos que no se utilizan habitualmente. Este último punto no es un riesgo para el hospital

ya que los termotanques se mantienen en funcionamiento permanente por lo que la temperatura es la variable más importante para evitar este problema. En caso de incorporar un equipo de respaldo asegurar la integridad del termotanque en su tiempo de reposo.

2.5. Indicadores de desempeño

Los indicadores de desempeño energético en hospitales son herramientas utilizadas para evaluar y medir la eficiencia energética de un hospital en relación con su consumo de energía y su rendimiento en términos de sostenibilidad. Estos indicadores pueden ayudar a identificar áreas de mejora y establecer metas para reducir el consumo de energía, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y optimizar el uso de recursos.

Consumo de energía total: Este indicador mide la cantidad total de energía consumida por el hospital en un período determinado, generalmente expresado en kilovatios-hora (kWh). Permite realizar comparaciones a lo largo del tiempo y entre diferentes hospitales sin embargo no contempla las particularidades de cada institución, por lo que sus comparativas no aportan mucha información valiosa. Para el caso de estos indicadores, los consumos eléctricos se encuentran presentados en capítulos anteriores.

Consumo de energía por área: Este indicador relaciona el consumo de energía con el área total del hospital. Se expresa en términos de kWh por metro cuadrado (kWh/m²) o (MWh/m²) y permite tener un valor de referencia que relaciona las dimensiones del hospital con el consumo eléctrico. Esto favorece a que este indicador aporta más información a la hora de realizar comparativas entre hospitales. Por otro lado, se puede realizar indicadores por sectores internos del hospital para identificar las áreas de mayor consumo y establecer un orden de prioridad a la hora de implementar medidas de eficiencia energética.

Tabla 13: Indicador de desempeño kWh/m² - Hospital de Cipolletti

Año	Consumo eléctrico anual (kWh)	Superficie (m ²)	Indicador (kWh/m ²)
2021	1.082.784	5.710	189,62
2020	1.117.344	5.710	195,68
2019	1.078.464	5.710	188,87
2018	1.063.296	5.710	186,22

El año 2020 presenta un valor más elevado del indicador debido a la situación particular de la pandemia. Esta diferencia no era tan notoria en el análisis de los

consumos históricos mensuales realizado en capítulos anteriores, marcando la importancia que tiene los indicadores como herramienta para visualizar el desempeño energético. Estos valores pueden servir como base para evaluar las tendencias de consumo en años futuros y comparaciones entre diferentes hospitales. El contraste de estos indicadores entre instituciones brinda más información por considerar las dimensiones de cada hospital.

Consumo de energía por cama: El indicador de desempeño de hospitales (MWh/cama) se utiliza para medir la eficiencia energética de un hospital en relación con su consumo de energía eléctrica por cama. Este indicador permite evaluar y comparar el consumo de energía de diferentes hospitales, lo que puede ser útil para identificar oportunidades de ahorro energético y promover prácticas sostenibles.

Tabla 14: Indicador de desempeño MWh/cama - Hospital de Cipolletti

Año	Consumo eléctrico anual (MWh)	Cama	Indicador (kWh/m2)
2021	1.082	95	11,40
2020	1.117	95	11,76
2019	1.078	95	11,35
2018	1.063	95	11,19

Se deberá corroborar la variación de camas en los últimos años, ya que puede variar por diferentes razones, sin embargo, se deja los indicadores con las capacidades actuales para tener una referencia de los valores alcanzados.

El seguimiento y análisis de los indicadores de desempeño se debe realizar a través de un registro unificado en donde se pueda ir actualizando la información y visualizar la evolución de cada indicador a través de forma gráfica. Los cambios en los indicadores como ampliaciones edilicias, ampliaciones de la capacidad de camas o cualquier otro cambio que impacte en los consumos tendrán que ser evaluados para identificar el impacto que genera sobre cada indicador.

Los recambios de tecnología, luminarias y equipamientos suelen ser impactos menores que pueden no estar reflejados en indicadores generales de la institución, sin embargo, se pueden realizar indicadores por áreas internas y analizar el impacto de las variaciones que se vayan generando en cada lugar.

En principio, este registro y análisis se puede realizar en una hoja de cálculo tradicional con una planilla definida en base a las necesidades y objetivos buscados. Con el correr del tiempo y el avance del programa de eficiencia energética se puede migrar a algún software específico de la institución que permita automatizar la

información y definir un panel de control que sirva para visualizar rápidamente la información consolidada. Este tipo de herramientas permite realizar reportes periódicos que permitan comunicar la información obtenida, las tendencias y las bases para las tomas de decisiones en la gestión de la energía.

Toda esta información sirve como base a para implementar un sistema de gestión de la energía eficiente, sin embargo, hay que tener en consideración que para lograr implementación exitosa se requiere compromiso y esfuerzo continuo. La colaboración entre diferentes departamentos y la participación de todos los empleados son fundamentales para lograr resultados positivos y sostenibles en términos de eficiencia energética.

2.6. Referente energético

Para poder llevar a cabo este proceso es indispensable definir un referente energético, el cual tiene la responsabilidad de gestionar y supervisar todas las actividades relacionadas con el suministro y uso eficiente de la energía. La planificación energética, la gestión de suministros energéticos, los programas de eficiencia energética, monitoreo y análisis de datos, formación y sensibilización del personal, investigación y desarrollo sobre los avances tecnológico son algunas de las funciones que debe cumplir el referente energético. En definitiva, debe garantizar un suministro de energía confiable y eficiente, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y promover una cultura de uso responsable de la energía en el personal y los pacientes del hospital.

Con la intención de fomentar la eficiencia energética en edificios públicos, la Secretaría de Energía de Nación cuenta con un sistema de registro de información denominado “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP) que tiene como primer objetivo la realización de un Diagnóstico Energético Preliminar en los edificios de la Administración Pública Nacional, de manera sencilla y rápida, sin necesidad de hacer un relevamiento completo del edificio y sus instalaciones.

El sistema se encuentra en una etapa preliminar que permite obtener una idea general del consumo energético del edificio, a partir de la carga de información básica del mismo por parte de los referentes energéticos designados por los ministerios y organismos alcanzados. Esta característica la convierte en una herramienta informática ideal a la hora de hacer una primera evaluación de un grupo extenso de edificios, permitiendo compararlos entre sí, identificar los mayores consumidores de energía y finalmente detectar los principales sectores con potencial de ahorro.

Además de estar pensado para ser utilizado por cualquier tipo de usuario, independientemente de su formación, el DEP se desarrolló a partir de la utilización de métodos simplificados de análisis, con la intención de agilizar y facilitar el acceso y la utilización de este.

A su vez, el programa se divide en tres pasos correlativos y con creciente nivel de profundidad, comenzando por un nivel básico, para ir aumentando el grado de especificidad paulatinamente.

Tabla 15: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación

	DATOS REQUERIDOS	INFORMACIÓN OBTENIDA
PASO 1	Ubicación, ocupación, tipología, superficie y datos de consumo energético y agua (facturación).	Indicadores de intensidad de uso de la energía e indicadores de uso del espacio.
PASO 2	Potencia adquirida y convenida. Encuadre tarifario.	Recomendación de recontractación de la potencia eléctrica.
PASO 3	Relevamiento rápido de principales instalaciones y equipos. Estimación de horas de uso.	Estructura del consumo de energía y agua. Estimación de ahorros potenciales.

En segunda instancia, el sistema servirá para la elaboración de una base de datos del desempeño energético de los edificios públicos, que permitirá generar información estadística para la elaboración, implementación y seguimiento de planes y programas de estímulo para el uso eficiente de la energía en el mismo. La herramienta cuenta con una interfaz gráfica para visualizar esta base de datos con el objeto de hacerla accesible y sencilla de utilizar.

La página de ingreso al sistema es <https://dep.energia.gob.ar/> en donde el referente deberá darse de alta para poder ingresar y cargar la información pertinente del edificio público donde trabaja. Para esto se han enviado la información pertinente de los administradores energéticos designados por los directivos de cada institución a la Secretaría de Energía con la intención de dar de alta el usuario y pueda comenzar a realizar la gestión de carga de información, inmueble y demás datos que solicita el sistema.

2.7. Conclusión

El diagnóstico de eficiencia energética realizado en el hospital Dr. Pedro Moguillansky de la localidad de Cipolletti permite detectar varios puntos de mejora para alcanzar un desempeño energético adecuado sin embargo la mayoría no

requiere de una inversión económica inicial para llevarla a cabo, sino que son decisiones de gestión y cantidad de personal capacitado para llevarlas a cabo.

Como principal oportunidad detectada fue la gestión de mantenimiento, el cual se lleva a cabo de una forma correctiva, lo que implica reparaciones, reemplazos de piezas, ajustes o cualquier otra acción necesaria para corregir la falla. Se lleva a cabo cuando el equipo o sistema ha dejado de funcionar correctamente y se considera urgente repararlo para minimizar el tiempo de inactividad y evitar posibles consecuencias negativas. Aunque el mantenimiento reactivo es necesario en situaciones de emergencia, no se considera un enfoque ideal. Dependiendo de la criticidad del sistema o equipo, un enfoque más proactivo, como el mantenimiento preventivo o el mantenimiento predictivo, puede ser más beneficioso. Estos enfoques implican inspecciones periódicas, tareas de mantenimiento programadas y análisis de datos para detectar problemas antes de que se conviertan en fallas graves. El hospital de Cipolletti se encuentra sin una estructura que le permita realizar un mantenimiento preventivo ya que no cuenta con un inventario de los equipamientos, registros de intervenciones, stock de repuestos, entre otros faltantes que imposibilitan realizar un plan adecuado de mantenimiento. Esta mejora impacta fuertemente sobre el desempeño global del hospital y no solo en la parte energética por lo que es recomendable comenzar a organizar este sector.

Las categorías más importantes, en términos energéticos, son la calefacción, para el gas natural y la refrigeración en la parte eléctrica en las cuales se han detectado algunas oportunidades de mejora asociadas a los usos y costumbres, pero en términos generales se puede concluir que existe un buen desempeño ya que existe un plan de mantenimiento de los equipos principales de climatización, el cual se encuentra tercerizado y se realiza todos los años garantizando un buen funcionamiento, controlan el seteo de la temperatura de los sistemas de climatización con un criterio unificado y restringen la manipulación de los termostatos a personal autorizado.

La iluminación del hospital se encuentra en un proceso de recambio hacia tecnología LED con una política modificación al momento en que el artefacto existente llega al fin de su vida útil o su rendimiento ha disminuido al punto que afecta la iluminación del lugar. Este tipo de programa es el recomendable ya que se aprovecha el equipamiento existente y al momento de su reemplazo se realiza con equipos más eficientes y de mayor durabilidad. La finalidad de este programa es alcanzar el recambio de todas las luminarias a LED, teniendo un grado de avance del 60% aproximadamente en la actualidad. Este recambio no solo genera una reducción de los consumos, sino que aumenta la calidad de la iluminación y con un

gasto de inversión relativamente bajo. En cuanto a los usos de la iluminación se han observado posibles mejoras, especialmente con el aprovechamiento de la luz natural, sin embargo hay que considerar que un hospital tiene un funcionamiento continuo por lo que se dificulta gestionar las luces de manera manual sin tener un referente energético que esté atento a estos aspectos. Es por esto que la automatización de la iluminación puede ser una buena forma de asegurar el uso adecuado a través de fotocélulas en espacios más concurridos, teniendo un nivel de inversión bajo y una complejidad de implementación sencilla.

Los sistemas de compresión y agua caliente sanitaria requieren mantenimiento urgente, ya que en ambos casos las instalaciones se encuentran a carga máxima sin equipamientos de respaldo, pudiendo dejar el hospital sin la capacidad de abastecer las necesidades de cualquiera de estos servicios en caso de falla o avería de algún equipo. En ambos casos se recomienda tener un equipo de respaldo que permita realizar un mantenimiento preventivo de las instalaciones.

La designación de un referente energético que realice un plan de eficiencia energética como su seguimiento y control es fundamental para lograr un programa exitoso de uso racional de la energía. El diagnóstico energético preliminar (DEP) de la secretaría de energía de nación es una herramienta adecuada para iniciar un camino hacia la eficiencia energética de la institución.

3. HOSPITAL FRANCISCO LOPEZ LIMA – GENERAL ROCA

El hospital Francisco López Lima es la Institución de salud pública de referencia de la localidad de General Roca, cuenta con una capacidad de 140 camas y con un nivel de complejidad 6 lo que garantizan varias especialidades y prácticas de diagnóstico más complejas.

En la siguiente imagen satelital se observa que la institución cuenta con tres edificaciones interconectadas entre sí en donde se distribuyen todas las especialidades y atenciones específicas que realiza el hospital. Cuenta con un estacionamiento propio y una zona parquizada a los alrededores de la institución.



Figura 23: Imagen Satelital - Hospital Gral. Roca

El predio cuenta con un edificio principal y varias edificaciones independientes que fueron construyéndose en diferentes momentos para ir ampliando las capacidades del hospital.

3.1. Análisis históricos de consumos energéticos

3.1.1 Consumo histórico eléctrico

El hospital de General Roca cuenta con una acometida eléctrica identificada con el número de medidor 91538 con un encuadre tarifario de demanda variable T2VBR.

3.1.1.1 Medidor 91538

Para el análisis de los consumos históricos no se ha podido conseguir las facturas del servicio eléctrico sin embargo han puesto a disposición los registros de la información más relevante que tiene las facturas.

En la siguiente tabla se muestra los consumos de energía y demanda de potencia desde junio del 2017 hasta septiembre de 2022.

Tabla 16: Registros de energía activa y reactiva, potencia máxima y declarada, TG Φ – Hospital Gral. Roca

Periodo	Energía Activa (kWh/ mes)	Energía Reactiva (kVArh/ mes)	Potencia máxima registrada (kW)	Potencia contratada (kW)	TG Φ
jun-17	47.964	31.852	112	130	0,664
jul-17	48.704	33.436	118	130	0,687
ago-17	42.760	32.200	109	130	0,753
sep-17	47.780	30.564	111	130	0,640
oct-17	41.676	28.464	105	130	0,683
nov-17	46.248	29.128	135	130	0,630
dic-17	55.136	30.236	144	130	0,548
ene-18	61.436	30.276	158	130	0,493
feb-18	52.584	25.836	158	130	0,491
mar-18	41.956	25.168	132	130	0,600
abr-18	37.936	24.524	97	130	0,646
may-18	44.300	28.024	99	130	0,633
jun-18	43.996	27.404	109	130	0,623
jul-18	44.068	28.004	114	130	0,635
ago-18	44.192	29.332	108	130	0,664
sep-18	38.720	25.696	98	130	0,664
oct-18	38.744	25.404	98	150	0,656
nov-18	38.456	23.028	113	150	0,599
dic-18	45.932	24.604	121	150	0,536
ene-19	52.720	25.768	164	153	0,489
feb-19	47.624	23.324	159	153	0,490
mar-19	37.788	21.240	102	153	0,562
abr-19	37.740	20.060	102	100	0,532
may-19	46.992	23.412	124	100	0,498
jun-19	43.796	22.644	112	100	0,517
jul-19	46.452	24.764	114	100	0,533
ago-19	45.680	25.332	108	100	0,555
sep-19	43.112	22.692	112	100	0,526
oct-19	38.464	20.056	98	140	0,521
nov-19	35.844	17.424	103	140	0,486

dic-19	47.144	20.084	130	140	0,426
ene-20	53.932	21.692	166	140	0,402
feb-20	39.104	17.284	132	140	0,442
mar-20	42.716	18.956	143	140	0,444
abr-20	31.800	15.884	88	100	0,499
may-20	37.820	17.360	97	100	0,459
jun-20	40.712	17.884	108	100	0,439
jul-20	46.668	19.540	111	100	0,419
ago-20	43.152	18.360	106	100	0,425
sep-20	39.120	17.356	100	100	0,444
oct-20	38.248	17.744	100	140	0,464
nov-20	39.236	18.680	118	140	0,476
dic-20	45.404	20.524	132	140	0,452
ene-21	48.508	17.684	137	140	0,365
feb-21	39.244	26.996	144	140	0,688
mar-21	37.004	3.016	129	140	0,082
abr-21	33.776	13.856	96	100	0,410
may-21	37.976	15.384	100	100	0,405
jun-21	42.400	3.476	110	100	0,082
jul-21	45.148	23.720	112	100	0,525
ago-21	44.324	19.528	114	100	0,441
sep-21	36.692	13.760	98	100	0,375
oct-21	36.984	14.008	104	140	0,379
nov-21	38.880	14.276	112	140	0,367
dic-21	50.352	19.540	149	140	0,388
ene-22	55.872	22.012	161	140	0,394
feb-22	42.800	17.212	149	140	0,402
mar-22	36.524	15.304	97	140	0,419
abr-22	36.132	15.304	96	100	0,424
may-22	37.632	15.560	102	100	0,413
jun-22	46.008	15.852	100	100	0,345
jul-22	43.804	16.500	99	100	0,377
ago-22	40.648	14.356	109	100	0,353
sep-22	35.040	13.020	93	100	0,372

Para identificar las fluctuaciones temporales de los consumos y potencias se presenta la información en formato gráfico con la intención de poder visualizar y comprender rápidamente las tendencias de consumo de la institución.

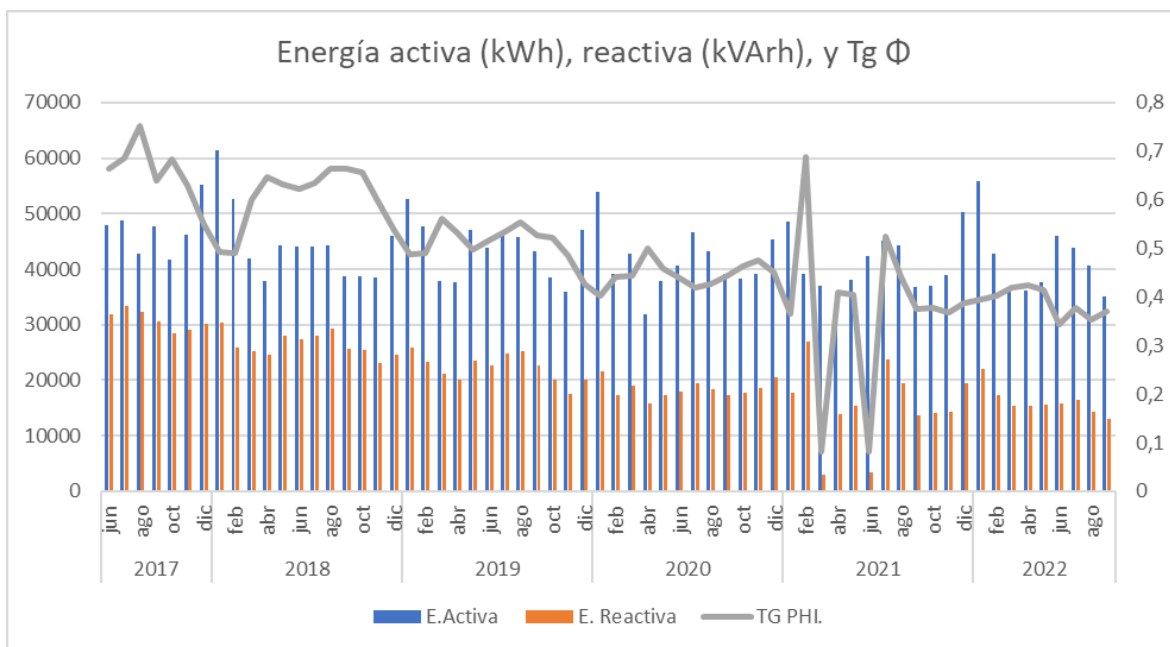


Figura 24: Energía Activa (kWh), Reactiva (kVArh) y TG Φ - Hospital Cipolletti

Los registros de energía muestran que hay una tendencia a disminuir los consumos de manera sostenida en los años analizados, la cual se deberá analizar para evaluar si origen. En cuanto a los comportamientos anuales vemos que en verano e invierno los consumos son más elevados que en el resto del año, teniendo como periodo de mayor demanda el de enero en todos los años analizados. Los consumos en invierno presentan su máximo en el mes de junio para luego ir disminuyendo hasta entrar en la primavera y luego volver a registrar aumentos en verano.

La energía reactiva presenta una fluctuación similar a la activa y con una reducción importante en los últimos años que genera valores de la tangente de Φ cercanos a 0,4, valor que genera bonificaciones por este factor. Es interesante como ha disminuido la reactiva por lo que se realizará un relevamiento con la intensión de verificar las razones de dicha disminución y comprobar si está asociado a una acción de mejora específica para mejorar este factor o simplemente por un cambio en las cargas del circuito.

En referencia al año 2020, el hospital se ha encontrado en una situación atípica debido a la pandemia y los altos niveles de personas infectadas por COVID-19 que requirieron internación, sin embargo, en los consumos eléctricos de este suministro no se ven reflejados cambios significativos en la demanda eléctrica manteniendo un desempeño similar a los otros años analizados.

En cuanto a la potencia contratada y máxima demandada a continuación se presentan las fluctuaciones en el mismo periodo.

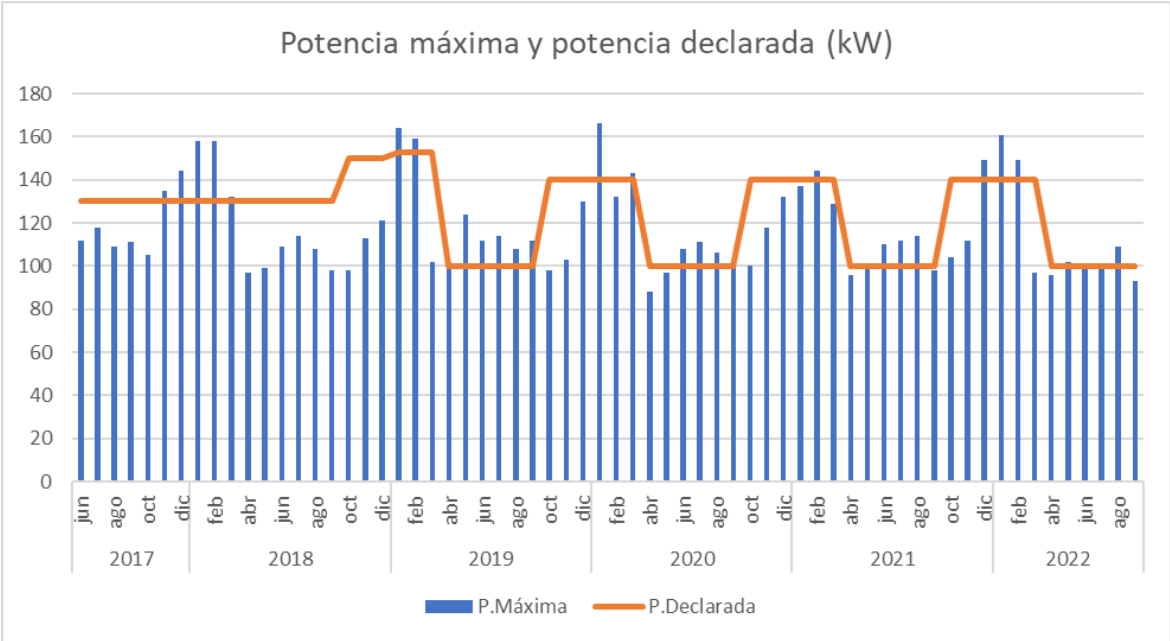


Figura 25: Potencia máxima y potencia declarada (kW) - Hospital Gral. Roca

La potencia declarada por el hospital hasta septiembre de 2018 era un valor medio anual que se mantenía para todos los meses sin importar la demanda de cada periodo. Luego de esta fecha se establece un cuadro tarifario variable donde se definen dos valores de demanda de potencia en el año los cuales de marzo a agosto es de 100 kW mientras que de septiembre a febrero aumentan a 140 kW. Esta modificación permite estar más cerca de la demanda real que genera el hospital para este suministro, sin embargo, se puede evidenciar que sería conveniente revisar los contratos de potencia tal que los perfiles de la potencia demandada en invierno y verano no superen los contratados.

No se conocen los impactos económicos de esta situación sin embargo es recomendable establecer un encuadre tarifario lo más parecido a la demanda real para evitar pagar recargos por exceso de potencia como así también para que la distribuidora pueda planificar las cargas de forma eficiente durante los distintos periodos del año.

Nuevamente, el año 2020 no presenta diferencias importantes con los otros años analizados dejando en evidencia que el aumento de pacientes y de actividad por la pandemia no ha generado un cambio en el comportamiento de consumo de este suministro.

Para profundizar el análisis se presentan los valores registrados por franja horaria resto (05:00 a 18:00 horas), valle (23:00 a 5:00 horas) y punta (18:00 a 23:00 horas) de energía activa y potencia demandada.

Tabla 17: Energía (kWh) y potencia (kW) activa por franja horaria - Hospital Gral. Roca

Periodo	ENERGÍA (kWh)			POTENCIA (kW)		
	PICO	VALLE	RESTO	PICO	VALLE	RESTO
jun-17	1963	1791	5764	32	17	33
jul-17	1239	1192	3602	29	12	28
ago-17	1501	1485	4842	27	15	27
sep-17	1228	1363	4195	27	15	26
oct-17	1247	1252	3985	21	11	22
nov-17	1177	1147	3599	20	10	21
dic-17	861	1006	2687	15	9	19
ene-18	716	956	2001	7	8	7
feb-18	752	928	2295	13	10	15
mar-18	1069	1137	3297	19	9	21
abr-18	1313	1441	4247	22	16	27
may-18	1765	1947	5573	23	17	30
jun-18	1971	2079	5928	27	17	32
jul-18	1408	1530	4060	30	16	32
ago-18	1897	2069	5768	24	17	31
sep-18	1326	1600	4448	20	13	27
oct-18	1224	1307	4354	22	13	28
nov-18	947	952	3641	21	11	24
dic-18	683	830	2476	14	8	19
ene-19	445	624	1217	4	4	5
feb-19	549	653	2063	12	8	16
mar-19	932	975	3466	17	8	22
abr-19	1013	1232	4187	16	15	26
may-19	1489	1576	5391	31	15	33
jun-19	1582	1704	5130	27	14	31
jul-19	1493	1819	4529	21	16	29
ago-19	1660	1639	5115	27	15	29
sep-19	1229	1322	4051	25	13	27
oct-19	1152	1121	3753	19	10	23
nov-19	1006	844	3088	19	8	24
dic-19	689	692	2221	16	8	19
ene-20	373	535	1041	4	5	4
feb-20	604	687	1825	14	8	15
mar-20	715	758	1999	13	8	15

abr-20	551	731	1737	8	7	9
may-20	737	1026	2326	9	9	10
jun-20	1036	1275	2716	15	12	13
jul-20	1011	1271	2744	9	9	10
ago-20	804	1239	2663	9	8	9
sep-20	584	940	1988	7	8	8
oct-20	644	850	1960	8	8	8
nov-20	654	802	1796	7	6	7
dic-20	717	891	1967	6	7	11
ene-21	699	910	1949	6	7	7
feb-21	838	929	2785	12	8	11
mar-21	1320	1254	2638	18	10	16
abr-21	1435	1355	3702	16	12	18
may-21	1667	1857	4502	19	16	23
jun-21	1160	1411	3079	13	12	13
jul-21	1361	1538	3582	21	14	22
ago-21	2152	2260	5506	23	17	25
sep-21	1813	1935	4893	21	18	24
oct-21	1614	1570	3912	19	17	20
nov-21	1488	1411	3369	18	17	19
dic-21	1052	1108	2577	17	13	15
ene-22	411	437	1075	8	5	7
feb-22	983	1037	2341	15	15	16
mar-22	1482	1508	3490	19	17	20
abr-22	1632	1642	4036	21	19	24
may-22	2032	2107	4835	22	20	24
jun-22	2073	2195	4628	23	20	24
jul-22	1573	1776	4012	21	19	22
ago-22	1641	1787	3802	21	18	21
sep-22	1610	1760	4251	21	17	20

Los consumos y potencias por franjas horarias permiten ver como varían las demandas energéticas durante los distintos momentos del día e identificar cuáles son los momentos más adecuados para buscar oportunidades de mejoras con impactos significativos. En la siguiente imagen se muestran los consumos eléctricos por franja horaria.

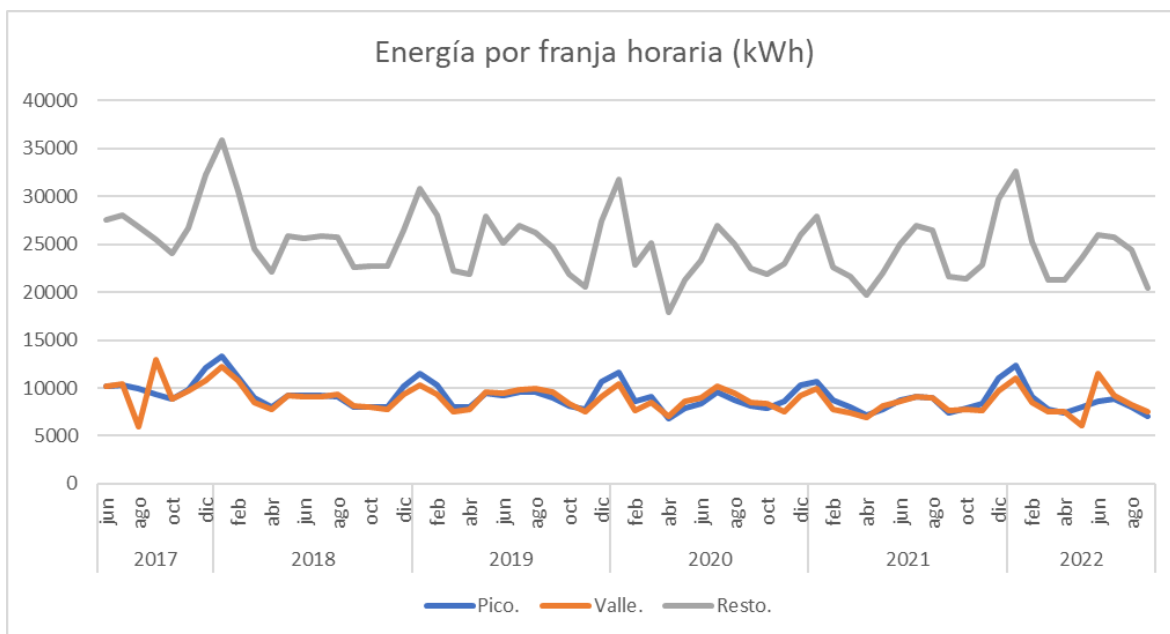


Figura 26: Energía por franja horaria (kWh) - Hospital Gral. Roca

Los consumos por franja horaria nos muestran que el periodo resto es el de mayor consumo debido a que es la franja con mayor cantidad de horas y las que mayor actividad hay en el hospital. Las fluctuaciones muestran como los consumos de invierno y verano son superiores al resto del año como se mencionó anteriormente. Por otra parte, las otras dos franjas horarias muestran valores similares y con fluctuaciones no tan marcadas durante el año, sin embargo, el horario pico cuenta con valores superiores, principalmente en verano, a pesar de tener menos horas en la franja horaria. Por esta razón se presentan los valores de consumo promedios por hora de cada franja horaria con la intención de poder identificar los momentos del día de mayor consumo del hospital.

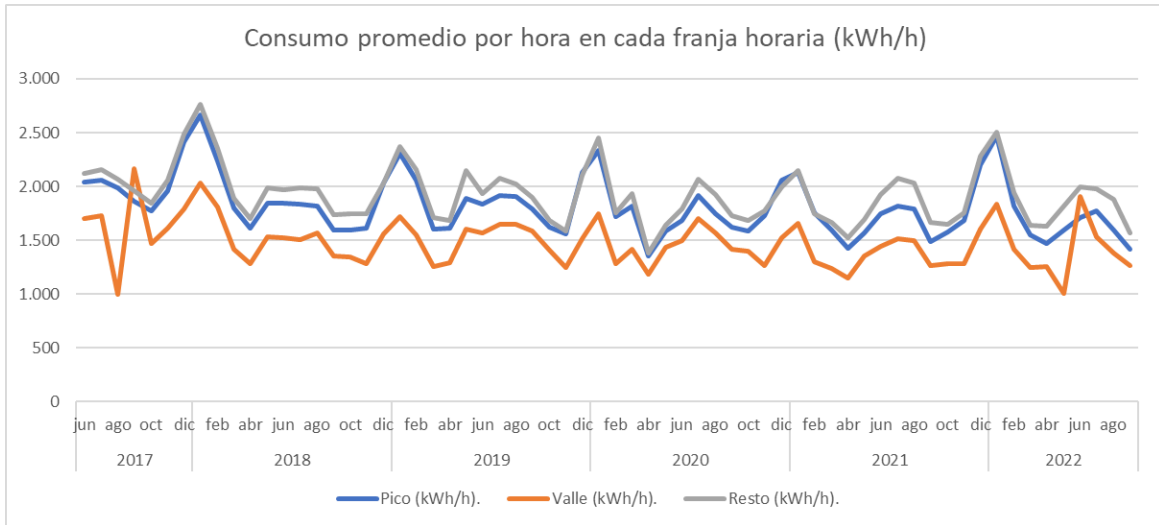


Figura 27: Consumo promedio por hora en cada franja horaria (kWh/h) – Hospital Gral. Roca

Los consumos promedios diarios por franja horaria nos muestran como en el periodo pico los consumos se asemejan más a los de la franja resto, lo que significa que todavía en este horario hay bastante actividad dentro del hospital. Esto no le quita importancia a la franja valle, ya que los consumos que se mantienen en este horario son importantes y generalmente se puede identificar muchos consumos innecesarios por ser la época del día de menor actividad dentro del hospital.

Esta información permite caracterizar en términos energéticos la actividad del hospital y comprender como es el funcionamiento de la institución, con la intención de realizar el relevamiento de las instalaciones con mayor precisión e indagando en los puntos críticos del establecimiento.

En el siguiente gráfico se muestran las demandas de potencia por franja horaria.

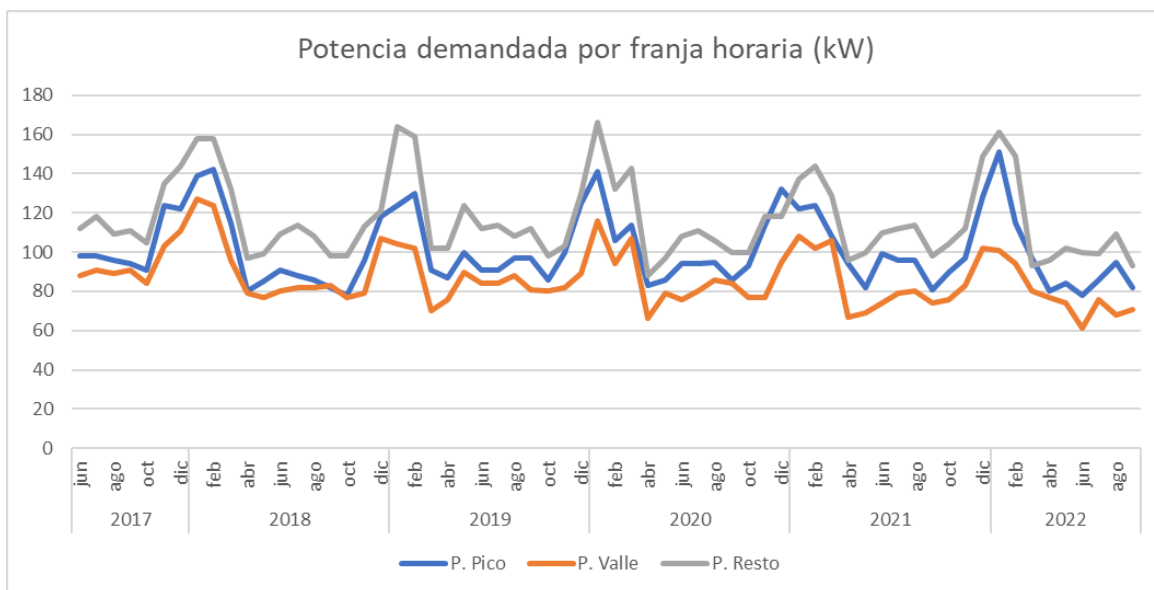


Figura 28: Potencia demandada por franja horaria (kW) - Hospital Gral. Roca

La demanda de potencia por franja horaria confirma que el horario resto sigue siendo el de mayor consumo y potencia con valores superiores a la franja pico, por lo que se puede suponer que hay actividades que ya no se realizan en esta última franja horaria reduciendo la demanda. Lo importante de esta información es evaluar cuales son las demandas reales, verificar la simultaneidad de actividades y evaluar si existe la posibilidad de distribuirlas de manera tal que se logre reducir los valores de potencia contratada sin necesidad de generar un impacto negativo en las actividades que se llevan a cabo en el hospital.

Considerando la magnitud de la institución y el nivel de complejidad que maneja se esperaría que los consumos sean mayores por lo que se deberá relevar las instalaciones eléctricas con la intención de verificar si existen otras acometidas de energía eléctrica que estén abasteciendo el hospital y que no estén contempladas en este suministro.

3.1.2 Consumo histórico gas natural

El hospital de Gral. Roca cuenta con 5 suministros de gas natural identificados con los números de medidores N° 3108097, 988252, 126581, 3152299, 1000292. El análisis de gas natural para todos los suministros se realiza en base a registros de consumo con valores convertidos, los cuales fueron normalizados con un poder calorífico de 9300 Kcal como lo realiza la distribuidora para facturar el servicio.

3.1.2.1 Medidor 3108097

Este suministro se encuentra ubicado en la calle Italia al 2140, a continuación, se presentan los registros de consumo.

Tabla 18: Consumo de gas natural (Nm³) - 3108097 - Hospital Gral. Roca

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
enero	563,03	468,54	605,52	1287,85	1575,19	1215,63
febrero	463,16	376,56	1252,44	978,83	1272,37	202,96
marzo	556,87	347,33	1503,10	928,52	1470,83	2696,64
abril	570,17	391,00	2118,45	1866,12	1833,90	1820,02
mayo	878,23	611,67	2439,93	5209,03	2524,81	2315,21
junio	901,78	439,43	2079,55	2955,96	2752,19	3075,56
julio	811,84	469,91	3035,07	3498,80	3080,26	2649,13
agosto	1039,67	524,91	3052,35	2802,29	2770,40	3410,32
septiembre	647,15	539,11	3094,94	2749,43	2654,05	
octubre	642,46	506,53	2611,87	208,81	1807,99	
noviembre	536,89	540,45	1662,45	1387,90	1733,37	
diciembre	527,74	440,36	1468,38	1342,82	1538,49	

A continuación, se presentan los valores graficados para poder visualizar las fluctuaciones de los consumos en los años analizados.

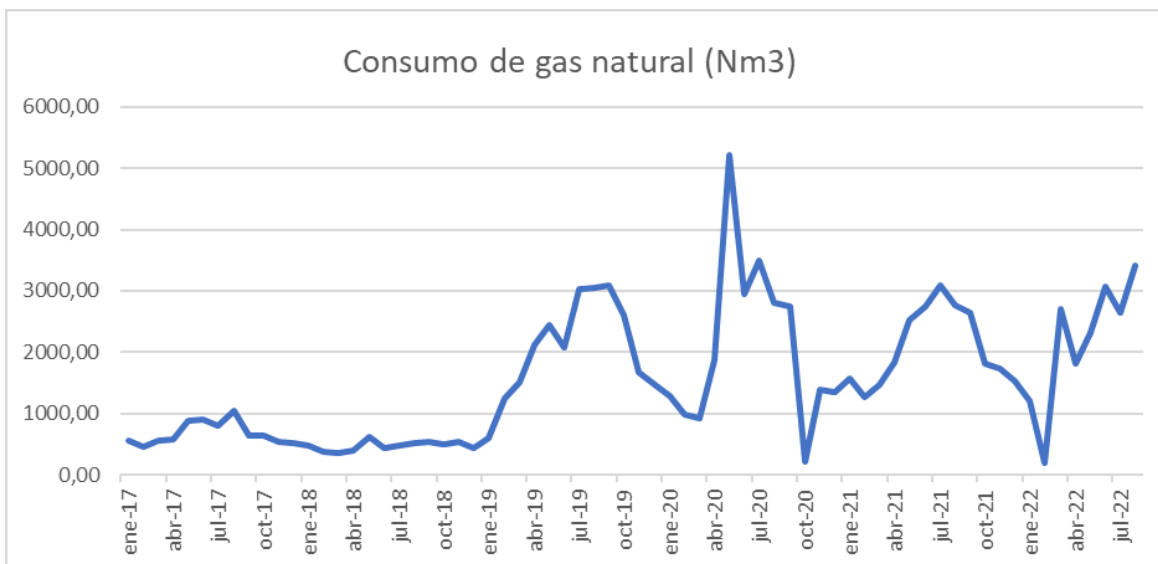


Figura 29: Consumo de gas natural (Nm³) - 3108097 - Hospital de Gral. Roca

Los registros muestran dos comportamientos diferentes de consumo en donde los primeros dos años se observa una demanda relativamente estable con

valores por debajo de los 1000 Nm³ mensuales y a partir del 2019 se modifica el perfil de consumo aumentando la demanda en la época invernal y volviendo a disminuir en verano. Esta situación se mantiene hasta el último año de registro, sin embargo, el año 2020 presenta unas fluctuaciones diferentes al resto, con consumos más elevados y amplias diferencias entre los periodos facturados. Se estima que estos cambios están asociados a la emergencia sanitarias y las particularidades que tuvieron los centros de salud en el transcurso de la pandemia.

En la etapa de relevamiento se buscará identificar las causas del cambio de comportamiento a partir del año 2019, verificar si hubo ampliaciones edilicias, se incorporaron nuevos equipamientos, conocer sus funciones y características y poder evaluar el nivel de eficiencia que tienen estos procesos.

3.1.2.2 Medidor 988252

Este suministro se encuentra ubicado en la calle E. Gelonch 677, a continuación, se presentan los registros de consumo.

Tabla 19: Consumo de gas natural (Nm3) - 988252 - Hospital Gral. Roca

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
enero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
febrero	0,00	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00
marzo	1,03	2,00	22,16	11,07	0,00	0,00
abril	62,34	50,12	57,72	53,38	0,00	0,00
mayo	122,09	160,96	224,53	193,99	206,31	287,70
junio	264,87	202,73	240,51	420,70	367,83	388,58
julio	207,65	246,73	296,34	336,31	437,47	351,42
agosto	213,96	196,09	305,12	314,00	421,73	421,54
septiembre	109,81	102,59	243,44	167,43	227,90	
octubre	77,21	138,05	111,33	63,92	71,57	
noviembre	40,67	77,06	21,25	0,00	0,00	
diciembre	0,00	1,06	1,06	0,00	0,00	

A continuación, se presentan los valores graficados para poder visualizar las fluctuaciones de los consumos en los años analizados.

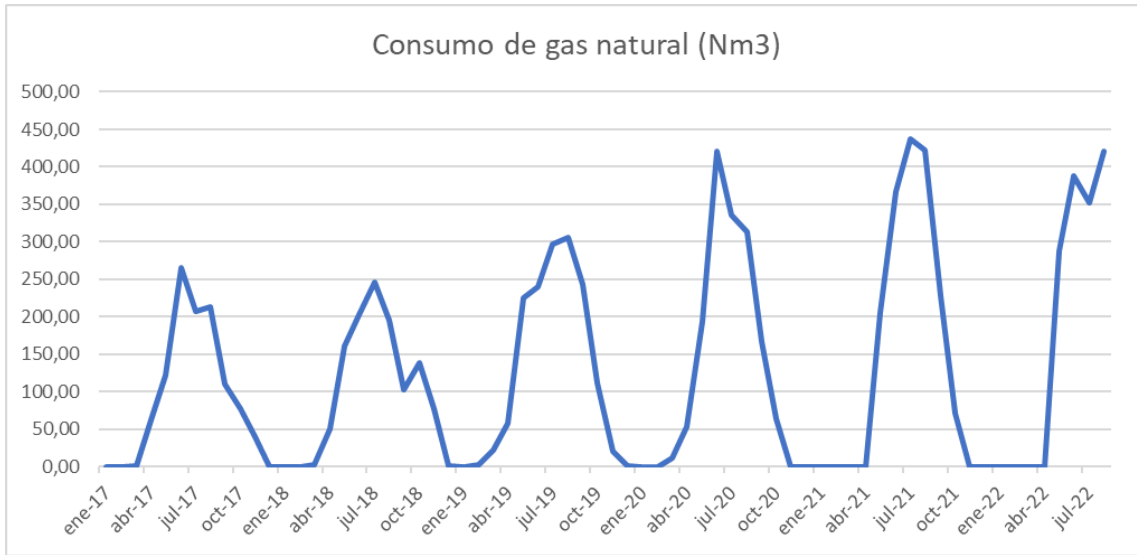


Figura 30: Consumo de gas natural (Nm3) - 988252 - Hospital de Gral. Roca

Los registros de este suministro muestran una tendencia creciente de consumo en los últimos años con un perfil de demanda bien marcado en la época invernal y consumos nulos en verano. Se puede suponer que estos consumos están asociados a equipos de calefacción sin embargo se deberá corroborar en la etapa de relevamiento para comprender la tendencia en aumento y verificar si dicha tendencia se asocia a un uso más extensivo de los equipos instalados o se han incorporado nuevos equipos que generan una mayor demanda.

En los 5 años analizados se observa un incremento de consumo cercano al doble con magnitudes que superan los 400 Nm³ mensuales para el último periodo en la época invernal y sin consumos para los meses de verano.

En este caso, el año 2020 no ha generado un comportamiento diferente a los otros periodos por lo que se puede asociar a un sector que no se haya visto afectado directamente por las actividades asociadas a la emergencia sanitaria.

3.1.2.3 Medidor 126581

Este suministro se encuentra ubicado en la calle Italia 2152, a continuación, se presentan los registros de consumo.

Tabla 20: Consumo de gas natural (Nm3) - 126581 - Hospital Gral. Roca

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
enero	1074,21	660,04	874,28	957,61	863,38	678,25
febrero	927,34	562,84	661,50	578,94	624,01	660,77

marzo	1001,14	810,12	891,21	865,36	724,79	1083,39
abril	1948,84	2198,65	1490,02	1414,60	1499,18	3782,29
mayo	4525,56	3588,50	5313,96	3663,02	4289,88	3382,56
junio	5899,76	5963,29	4853,35	6956,56	5279,72	8932,07
julio	4974,89	6357,77	7343,65	8880,99	6575,62	6983,39
agosto	6415,87	5798,29	6317,64	6630,76	5373,70	7739,59
septiembre	345,11	3526,38	5264,13	5924,41	3672,98	
octubre	1759,07	2363,17	4374,59	3258,45	2271,54	
noviembre	1094,12	1351,15	1379,71	828,47	1137,28	
diciembre	804,07	792,66	1286,70	680,33	736,92	

A continuación, se presentan los valores graficados para poder visualizar las fluctuaciones de los consumos en los años analizados.

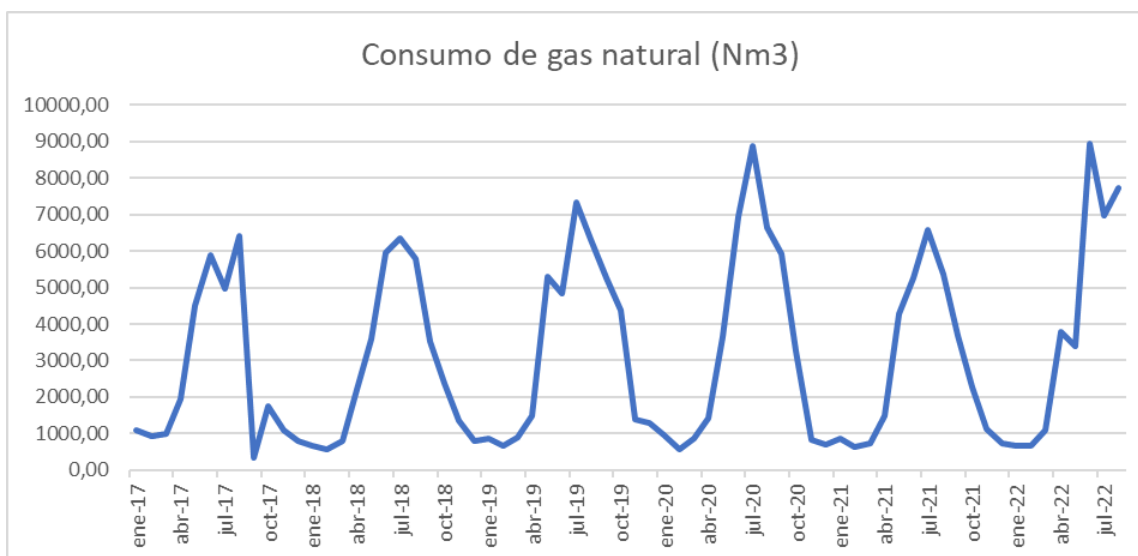


Figura 31: Consumo de gas natural (Nm3) - 126581 - Hospital de Gral. Roca

Los consumos anuales presentan un comportamiento similar en los años analizados con un aumento de consumo en los años 2020 (posiblemente por la pandemia) y el año 2022. Se deberán identificar las causas de dichos aumentos para comprender el consumo de este sector.

En verano se registran consumos cercanos a 1000 Nm³ por lo que se asocia que existen equipamientos que no son exclusivamente para la calefacción, sino que aportan otros servicios. Para la época invernal los consumos aumentan a 8000 Nm³ para el último año evidenciando una importante demanda que se esperaría que sea para la calefacción por su fluctuación anual. Para confirmar esta información se deberá realizar el relevamiento de equipamientos instalados en el sector de este

suministro y verificar el uso como así también las características y eficiencia de cada uno para poder realizar un diagnóstico adecuado.

3.1.2.4 Medidor 1000292

Este suministro se encuentra ubicado en la calle Avenida Roca 2205, a continuación, se presentan los registros de consumo.

Tabla 21: Consumo de gas natural (Nm3) - 1000292 - Hospital Gral. Roca

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
enero	128,71	61,11	58,28	17850,66	49,42	54,53
febrero	0,00	59,08	48,51	18,22	48,67	42,84
marzo	70,14	305,17	200,63	258,17	93,95	155,57
abril	926,15	688,77	982,61	403,69	818,91	560,01
mayo	2603,91	2012,06	2532,95	1778,65	2079,45	2607,43
junio	3698,39	3305,73	2639,35	3005,39	3064,97	5215,98
julio	2794,48	3351,90	3431,66	4951,48	3873,54	3821,63
agosto	3313,91	3035,90	3294,91	3632,07	2862,38	4797,65
septiembre	1592,36	1745,08	2549,09	2839,02	1390,64	
octubre	636,52	1503,37	1399,26	934,76	573,66	
noviembre	320,30	409,56	138,18	96,08	106,43	
diciembre	90,38	49,87	18,06	57,99	50,63	

A continuación, se presentan los valores graficados para poder visualizar las fluctuaciones de los consumos en los años analizados.

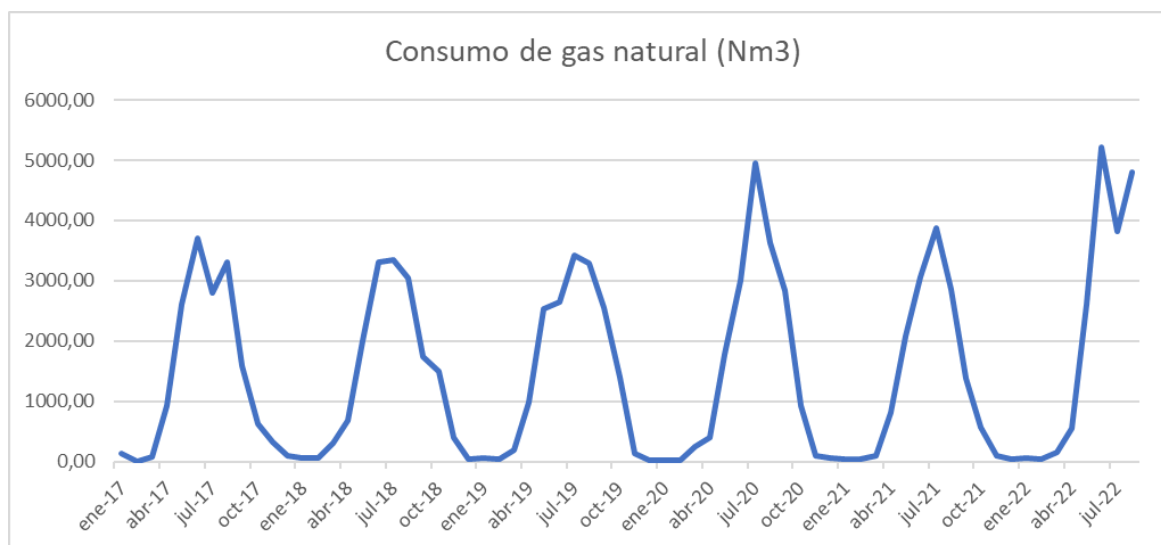


Figura 32: Consumo de gas natural (Nm3) - 1000292 - Hospital de Gral. Roca

Se observa un comportamiento similar al suministro anterior con consumos anuales similares y aumentos de demanda en los años 2020 y 2022. Para este caso, en la época de verano no se registran consumos y los máximos invernales son superiores a 5000 Nm³ para el último año.

Al igual que en el caso anterior se deberán identificar las causas de dichos aumentos y evaluar si son realmente necesarias para la operativa del hospital tratando de alcanzar una mayor eficiencia sin comprometer las actividades de la institución.

3.1.2.5 Medidor 3152299

Este suministro se encuentra ubicado en la calle Italia 2152 b, a continuación, se presentan los registros de consumo.

Tabla 22: Consumo de gas natural (Nm3) - 3152299 - Hospital Gral. Roca

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Periodo						
enero	508,07	0,00	599,04	0,00	0,00	303,34
febrero	0,00	0,00	443,21	0,00	0,00	334,89
marzo	607,50	640,47	0,00	0,00	0,00	959,37
abril	0,00	0,00	0,00	1660,37	0,00	2386,81
mayo	0,00	0,00	4254,38	0,00	4332,46	5552,23
junio	0,00	0,00	5066,55	6104,15	0,00	8368,41
julio	0,00	5557,16	6679,35	8442,69	0,00	0,00
agosto	5377,19	0,00	6120,08	6384,72	0,00	7047,04
septiembre	0,00	2946,03	4686,62	5128,80	0,00	
octubre	0,00	690,21	0,00	3668,51	0,00	
noviembre	777,88	1318,43	0,00	1000,35	1087,97	
diciembre	0,00	566,63	0,00	0,00	573,16	

A continuación, se presentan los valores graficados para poder visualizar las fluctuaciones de los consumos en los años analizados.

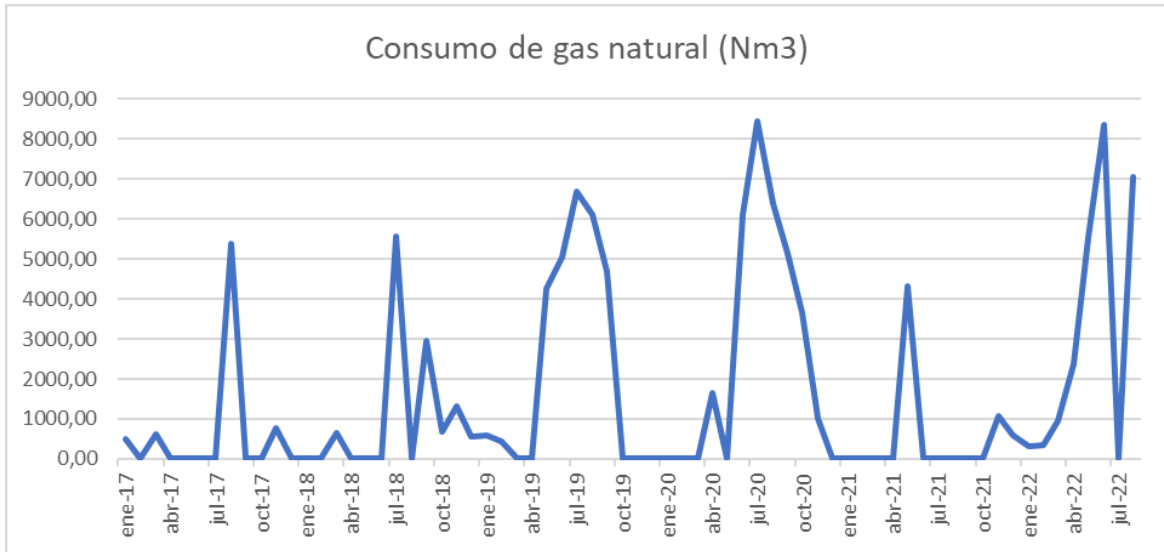


Figura 33: Consumo de gas natural (Nm3) - 3152299 - Hospital de Gral. Roca

Los registros de este suministro cuentan con muchos periodos sin información por lo que no es posible identificar si realmente no hubo consumos en estos periodos o que no se han registrado, por lo que en la etapa de relevamiento se deberá corroborar esta información a través del inventario de equipamientos y las horas de uso. A pesar de esto se puede observar que las demandas generadas son importantes donde en los años 2020 y 2022 se han superado los 8000 Nm³ de consumo en la época invernal mientras que el resto de los años se registran consumos en esta misma época, pero de menor magnitud.

3.2. ANALISIS DE CONSUMO ELÉCTRICO

3.2.1 Suministros

El análisis de las facturas del servicio eléctrico se ha realizado sobre el medidor 91538 debido a que fue la información otorgada como suministro del hospital. En la etapa de relevamiento del hospital Francisco López Lima de General Roca se han detectado 7 suministros independientes que abastecen a diferentes sectores del hospital. Los circuitos de cada suministro no están identificados por el personal del hospital por lo que no se pudo esquematizar en el plano ni zonificar de acuerdo con la acometida. Con esta información se identifican los números de medidores y se solicita el registro histórico para conocer la demanda generada en cada uno y así evaluar cuales son los de mayor impacto en el hospital.

A continuación, se presentan los números de medidores y direcciones declaradas de cada suministro.

Tabla 23: Suministros eléctricos del hospital de Roca

N° Medidor	Ubicación	Información de consumo
91538	San Luis e Italia	Si
627069	Gelonch	Si
251017353	Gelonch	No
846007	Gelonch y Av. ROCA	Si
2346956	Av. Roca	Si
9185577	A.Palacios y Gral Roca	Si
251013121	Subestación	Si

De los siete medidores relevados se han podido conseguir los registros históricos de 6, sin tener información del medidor 251017353 debido a que dicho medidor corresponde a una unidad de oncología privada que opera dentro del predio del hospital, por lo que sus consumos no se consideran para este trabajo. A continuación, se muestra el gráfico de energía activa consumida por cada acometida.

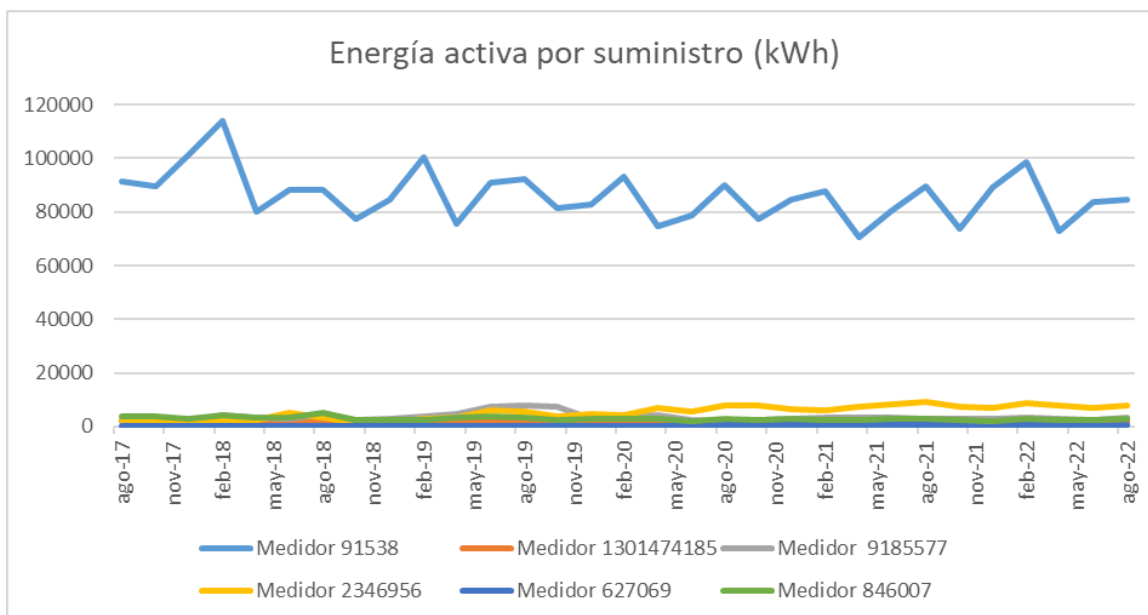


Figura 34: Consumos históricos de los diferentes suministros del hospital de Roca

Los consumos históricos analizados fueron sobre el medidor 91538 ya que es el principal suministro y teniendo más del 90% del consumo asociado a esta acometida, mientras que el resto de los suministros no se han analizado por su bajo impacto.

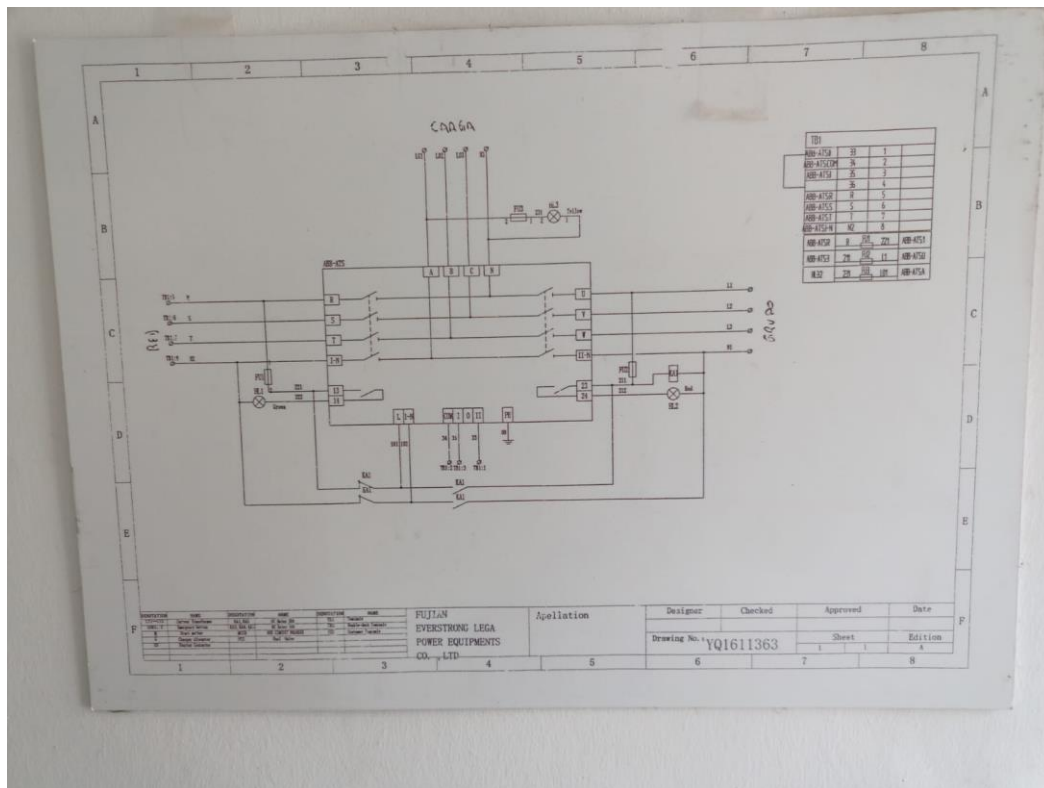
Dentro de este circuito se han instalado un analizador de redes marca Circutor modelo MYeBOX 1500 clase 1 con lasos Rogowski en el tablero principal de baja tensión ubicado dentro de la subestación transformadora para obtener información sobre el principal suministro y un segundo equipo similar en un tablero seccional que abastece la parte nueva del hospital que incluye las áreas de ginecología, quirófanos y un sector de neonatología. A los efectos de este estudio, se tomaron los valores en intervalos de 15 minutos, tal como lo hace la distribuidora, de modo de poder comparar los registros con los valores facturados. La hoja de características completa del equipo se puede consultar en el siguiente enlace del fabricante: <http://docs.circutor.com/docs/M084B01-01.pdf>.

3.2.2 Registros

3.2.2.1 Tablero principal

El suministro principal se realiza en media tensión y cuenta con un transformador propio para abastecer las instalaciones del edificio. Además, existe un generador instalado en paralelo con la intensidad de accionarse de manera automática en caso de interrupciones del servicio eléctrico como se puede ver en el siguiente unifilar.

Tabla 24: Unifilar de Tablero de Transferencia Automática



Luego del transformador de media a baja tensión se encuentra el tablero principal con una protección general para todo el circuito, donde se ha instalado el analizador de redes como se muestra en la imagen.



Figura 35: Analizador de redes Circutor MYeBOX 1500 en tablero principal

3.2.2.2 Energía

Los registros generados de este analizador permiten observar el perfil de consumo del hospital y evaluar las fluctuaciones que se dan en los distintos momentos del día, semanas y meses. A continuación, se muestra la energía activa consumida por día desde el 17 de marzo al 8 mayo de 2023.

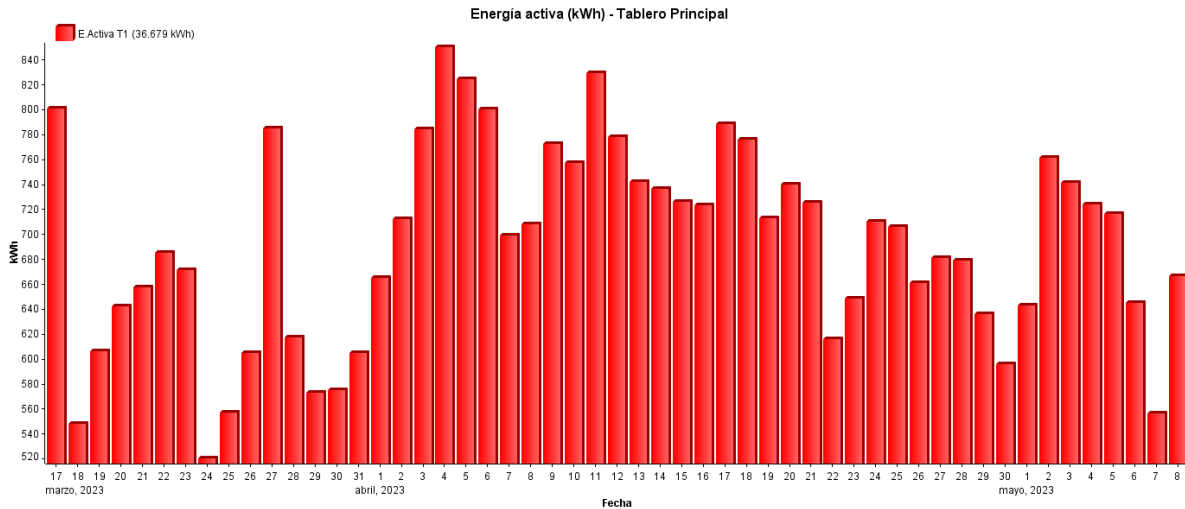


Figura 36: Energía activa (kWh) - Tablero principal

Los consumos en un hospital están muy relacionados a las demandas que puedan generarse cada día en particular, teniendo muchas diferencias entre días sin lograr conseguir un patrón de consumo.

La primera quincena de abril ha registrado un aumento de consumo en referencia a los valores de marzo hasta finales de abril que vuelve a disminuir la demanda de energía, ya que no se han comunicado ninguna actividad extraordinaria. Se indagaron las razones de esta variabilidad sin embargo no se han podido identificar las causas de dichos aumentos, pudiendo estar asociados a una mayor demanda de pacientes por el inicio del otoño y las temperaturas bajas que generan mayor movimiento en la institución de salud.

Los mínimos valores registrados están asociados a fines de semana y el feriado del miércoles 24 de marzo por el día de la memoria por la verdad y la justicia. Los fines de semana de abril registran valores más elevados sin embargo dentro de este mes son los menores consumos manteniendo este mismo comportamiento. Para comprender mejor las fluctuaciones de consumo se presentan los registros horarios del lunes 20 al domingo 26 de marzo del 2023.

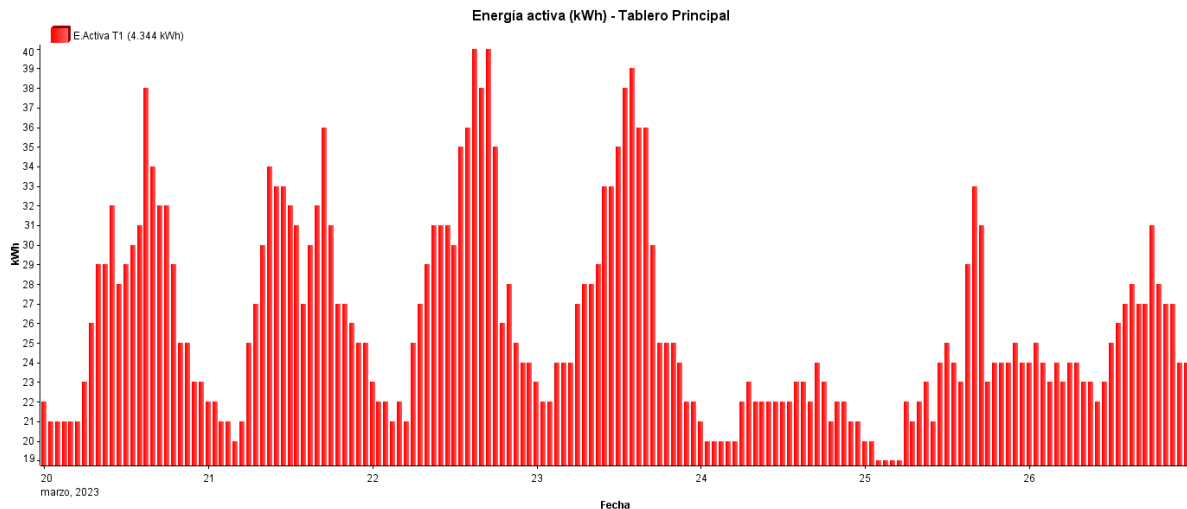


Figura 37: Energía activa (kWh) - Tablero principal

Los registros muestran una clara diferencia entre los días de semana y fines de semana, teniendo el caso particular del día 24 de marzo que fue feriado y los consumos fueron bajos, más similares a los fines de semana. Los valores máximos registrados por hora son de 40 kWh, siendo estos momentos muy puntuales en el horario de la tarde.

Los días de semana se observa que los consumos comienzan a aumentar a partir de las 06:00 am que es donde parte del personal comienza a ingresar al hospital y se realizan los cambios de turnos. Durante la mañana los consumos se mantienen constantes y pasado el mediodía aumenta la demanda de energía debido al incremento de demanda de pacientes y servicios brindados por el hospital. Alrededor de las 18:00 horas los consumos comienzan a disminuir hasta la media noche que se mantienen constantes hasta la madrugada del siguiente día.

Este comportamiento se suele dar generalmente, sin embargo, existen días específicos donde esta descripción de consumo no se cumple y fluctúa de forma diferente por la particularidad del día, pudiendo tener consumos más importantes a la noche o picos de consumo a la tarde dependiendo de la situación.

Por otra parte, la energía reactiva es la que necesitan ciertos equipos inductores para funcionar, como pueden ser motores, aires acondicionados, refrigeradores, tubos fluorescentes, entre otros, pero que nunca se consume, sino que se toma de la red para luego retornar.

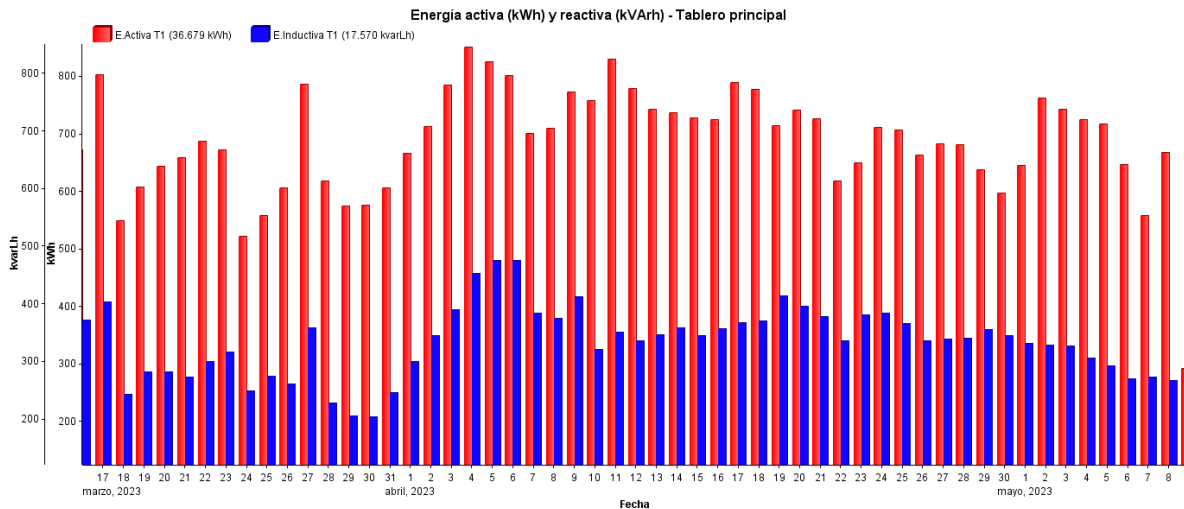


Figura 38: Energía activa (kWh) y reactiva (kVArh)

Se puede observar como la energía reactiva va variando de forma similar que la activa, con aumentos más significativos en los momentos de mayores consumos debido a la demanda de algunos equipos inductivos que requieren este tipo de energía para su funcionamiento. La distribuidora eléctrica mide esta energía a través de la tangente Φ , (cociente entre energía reactiva y activa), la cual tiene como valores límites máximo de $TG \Phi = 0,62$ ($\cos \Phi = 0,85$) debiendo pagar penalización en caso de excederse y valores mínimos $TG \Phi = 0,426$ ($\cos \Phi = 0,92$) teniendo bonificación en caso de tener valores inferiores a este valor. A continuación, se muestran los valores obtenidos por el analizador de redes del $\cos \Phi$ en todo el periodo de registro.

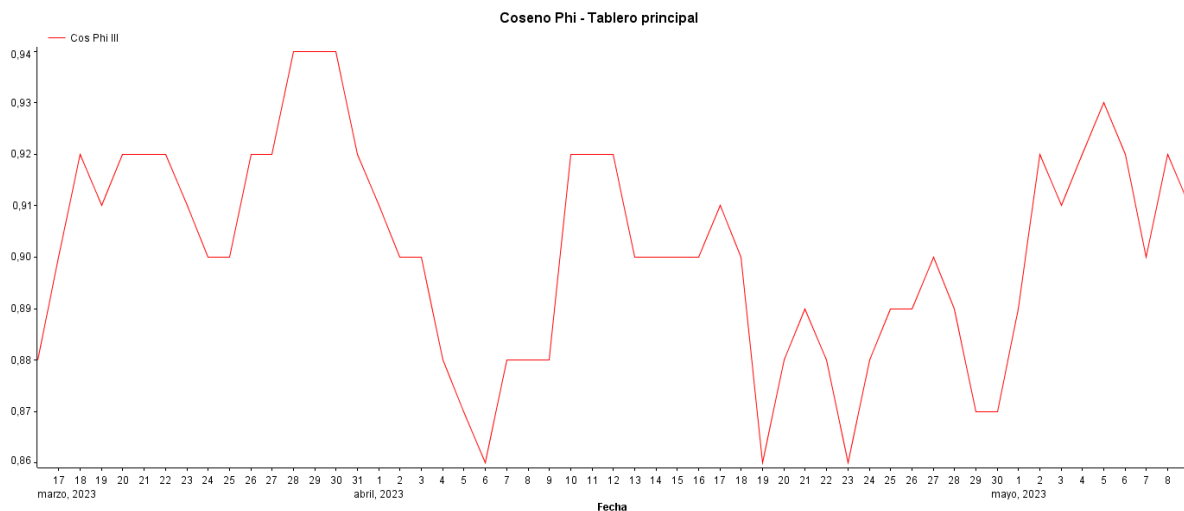


Figura 39: Coseno de Fi - Tablero principal

Los valores de coseno se encuentran dentro del rango aceptable mostrando una buena relación entre energías sin comprometer el circuito eléctrico. En pocas ocasiones se han alcanzado valores que permitan generar bonificaciones por este parámetro sin embargo no se observan valores que generen penalizaciones. Si bien la distribuidora realiza la facturación a través de los promedios mensuales, el valor diario mostrado permite visualizar el rango de trabajo en los distintos instantes del día y evaluar cuales son los momentos en que se debe tener especial atención a este factor. En cuanto a los valores históricos obtenidos de las facturas, son similares a los registrados evidenciando que la energía reactiva se encuentra compensada adecuadamente haciendo que no sea un tema prioritario para tener en cuenta en el hospital.

3.2.2.3 Distorsión armónica

Profundizando en la calidad de la energía se analizan las distorsiones de tensión y corriente, las cuales son ocasionadas por cargas no lineales generan deformaciones en la onda, teniendo como referencia la norma IEC/EN 61000-2-2 que establece parámetros aceptables.

La distorsión armónica total de tensión THD(V) que permite evaluar la deformación de la onda de tensión y la norma establece los siguientes valores de referencia.

Valores de referencia de THD(V) – Norma IEC/EN 61000-2-2

Valor THD(V)	Comentarios
THD(V) < 5 %	Deformación insignificante de la onda de tensión: poco riesgo de sufrir fallos de funcionamiento.
5 % < THD(V) < 8 %	Deformación significativa de la onda de tensión: riesgo de calentamiento y de sufrir fallos de funcionamiento.
8 % < THD(V)	Deformación significativa de la onda de tensión: existe un riesgo elevado de sufrir fallos de funcionamiento a menos que la instalación ya se haya calculado y dimensionado teniendo en cuenta este nivel de deformación.

Por otra parte, la distorsión armónica total de corriente THD(I) permite evaluar la deformación de la onda de corriente y la norma establece los siguientes valores de referencia.

Valores de referencia de THD(I) – Norma IEC/EN 61000-2-2

Valor THD(I)	Comentarios
THD(I) < 10 %	Corrientes armónicas débiles: poco riesgo de sufrir fallos de funcionamiento.
10 % < THD(I) < 50 %	Corrientes armónicas significativas: riesgo de calentamiento, sobredimensionado de las fuentes.
50 % < THD(I)	Corrientes armónicas muy importantes: riesgo casi seguro de sufrir fallos de funcionamiento, degradación y calentamientos peligrosos a menos que la instalación se haya calculado y dimensionado teniendo en cuenta este tipo de restricciones.

En la siguiente gráfica se pueden observar los registros de las ondas y los porcentajes de distorsión por fase en el periodo analizado.

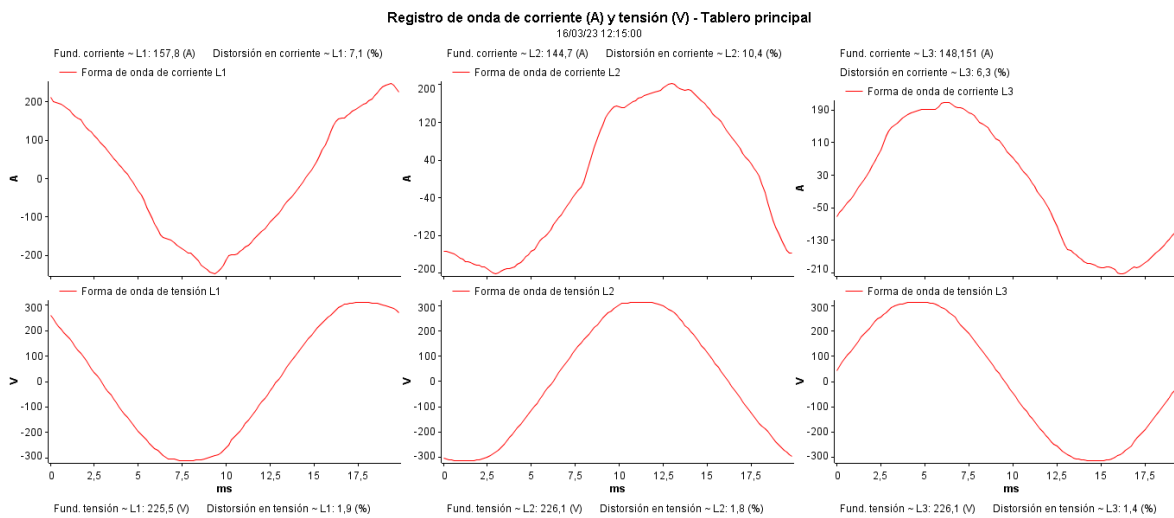


Figura 40: Registro de onda de corriente (A) y tensión (V) - Tablero principal

Se observa un valor elevado en la fase L2 con una distorsión armónica de corriente de 10,4% entrando en la categoría de corrientes armónicas significativas con riesgo de calentamiento, sobredimensionado de la fuente. Si bien este valor no es elevado, pero genera una alarma para realizar un seguimiento sobre este tema debiendo identificar las causas de las corrientes armónicas y compensarlas. Las otras fases presentan valores inferiores al 10% por lo que no son una preocupación en este aspecto.

Por otra parte, la tensión se mantiene en los valores aceptables, ya que la norma establece un valor umbral de 5% de distorsión. La fase L1 presenta el valor más elevado de 1,9% seguido de L2 con 1,8% y 1,4% para la fase L3, siendo estos valores inferiores al límite establecido por la norma IEC/EN 61000-2-2.

3.2.2.4 Potencia

Los registros de potencia del periodo analizado muestran que las máximas detectadas son de 60 kW, siendo estas demandas muy puntuales con duraciones de 30 minutos, para luego mantener un valor promedio de 35 kW. Si bien estas demandas son puntuales son recurrentes como se puede ver en el gráfico.

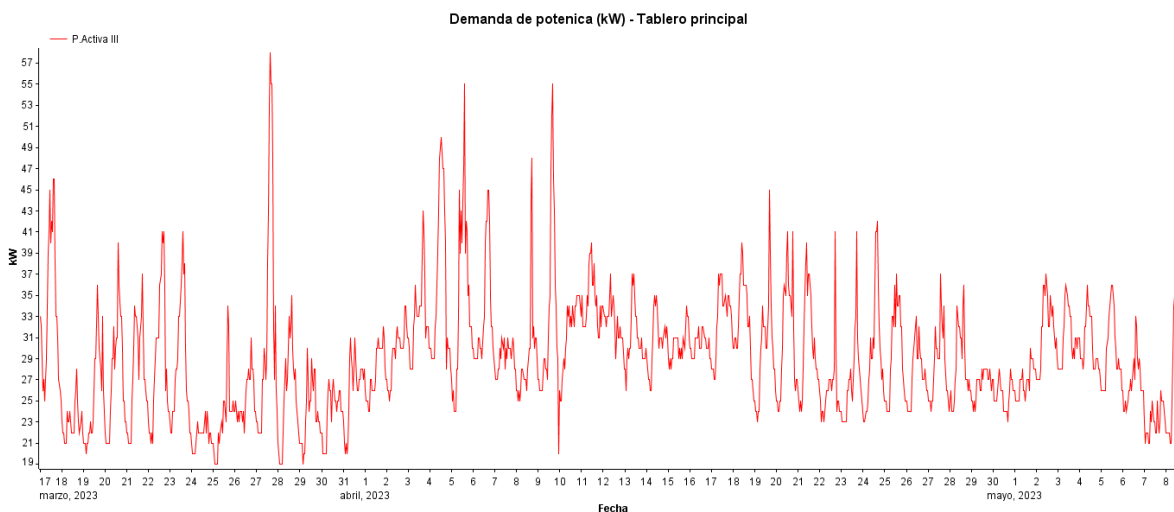


Figura 41: Demanda de potencia (kW) - Tablero principal

De acuerdo con los registros históricos analizados para este suministro, en marzo del año 2022 la potencia contratada fue de 140 kW mientras que para abril y mayo del mismo año desciende a 100 kW. Los datos históricos muestran que en estos periodos las potencias máximas coincidían con la potencia demandada mostrando una correcta gestión de contratación.

En los registros generados desde el 17 de marzo al 8 de mayo las potencias máximas alcanzadas son de 60 kW, estando muy por debajo de los valores del año anterior. Al no tener acceso a las facturas del año 2023 no se puede verificar que la contratación es correcta, por lo que se recomienda realizar una revisión de esta información. Es importante destacar que en 2019 se modifica el contrato de potencia ajustando los valores a los obtenidos por el analizador de redes y verificar si el perfil de consumo sigue siendo el mismo a través de los registros de las facturas eléctricas. Los picos de potencia son muy frecuentes, especialmente en los horarios de mayor consumo debido a que existen muchos equipos que generan importantes demandas de energía. La identificación y desempeño de cada equipo requiere de un estudio más detallado de cada sector para comprender el impacto real de cada área específica del hospital.

Un sistema trifásico desequilibrado puede provocar que los equipos trifásicos experimenten un rendimiento bajo o fallos asociados a un mayor esfuerzo mecánico en los motores, corrientes más altas de lo normal, entre otras complejidades que afectan el correcto funcionamiento de los artefactos del hospital. Las cargas deben dividirse de manera equivalente en todas las fases de un tablero, si una cuenta con un aumento en la demanda de corriente en comparación con las otras, la tensión será más baja en esa fase. Los transformadores, motores trifásicos y equipos electrónicos alimentados por ese panel pueden calentarse, ser más ruidosos de lo habitual, vibrar excesivamente e incluso sufrir fallos prematuros. Esta situación en un hospital es indeseable debido a la gran cantidad de equipamientos de diagnósticos que son fundamentales para brindar el servicio de salud a la población.

A continuación, se presentan las corrientes por fase de una semana representativa.

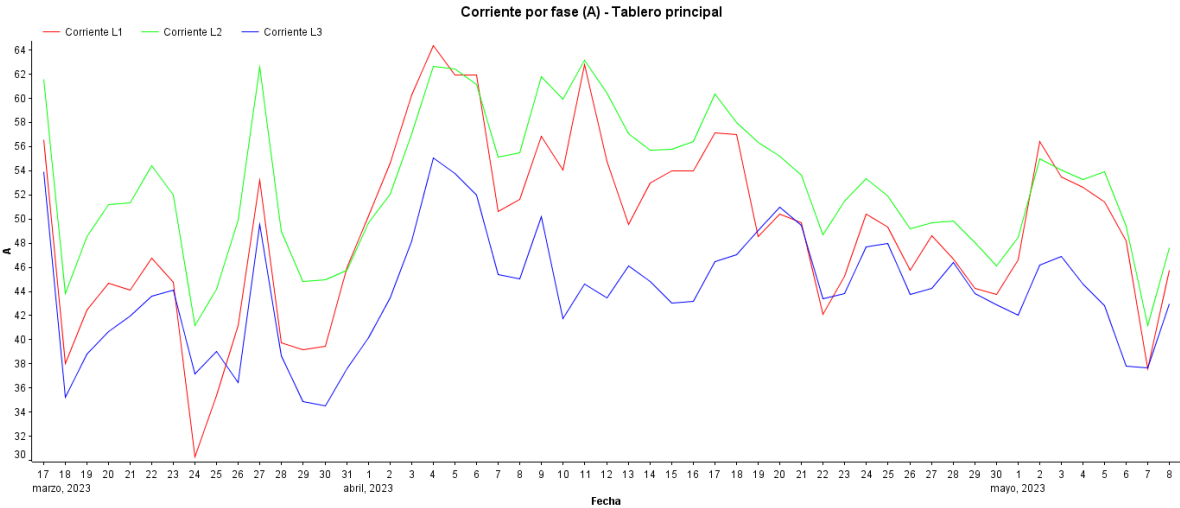


Figura 42: Corriente por fase (A) - Tablero principal

Se presentan los valores consolidados por día de las corrientes por fase, el promedio y el desbalance que puede ser estimado como la máxima desviación entre las tres fases del promedio de voltaje o corrientes trifásicas, dividido por el promedio del voltaje o corriente trifásico, expresado en porcentaje.

Tabla 25: Corrientes por fase, promedio (A) y desbalance (%)

Fecha	Corriente L1 (A)	Corriente L2 (A)	Corriente L3 (A)	Promedio corrientes (A)	Desbalance (%)
17/3/2023	11	13	10	11,33	15%
18/3/2023	7	9	7	7,67	17%
19/3/2023	8	10	7	8,33	20%
20/3/2023	9	11	8	9,33	18%
21/3/2023	9	11	8	9,33	18%
22/3/2023	9	11	8	9,33	18%
23/3/2023	9	11	9	9,67	14%
24/3/2023	6	9	7	7,33	23%
25/3/2023	7	9	7	7,67	17%
26/3/2023	8	10	7	8,33	20%
27/3/2023	11	13	10	11,33	15%
28/3/2023	8	10	8	8,67	15%
29/3/2023	8	9	7	8,00	13%
30/3/2023	8	9	7	8,00	13%
31/3/2023	9	10	7	8,67	15%
1/4/2023	10	10	8	9,33	7%
2/4/2023	11	11	8	10,00	10%
3/4/2023	12	12	9	11,00	9%
4/4/2023	13	13	10	12,00	8%
5/4/2023	12	13	10	11,67	11%
6/4/2023	12	12	9	11,00	9%
7/4/2023	10	11	8	9,67	14%
8/4/2023	10	11	8	9,67	14%
9/4/2023	11	13	9	11,00	18%
10/4/2023	11	13	8	10,67	22%
11/4/2023	13	13	8	11,33	15%
12/4/2023	11	13	8	10,67	22%
13/4/2023	10	12	9	10,33	16%
14/4/2023	11	12	8	10,33	16%
15/4/2023	11	12	8	10,33	16%
16/4/2023	11	12	8	10,33	16%
17/4/2023	11	13	9	11,00	18%
18/4/2023	11	12	9	10,67	13%
19/4/2023	9	11	9	9,67	14%
20/4/2023	10	11	10	10,33	6%
21/4/2023	10	11	10	10,33	6%
22/4/2023	8	10	8	8,67	15%
23/4/2023	9	10	8	9,00	11%
24/4/2023	10	11	9	10,00	10%
25/4/2023	10	11	9	10,00	10%
26/4/2023	9	10	8	9,00	11%
27/4/2023	10	10	8	9,33	7%
28/4/2023	9	10	9	9,33	7%
29/4/2023	9	10	8	9,00	11%
30/4/2023	8	9	8	8,33	8%
1/5/2023	9	10	8	9,00	11%
2/5/2023	11	11	9	10,33	6%
3/5/2023	11	11	9	10,33	6%
4/5/2023	10	11	9	10,00	10%
5/5/2023	10	11	8	9,67	14%
6/5/2023	10	10	7	9,00	11%
7/5/2023	7	9	7	7,67	17%
8/5/2023	9	10	9	9,33	7%

El desequilibrio de fases tiene efectos contraproducentes, por lo que los porcentajes de desbalance indicados pueden servir como indicadores para futuras mediciones y corroborar el balance de cargas en caso de incorporaciones de nuevas cargas monofásicas al circuito. Existen recomendaciones de que este desequilibrio no superen el 30% para evitar inconvenientes en el sistema eléctrico, sin embargo, esto depende del tipo de equipamiento que se tenga en la institución. Las mediciones muestran que la fase L2 tiene valores de corrientes más elevadas sin embargo los porcentajes de desbalance son inferiores al máximo recomendado.

Por otra parte, el desequilibrio de tensión es muy importante y se tiene el valor de referencia de la norma IEE-1159-2009 el cual establece un desequilibrio en tensión cuando el porcentaje de desviación es mayor a 2% mientras que si este valor es superior al 5% se considera una situación severa. En el gráfico se ven las curvas de tensión para el periodo medido.

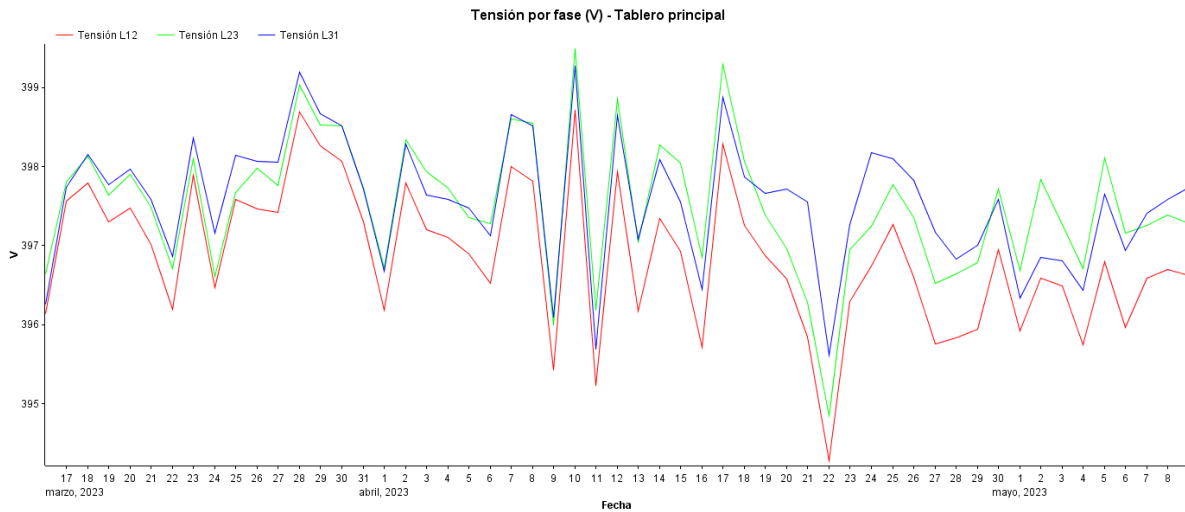


Figura 43: Tensión por fase - Tablero principal

Se presentan los valores consolidados por día de las tensiones por fase, el promedio y el desbalance que puede ser estimado como la máxima desviación entre las tres fases del promedio de voltaje trifásicas, dividido por el promedio del voltaje trifásico, expresado en porcentaje.

Tabla 26: Tensión por fase, promedio (A) y desbalance (%)

Fecha	Tensión L1 (V)	Tensión L2 (V)	Tensión L3 (V)	Promedio Tensión (V)	Desbalance (%)
17/3/2023	397,56	397,8	397,74	397,70	0,04%
18/3/2023	397,79	398,13	398,15	398,02	0,06%
19/3/2023	397,3	397,64	397,77	397,57	0,07%
20/3/2023	397,47	397,9	397,97	397,78	0,08%
21/3/2023	397,02	397,49	397,59	397,37	0,09%
22/3/2023	396,2	396,71	396,86	396,59	0,10%
23/3/2023	397,89	398,1	398,36	398,12	0,06%
24/3/2023	396,47	396,61	397,16	396,75	0,10%
25/3/2023	397,59	397,67	398,14	397,80	0,09%
26/3/2023	397,46	397,98	398,07	397,84	0,09%
27/3/2023	397,42	397,76	398,05	397,74	0,08%
28/3/2023	398,69	399,03	399,19	398,97	0,07%
29/3/2023	398,26	398,53	398,67	398,49	0,06%
30/3/2023	398,07	398,51	398,51	398,36	0,07%
31/3/2023	397,3	397,73	397,72	397,58	0,07%
1/4/2023	396,19	396,72	396,68	396,53	0,09%
2/4/2023	397,79	398,34	398,28	398,14	0,09%
3/4/2023	397,2	397,94	397,64	397,59	0,10%
4/4/2023	397,1	397,73	397,59	397,47	0,09%
5/4/2023	396,9	397,35	397,47	397,24	0,09%
6/4/2023	396,52	397,28	397,13	396,98	0,12%
7/4/2023	398	398,6	398,66	398,42	0,11%
8/4/2023	397,81	398,55	398,51	398,29	0,12%
9/4/2023	395,43	396	396,1	395,84	0,10%
10/4/2023	398,71	399,49	399,27	399,16	0,11%
11/4/2023	395,23	396,19	395,69	395,70	0,12%
12/4/2023	397,94	398,85	398,65	398,48	0,14%
13/4/2023	396,17	397,05	397,08	396,77	0,15%
14/4/2023	397,34	398,27	398,09	397,90	0,14%
15/4/2023	396,93	398,04	397,55	397,51	0,15%
16/4/2023	395,72	396,85	396,45	396,34	0,16%
17/4/2023	398,28	399,29	398,87	398,81	0,13%
18/4/2023	397,26	398,07	397,87	397,73	0,12%
19/4/2023	396,87	397,39	397,66	397,31	0,11%
20/4/2023	396,58	396,96	397,72	397,09	0,16%
21/4/2023	395,85	396,28	397,55	396,56	0,25%
22/4/2023	394,28	394,85	395,62	394,92	0,18%
23/4/2023	396,3	396,95	397,27	396,84	0,14%
24/4/2023	396,74	397,25	398,17	397,39	0,20%
25/4/2023	397,27	397,77	398,1	397,71	0,11%
26/4/2023	396,6	397,36	397,82	397,26	0,17%
27/4/2023	395,76	396,52	397,17	396,48	0,18%
28/4/2023	395,83	396,64	396,83	396,43	0,15%
29/4/2023	395,95	396,79	397	396,58	0,16%
30/4/2023	396,95	397,72	397,58	397,42	0,12%
1/5/2023	395,92	396,69	396,34	396,32	0,10%
2/5/2023	396,59	397,84	396,85	397,09	0,19%
3/5/2023	396,49	397,27	396,81	396,86	0,10%
4/5/2023	395,75	396,71	396,44	396,30	0,14%
5/5/2023	396,8	398,11	397,65	397,52	0,18%
6/5/2023	395,97	397,16	396,94	396,69	0,18%
7/5/2023	396,59	397,26	397,41	397,09	0,13%
8/5/2023	396,7	397,39	397,59	397,23	0,13%

Los valores obtenidos de desbalance de tensión son inferiores a los establecidos por la norma IEEE 1159-2009 (2%) por lo que no serían un inconveniente en esta institución ni merece medidas correctivas.

Considerando que es una institución de salud y los equipamientos pueden ser muy sensibles a la calidad de la energía se recomienda realizar este análisis cada un año para verificar que estas condiciones se mantengan en los valores recomendados.

3.2.2.5 Tablero seccional

Se ha recorrido los tableros seccionales ubicados dentro del edificio en compañía con el personal del hospital y se ha definido instalar un analizador de redes similar en las áreas de ginecología, quirófanos y la parte nueva que se hizo de neonatología ya que presenta importantes consumos. En la siguiente imagen se muestra el tablero seccional con el analizador de redes instalado.



Figura 44: Analizador de redes Circutor MYeBOX 1500 en tablero seccional

Uno de los aspectos importantes a la hora de realizar un diagnóstico son las horas de uso y actividades que se realizan en la institución, sin embargo, en un hospital es difícil poder acceder a dicha información ya que gran parte de su trabajo es a demanda sin tener un cronograma de actividades fijas y algunos sectores no

se puede ingresar por bioseguridad. Esto conlleva a no poder identificar los usos de los equipos específicos de cada área que requieren una demanda de energía importante por lo que no se ha establecido referencias sobre el uso de los equipamientos de diagnósticos.

El registro de medición se realizó desde el 15 de diciembre de 2022 al 8 de mayo del año 2023. En la siguiente imagen se muestra la energía activa registrada en este periodo.

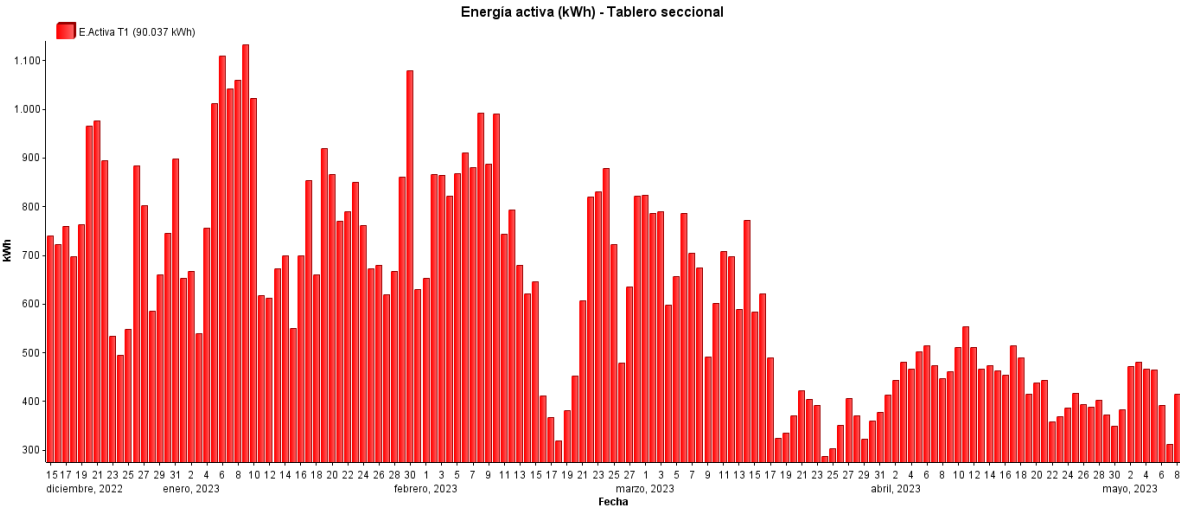


Figura 45: Energía activa (kWh) - Tablero seccional

Si se comparan los consumos registrados en el tablero principal y el tablero seccional se puede ver que este circuito representa el 60% de la demanda total, siendo el circuito seccional más importante de este suministro como se ve en el gráfico.

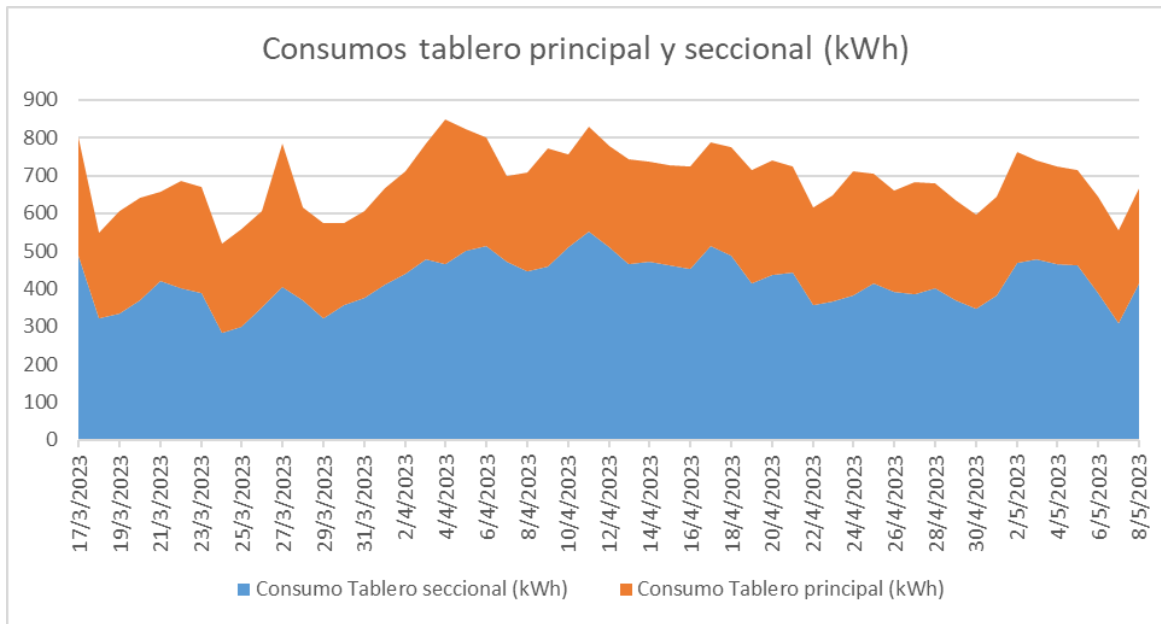


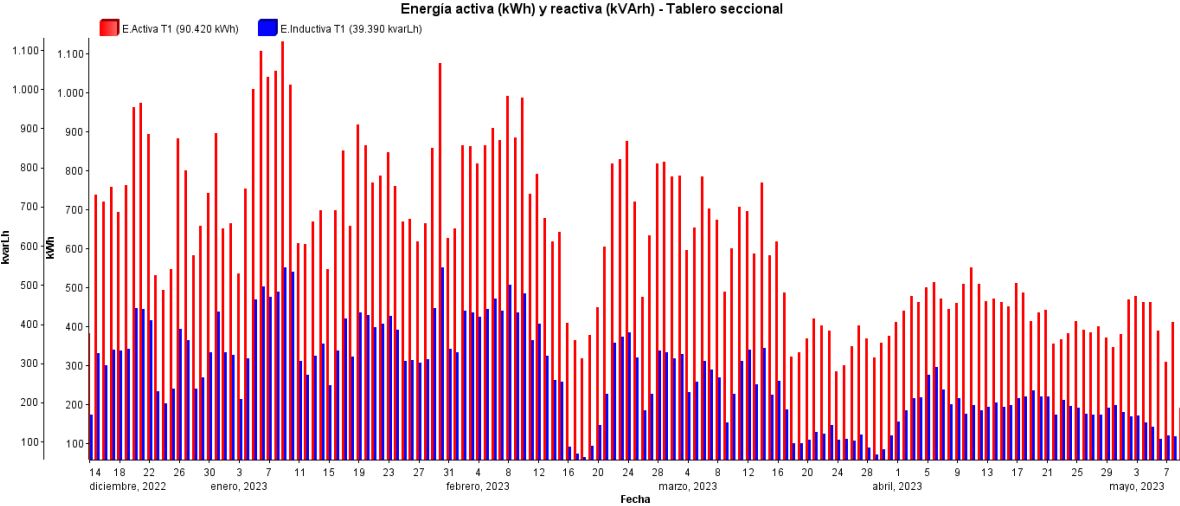
Figura 46: Consumo de energía activa de tablero principal y seccional (kWh)

Los consumos asociados a estas áreas del hospital se comportan de forma irregular sin lograr identificar un patrón definido debido a la variabilidad de demandas generadas, sin embargo, se puede ver una importante reducción del consumo a partir de mediados de marzo. Los consumos en época de verano cuentan con diferencias importantes entre días de la misma semana y esto se debe a las grandes variaciones de demandas de los servicios de salud y el impacto de los sistemas de refrigeración.

En verano se observan consumos mínimos diarios de 500 kWh algunos días particulares, como puede ser el 24 de diciembre donde la actividad del hotel se reduce considerablemente. Generalmente, los consumos son superiores a 600 kWh, pero con una importante variabilidad debido a que cada día tiene sus particularidades en una institución de salud. Por otra parte, los máximos registrados fueron de 1100 kWh en una semana específica que ha generado grandes demandas y no se ha podido identificar las razones de este comportamiento mientras que el resto de las semanas los consumos son inferiores con valores entre 700 kWh y 1000 kWh diarios.

Para el otoño estos valores se reducen a mínimos cercanos a 300 kWh y máximos que no superan los 600 kWh, evidenciando un comportamiento muy diferente que en la época de verano. De acuerdo con el personal del hospital, las actividades son permanentes y no hay un cambio importante en la demanda de los pacientes, más allá de la propia variabilidad que tiene un hospital en la demanda de servicios. Esto nos permite suponer que, si las actividades se mantienen y los

consumos varían drásticamente, las razones de esas variaciones no son por los trabajos específicos llevados a cabo en el hospital, pudiendo ser los sistemas de climatización que se comienzan a utilizar menos tiempo por las temperaturas ambientales.



Al igual que en el tablero principal la energía reactiva fluctúa de forma similar que la activa debido a la demanda de equipos inductivos. La época de verano, como se observó anteriormente, los consumos de energía activa aumentan sin embargo las proporciones de la reactiva se sigue manteniendo, mostrando que el impacto de los sistemas de refrigeración no genera un cambio en la relación de las energías. El aporte de energía reactiva del tablero seccional al tablero principal es del 50%, siendo razonable según los consumos de energía activa registrados. Para corroborar esta información se muestra el $\cos \Phi$ registrado por día en el periodo analizado.

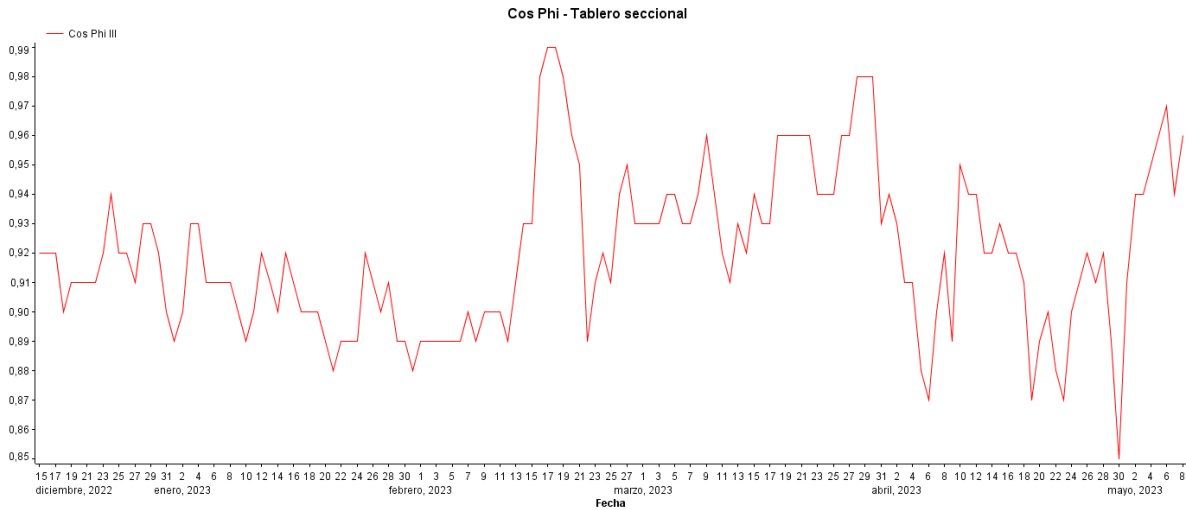


Figura 47: Coseno de Φ - Tablero seccional

El $\cos \Phi$ en el periodo registrado muestra valores que se encuentran por encima de 0,85, valor límite inferior para $\cos \Phi$ en donde se comienza a pagar penalizaciones por la relación entre las energías. A partir de mediados de febrero se comienzan a observar valores más elevados, pudiendo estar relacionado con las variaciones en los usos de los sistemas de climatización. Con esta información se puede asegurar de que las cargas inductivas del tablero seccional se encuentran compensadas adecuadamente.

Por otra parte, las distorsiones de tensión y corriente ocasionadas por cargas no lineales generan deformaciones en la onda, teniendo como referencia la norma IEC/EN 61000-2-2 que establece parámetros aceptables.

La distorsión armónica total de tensión THD(V) que permite evaluar la deformación de la onda de tensión y la norma establece los siguientes valores de referencia.

Tabla 27: Valores de referencia de THD(V) – Norma IEC/EN 61000-2-2

Valor THD(V)	Comentarios
THD(V) < 5 %	Deformación insignificante de la onda de tensión: poco riesgo de sufrir fallos de funcionamiento.
5 % < THD(V) < 8 %	Deformación significativa de la onda de tensión: riesgo de calentamiento y de sufrir fallos de funcionamiento.
8 % < THD(V)	Deformación significativa de la onda de tensión: existe un riesgo elevado de sufrir fallos de funcionamiento a menos que la instalación ya se haya calculado y dimensionado teniendo en cuenta este nivel de deformación.

Por otra parte, la distorsión armónica total de corriente THD(I) permite evaluar la deformación de la onda de corriente y la norma establece los siguientes valores de referencia.

Tabla 28: Valores de referencia de THD(I) – Norma IEC/EN 61000-2-2

Valor THD(I)	Comentarios
THD(I) < 10 %	Corrientes armónicas débiles: poco riesgo de sufrir fallos de funcionamiento.
10 % < THD(I) < 50 %	Corrientes armónicas significativas: riesgo de calentamiento, sobredimensionado de las fuentes.
50 % < THD(I)	Corrientes armónicas muy importantes: riesgo casi seguro de sufrir fallos de funcionamiento, degradación y calentamientos peligrosos a menos que la instalación se haya calculado y dimensionado teniendo en cuenta este tipo de restricciones.

A continuación, se muestran los registros de las ondas y los porcentajes de distorsión por fase en el periodo analizado.

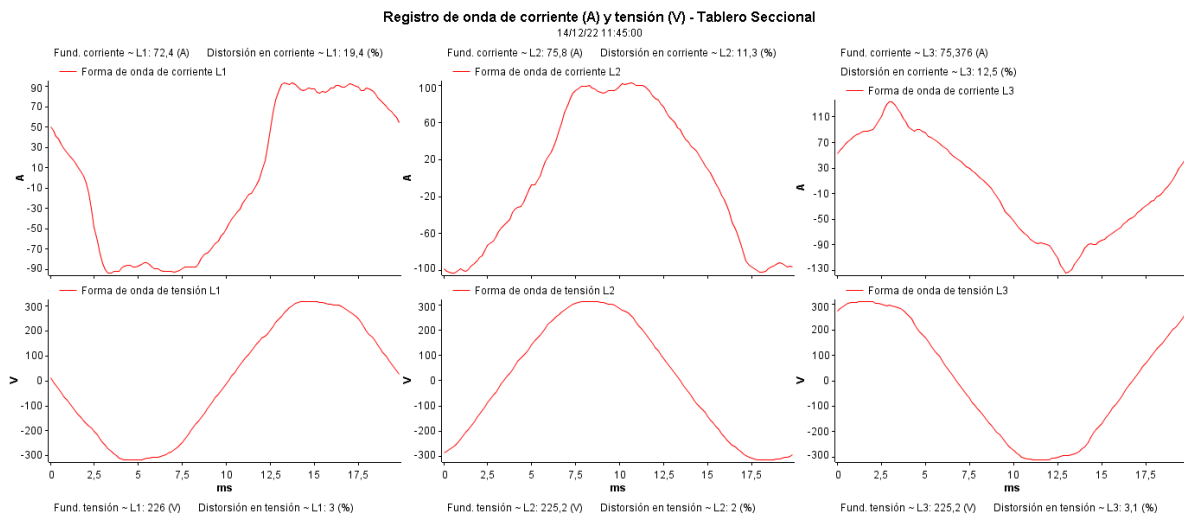


Figura 48: Registro de onda de corriente (A) y tensión (V) - Tablero Seccional

La distorsión en corriente muestra valores superiores al 10%, valor máximo recomendado por la norma para no tener riesgos de funcionamiento, por lo que se deberá evaluar los equipamientos con cargas no lineales de este sector y compensar las distorsiones generadas. La fase L1 es la más crítica ya que tiene un valor de 19,4% debiendo priorizar las acciones en este circuito mientras que las otras fases deben ser revisadas pero sus valores se encuentran cercanos al límite definido en la norma. Las distorsiones en corriente pueden generar calentamiento de los circuitos, conductores, bajar la eficiencia de los motores y reducir su vida útil por lo que su corrección es importante para garantizar un adecuado funcionamiento sin poner en riesgo el suministro eléctrico.

Como se mencionó anteriormente, este tablero seccional abastece los quirófanos, ginecología y neonatología, siendo sectores muy importantes en términos de salud por lo que la revisión de la distorsión armónica en este sector es fundamental para evitar inconvenientes severos.

Por otro lado, la distorsión en tensión muestra valores por debajo del 5% recomendado por la norma por lo que no representa un riesgo para la instalación y ninguna acción asociada a este parámetro.

3.2.3 Climatización

El hospital Francisco López Lima se encuentra instalado en varios edificios dentro del mismo predio, con sectores más modernos y otros con muchos años de operación. Además, existe una gran parte del hospital que se encuentra en proceso de remodelación por lo que estas áreas están en parte fuera de servicio. Los sistemas de climatización son variados sin contar con una planificación general de los edificios teniendo diferentes sistemas de calefacción y diferentes equipos de refrigeración localizados en oficinas como se ven en las imágenes.



Figura 49: Sistemas de refrigeración del hospital de Roca

El uso y seteo de cada equipo de refrigeración es particular de cada sector resultando complejo evaluar el comportamiento de esta categoría, sin embargo, se realiza una estimación de que en época de verano en horarios de la tarde los equipos se mantienen encendidos por las altas temperaturas ambientales. Esta información fue constatada con el personal del hospital el cual asegura que con las altas temperaturas externas es necesario mantener los aires acondicionados encendidos para lograr una temperatura aceptable.

Para corroborar que existe una relación entre las temperaturas exteriores y el consumo eléctrico se ha realizado un análisis de correlación entre las temperaturas exteriores medias diarias registradas y el consumo eléctrico diario para el periodo de registro.

Los registros históricos de temperatura fueron obtenidos en el Servicio de Información Meteorológica de www.ogimet.com que utiliza datos disponibles en la red de forma pública, fundamentalmente de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Departamento of Commerce de Estados Unidos. Para este caso particular se han consultado los datos de la estación meteorológica del aeropuerto de Neuquén debido a que son los datos más precisos y de cercanía que se pueden conseguir para este análisis.

Para analizar de la información se utiliza el software estadístico Infostat versión libre y el coeficiente de correlación Spearman para evaluar el grado de asociación entre estas dos variables.

Nueva tabla : 12/5/2023 - 12:59:51 - [Versión : 30/4/2020]

Coeficientes de correlación

Correlación de Spearman

Variable (1)	Variable (2)	n	Spearman	p-valor
Temperatura media (°C)	Temperatura media (°C)	139	1,00	<0,0001
Temperatura media (°C)	Consumo eléctrico (kWh)	139	0,89	<0,0001
Consumo eléctrico (kWh)	Temperatura media (°C)	139	0,89	<0,0001
Consumo eléctrico (kWh)	Consumo eléctrico (kWh)	139	1,00	<0,0001

Figura 50: Análisis de correlación entre temperatura ambiente y consumo eléctrico

Los resultados muestran una correlación importante entre la temperatura exterior y los consumos eléctricos con un coeficiente de correlación de Spearman de 0,89, 139 número de muestras y un p-valor inferior a 0,0001. Esto significa que existe una asociación entre las variables y que el 89% de la variabilidad del consumo eléctrico de este suministro está explicado por la variación de la temperatura exterior.

Una vez confirmada la relación entre estas variables se realiza una comparación entre una semana de verano y otoño. La selección de dichas semanas se realiza a través de las temperaturas ambientales con la intención de tener el mayor contraste de temperatura y evaluar el impacto de los sistemas de refrigeración al consumo eléctrico.

La semana que registro las temperaturas más altas fue del miércoles 4 al martes 10 de enero del 2023 con valores superiores a los 40°C de máxima y medias que superaron los 30°C. Por otro lado, el mes de abril ha tenido la semana con

temperaturas más bajas entre el miércoles 12 al martes 18 de abril de 2023. A continuación, se muestran los consumos eléctricos por hora para estos dos periodos.

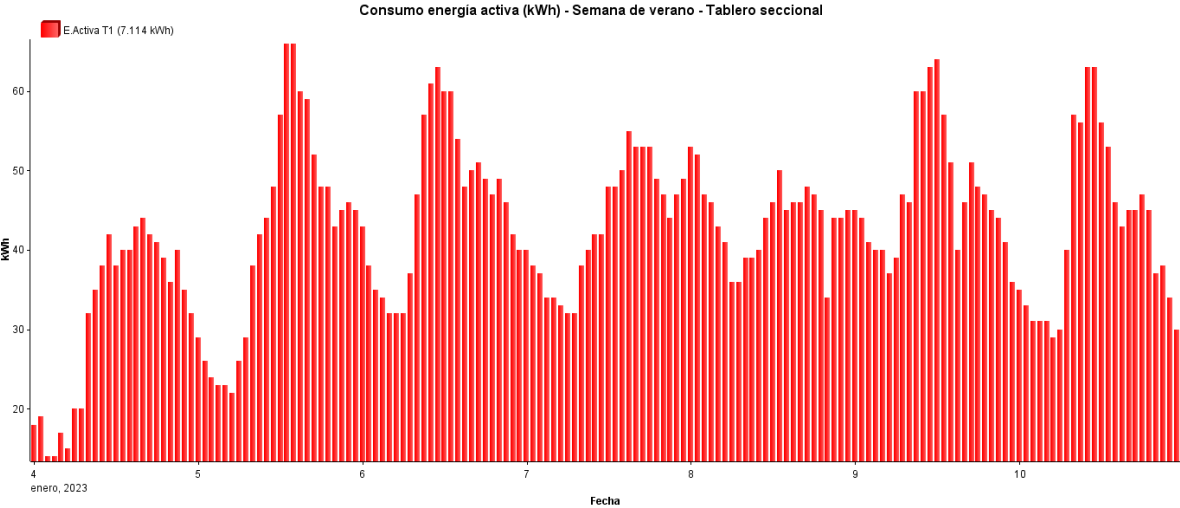


Figura 51: Energía activa en semana de verano - Tablero principal

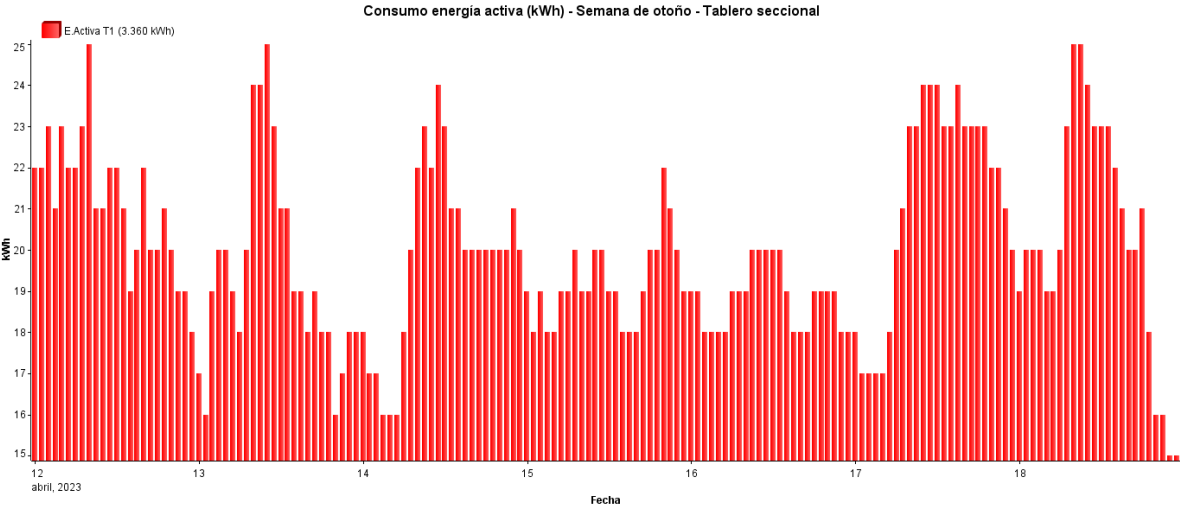


Figura 52: Energía activa en semana de invierno - Tablero principal

Las diferencias de consumo asumen una potencia de 30 kW entre los días de verano en las horas de mayor temperatura y los días de otoño en las mismas horas, sin embargo, la potencia instalada de los sistemas de refrigeración supera los 70 kW para este circuito eléctrico. Gran parte de la potencia instalada se encuentra en los quirófanos, los cuales no siempre se utiliza en simultaneo siendo la demanda muy variable. Esta variabilidad de uso de los sistemas de refrigeración instalados por sector complejiza el análisis ya que no existe una modalidad de uso, y los tiempos de funcionamiento son particulares a los usuarios de dichos equipos.

3.3. ANÁLISIS DE CONSUMO GAS NATURAL

Los consumos de gas natural en el hospital Francisco López Lima están asociados principalmente a la calefacción en épocas de bajas temperaturas pudiéndose ver en las variaciones de consumo de los registros históricos.

En el relevamiento de las instalaciones se encontraron principalmente sistemas de calefacción a través de calderas con distribución centralizada y en algunos edificios hay calefactores tiro balanceado como se pueden ver en las imágenes.



Figura 53: Sistemas de calefacción

En el análisis de los registros históricos de gas natural se han definido 5 suministros diferentes que abastecen diferentes áreas del hospital, teniendo demandas y comportamientos anuales similares, con altos consumos en invierno y demandas mínimas en verano. Al momento de realizar el relevamiento de las instalaciones y poder asociar las diferentes áreas con los suministros no se ha podido lograr, ya que el personal del hospital no sabía la distribución de la red de

gas natural en las instalaciones lo que imposibilita realizar un análisis de los consumos en base al relevamiento de los equipos.

Es indispensable conocer la red de gas natural en un hospital no solo por temas energéticos sino por cuestiones de seguridad, por lo que se recomienda realizar una revisión documental para ubicar los planos del servicio de gas natural y en caso de no tener éxito realizar un relevamiento de la distribución interna del servicio y generar dicha documentación.

3.4. Oportunidades de mejora

3.4.1 Suministros eléctricos

El hospital Francisco López Lima cuenta con 6 acometidas diferentes que abastecen a toda la institución. El personal de mantenimiento no conoce los circuitos de cada suministro, por lo que al momento de requerir un corte de energía o bien cuando se presenta algún inconveniente no pueden identificar cual es el corte general que desenergiza ese sector. Existe un suministro principal, el cual toma en media tensión, pasa por una subestación transformadora y energiza más del 90% del hospital mientras que los otros suministros tienen cargas menores distribuidas en diferentes sectores. Unificar todas las cargas eléctricas en el suministro principal es una oportunidad de mejora que debe tratarse con prioridad debido al desconocimiento de los circuitos eléctricos asociados a las diferentes acometidas. Este trabajo es complejo, ya que la institución no puede prescindir de energía eléctrica por lo que el rastreo y mapeo de cada circuito debe hacerse con tensión, dificultando el trabajo. A pesar de esto, es indispensable que se comiencen lo antes posible, en principio para identificar cada circuito, mapearlos y poner en conocimiento a todo el personal que se crea conveniente para luego realizar la conexión unificada al suministro principal. Esta situación no solo tiene un impacto en la eficiencia energética, sino también en aspectos de seguridad para los usuarios y trabajadores del hospital.

Su implementación requiere una primera etapa de relevamiento e identificación de cada circuito que puede realizarse con el personal propio del hospital. Esto requiere asignar el trabajo y tiempo a una persona específica que pueda avanzar de forma sostenida, mapeando cada circuito, tableros seccionales y cargas asociadas para volcarlo en un esquema unifilar. Una vez obtenida esta información se puede evaluar la mejor manera de unificar el circuito en la subestación de media tensión calculando los materiales y mano de obra necesaria para realizar el acondicionamiento. Es importante destacar que actualmente el hospital se encuentra en etapa de ampliación y readecuación de algunas áreas por

lo que se podría aprovechar este momento para realizar el relevamiento de los circuitos eléctricos de baja tensión.

La inversión necesaria no se puede calcular por la falta de información, sin embargo, conociendo las instalaciones, la distribución y condiciones edilicias, se espera que sea una inversión importante. Además, este tipo de trabajo no genera un beneficio económico ya que su impacto no modifica el consumo, por lo que no hay un tiempo de repago de esta inversión. Se recomienda realizar búsquedas de financiamiento con Aportes No Reembolsables (ARN) o líneas de crédito destinados al mejoramiento y readecuación de instituciones de salud, ya que esta situación merece ser atendida lo antes posible para evitar algún accidente eléctrico con consecuencias graves para el personal, pacientes y/o el edificio.

3.4.2 Integridad del sistema eléctrico

Las instalaciones del hospital cuentan con un sector más antiguo, el cual presenta evidentes faltas de mantenimiento en muchos sectores, especialmente en aquellos que se utilizan como lugares de acopio, oficinas y demás espacios que no son utilizados por pacientes. Las instalaciones eléctricas presentan la misma situación, pudiendo observar instalaciones en muy mal estado, con cables, conexiones y empalmes a simple vista con riesgo para las personas que circulan por esos sectores. Los tableros seccionales no cuentan con identificación y su estado general es malo por lo que es importante realizar una adecuación de las instalaciones.

Los problemas de integridad en los circuitos eléctricos pueden tener un impacto significativo en la eficiencia energética. Cuando los circuitos eléctricos presentan problemas de integridad, como cables dañados, conexiones flojas o componentes defectuosos, pueden ocurrir varias situaciones que afectan al desempeño energético. Los circuitos dañados pueden provocar pérdidas de energía debido a fugas o resistencia adicional en los cables o componentes. Estas pérdidas de energía se manifiestan como calor adicional, lo que resulta en una menor eficiencia energética y un mayor consumo de electricidad para obtener la misma salida de energía. Se puede generar caídas de voltaje, lo que significa que la tensión eléctrica disponible para los dispositivos conectados es menor de lo necesario. Esto puede resultar en un rendimiento deficiente de los dispositivos, ya que pueden funcionar por debajo de sus niveles óptimos de voltaje. En definitiva, para mantener una alta eficiencia energética, es esencial que los circuitos eléctricos se mantengan en buen estado y se realicen inspecciones regulares para detectar y solucionar problemas de integridad. Esto incluye verificar el estado de los cables, conexiones,

componentes y garantizar que se sigan las prácticas adecuadas de cableado y diseño de circuitos.

La implementación de esta oportunidad de mejora puede realizarse en conjunto con la unificación de la acometida eléctrica, previendo los gastos necesarios para readecuar las áreas más comprometidas.

3.4.3 Contratación de potencia

Los registros históricos analizados muestran una potencia contratada de 100 kW para septiembre de 2022, siendo este valor muy superior a los máximos registrados con el analizador de redes. Al no tener la información actualizada no se puede verificar que los registros coincidan con la contratación de potencia actual, sin embargo, se brinda la información para que se pueda cotejar por el personal del hospital. La máxima registrada fue de 60 kW, siendo estas demandas puntuales pero recurrentes, las cuales deberán ser contrastadas con la contratación para los meses de registros presentados en este informe.

El hospital tiene una tarifa T2 con potencias entre 50 y 300 Kw el cual se muestra a continuación según la publicación de EDESA para el mes de julio 2023.

Tabla 29: Encuadre tarifario

T2 con Potencias entre 50 y 300 Kw		T2N_2BTb
CGC T2	\$/mes	41432,21
CARGO USO DE RED * kfv	\$/kW-mes	2496,85
CARGO POTENCIA EN PUNTA	\$/kW-mes	50,07
CARGO TRANSP. OTROS AGENTES	\$/kW-mes	58,52
CARGO ENERGIA (P)	\$/kWh	15,717
CARGO ENERGIA (R)	\$/kWh	15,954
CARGO ENERGIA (V)	\$/kWh	15,884

En la tabla se puede identificar los costos unitarios por potencia por mes, pudiendo estimar un gasto por contratación de potencia de \$2.619 por cada kW contratado, siendo el item por cargo de uso de red el principal contribuyente a este valor. Se debe considerar que sobre estos costos se aplican tasa e impuestos que pueden ser variables, sin embargo, suelen representar el 30% del importe total, dejando un costo total de \$3.404 por kW contratado por mes.

El último dato obtenido de los registros de contratación de potencia es de septiembre de 2022, donde la potencia contratada es de 100 kW, mientras que el

analizador de redes muestra una demanda máxima de 60 kW, teniendo una importante diferencia. En caso de que el contrato de potencia siga de la misma manera, se podría reducir 40 kW en la contratación de potencia generando un impacto \$136.188 por mes solo por gestionar una modificación en la contratación de potencia. Esta gestión no tiene costo, solo una comunicación con la empresa prestadora del servicio solicitando un nuevo contrato de potencia.

3.4.4 Distorsión armónica de corriente

La distorsión armónica de corriente se refiere a la presencia de armónicos en una señal de corriente eléctrica. Los armónicos son componentes de frecuencia múltiples de la frecuencia fundamental de la señal. En un sistema eléctrico ideal, la corriente tendría una forma de onda senoidal pura, pero en la realidad, debido a diversos factores, pueden presentarse armónicos que distorsionan la forma de onda. Las causas pueden ser por cargas no lineales conectadas al sistema eléctrico, como resonancias magnéticas, tomógrafos, equipos electrónicos, convertidores de energía, rectificadores, variadores de velocidad, sistemas de climatización, entre otros. Estos dispositivos no lineales pueden generar armónicos debido a su naturaleza de funcionamiento, que puede implicar la conversión de la corriente alterna en corriente continua, el cambio de frecuencia o la modulación de la amplitud.

La Norma IEC/EN 61000-2-2 recomienda un 10% como máximo para tener bajo riesgo de sufrir inconvenientes de funcionamiento por distorsión en corriente. En el caso del tablero seccional se midieron valores de 19,4% para la fase L1, teniendo riesgos significativos de calentamiento y/o sobredimensionado de las fuentes. Existen diferentes formas de corregir esta distorsión, debiendo realizar un análisis más exhaustivo de este sector, identificando los equipamientos que aportan la distorsión y que tipo de armónicos genera para así aplicar la solución más adecuada.

En el siguiente gráfico se pueden observar los armónicos de rango 3, 5, 7, 9 y 11.

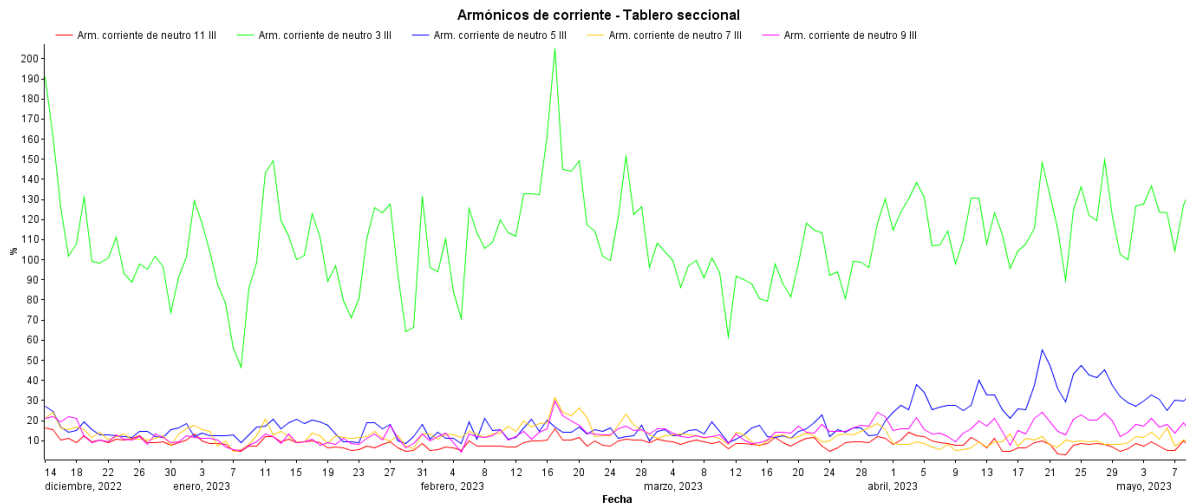


Figura 54: Armónicos de corriente - Tablero seccional

Se puede ver como el armónico de rango 3 es el principal en este circuito mientras que el resto mantiene valores similares con un leve aumento del 5° armónico a partir de abril, pudiendo estar asociado a los sistemas de calefacción.

Una opción viable para este caso son los filtros activos de armónicos, ya que la compensación armónica cubre el rango desde el orden 2 al orden 25, o desde el orden 2 al orden 50 según el compensador usado, con posibilidades de compensar parcial o totalmente. Los equipos se adaptan automáticamente a cualquier tipo de carga, monofásica o trifásica y puede ser conectado a cualquier red trifásica con o sin neutro. Una de las ventajas de esta tecnología es que es menos crítica en su interacción con las características de la instalación, y se adaptan mucho mejor a las fluctuaciones de los parámetros.

El compensador activo es un equipo de electrónica de potencia, con control digital. Los sensores de corriente se usan para la medición de la corriente de carga de la línea. El circuito de control digital calcula el contenido de la corriente armónica y genera las señales del orden adecuado en la unidad de potencia en oposición a las corrientes armónicas de la carga. Las aplicaciones típicas de los compensadores activos están en instalaciones de potencia baja y potencia media (desde pocas decenas de kVA a pocos cientos de kVA), incluyendo equipos de computación, UPS, variadores de velocidad e iluminación fluorescente, entre otras.

La inversión necesaria para adquirir los filtros activos depende de los equipos generadores de las distorsiones armónicas, por lo que no se puede saber con exactitud los costos reales, sin embargo, el valor de estos equipamientos es

elevado, generalmente cotizados en dólares, pudiendo estar entre U\$D 1000 y U\$D 10.000, dependiendo la marca, la potencia, y el tipo de armónico.

La incorporación de estos equipos no tiene un impacto económico directo sobre la facturación del servicio, pero genera mejores condiciones en los circuitos eléctricos impactando principalmente en la vida útil de los equipos y garantizando la integridad de los conductores. Por esta razón sus beneficios son a largo plazo, sin poder generar un tiempo de repago que permita evaluar la inversión. El nivel de prioridad para esta oportunidad de mejora es bajo, sin embargo, es importante el estado actual para evitar seguir cargando a este tablero seccional con cargas no lineales sin compensar los armónicos.

3.4.5 Refrigeración de ambientes

Los consumos eléctricos en épocas de verano del hospital tienen una importante relación con la temperatura exterior debido a los sistemas de refrigeración. Los artefactos instalados en el hospital son específicos para cada ambiente a través de equipos Split. Esto genera que cada ambiente tiene una forma de regular y gestionar el equipo de acuerdo con la percepción de cada usuario, encontrando ambientes con temperaturas cercanas a los 30°C y otros en 22°C. Esta disparidad complejiza realizar el diagnóstico y las medidas a tomar para mejorar el desempeño energético de los sistemas de refrigeración, debiendo tomar medidas generales que impacten en todos los trabajadores del hospital.

Existen muchas estrategias para realizar una campaña de concientización sobre el uso de los Split, pudiendo generar material gráfico como folletos que se reparten a los trabajadores y los usuarios del hospital, folletos digitales, charlas de sensibilización, videos informativos, entre otras opciones. A continuación, se presentan algunas recomendaciones para realizar un uso eficiente de los aires acondicionados.

- **Configura la temperatura adecuada:** Establece la temperatura del aire acondicionado a un nivel cómodo, pero no excesivamente frío. La recomendación general es fijarla entre 24 y 26 grados Celsius, ya que cada grado más bajo aumenta significativamente el consumo de energía.
- **Utiliza el modo de ahorro de energía:** La mayoría de los aires acondicionados tienen un modo de ahorro de energía o "modo eco". Activa esta opción, ya que ajusta automáticamente la temperatura y el flujo de aire para optimizar la eficiencia energética.

- **Mantén las puertas y ventanas cerradas:** Asegúrate de que las puertas y ventanas estén bien cerradas mientras el aire acondicionado está encendido. Esto evitará que el aire fresco escape y permitirá que la habitación se enfríe de manera más eficiente.
- **Aísla correctamente la habitación:** Si es posible, asegúrate de que la habitación esté bien aislada para evitar la entrada de calor exterior. Utiliza cortinas gruesas, persianas o películas reflectantes en las ventanas para reducir la radiación solar directa.
- **Mantén el aire acondicionado limpio:** Limpia regularmente los filtros del aire acondicionado para asegurarte de que estén libres de polvo y suciedad. Los filtros sucios obstruyen el flujo de aire y reducen la eficiencia del sistema.
- **Utiliza ventiladores de techo o de pie:** Complementa el aire acondicionado con ventiladores para ayudar a distribuir el aire fresco de manera más uniforme por la habitación. Los ventiladores pueden hacer que la temperatura se sienta más baja, permitiéndote establecer el aire acondicionado a una temperatura ligeramente más alta.
- **Programa el temporizador:** Si tu aire acondicionado tiene una función de temporizador, úsala para programar períodos de tiempo en los que se encienda y se apague automáticamente. Esto te permitirá ahorrar energía al no tener el aire acondicionado funcionando innecesariamente cuando no estés en casa.
- **Realiza un mantenimiento regular:** Asegúrate de que tu aire acondicionado reciba mantenimiento regular por parte de un profesional. Esto incluye limpiar las bobinas, revisar los niveles de refrigerante y verificar que el sistema esté funcionando correctamente. Un mantenimiento adecuado garantizará un funcionamiento eficiente y prolongará la vida útil del equipo.

Además, el Ente Nacional Regulador de la Energía (ENRE) hace recomendaciones de uso eficiente de los equipos de aire acondicionado en el siguiente enlace. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/recomendaciones-para-un-uso-eficiente-de-los-equipos-de-aire-acondicionado>.

El proceso de sensibilización se puede realizar sin costo de inversión a través de charlas brindadas por el propio personal de mantenimiento, algún responsable del sector eléctrico o personal del ministerio de salud, ya que los contenidos son más aplicados a los usos y costumbres de uso que a cuestiones técnicas. Para

evaluar el nivel de impacto de estas oportunidades de mejora es necesario realizar mediciones de consumo en los sectores de interés, pudiendo hacer un seguimiento de los perfiles de consumo y evaluar el cambio de comportamiento. En base a la bibliografía consultada y las experiencias en otros edificios, este tipo de acción puede generar una reducción promedio de los consumos eléctricos del 5%. En términos de consumo eléctrico esto representa unos 2.000 kWh anuales, mientras que en términos económicos puede llegar a representar \$41.288 anuales con el costo unitario de kWh actualizado a julio 2023 y un factor por impuestos de 1,3, suponiendo que dicha reducción de consumo no impacta en la demanda de potencia.

Como se mencionó anteriormente, para verificar el impacto de la sensibilización en el consumo se debe realizar la medición por sector. Para esto se han cotizado equipos de medición con bobinas rogowsky que registran la información en una memoria SD y la información se procesa en una plantilla de macros de Excel que deberán ser instalados en los tableros seccionales y poder realizar el seguimiento de consumo. Cada equipo tiene un costo de U\$S 833 (conversión a dólar oficial \$271,98 por dólar al 7/7/2023) dando un total de \$226.590.

Suponiendo que el impacto de la sensibilización a los usuarios de los aires acondicionados genera la reducción estimada y se decide instalar un equipo de medición en un tablero seccional del suministro principal, el tiempo de repago de dicha acción de mejora será de 5 años.

Es importante destacar que la incorporación de los equipos de medición permitirá realizar un seguimiento más exhaustivo de los consumos, por lo que su instalación puede derivar en una reducción mayor de la demanda de energía sin comprometer las actividades del hospital. Además, los costos de la energía están sufriendo aumentos, por lo que el impacto económico del ahorro energético será cada vez mayor, por lo que los tiempos de repago serán menores. Por último, esta inversión permite mostrar un accionar hacia una correcta gestión de la energía lo que puede generar una posibilidad de aplicar a créditos con tasas preferenciales para implementar eficiencia energética en el edificio o incluso acceder a Aportes No Reembolsables direccionados a mejorar el desempeño energético de instituciones públicas.

3.4.6 Gas natural

El servicio de gas natural cuenta con 5 suministros diferentes, de los cuales no se reconocen los circuitos de cada uno, por lo que se pueden asignar las

demandas a los equipos relevados. Esto esta situación no solo genera la imposibilidad de realizar un plan de eficiencia energética en el edificio, sino que tiene un fuerte impacto en la seguridad para los usuarios, ya que no se reconocen las llaves principales de corte del servicio.

Como prioritario se identifica la necesidad de contar con un diagrama o plano de cada circuito de gas, pudiendo visualizar rápidamente a que suministro corresponde. Existe la posibilidad de que esta documentación la pueda llegar a tener CAMUZZI, como prestador del servicio por lo que se deberá realizar las solicitudes correspondientes para verificar esta posibilidad. En caso de que no tengas dicha información se deberá realizar el mapeo de distribución de cada suministro, acompañado con el plano del hospital, el cual tampoco está disponible. Esta información es indispensable para poder trabajar sobre el desempeño energético del gas natural, por lo que las posibles propuestas que se realicen no se pueden llevar a cabo.

En caso de contar con la documentación a través de la prestadora de servicio, no tendría ningún costo. Por otro lado, si se realiza el mapeo de los suministros se debería realizar con un gasista matriculado que pueda ir realizando el relevamiento no solo de la distribución sino también de la integridad, verificando que la instalación cumpla con la normativa exigida y la prestadora del servicio. En caso de contar con personal matriculado en el sector de mantenimiento del ministerio de salud se puede gestionar por ese medio, sino se deberá solicitar presupuesto a un matriculado de General Roca y realizar el trabajo. Se desconoce los costos de este tipo de trabajo, sin embargo es indispensable que se realice lo antes posible por los riesgos que conlleva no estar en conocimiento de los circuitos de gas natural dentro del hospital.

Para conocer la distribución de gas natural en un edificio y realizar medidas de eficiencia energética, es importante realizar un análisis detallado del sistema de suministro de gas. A continuación, se presentan algunos pasos generales a seguir:

- **Revisa los planos del edificio:** Obtener los planos de construcción del edificio, que deberían incluir detalles sobre el sistema de distribución de gas natural. Estos planos te darán una idea general de cómo se distribuye el gas en el edificio y qué dispositivos o áreas están conectados al suministro de gas. En caso de no contar con dicha información se deberá generar por personal habilitado.
- **Identifica los puntos de conexión:** Inspecciona el edificio y localiza los puntos de conexión donde se encuentran los dispositivos o aparatos que utilizan gas natural, como calderas, calentadores de agua, estufas,

secadoras, etc., de cada suministro. Identificar punto de demanda en el plano confeccionado anteriormente, detallando las características del artefacto como potencia, factor de potencia, horas de uso estimadas, entre otros).

- **Verifica la seguridad:** Antes de realizar cualquier inspección o intervención, asegúrate de seguir los protocolos de seguridad adecuados. Es importante contar con un profesional certificado para verificar la instalación de gas y asegurarse de que cumpla con los estándares de seguridad. En caso de necesitar realizar los planos de distribución de gas natural, esta verificación se puede realizar en ese momento.
- **Analiza el rendimiento de los dispositivos:** Evalúa el rendimiento de los dispositivos que utilizan gas natural, como calderas, calentadores de agua, estufas, etc. Asegúrate de que estén funcionando de manera eficiente y que no haya fugas o desperdicio de gas. Para esto es importante tener un registro de mantenimiento que se pueda consultar, el cual nos indicará las tareas de mantenimiento que se le hicieron al equipo y las particularidades que tiene.
- **Considera mejoras de eficiencia energética:** Identifica oportunidades de mejora en el sistema de distribución de gas natural. Esto puede incluir la instalación de sistemas de control y automatización, mejoras en el aislamiento de tuberías, la sustitución de equipos obsoletos por modelos más eficientes, o la implementación de tecnologías de energía renovable, como sistemas de cogeneración o paneles solares térmicos.
- **Realiza un seguimiento y monitoreo:** Después de implementar las mejoras, es importante realizar un seguimiento y monitoreo continuo del consumo de gas y el rendimiento de los equipos para evaluar la eficacia de las medidas implementadas y realizar ajustes si es necesario. Este seguimiento se puede realizar en base a los registros de consumo detallados en la factura del servicio.

Como se dijo anteriormente, no se pueden aplicar medidas de eficiencia energética en un sitio que se desconoce la distribución del gas natural. A pesar de esto, se puede asegurar que el principal consumo del servicio se debe a la calefacción de los edificios. En el relevamiento realizado los equipos de calefacción se encontraban en buena condición, sin embargo, no se cuenta con un registro de mantenimiento por lo que no se puede asegurar que estén funcionando correctamente. Además, los equipos instalados no contaban con sistemas de muestreo de gases de combustión por lo que no se pudo medir la eficiencia con el analizador de gases de combustión TESTO 300.

3.4.7 Plan de mantenimiento

El desarrollo de un plan de mantenimiento en un hospital es esencial para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de las instalaciones, equipos y sistemas médicos. Una estructura básica posible para crear un plan de mantenimiento adecuado para el hospital puede tener los siguientes componentes:

- **Identificación de activos:** Realizar un inventario exhaustivo de todos los activos del hospital, incluyendo equipos médicos, sistemas de climatización, instalaciones eléctricas, sistemas de emergencia, etc.
- **Evaluación de riesgos:** Realizar una evaluación de riesgos para identificar los activos críticos y determinar las posibles consecuencias de su mal funcionamiento. Priorizar los activos en función de su importancia para la prestación de servicios médicos.
- **Programa de mantenimiento preventivo:** Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para cada activo crítico. Esto implica realizar inspecciones regulares, limpieza, calibración y reemplazo de piezas según las recomendaciones del fabricante y las regulaciones aplicables.
- **Programa de mantenimiento correctivo:** Establecer un procedimiento para la atención de averías y fallas inesperadas. Define los roles y responsabilidades del personal encargado de la reparación y asegúrate de contar con los recursos necesarios, como herramientas y repuestos.
- **Mantenimiento de instalaciones:** Asegurar de que las instalaciones físicas del hospital estén en buen estado de conservación. Esto incluye el mantenimiento de circuitos eléctricos, climatización, iluminación, etc. Programa inspecciones periódicas y realiza las reparaciones necesarias de manera oportuna.
- **Gestión de proveedores:** Establecer relaciones con proveedores de confianza para garantizar un suministro regular de piezas de repuesto y equipos de calidad. Mantén un registro actualizado de los proveedores y los contratos de servicio para poder tener una respuesta rápida y eficiente en momentos de urgencias.
- **Capacitación del personal:** Proporcionar capacitación regular al personal de mantenimiento para asegurar que estén al tanto de las mejores prácticas, las normativas de seguridad y los procedimientos específicos del hospital.
- **Documentación:** Mantener registros detallados de todas las actividades de mantenimiento, incluyendo inspecciones, reparaciones, reemplazos y capacitaciones. Se recomienda utilizar un sistema de gestión de mantenimiento asistido por computadora para facilitar el seguimiento y la programación de las tareas.

- **Evaluación y mejora continua:** Realizar evaluaciones periódicas del plan de mantenimiento para identificar áreas de mejora. Analiza las métricas de rendimiento, como el tiempo de inactividad de los equipos y las quejas del personal médico, y realiza ajustes en el plan según sea necesario.

Es importante recordar que este es solo un esquema básico y que deberás adaptarlo a las características específicas de tu hospital. Se debe tener en cuenta las regulaciones y normativas específicas de la localidad y del rubro salud como así también las recomendaciones de los fabricantes de equipos médicos.

3.5. Indicadores de desempeño

Los indicadores de desempeño energético en hospitales son herramientas utilizadas para evaluar y medir la eficiencia energética de un hospital en relación con su consumo de energía y su rendimiento en términos de sostenibilidad. Estos indicadores pueden ayudar a identificar áreas de mejora y establecer metas para reducir el consumo de energía, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y optimizar el uso de recursos.

Consumo de energía total: Este indicador mide la cantidad total de energía consumida por el hospital en un período determinado, generalmente expresado en kilovatios-hora (kWh). Permite realizar comparaciones a lo largo del tiempo y entre diferentes hospitales sin embargo no contempla las particularidades de cada institución, por lo que sus comparativas no aportan mucha información valiosa. Se presentan los consumos anuales de energía eléctrica obtenidos de la suma de los 6 suministros detectados en el hospital.

Tabla 30: Consumos anuales (kWh) - Hospital de Gral. Roca

Año	Consumo eléctrico anual (kWh)
2021	586.303
2020	586.231
2019	615.286
2018	603.631

Consumo de energía por área: Este indicador relaciona el consumo de energía con el área total del hospital. Se expresa en términos de kWh por metro cuadrado (kWh/m²) o (MWh/m²) y permite tener un valor de referencia que relaciona las dimensiones del hospital con el consumo eléctrico. Esto favorece a que este indicador aporta más información a la hora de realizar comparativas entre hospitales. Por otro lado, se puede realizar indicadores por sectores internos del

hospital para identificar las áreas de mayor consumo y establecer un orden de prioridad a la hora de implementar medidas de eficiencia energética.

Al no tener los planos del hospital no se cuenta con la información específica de los metros cuadrados construidos de la institución por lo que no se presentan estos indicadores. Una vez que se realice la confección del plano y se obtenga los metros cuadrados cubiertos se deberá dividir los consumos anuales por dicha superficie dando como resultado el indicador por unidad de área.

información por considerar las dimensiones de cada hospital.

Consumo de energía por cama: El indicador de desempeño de hospitales (MWh/cama) se utiliza para medir la eficiencia energética de un hospital en relación con su consumo de energía eléctrica por cama. Este indicador permite evaluar y comparar el consumo de energía de diferentes hospitales, lo que puede ser útil para identificar oportunidades de ahorro energético y promover prácticas sostenibles.

Tabla 31: Indicador de desempeño MWh/cama - Hospital de Gral. Roca

Año	Consumo eléctrico anual (MWh)	Cama	Indicador (kWh/m ²)
2021	586,3	140	4,18
2020	586,2	140	4,18
2019	615,2	140	4,39
2018	603,6	140	4,31

Se deberá corroborar la variación de camas en los últimos años, ya que puede variar por diferentes razones, sin embargo, se deja los indicadores con las capacidades actuales para tener una referencia de los valores alcanzados.

3.6. Referente energético

Para poder llevar a cabo este proceso es indispensable definir un referente energético, el cual tiene la responsabilidad de gestionar y supervisar todas las actividades relacionadas con el suministro y uso eficiente de la energía. La planificación energética, la gestión de suministros energéticos, los programas de eficiencia energética, monitoreo y análisis de datos, formación y sensibilización del personal, investigación y desarrollo sobre los avances tecnológico son algunas de las funciones que debe cumplir el referente energético. En definitiva, debe garantizar un suministro de energía confiable y eficiente, reducir costos, minimizar el impacto ambiental y promover una cultura de uso responsable de la energía en el personal y los pacientes del hospital.

Con la intención de fomentar la eficiencia energética en edificios públicos, la secretaría de energía de nación cuenta con un sistema de registro de información denominado “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP) que tiene como primer objetivo la realización de un Diagnóstico Energético Preliminar en los edificios de la Administración Pública Nacional, de manera sencilla y rápida, sin necesidad de hacer un relevamiento completo del edificio y sus instalaciones.

El sistema se encuentra en una etapa preliminar que permite obtener una idea general del consumo energético del edificio, a partir de la carga de información básica del mismo por parte de los referentes energéticos designados por los ministerios y organismos alcanzados. Esta característica la convierte en una herramienta informática ideal a la hora de hacer una primera evaluación de un grupo extenso de edificios, permitiendo compararlos entre sí, identificar los mayores consumidores de energía y finalmente detectar los principales sectores con potencial de ahorro.

Además de estar pensado para ser utilizado por cualquier tipo de usuario, independientemente de su formación, el DEP se desarrolló a partir de la utilización de métodos simplificados de análisis, con la intención de agilizar y facilitar el acceso y la utilización de este.

A su vez, el programa se divide en tres pasos correlativos y con creciente nivel de profundidad, comenzando por un nivel básico, para ir aumentando el grado de especificidad paulatinamente.

Tabla 32: Etapas del Diagnóstico Energético Preliminar de nación

	DATOS REQUERIDOS	INFORMACIÓN OBTENIDA
PASO 1	Ubicación, ocupación, tipología, superficie y datos de consumo energético y agua (facturación).	Indicadores de intensidad de uso de la energía e indicadores de uso del espacio.
PASO 2	Potencia adquirida y convenida. Encuadre tarifario.	Recomendación de recontractación de la potencia eléctrica.
PASO 3	Relevamiento rápido de principales instalaciones y equipos. Estimación de horas de uso.	Estructura del consumo de energía y agua. Estimación de ahorros potenciales.

En segunda instancia, el sistema servirá para la elaboración de una base de datos del desempeño energético de los edificios públicos, que permitirá generar información estadística para la elaboración, implementación y seguimiento de planes y programas de estímulo para el uso eficiente de la energía en el mismo. La

herramienta cuenta con una interfaz gráfica para visualizar esta base de datos con el objeto de hacerla accesible y sencilla de utilizar.

La página de ingreso al sistema es <https://dep.energia.gob.ar/> en donde el referente deberá darse de alta para poder ingresar y cargar la información pertinente del edificio público donde trabaja. Para esto se han enviado la información pertinente de los administradores energéticos designados por los directivos de cada institución a la Secretaría de Energía con la intención de dar de alta el usuario y pueda comenzar a realizar la gestión de carga de información, inmueble y demás datos que solicita el sistema.

3.7. Conclusión

El diagnóstico de eficiencia energética realizado en el hospital Francisco López Lima de General Roca permite detectar importantes fallas en términos estructurales para realizar una mejora en el desempeño energético de la institución. Existe una falta de información y documentación de las instalaciones edilicias y de servicios que requiere ser atendida lo antes posible, ya que no solo impacta en la eficiencia energética sino en la seguridad de los/as trabajadores/as y pacientes.

En términos energéticos se ha observado una diferencia entre la potencia máxima registrada con la contratada, sin embargo las comparaciones se realizaron sobre registros históricos de consumo sin tener los datos del último año, por lo que se deberá corroborar dicha información.

El tablero seccional analizado presenta valores de distorsión armónica elevadas que superan los límites establecidos por la Norma IEC/EN 61000-2-2, aumentando los riesgos de calentamiento y/o sobredimensionado de las fuentes. El armónico de rango 3 ha sido el más significativo, siendo los filtros activos una solución posible para reducir estos valores, debiendo realizar un relevamiento específico buscando los equipamientos que generen dicha distorsión. Si bien no se considera una situación crítica, pero es importante poder corregir estos valores y principalmente tenerlo en cuenta en caso de incorporación de nuevos equipos que generen cargas no lineales, ya que se puede agravar la situación.

La refrigeración del hospital se realiza con equipos independientes tipo Split, en donde cada equipo tiene una manipulación diferente asociada a los usuarios de cada equipo. La percepción de una temperatura de confort de cada persona puede ser diferente por lo que es recomendable establecer un único criterio que pueda ser aplicado a todos los ambientes. La sensibilización y colaboración de cada usuario es indispensable para lograr buenos resultados en este aspecto. Por otra parte, el mantenimiento de los equipos es fundamental para tener buenos rendimientos

energéticos, sin embargo, no se ha observado un plan de mantenimiento general en el hospital.

En referencia al gas natural, el hospital cuenta con varios suministros y no se conocen los circuitos de cada uno. Esta situación es importante que se corrija, debiendo tener identificado cada red de distribución para luego avanzar en una mejora del desempeño energético, ya que al no poder asociar equipamientos a los registros de consumo imposibilita estimar los impactos. A pesar de esto, en el relevamiento de los equipamientos se pudo observar que la calefacción es el principal consumo, teniendo las calderas principales un estado aceptable a pesar de no contar con registros de mantenimiento. No se pudo corroborar la eficiencia, ya que los equipos instalados no cuentan con orificios de toma de muestra en su chimenea.

Por último, y como oportunidad transversal a las anteriores, es indispensable establecer un plan de mantenimiento adecuado en el hospital, teniendo una forma de operar correctiva y no preventiva. Tener un inventario de los equipos instalados, una planificación de los servicios de mantenimiento, repuestos de los equipos críticos que no pueden quedar fuera de servicio, un presupuesto adecuado y personal capacitado son la clave para llevar adelante un programa de mantenimiento exitoso.