

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA
CONCEPCIÓN**
FACULTAD DE INGENIERÍA



UCSC

**Análisis de Sistemas de Monitoreo Inteligente de
Variables Eléctricas en el Campus San Andrés**

Tabata Kasandra Ponce Ovalle

Informe de Habilitación Profesional para optar al título de:
Ingeniero Civil Eléctrico

Profesor Patrocinante:
Dr. Eduardo E. Espinosa N.

Profesores Guía:
Dr. Guillermo E. Ramírez A.
M.Sc. Ricardo I. León C.

Concepción, octubre de 2025

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Profesor Patrocinante:
Dr. Eduardo E. Espinosa N.

Análisis de Sistemas de Monitoreo Inteligente de Variables Eléctricas en el Campus San Andrés

Tabata Kasandra Ponce Ovalle

Informe de Habilitación Profesional
para optar al Título de

Ingeniero Civil Eléctrico

Octubre 2025

Resumen

En la actualidad tener un control del consumo de energía de un edificio, institución y/o empresa entrega soluciones de mejoras en el rendimiento energético. Es por ello, que los sistemas de monitoreo inteligente entregan una solución, facilitando una gestión más eficiente y sostenible sobre el uso de la energía y conciencia ambiental. Estos se han implementado en hogares, edificios, industrias y transporte, optimizando el uso de recursos y reduciendo costos operativos, al integrar tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA), los que pueden predecir patrones de consumo y detectar anomalías, contribuyendo a la reducción de la huella de carbono alineados con los objetivos globales de sostenibilidad y eficiencia energética.

En la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), el consumo eléctrico no se encuentra desagregado por edificio y/o facultad. Sin embargo, a partir de la reciente instalación de un sistema de monitoreo inteligente, ha sido posible caracterizar el consumo de determinadas dependencias, específicamente aquellas que el sistema registra, entre las que se incluyen la Facultad de Medicina, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Comunicación, Historia y Cs. Sociales, Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura, Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público. Esta información permite cuantificar de manera más precisa la demanda energética de dichas instalaciones y facilitar el análisis comparativo entre ellas.

En el presente trabajo se analizarán los distintos sistemas de monitoreo existentes y sus alcances en eficiencia energética, para posteriormente establecer una comparación con un sistema de gestión de energía en términos de reducción de los gases de efecto invernadero.

Además, se detalla el sistema de Monitoreo Inteligente instalado en el Campus San Andrés, de la Empresa ENERLINK, el cual registra en tiempo real las variables de interés y el funcionamiento del sistema, permitiendo identificar patrones de consumo, detectar ineficiencias y priorizar acciones correctivas. Los resultados iniciales revelan que el Gimnasio, la Facultad de Medicina y la Biblioteca concentran gran parte de la demanda energética del campus, mientras que se observan consumos residuales significativos en horarios no operativos, especialmente en el Gimnasio y en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Estas condiciones representan oportunidades concretas para implementar medidas de eficiencia energética, como la optimización de cargas base, la migración tarifaria y la modernización de la iluminación, las cuales podrían traducirse en ahorros mensuales de hasta un 30 %

A los alumnos del pasado, presente y futuro de la carrera de Ingeniería Civil Eléctrica de la U.C.S.C.

Agradecimientos

Quisiera expresar mi más profunda gratitud a todas las personas que me acompañaron y apoyaron a lo largo de este camino. En primer lugar, a mi familia, por su amor incondicional, su constante apoyo y por estar siempre presente, incluso en la distancia. Su aliento y confianza fueron fundamentales para llegar hasta aquí.

A mis amigos y compañeros, quienes hicieron de este proceso una experiencia más amena y significativa. Gracias por hacerme sentir en casa, aun estando lejos de mi ciudad natal, Rancagua. Su compañía y afecto fueron un pilar importante durante estos años de formación.

Agradezco especialmente a mi profesor guía, por su compromiso, orientación y constante motivación. Su disposición para escuchar y alentarme a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes, fue clave para culminar este trabajo.

Finalmente, extendo mi agradecimiento a los distintos departamentos administrativos y académicos que colaboraron con disposición y buena voluntad en el desarrollo de las actividades necesarias para llevar a cabo esta investigación. Su apoyo facilitó el cumplimiento de cada etapa del proyecto.

Tabla de Contenidos

LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
ABREVIACIONES.....	XXI
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2 TRABAJOS PREVIOS	2
1.2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	3
1.2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE LA ENERGÍA (EMIS)	5
1.2.3 SISTEMA DE MEDICIÓN Y MONITOREO DISTRIBUIDO (DMS).....	7
1.2.4 DISCUSIÓN	10
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO	12
1.5 OBJETIVOS.....	12
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES	12
1.7 TEMARIO Y METODOLOGÍA.....	13
CAPÍTULO 2 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y AUDITORIA ENERGÉTICA.....	14
2.1 INTRODUCCIÓN	14
2.1.1 REQUISITOS SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	14
2.1.2 ETAPAS DE UNA AUDITORIA ENERGÉTICA	15
2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA	16
2.3 PLANIFICACIÓN.....	18
2.4 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO.....	19
2.5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	20
CAPÍTULO 3 SISTEMA DE MONITOREO INTELIGENTE.....	22
3.1 INTRODUCCIÓN	22
3.2 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIDOR INTELIGENTE	23
3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SMI	24
3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL MI.....	25
3.2.3 ESPECIFICACIONES.....	26
3.2.4 INTERFASES PARA LA SUPERVISIÓN EXTERNA	27
3.3 SOFTWARE DE MEDICIÓN INTELIGENTE	28
3.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA	29
3.4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	32
CAPÍTULO 4 LEVANTAMIENTO DE DATOS	33
4.1 INTRODUCCIÓN	33
4.2 IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS INICIALES.....	33

4.2.1	ZONIFICACIÓN ENERGÉTICA	34
4.2.2	FACTURACIÓN ENERGÉTICA	35
4.3	TRABAJO EN TERRENO	50
4.3.1	INFORMACIÓN DE EQUIPOS Y SISTEMAS.....	52
4.4	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	97
CAPÍTULO 5	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS	100
5.1	INTRODUCCIÓN	100
5.2	EVALUACIÓN CONSUMO SMI.....	100
5.2.1	EDIFICIO SAN AGUSTÍN – FACULTAD DE INGENIERÍA	102
5.2.2	EDIFICIO SAN ALBERTO MAGNO – FACULTAD DE CIENCIAS	105
5.2.3	EDIFICIO SAN LUCAS – FACULTAD DE MEDICINA	110
5.2.4	EDIFICIO TERESA DE ÁVILA – FACULTAD DE COMUNICACIONES, HISTORIA Y CS.	113
5.2.5	EDIFICIO MECÁNICA DE SUELOS Y ACUICULTURA	117
5.2.6	BIBLIOTECA CENTRAL ANTONIO MORENO	121
5.2.7	ALUMBRADO PUBLICO.....	124
5.2.8	GIMNASIO	127
5.2.9	CONSUMO RESIDUAL	131
5.3	EVALUACIÓN GIMNASIO.....	136
5.3.1	INSTALACIÓN MEDIDORES CALIDAD DE ENERGÍA	136
5.3.2	RESULTADOS OBTENIDOS.....	138
5.4	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	148
CAPÍTULO 6	CONCLUSIONES	150
6.1	SUMARIO.....	150
6.2	OPORTUNIDADES Y MMEE	151
6.2.1	EDIFICIO SAN AGUSTÍN – FACULTAD DE INGENIERÍA	152
6.2.2	EDIFICIO SAN ALBERTO MAGNO – FACULTAD DE CIENCIAS	152
6.2.3	EDIFICIO SAN LUCAS – FACULTAD DE MEDICINA	153
6.2.4	EDIFICIO TERESA DE ÁVILA – FACULTAD DE COMUNICACIONES, HISTORIA Y CS.	154
6.2.5	EDIFICIO MECÁNICA DE SUELOS Y ACUICULTURA	155
6.2.6	BIBLIOTECA CENTRAL ANTONIO MORENO	155
6.2.7	GIMNASIO	156
6.3	CONCLUSIONES	157
6.4	TRABAJO FUTURO	158
CAPÍTULO 7	BIBLIOGRAFÍA	159
ANEXO.A	FACTURACIÓN ENERGÉTICA.....	161
A.1	FACTURACIÓN TARIFA ELÉCTRICA CGE AT3 PRESENTE EN PUNTA.....	161
A.2	DESGLOSE NOTAS DE COBRO ENERLINK	165
ANEXO.B	CONSUMO POR INSTALACIÓN	170
B.1	EDIFICIO SAN AGUSTÍN – FACULTAD DE INGENIERÍA.....	170
B.2	EDIFICIO SAN ALBERTO MAGNO – FACULTAD DE CIENCIAS	177
B.3	EDIFICIO SAN LUCAS – FACULTAD DE MEDICINA.....	184

B.4	EDIFICIO TERESA DE ÁVILA – FACULTAD DE COMUNICACIONES, HISTORIA Y CS.	192
B.5	EDIFICIO MECÁNICA DE SUELOS Y ACUICULTURA.....	199
B.6	BIBLIOTECA CENTRAL ANTONIO MORENO	206
B.7	ALUMBRADO PÚBLICO.....	214
B.8	GIMNASIO	221
ANEXO.C	DIAGRAMA UNILINEAL	229
C.1	EDIFICIO SAN AGUSTÍN – FACULTAD DE INGENIERÍA.....	229
C.2	EDIFICIO SAN ALBERTO MAGNO – FACULTAD DE CIENCIAS	230
C.3	EDIFICIO TERESA DE ÁVILA – FACULTAD DE COMUNICACIONES, HISTORIA Y CS.	237
C.4	EDIFICIO MECÁNICA DE SUELOS Y ACUICULTURA.....	240
C.5	CAMPUS SAN ANDRÉS – UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN.	241

Lista de Tablas

Tabla 2-1 Identificación de los Edificios.....	18
Tabla 3-1 Dispositivos Sistema Monitoreo	25
Tabla 3-2 Características y Visualización parámetros MI.....	25
Tabla 3-3 Mediciones de Energía.....	26
Tabla 3-4 Precisión de Mediciones	27
Tabla 3-5 Condiciones de Referencia de las cantidades de influencia.....	28
Tabla 4-1 Información requerida, nivel 2-3 de la AE.....	34
Tabla 4-2 Información requerida para la caracterización de equipos, sistemas e instalaciones.....	34
Tabla 4-3 Comparación Consumo Registrado ENERLINK y CGE.	44
Tabla 4-4 Demanda Máxima Suministrada Registrada por el SMI.....	45
Tabla 4-5 Cobros ENERLINK BT4.3	47
Tabla 4-6 Consumo Semestral Medido, Enerlink	49
Tabla 4-7 Calculo de horas para cada área	54
Tabla 4-8 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Ingeniería.....	56
Tabla 4-9 Tipo de Tecnología, Iluminarias.....	57
Tabla 4-10 Equipos Eléctricos. Facultad de Ingeniería.....	57
Tabla 4-11 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Ciencias.	61
Tabla 4-12 Tipo de Tecnología, Iluminarias.....	62
Tabla 4-13 Equipos Eléctricos. Facultad de Ciencias.	62
Tabla 4-14 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Medicina.....	66
Tabla 4-15 Tipos de Tecnología, Iluminaria. Facultad de Medicina	66
Tabla 4-16 Equipos Eléctricos. Facultad de Medicina.....	67
Tabla 4-17 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	71
Tabla 4-18 Tipos de Tecnologías, Iluminarias.....	72
Tabla 4-19 Equipos Eléctricos. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs. y Facultad de Teología.	73
Tabla 4-20 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	77

Tabla 4-21 Tipos de Tecnología, Iluminarias.	78
Tabla 4-22 Equipos Eléctricos. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura	78
Tabla 4-23 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Biblioteca Central, Edificio Aulas y Dirección de Formación Continua y Servicios.	82
Tabla 4-24 Tipos de Tecnologías, Iluminarias.....	83
Tabla 4-25 Equipos Eléctricos. Biblioteca Central, Edificio Aulas y Dirección de Formación Continua y Servicios.	84
Tabla 4-26 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Gimnasio.	91
Tabla 4-27 Tipos de Tecnologías, Iluminarias.....	91
Tabla 4-28 Equipos Eléctricos. Gimnasio.	92
Tabla 4-29 Comparativa Consumo Medido y el Estimado para cada instalación.....	96
Tabla 5-1 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Ingeniería.	132
Tabla 5-2 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Ciencias.	132
Tabla 5-3 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Medicina.	132
Tabla 5-4 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Comunicación, Historia y Cs.....	133
Tabla 5-5 Cobro Mensual del Consumo Residual. Edificio Mecanica de Suelos y Acuicultura.	133
Tabla 5-6 Cobro Mensual del Consumo Residual. Biblioteca Central.....	134
Tabla 5-7 Cobro Mensual del Consumo Residual. Alumbrado Publico.....	134
Tabla 5-8 Cobro Mensual del Consumo Residual. Gimnasio.	134
Tabla 5-9 Comparación Consumo Semanal	147
 Tabla A. 1 Nota de Cobro MI Ingeniería, mes de marzo, Detalle Consumo Eléctrico.	 165
Tabla A. 2 Desglose Notas de Cobro para cada Medidor. Mes de Abril.	166
Tabla A. 3 Desglose Notas de Cobro para cada Medidor. Mayo 2024.....	167
Tabla A. 4 Desglose Notas de Cobro para cada Medidor. Junio 2024	168
Tabla A. 5 Desglose Notas de Cobro para cada Medidor. Julio 2024	169

Lista de Figuras

Fig. 1.1 Modelo de Sistema de Gestión de la Energía definido por la norma ISO500001.	3
Fig. 1.2 Objetivos de una AE.	4
Fig. 2.1 Etapas y subetapas de AE. Fuente: Guía Metodológica Edificación.	16
Fig. 2.2 LAYOUT SE Lomas de San Andrés perteneciente al SMI.....	18
Fig. 2.3 Aspectos sobre los cuales realizar seguimiento, medición y análisis. Fuente: Guía ISO 50001 V2022.	20
Fig. 3.1 Tablero Sistema de Monitoreo Inteligente. ENERLINK.	22
Fig. 3.2 Diagrama Unilineal Sistema Monitoreo Inteligente	24
Fig. 3.3 Medidor Inteligente.....	26
Fig. 3.4 Diagrama de Cableado 3p3w, 3p4w y 1p2w respectivamente.	28
Fig. 3.5 Plataforma ENERLINK, pestaña principal.....	29
Fig. 3.6 Plataforma ENERLINK, Consumos Demanda.....	29
Fig. 3.7 Plataforma ENERLINK, Consumos Energía.....	30
Fig. 3.8 Plataforma ENERLINK, Recaudaciones por Activo.	30
Fig. 3.9 Plataforma ENERLINK, Recaudaciones por Medidor.	31
Fig. 3.10 Plataforma ENERLINK, Tarificación por Medidor.	31
Fig. 4.1 Zonificación del SMI.	35
Fig. 4.2 Facturación SGE SE Lomas, mes de marzo. Detalle del Suministro Eléctrico.	39
Fig. 4.3 Nota de Cobro MI Ingeniería, mes de marzo, Detalle Consumo Eléctrico.	42
Fig. 4.4 Consumo Registrado por SMI y CGE.	44
Fig. 4.5 Facturación ENERLINK v/s CGE.....	45
Fig. 4.6 Evolución de la Demanda de Cada Medidor.....	46
Fig. 4.7 Facturación BT4.3 para cada Medidor.....	48
Fig. 4.8 Diagrama de Pareto, Consumo Medidores.	50
Fig. 4.9 Subestación Eléctrica Lomas de San Andrés.	51
Fig. 4.10 Tablero General 1 (Derecho).....	51
Fig. 4.11 Tablero General 2 (Izquierdo).	52
Fig. 4.12 Diagrama de Pareto, Facultad de Ingeniería.	58
Fig. 4.13 Tablero General. Facultad de Ingeniería.	59
Fig. 4.14 Diagrama de Pareto, Facultades de Ciencias.	63

Fig. 4.15 Tablero General Facultad de Ciencias.	64
Fig. 4.16 Diagrama de Pareto, Facultad de Medicina.	68
Fig. 4.17 Tablero General Facultad de Medicina.	70
Fig. 4.18 Diagrama de Pareto, Edificio Teresa de Ávila.	74
Fig. 4.19 Diagrama de Pareto, Facultad Comunicación, Historia y Cs.	74
Fig. 4.20 Diagrama de Pareto, Facultad de Teología.	75
Fig. 4.21 Tableros General.	76
Fig. 4.22 Diagrama de Pareto, Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	80
Fig. 4.23 Tablero General Acuicultura.	80
Fig. 4.24 Diagrama de Pareto por Departamento.	86
Fig. 4.25 Diagrama de Pareto, Biblioteca Central.	86
Fig. 4.26 Diagrama de Pareto, Edificio Aulas.	87
Fig. 4.27 Diagrama de Pareto, Dirección de Formación Continua y Servicios.	87
Fig. 4.28 Tableros General Biblioteca, primer y segundo piso.	88
Fig. 4.29 Tablero General.	88
Fig. 4.30 Ruta Peatonal Alumbrado Público.	90
Fig. 4.31 Diagrama de Pareto, Gimnasio.	93
Fig. 4.32 Tablero General Gimnasio.	94
Fig. 4.33 Tablero General Obstruido.	95
Fig. 4.34 Grafico comparativo entre el consumo medido y el consumo estimado.	97
Fig. 5.1 Segmentación del año calendario en semanas representativas.	101
Fig. 5.2 Consumo Semana 10. Edificio San Agustín.	102
Fig. 5.3 Consumo Semana 15. Edificio San Agustín.	103
Fig. 5.4 Consumo Semana 21. Edificio San Agustín.	104
Fig. 5.5 Consumo Semana 24. Edificio San Agustín.	104
Fig. 5.6 Consumo Semana 28. Edificio San Agustín.	105
Fig. 5.7 Consumo Semana 10. Facultad de Ciencias.	106
Fig. 5.8 Consumo Semana 15. Facultad de Ciencias.	107
Fig. 5.9 Consumo Semana 21. Facultad de Ciencias.	107
Fig. 5.10 Consumo Semana 24. Facultad de Ciencias.	108
Fig. 5.11 Consumo Semana 28. Facultad de Ciencias.	109
Fig. 5.12 Consumo Semana 10. Facultad de Medicina.	110

Fig. 5.13 Consumo Semana 15. Facultad de Medicina.	111
Fig. 5.14 Consumo Semana 21. Facultad de Medicina.	111
Fig. 5.15 Consumo Semana 24. Facultad de Medicina.	112
Fig. 5.16 Consumo Semana 28. Facultad de Medicina.	113
Fig. 5.17 Consumo Semana 10. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.	114
Fig. 5.18 Consumo Semana 15. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.	114
Fig. 5.19 Consumo Semana 21. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.	115
Fig. 5.20 Consumo Semana 24. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.	116
Fig. 5.21 Consumo Semana 28. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.	116
Fig. 5.22 Consumo Semana 10. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	117
Fig. 5.23 Consumo Semana 15. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	118
Fig. 5.24 Consumo Semana 21. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	119
Fig. 5.25 Consumo Semana 24. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	119
Fig. 5.26 Consumo Semana 28. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	120
Fig. 5.27 Consumo Semana 10. Biblioteca Central.	121
Fig. 5.28 Consumo Semana 15. Biblioteca Central.	122
Fig. 5.29 Consumo Semana 21. Biblioteca Central.	123
Fig. 5.30 Consumo Semana 24. Biblioteca Central.	123
Fig. 5.31 Consumo Semana 28. Biblioteca Central.	124
Fig. 5.32 Consumo Semana 10. Alumbrado Público.	125
Fig. 5.33 Consumo Semana 15. Alumbrado Público.	125
Fig. 5.34 Consumo Semana 21. Alumbrado Público.	126
Fig. 5.35 Consumo Semana 24. Alumbrado Público.	126
Fig. 5.36 Consumo Semana 28. Alumbrado Público.	127
Fig. 5.37 Consumo Semana 10. Gimnasio.	128
Fig. 5.38 Consumo Semana 15. Gimnasio.	129
Fig. 5.39 Consumo Semana 21. Gimnasio.	129
Fig. 5.40 Consumo Semana 24. Gimnasio.	130
Fig. 5.41 Consumo Semana 28. Gimnasio.	131
Fig. 5.42 Consumo Residual de cada Instalación para los meses de Análisis.	135
Fig. 5.43 Tablero a Intervenir.	137
Fig. 5.44 Equipos Medidores de Energía.	137

Fig. 5.45 Intervención en Tablero para cada Carga a Registrar.....	138
Fig. 5.46 Consumo Semana 17. FACEA.....	140
Fig. 5.47 Consumo Semana 18. FACEA.....	141
Fig. 5.48 Consumo Semana 19. FACEA.....	141
Fig. 5.49 Consumo Semana 20. FACEA.....	142
Fig. 5.50 Consumo Semana 17. Casino.	143
Fig. 5.51 Consumo Semana 18. Casino	143
Fig. 5.52 Consumo Semana 19. Casino	144
Fig. 5.53 Consumo Semana 20. Casino	144
Fig. 5.54 Consumo Semana 17. Gimnasio.....	145
Fig. 5.55 Consumo Semana 18. Gimnasio.....	146
Fig. 5.56 Consumo Semana 19. Gimnasio.....	146
Fig. 5.57 Consumo Semana 20. Gimnasio.....	147
Fig. 5.58 Comparativa Consumo Semanal entre los edificios medidos.....	148
 Fig. A. 1 Factura Eléctrica, Abril 2024.	 161
Fig. A. 2 Factura Eléctrica, Mayo 2024.	162
Fig. A. 3 Factura Eléctrica, Junio 2024	163
Fig. A. 4 Factura Eléctrica, Julio 2024.....	164
 Fig. B. 1 Consumo Semana 10. Edificio San Agustín.....	 170
Fig. B. 2 Consumo Semana 11. Edificio San Agustín.....	170
Fig. B. 3 Consumo Semana 12. Edificio San Agustín.....	170
Fig. B. 4 Consumo Semana 13. Edificio San Agustín.....	171
Fig. B. 5 Consumo Semana 14. Edificio San Agustín.....	171
Fig. B. 6 Consumo Semana 15. Edificio San Agustín.....	171
Fig. B. 7 Consumo Semana 16. Edificio San Agustín.....	172
Fig. B. 8 Consumo Semana 17. Edificio San Agustín.....	172
Fig. B. 9 Consumo Semana 18. Edificio San Agustín.....	172
Fig. B. 10 Consumo Semana 19. Edificio San Agustín.....	173
Fig. B. 11 Consumo Semana 20. Edificio San Agustín.....	173
Fig. B. 12 Consumo Semana 21. Edificio San Agustín.....	173
Fig. B. 13 Consumo Semana 22. Edificio San Agustín.....	174

Fig. B. 14 Consumo Semana 23. Edificio San Agustín.....	174
Fig. B. 15 Consumo Semana 24. Edificio San Agustín.....	174
Fig. B. 16 Consumo Semana 25. Edificio San Agustín.....	175
Fig. B. 17 Consumo Semana 26. Edificio San Agustín.....	175
Fig. B. 18 Consumo Semana 27. Edificio San Agustín.....	175
Fig. B. 19 Consumo Semana 28. Edificio San Agustín.....	176
Fig. B. 20 Consumo Semana 29. Edificio San Agustín.....	176
Fig. B. 21 Consumo Semana 30. Edificio San Agustín.....	176
Fig. B. 22 Consumo Semana 31. Edificio San Agustín.....	177
Fig. B. 23 Consumo Semana 10. Facultad de Ciencias.....	177
Fig. B. 24 Consumo Semana 11. Facultad de Ciencias.....	177
Fig. B. 25 Consumo Semana 12. Facultad de Ciencias.....	178
Fig. B. 26 Consumo Semana 13. Facultad de Ciencias.....	178
Fig. B. 27 Consumo Semana 14. Facultad de Ciencias.....	178
Fig. B. 28 Consumo Semana 15. Facultad de Ciencias.....	179
Fig. B. 29 Consumo Semana 16. Facultad de Ciencias.....	179
Fig. B. 30 Consumo Semana 17. Facultad de Ciencias.....	179
Fig. B. 31 Consumo Semana 18. Facultad de Ciencias.....	180
Fig. B. 32 Consumo Semana 19. Facultad de Ciencias.....	180
Fig. B. 33 Consumo Semana 20. Facultad de Ciencias.....	180
Fig. B. 34 Consumo Semana 21. Facultad de Ciencias.....	181
Fig. B. 35 Consumo Semana 22. Facultad de Ciencias.....	181
Fig. B. 36 Consumo Semana 23. Facultad de Ciencias.....	181
Fig. B. 37 Consumo Semana 24. Facultad de Ciencias.....	182
Fig. B. 38 Consumo Semana 25. Facultad de Ciencias.....	182
Fig. B. 39 Consumo Semana 26. Facultad de Ciencias.....	182
Fig. B. 40 Consumo Semana 27. Facultad de Ciencias.....	183
Fig. B. 41 Consumo Semana 28. Facultad de Ciencias.....	183
Fig. B. 42 Consumo Semana 29. Facultad de Ciencias.....	183
Fig. B. 43 Consumo Semana 30. Facultad de Ciencias.....	184
Fig. B. 44 Consumo Semana 31. Facultad de Ciencias.....	184
Fig. B. 45 Consumo Semana 10. Facultad de Medicina.	184

Fig. B. 46 Consumo Semana 11. Facultad de Medicina.	185
Fig. B. 47 Consumo Semana 12. Facultad de Medicina.	185
Fig. B. 48 Consumo Semana 13. Facultad de Medicina.	185
Fig. B. 49 Consumo Semana 14. Facultad de Medicina.	186
Fig. B. 50 Consumo Semana 15. Facultad de Medicina.	186
Fig. B. 51 Consumo Semana 16. Facultad de Medicina.	186
Fig. B. 52 Consumo Semana 17. Facultad de Medicina.	187
Fig. B. 53 Consumo Semana 18. Facultad de Medicina.	187
Fig. B. 54 Consumo Semana 19. Facultad de Medicina.	187
Fig. B. 55 Consumo Semana 20. Facultad de Medicina.	188
Fig. B. 56 Consumo Semana 21. Facultad de Medicina.	188
Fig. B. 57 Consumo Semana 22. Facultad de Medicina.	188
Fig. B. 58 Consumo Semana 23. Facultad de Medicina.	189
Fig. B. 59 Consumo Semana 24. Facultad de Medicina.	189
Fig. B. 60 Consumo Semana 25. Facultad de Medicina.	189
Fig. B. 61 Consumo Semana 26. Facultad de Medicina.	190
Fig. B. 62 Consumo Semana 27. Facultad de Medicina.	190
Fig. B. 63 Consumo Semana 28. Facultad de Medicina.	190
Fig. B. 64 Consumo Semana 29. Facultad de Medicina.	191
Fig. B. 65 Consumo Semana 30. Facultad de Medicina.	191
Fig. B. 66 Consumo Semana 31. Facultad de Medicina.	191
Fig. B. 67 Consumo Semana 10. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	192
Fig. B. 68 Consumo Semana 11. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	192
Fig. B. 69 Consumo Semana 12. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	192
Fig. B. 70 Consumo Semana 13. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	193
Fig. B. 71 Consumo Semana 14. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	193
Fig. B. 72 Consumo Semana 15. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	193
Fig. B. 73 Consumo Semana 16. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	194
Fig. B. 74 Consumo Semana 17. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	194
Fig. B. 75 Consumo Semana 18. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	194
Fig. B. 76 Consumo Semana 19. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	195
Fig. B. 77 Consumo Semana 20. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	195

Fig. B. 78 Consumo Semana 21. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	195
Fig. B. 79 Consumo Semana 22. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	196
Fig. B. 80 Consumo Semana 23. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	196
Fig. B. 81 Consumo Semana 24. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	196
Fig. B. 82 Consumo Semana 25. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	197
Fig. B. 83 Consumo Semana 26. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	197
Fig. B. 84 Consumo Semana 27. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	197
Fig. B. 85 Consumo Semana 28. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	198
Fig. B. 86 Consumo Semana 29. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	198
Fig. B. 87 Consumo Semana 30. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	198
Fig. B. 88 Consumo Semana 31. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.....	199
Fig. B. 89 Consumo Semana 10. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	199
Fig. B. 90 Consumo Semana 11. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.....	199
Fig. B. 91 Consumo Semana 12. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	200
Fig. B. 92 Consumo Semana 13. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	200
Fig. B. 93 Consumo Semana 14. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	200
Fig. B. 94 Consumo Semana 15. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	201
Fig. B. 95 Consumo Semana 16. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	201
Fig. B. 96 Consumo Semana 17. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	201
Fig. B. 97 Consumo Semana 18. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	202
Fig. B. 98 Consumo Semana 19. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	202
Fig. B. 99 Consumo Semana 20. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	202
Fig. B. 100 Consumo Semana 21. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	203
Fig. B. 101 Consumo Semana 22. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	203
Fig. B. 102 Consumo Semana 23. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	203
Fig. B. 103 Consumo Semana 24. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	204
Fig. B. 104 Consumo Semana 25. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	204
Fig. B. 105 Consumo Semana 26. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	204
Fig. B. 106 Consumo Semana 27. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	205
Fig. B. 107 Consumo Semana 28. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	205
Fig. B. 108 Consumo Semana 29. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	205
Fig. B. 109 Consumo Semana 30. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	206

Fig. B. 110 Consumo Semana 31. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.	206
Fig. B. 111 Consumo Semana 10. Biblioteca Central.	206
Fig. B. 112 Consumo Semana 11. Biblioteca Central.	207
Fig. B. 113 Consumo Semana 12. Biblioteca Central.	207
Fig. B. 114 Consumo Semana 13. Biblioteca Central.	207
Fig. B. 115 Consumo Semana 14. Biblioteca Central.	208
Fig. B. 116 Consumo Semana 15. Biblioteca Central.	208
Fig. B. 117 Consumo Semana 16. Biblioteca Central.	208
Fig. B. 118 Consumo Semana 17. Biblioteca Central.	209
Fig. B. 119 Consumo Semana 18. Biblioteca Central.	209
Fig. B. 120 Consumo Semana 19. Biblioteca Central.	209
Fig. B. 121 Consumo Semana 20. Biblioteca Central.	210
Fig. B. 122 Consumo Semana 21. Biblioteca Central.	210
Fig. B. 123 Consumo Semana 22. Biblioteca Central.	210
Fig. B. 124 Consumo Semana 23. Biblioteca Central.	211
Fig. B. 125 Consumo Semana 24. Biblioteca Central.	211
Fig. B. 126 Consumo Semana 25. Biblioteca Central.	211
Fig. B. 127 Consumo Semana 26. Biblioteca Central.	212
Fig. B. 128 Consumo Semana 27. Biblioteca Central.	212
Fig. B. 129 Consumo Semana 28. Biblioteca Central.	212
Fig. B. 130 Consumo Semana 29. Biblioteca Central.	213
Fig. B. 131 Consumo Semana 30. Biblioteca Central.	213
Fig. B. 132 Consumo Semana 31. Biblioteca Central.	213
Fig. B. 133 Consumo Semana 10. Alumbrado Público.	214
Fig. B. 134 Consumo Semana 11. Alumbrado Público.	214
Fig. B. 135 Consumo Semana 12. Alumbrado Público.	214
Fig. B. 136 Consumo Semana 13. Alumbrado Público.	215
Fig. B. 137 Consumo Semana 14. Alumbrado Público.	215
Fig. B. 138 Consumo Semana 15. Alumbrado Público.	215
Fig. B. 139 Consumo Semana 16. Alumbrado Público.	216
Fig. B. 140 Consumo Semana 17. Alumbrado Público.	216
Fig. B. 141 Consumo Semana 18. Alumbrado Público.	216

Fig. B. 142 Consumo Semana 19. Alumbrado Público.....	217
Fig. B. 143 Consumo Semana 20. Alumbrado Público.....	217
Fig. B. 144 Consumo Semana 21. Alumbrado Público.....	217
Fig. B. 145 Consumo Semana 22. Alumbrado Público.....	218
Fig. B. 146 Consumo Semana 23. Alumbrado Público.....	218
Fig. B. 147 Consumo Semana 24. Alumbrado Público.....	218
Fig. B. 148 Consumo Semana 25. Alumbrado Público.....	219
Fig. B. 149 Consumo Semana 26. Alumbrado Público.....	219
Fig. B. 150 Consumo Semana 27. Alumbrado Público.....	219
Fig. B. 151 Consumo Semana 28. Alumbrado Público.....	220
Fig. B. 152 Consumo Semana 29. Alumbrado Público.....	220
Fig. B. 153 Consumo Semana 30. Alumbrado Público.....	220
Fig. B. 154 Consumo Semana 31. Alumbrado Público.....	221
Fig. B. 155 Consumo Semana 10. Gimnasio.	221
Fig. B. 156 Consumo Semana 11. Gimnasio.	221
Fig. B. 157 Consumo Semana 12. Gimnasio.	222
Fig. B. 158 Consumo Semana 13. Gimnasio.	222
Fig. B. 159 Consumo Semana 14. Gimnasio.	222
Fig. B. 160 Consumo Semana 15. Gimnasio.	223
Fig. B. 161 Consumo Semana 16. Gimnasio.	223
Fig. B. 162 Consumo Semana 17. Gimnasio.	223
Fig. B. 163 Consumo Semana 18. Gimnasio.	224
Fig. B. 164 Consumo Semana 19. Gimnasio.	224
Fig. B. 165 Consumo Semana 20. Gimnasio.	224
Fig. B. 166 Consumo Semana 21. Gimnasio.	225
Fig. B. 167 Consumo Semana 22. Gimnasio.	225
Fig. B. 168 Consumo Semana 23. Gimnasio.	225
Fig. B. 169 Consumo Semana 24. Gimnasio.	226
Fig. B. 170 Consumo Semana 25. Gimnasio.	226
Fig. B. 171 Consumo Semana 26. Gimnasio.	226
Fig. B. 172 Consumo Semana 27. Gimnasio.	227
Fig. B. 173 Consumo Semana 28. Gimnasio.	227

Fig. B. 174 Consumo Semana 29. Gimnasio.	227
Fig. B. 175 Consumo Semana 30. Gimnasio.	228
Fig. B. 176 Consumo Semana 31. Gimnasio.	228
Fig. C. 1 Diagrama Unilineal Ampliación Piso 3. Facultad de Ingeniería.	229
Fig. C. 2 Diagrama unilineal Tablero General - Cuadro de cargas. Facultad de Ciencias.	230
Fig. C. 3 Diagrama Unilineal - Laboratrios Psio 1, 2 y 3. Facultad de Ciencias.	231
Fig. C. 4 Diagrama Unilineal Servicios Comunes Piso 1, 2 y 3. Facultad de Ciencias.	232
Fig. C. 5 Diagrama Unilineal Labratorios Piso 3 Lado A. Facultad de Ciencias.	233
Fig. C. 6 Cuadro de cargas UCSC – Parte 1. Facultad de Ciencias.	234
Fig. C. 7 Cuadro de cargas UCSC – Parte 2. Facultad de Ciencias.	235
Fig. C. 8 Cuadro de cargas UCSC – Parte 3. Facultad de Ciencias.	236
Fig. C. 9 Diagrama Unilineal Ampliación. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.	237
Fig. C. 10 Diagrama Unilineal y Planta Arranque. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs. ...	238
Fig. C. 11 Diagrama Unilineal y Emplazamiento. Facultad de Teología.	239
Fig. C. 12 Diagrama Unilineal y Cuadro de Cargas. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura. .	240
Fig. C. 13 SSEE-LAYOUT UCSC - INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Campus San Andrés.	241

Abreviaciones

AE	Auditoria Energética
AT	Alta Tensión
BA	Agente de Edificio
BD	Big Data
BMS	Sistema de Gestión de Edificios
BT	Baja Tensión
DA	Agente de Dispositivo
DMS	Sistema de Medición y Monitoreo Distribuido
EE	Eficiencia Energética
EMIS	Sistema de Información para la Gestión de Energía
GA	Agente de Red
GEI	Gases de Efecto Invernadero
H2V	Hidrogeno Verde
IA	Inteligencia Artificial
IDE	Indicador de Desempeño Energético
LBE	Línea Base Energética
LGSE	Ley General de Servicios Eléctricos
LTA	Ajuste de Transacción Local
MAS	Sistema Multiagentes
MI	Medidor Inteligente
MMEE	Medidas de Mejora en Eficiencia Energética
M&V	Medición y Verificación
SES	Sistema Autogestionado
SOA	Arquitectura Orientada a Servicios
SE	Subestación Eléctrica
SGE	Sistema de Gestión de Energía
SMI	Sistema de Monitoreo Inteligente
TE	Transacción Energética
USE	Usos Significativos de Energía

Capítulo 1 Introducción

1.1 Introducción General

Los efectos del cambio climático son cada vez más evidentes, lo que impulsa a los países a adoptar medidas para alcanzar emisiones netas cero. En Chile, gran parte de estos esfuerzos se enfocan en promover el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, lo cual podría reducir las emisiones en un 35%. La Ley de Eficiencia Energética, aprobada en enero 2021, busca disminuir el consumo energético en los hogares y es crucial para lograr esta meta. El plan nacional se centra en cuatro pilares: el retiro de centrales a carbón y el aumento de energías renovables, la electromovilidad, el hidrógeno verde (H2V) y la Eficiencia Energética (EE). Según el Ministerio de Energía, la eficiencia energética es clave para alcanzar una reducción significativa de emisiones. Además, la normativa incluye medidas importantes para sectores con alto consumo, como las grandes empresas e industrias, que usan el 38% de la energía [1].

La eficiencia energética es crucial para alcanzar las metas de energía y cambio climático, siendo la opción más económica para reducir emisiones. Aparte de disminuir las emisiones, mejora la seguridad energética, reduce la presión sobre los presupuestos y aumenta la confiabilidad y competitividad de los sistemas. A pesar de su potencial, enfrenta barreras políticas, técnicas y financieras. Implementar programas exitosos requiere compromiso a largo plazo, financiamiento adaptado a mercados locales, y políticas y regulaciones adecuadas. Actualmente, los países desarrollan programas avanzados, como la compra de equipos de bajo consumo y la creación de fondos renovables para maximizar este potencial de la eficiencia energética, que es fundamental para cumplir los objetivos del Acuerdo de París [2].

La eficiencia energética es parte de la respuesta a los desafíos a nivel país planteados en la Estrategia Nacional de Energías 2050 del gobierno, en este documento se proyecta una disminución de la dependencia de los energéticos importados y un aumento en la seguridad del suministro, además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en conjunto con las normas de gestión de energética referidas a la medición y monitoreo como un factor importante para mejorar el rendimiento energético.

En esta línea, la energía es mucho más que un insumo clave: Su generación y uso representan en sí mismos oportunidades adicionales para promover cambios positivos en la calidad de vida de las personas. Cuando la energía se obtiene y utiliza de manera óptima, se genera un círculo virtuoso que

incide directamente en el crecimiento económico; ofrece oportunidades para el cuidado del medio ambiente y favorece el desarrollo de las personas, permitiendo así a la sociedad avanzar hacia un desarrollo equitativo y sustentable [3].

En este contexto, el trabajo se centra en el análisis del potencial de la eficiencia energética en el campus San Andrés de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. A través de la implementación de un sistema de monitoreo inteligente de variables eléctricas se buscará analizar y cuantificar el consumo de energía eléctrica en el campus. Esta información permitirá establecer medidas de mejora de eficiencia energética que contribuirán a disminuir la huella de carbono del campus y avanzar hacia un modelo energético sostenible.

Para alcanzar el objetivo de esta investigación, se llevará a cabo un análisis detallado del consumo energético del campus mediante la implementación de un Sistema de Monitoreo Inteligente (SMI) que permita registrar, procesar y evaluar variables eléctricas clave en tiempo real. Esta herramienta facilitará la identificación de patrones de consumo, pérdidas energéticas y oportunidades de mejora en la gestión energética. Con base en los datos recopilados, se propondrán estrategias específicas orientadas a optimizar el uso de la energía eléctrica en las distintas instalaciones del campus a analizar, enfocándose en medidas técnicas, operacionales y de concientización. De esta forma, se espera contribuir a la disminución de la huella de carbono institucional y fomentar una cultura de eficiencia energética alineada con los objetivos de sostenibilidad del país y de la propia Universidad.

1.2 Trabajos Previos

En el contexto de la Eficiencia Energética, los sistemas de monitoreo inteligente corresponden a una etapa fundamental para desarrollar una óptima implementación de una Sistema de Gestión de Energía (SGE), según el ciclo: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en el que se basan los sistemas de gestión y procesos de mejora continua en la actualidad [4]; el monitoreo se encuentra en la parte de verificación, para así actuar sobre el sistema y definir Medidas de Mejora en Eficiencia Energética (MMEE) que se puedan implementar en el sistema u organización. A continuación, se presentan algunos conceptos clave para entender de mejor manera y familiarizarse con la gestión de energía y sistemas de medición inteligente.

1.2.1 Eficiencia Energética

Es un conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida, los productos y servicios finales obtenidos. Por lo tanto, ser eficientes con el uso de la energía significa “hacer más con menos”. Otra definición es la “razón u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, bienes o energía y una entrada de energía”. [5]

- ♣ Atia Consultores Ltda., “Guía Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía basados en ISO 50001”, 2022. Agencia de Sostenibilidad Energética. [4]

La norma ISO 50.001, SGE, publicada en junio de 2011, establece los requisitos que debe tener una organización para ayudar a mejorar su desempeño energético, aumentar su Eficiencia Energética (EE) y reducir los impactos ambientales, así como incrementar sus ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan. Uno de los puntos fundamentales del ciclo de esta norma es la Verificación de las implementaciones que realicen las empresas en busca del uso eficiente de energía. En el caso de la ISO 50.001, esta etapa comprende el conjunto de actividades que agrupa el monitoreo y medición de los procesos, así como la producción de la organización, tomando como base las políticas, objetivos y características clave de las operaciones. Todo lo anterior, considerando el reporte de los resultados obtenidos de manera transversal en toda la organización.



Fig. 1.1 Modelo de Sistema de Gestión de la Energía definido por la norma ISO500001.

En la Fig. 1.1 muestra el modelo de un SGE, indicado en la norma internacional ISO 50001, en ella se aprecia que la etapa clave, alrededor de la cual gira todo el proceso de implementación de mejora energética, es la etapa de Verificación, para la cual es indispensable el monitoreo y la medición de los consumos energéticos, así como las variables que lo afectan para los procesos y actividades relevantes de cada organización (definidas en la etapa de Planificación Energética).

- ♣ R. Balderrama, S. Gopel, J. Lobo, P. Meneses y K. Pérez, Edificación: Guía Metodológica de Auditoría Energética. Energuías, Ministerio de Energía, pp. 5, 2019. [6]

La Auditoría Energética (AE) es una revisión, análisis y comprensión del uso y consumo de energía de las instalaciones que permite identificar MMEE que presenten oportunidades para mejorar el desempeño energético. En el contexto de un SGE, la implementación de la AE es una herramienta clave para identificar los sistemas, equipos y procesos de uso significativo de energía y determinar el desempeño energético actual, permitiendo la elaboración de una línea base y la obtención de indicadores de desempeño energético. Las MMEE aportan soluciones en el desempeño energético de los sistemas, para aumentar su eficiencia y reducir el impacto ambiental promoviendo el SGE de la organización auditada. En la Fig. 1.2 muestra los objetivos de una AE.

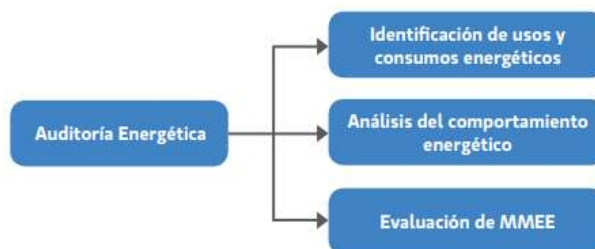


Fig. 1.2 Objetivos de una AE.

- ♣ F. Etedadi Aliabadi, K. Agbossou, S. Kelouwani, N. Henao and S. S. Hosseini, "Coordination of Smart Home Energy Management Systems in Neighborhood Areas: A Systematic Review," in IEEE Access, vol. 9, pp. 36417-36443, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3061995. [12]

El artículo aborda la gestión eficiente de la energía en instalaciones industriales mediante la integración de sistemas de supervisión y control basados en tecnologías de automatización. Se presenta un enfoque para diseñar e implementar sistemas de monitorización energética que permitan registrar, procesar y analizar datos en tiempo real, con el objetivo de reducir consumos, optimizar procesos y cumplir con normativas de eficiencia energética. La propuesta incluye una arquitectura que combina sensores, dispositivos de medición, plataformas de comunicación y software de análisis, orientada a ofrecer indicadores clave de desempeño energético y facilitar la toma de decisiones. Un caso de estudio demuestra la viabilidad del sistema, mostrando mejoras significativas en el control de consumos y en la identificación de oportunidades de ahorro.

La metodología propuesta comienza con el análisis de los procesos industriales para identificar los puntos críticos de consumo y las variables que influyen en ellos. A partir de esta información, se diseña la arquitectura del sistema de monitorización, que incluye la selección de sensores y medidores

adecuados, el establecimiento de redes de comunicación y la integración con plataformas de gestión de datos. El sistema se configura para recopilar información en tiempo real, procesarla y generar indicadores de desempeño energético. Estos indicadores se utilizan para evaluar el rendimiento, detectar anomalías y proponer acciones correctivas. Finalmente, se valida la eficacia del sistema mediante pruebas piloto y se ajusta la configuración según los resultados obtenidos, asegurando así una mejora continua en la gestión energética.

1.2.2 Sistemas de Información para la Gestión de la Energía (EMIS)

En el marco de la gestión energética, los Sistemas de Información para la Gestión de la Energía (EMIS) se han convertido en herramientas esenciales para optimizar el uso de los recursos energéticos y reducir el impacto ambiental. Los EMIS proporcionan una plataforma integrada para la recopilación, análisis y visualización de datos energéticos, permitiendo a las organizaciones monitorizar el consumo energético, identificar ineficiencias y tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia energética. Este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis exhaustivo de la bibliografía existente sobre los modelos de EMIS, explorando sus fundamentos teóricos, metodologías de implementación y casos de estudio relevantes. A través de este análisis, se pretende identificar las tendencias actuales, las mejores prácticas y las áreas de mejora en la implementación y uso de EMIS.

- ♣ M. S. H. Nizami, M. J. Hossain and E. Fernandez, "Multiagent-Based Transactive Energy Management Systems for Residential Buildings With Distributed Energy Resources," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 1836-1847, March 2020, doi: 10.1109/TII.2019.2932109. [7]

El enfoque principal es la gestión adecuada de la energía en marcos de la Transacción Energética (TE) que propone ahorros de costos para el consumidor. Esta gestión se realiza en un vecindario residencial para abordar las sobrecargas de la red y la optimización de los costos de los edificios. TE es una estrategia de control distribuido y gestión de energía basada en el mercado en la que los consumidores participan en el equilibrio de potencia de la red a cambio de un valor monetario. TE permite que tanto las entidades de suministro como las de demanda negocien activamente el intercambio de energía, permite a los consumidores actuar de manera independiente sin comprometer su privacidad ni revelar sus preferencias, ya que la única información intercambiada con el comercio TE es el precio y la cantidad de energía que se transacciona.

Se adopta una arquitectura de Sistemas Multiagente (MAS) para la coordinación distribuida, ya que permite que diferentes partes interesadas participen activamente en el proceso de gestión y comercio de energía. Esta arquitectura para el sistema de gestión de energía se categoriza en cuatro grupos: Agente de Dispositivo (DA), Agente de Edificio (BA), Agente de Transacción Local (LTA) y Agente de Red (GA). El DA maneja las unidades DER y cargas residenciales, el BA coordina y optimiza estas operaciones en la etapa de un día antes, el GA supervisa y maneja la compra en caso de sobrecarga, y el LTA gestiona el mercado transaccional, asegurando el balance entre oferta y demanda.

El enfoque de intercambio de señales se basa en eventos mediante la adopción de una estrategia de gestión de energía en dos etapas para edificios residenciales. En la primera etapa se desarrolla un modelo de programación para el día siguiente con el propósito de minimizar el costo de la energía mientras se mantiene un nivel de confort deseado para el consumidor. En la segunda etapa, el edificio participa en un mercado transaccional en tiempo real para ajustar cualquier desequilibrio del programa del día anterior y comerciar la flexibilidad de suministro de energía con el operador de la red para abordar la sobrecarga del transformador.

- ♣ U. Mir, U. Abbasi, T. Mir, S. Kanwal and S. Alamri, "Energy Management in Smart Buildings and Homes: Current Approaches, a Hypothetical Solution, and Open Issues and Challenges," in IEEE Access, vol. 9, pp. 94132-94148, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3092304. [8]

El documento explica los diferentes enfoques sobre gestión de energía en edificios y hogares inteligentes, clasificándolos en 4 categorías: 1) Modelos estadísticos con el uso de energía como parámetro principal, 2) Arquitecturas basadas en medición inteligente y computación en la niebla, 3) enfoques basados en la implementación real de arquitecturas de IoT en edificios y 4) Otras soluciones generales basadas en minería de datos. A partir de lo anterior, los autores proponen un Sistema de Energía Autogestionado (SES), el que podrá establecer metas, prioridades y restricciones de los consumidores.

Un SES optimizara el uso de energía, puede incorporar fuentes alternativas que estén disponibles (célula solar, energía eólica o un vehículo eléctrico híbrido enchufable), utilizando una red de área domestica (HAN) para comunicarse con los dispositivos que incorpora el IoT. Los beneficios que buscan entregar son los siguientes: permitir a los consumidores establecer metas, restricciones y prioridades en el uso de energía, crear conciencia en los consumidores sobre los ahorros y costos de energía, diseñar una red de are local de bajo costo para controlar los dispositivos

domésticos con el fin de conservar la energía, e integrar fuentes alternativas de energía en los sistemas energéticos generales de los edificios.

- ♣ H. S. V. S. K. Nunna and D. Srinivasan, "Multiagent-based transactive energy framework for distribution systems with smart microgrids," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 13, no. 5, pp. 2241-2250, Oct. 2017, doi: 10.1109/TII.2017.2679808.[13]

El artículo presenta un modelo de gestión energética para entornos industriales basado en la integración de tecnologías de medición, monitoreo y análisis avanzado de datos. El objetivo principal es proporcionar a las empresas una herramienta que les permita optimizar el uso de energía, reducir costos operativos y minimizar su impacto ambiental. La propuesta se fundamenta en el despliegue de sensores y medidores inteligentes, conectados a plataformas de análisis que procesan grandes volúmenes de datos en tiempo real. Con ello, se generan indicadores clave de rendimiento y reportes que facilitan la toma de decisiones estratégicas. El estudio incluye la validación del modelo en un entorno real, mostrando mejoras sustanciales en la eficiencia energética y en la capacidad de detectar ineficiencias.

La metodología sigue un proceso estructurado que comienza con el diagnóstico energético de la instalación, identificando áreas y equipos de alto consumo. Luego, se seleccionan y despliegan dispositivos de medición inteligentes en puntos estratégicos, garantizando la captura de datos precisos y representativos. Estos datos se transmiten mediante redes seguras a una plataforma centralizada, donde se aplican algoritmos de análisis para identificar patrones de consumo, anomalías y oportunidades de mejora. Posteriormente, se elaboran reportes e indicadores de desempeño que se comunican a los responsables de la operación. Finalmente, se implementan acciones de optimización y se realiza un seguimiento continuo para evaluar los resultados y retroalimentar el sistema, asegurando un ciclo de mejora continua en la gestión energética.

1.2.3 Sistema de Medición y Monitoreo Distribuido (DMS)

Un Sistema de Medición y Monitoreo Distribuido (DMS) es una parte fundamental de un EMIS, un DMS dedicado al análisis de energía eléctrica se basa en el uso de aparatos como sensores de corriente, sensores de voltaje, medidores de potencia, analizadores de potencia (calidad y THD) y sistemas de supervisión. En conjunto pueden realizar correlaciones y análisis de datos permitiendo ver en tiempo real la información sobre el consumo de energía y potencia, analizar su consumo y gastos de energía, generar informes sintéticos, etc.

- ♣ L. Martirano et al., "Assessment for a Distributed Monitoring System for Industrial and Commercial Applications," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 55, no. 6, pp. 7320-7327, Nov.-Dec. 2019, doi: 10.1109/TIA.2019.2939507. [9]

El artículo sugiere un método de evaluación de un DMS basado en un indicador LOC. Este indicador puede evaluar el LOC de un solo medidor o de todo un sistema, considerando la clasificación de usos significativos de energía, según la norma ISO 50001. El objetivo es proporcionar un método de evaluación del EMIS y un criterio específico para evaluar el LOC de un DMS.

Este método proporciona una arquitectura estructurada mediante la clasificación de usos significativos de energía a nivel local, división del sistema en mallas las que deben ser monitoreadas por medidores independientes. Para la evaluación de un EMIS se aplican seis criterios independientes con tres niveles, dependiendo de la adecuación de cada criterio. Además, introduce un método de evaluación para el LOC para tres niveles (LOCM, LOCUZ, LOCDMS) según sus usos significativos de energía a nivel local. Un DMS puede rastrear los consumos solo si la arquitectura de los circuitos está organizada de tal manera que los medidores puedan monitorear las energías de forma independientes. El método que sugieren permite optimizar la ubicación de los medidores ofreciendo un indicador cuantitativo del LOC. Este indicador puede evaluar el LOC de un solo medidor o de todo un sistema.

- ♣ L. Mendoza-Pitti, H. Calderón-Gómez, M. Vargas-Lombardo, J. M. Gómez-Pulido and J. L. Castillo-Sequera, "Towards a Service-Oriented Architecture for the Energy Efficiency of Buildings: A Systematic Review," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 26119-26137, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3057543. [10]

Los edificios son los mayores consumidores de energía en el mundo, por ello, se implementan sistemas de gestión de edificios (BMS), que monitorean, controlan, administran y analizan cada uno de sus componentes, por lo tanto, la problemática de los BMS son su incapacidad de manejar la gran cantidad de datos (BD). Aquí, la arquitectura orientada a servicios (SOA) es un estilo arquitectónico que permite construir sistemas distribuidos y proporcionar funcionalidades como servicios a usuarios finales u otros tipos de asistencias. Una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) es un enfoque que permite la determinación, registro e invocación de funciones de manera independiente del protocolo de la computadora. Esto contribuye a la eficiencia energética de los edificios y apoya el uso de big data. SOA facilita el intercambio y la comunicación entre servicios y usuarios, sin importar los protocolos del sistema del edificio, permitiendo interoperabilidad, flexibilidad y escalabilidad.

El estudio busca llenar la brecha de conocimiento, identificando y analizando los diferentes requisitos de software propuestos en la literatura y las características de Big Data (BD) que permiten mejorar la eficiencia energética de los edificios. Las características más relevantes del BD son el volumen, velocidad, variedad, valor y veracidad, las que son fundamentales en un SOA. Además, se habla de los requisitos para los softwares utilizados en la gestión energética de edificios, estos requisitos se dividen en funcionales y no funcionales, el primero describe cómo deberían comportarse los sistemas funcionalmente, y el segundo describe las restricciones sobre los servicios o funciones ofrecidos por un sistema.

En la gestión de la eficiencia energética de edificios, un sistema basado en SOA y análisis de Big Data analiza datos de diversos dispositivos y sensores para tomar decisiones de control, ajustar parámetros de funcionamiento de sistemas energéticos y reconfigurar estos sistemas, según sea necesario. Los controladores actúan según reglas basadas en datos recopilados y su historial, procesados y organizados por diferentes servicios. Adicionalmente, permite crear una base de conocimientos para desarrollar planes de mantenimiento y mejorar equipos. SOA asegura un flujo continuo de datos e información entre aplicaciones o servicios de gestión, optimizando así la eficiencia energética.

- ♣ L. Martirano et al., "Energy Management Information Systems for Energy Efficiency," 2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Palermo, Italy, 2018, pp. 1-7, doi: 10.1109/EEEIC.2018.8493712.[11]

El artículo presenta un método para evaluar la eficacia de los Sistemas de Información para la Gestión Energética (EMIS), cuyo núcleo es el Sistema de Medición y Monitoreo Distribuido (DMS). Este sistema, compuesto por medidores y sensores distribuidos en la instalación, registra consumos energéticos y factores que influyen en ellos. Para cuantificar su eficacia, se propone el indicador Nivel de Cobertura (LOC), que mide qué porcentaje del consumo energético está realmente monitorizado de forma independiente. El LOC se calcula a distintos niveles: por circuito (LOCM), por uso significativo local (LOCUZ), por uso global (LOCU) y para todo el sistema (LOCDMS). Un caso de estudio muestra la aplicación del método, obteniendo un LOCDMS de 0,7765 y evidenciando diferencias de cobertura entre HVAC, iluminación y datos.

El método parte de clasificar los Usos Significativos de Energía (U) y sus equivalentes locales (UZ) según zonas y servicios. Luego, se analiza la arquitectura eléctrica para identificar circuitos (C)

y ramas (B) que alimentan cada UZ. Se calcula el consumo anual de cada UZ, circuito y rama en términos relativos al consumo total. A continuación, se determina el LOCM para cada medidor, considerando si un circuito abastece a un solo UZ o varios. Después, se obtiene el LOCUZ sumando los LOCM de todos los circuitos que alimentan un mismo uso local, ponderados por su consumo. Posteriormente, se calcula el LOCU ponderando los LOCUZ de los UZ que componen un uso global. Finalmente, el LOCDMS se obtiene ponderando los LOCU de todos los usos globales, resultando en un único valor que refleja la cobertura total del sistema.

1.2.4 Discusión

Todos los documentos analizados coinciden en la relevancia de mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental como objetivo central. La norma ISO 50001 [4], la Auditoría Energética (AE) [6], los Sistemas de Información para la Gestión de la Energía (EMIS) [7], los Sistemas de Medición y Monitoreo Distribuido (DMS) [9], diversas arquitecturas tecnológicas, así como estudios recientes sobre indicadores de cobertura en DMS [11], integración de sistemas de supervisión industrial [12] y modelos de gestión basados en análisis avanzado de datos [13], comparten este propósito común.

Un elemento clave en la eficiencia energética es el monitoreo y la medición del consumo. La ISO 50001 [4] enfatiza la importancia de estas prácticas para garantizar un uso eficiente de la energía; la AE [6] las emplea para establecer líneas base e indicadores de desempeño; los EMIS [7] ofrecen plataformas integradas para la recopilación y análisis de datos; y los DMS [9] incorporan sensores y medidores para el seguimiento en tiempo real. En esta línea, el trabajo presentado en el [11] propone un método para evaluar la eficacia de los DMS mediante el indicador de Nivel de Cobertura (LOC), que cuantifica el porcentaje del consumo realmente monitorizado de forma independiente, ofreciendo un enfoque cuantitativo para medir la representatividad del sistema de medición.

Otro punto en común es la incorporación de tecnologías avanzadas para la gestión energética. Los EMIS [7] y DMS [9] describen sistemas especializados, mientras que las arquitecturas tecnológicas integran enfoques como la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) [10], el Internet de las Cosas (IoT) y el Big Data para optimizar el rendimiento en edificios y otras instalaciones. En el ámbito industrial, el [12] plantea la integración de sistemas de supervisión y control mediante tecnologías de automatización, combinando sensores, dispositivos de medición, plataformas de comunicación y software analítico para optimizar procesos y detectar oportunidades de ahorro. Por su

parte, el [13] propone un modelo de gestión energética que incorpora medición inteligente y análisis avanzado de datos en tiempo real, con énfasis en la detección temprana de ineficiencias y en la toma de decisiones estratégicas.

En términos de nivel técnico, la ISO 50001 [4] y la AE [6] ofrecen un enfoque normativo y global, mientras que los EMIS [7], DMS [9], [11], [12], [13] y las arquitecturas tecnológicas presentan descripciones más precisas y operativas sobre la implementación de herramientas y sistemas. Los EMIS facilitan la toma de decisiones mediante visualizaciones y análisis integrados; los DMS permiten un monitoreo granular en tiempo real; el [11] añade un marco de evaluación de la cobertura de los sistemas de medición; el [12] resalta la integración de supervisión y control en entornos industriales; y el [13] introduce un enfoque basado en datos masivos para optimizar el consumo. Las arquitecturas tecnológicas, además, proponen soluciones distribuidas como sistemas multiagente (MAS) y esquemas que fomentan la participación activa del consumidor en el mercado energético, aspecto ausente en otros documentos.

En síntesis, aunque todas las fuentes persiguen la optimización energética y la reducción del impacto ambiental mediante tecnologías de monitoreo y medición, difieren en alcance, nivel de detalle y enfoque metodológico: ISO 50001 y AE priorizan la norma y el diagnóstico; EMIS y DMS, la instrumentación y gestión de datos; [11], la evaluación cuantitativa de cobertura; [12], la integración de supervisión y automatización industrial; [13], el uso de análisis avanzado de datos; y las arquitecturas tecnológicas, el desarrollo de sistemas distribuidos avanzados.

La novedad de este trabajo radica en integrar y aplicar estos conceptos en un entorno específico: el campus San Andrés. El objetivo es desarrollar un sistema de monitoreo que no solo optimice el consumo, sino que también fomente la sostenibilidad y reduzca la huella ambiental. Este enfoque integral busca combinar las mejores prácticas de cada metodología, adaptando las soluciones tecnológicas más eficaces a las necesidades del campus, con el fin de lograr una gestión energética eficiente, reducir costos y promover una cultura institucional de sostenibilidad.

1.3 Problema de Investigación

Para aportar en el desafío en el cambio climático y las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero, este proyecto busca establecer una metodología de análisis de variables eléctricas instalado en el campus San Andrés y establecer medidas de mejora en eficiencia energética que ayuden a la reducción del consumo energético.

1.4 Hipótesis de Trabajo

El análisis de las mediciones de variables eléctricas obtenidas a través del sistema de medición inteligente permite identificar oportunidades de mejora en la eficiencia energética del Campus San Andrés, lo que puede contribuir significativamente a la reducción de su huella de carbono y de los costos operacionales asociados al consumo de energía eléctrica.

1.5 Objetivos

A continuación, se mencionarán los objetivos generales y específicos que se abordarán en este proyecto a la habilitación profesional.

1.5.1 Objetivo General

Analizar las mediciones del sistema monitoreo del consumo eléctrico para proponer medidas de eficiencia energética en el campus San Andrés.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar el estado del arte de los sistemas de monitoreo de energía eléctrica online y su alcance a la eficiencia energética.
- Establecer las diferencias entre un sistema de monitoreo de energía eléctrica online y un sistema de gestión de energía, para la reducción de los gases de efecto invernadero.
- Comprender el sistema de monitoreo inteligente de variables eléctricas instalado en el campus San Andrés, para realizar eficiencia energética.
- Establecer Oportunidades de mejora del sistema de monitoreo inteligente de variables eléctricas instalado en el campus San Andrés.

1.6 Alcances y Limitaciones

Este proyecto se centra en el análisis de sistema de monitoreo inteligente de variables eléctricas instalado en el campus San Andrés, el que registra el consumo eléctrico de las siguientes instalaciones: Facultad de Medicina, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Comunicación, Historia y Cs. Sociales, Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura, Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público. Se pretende obtener y registrar las variables de interés para plantear medidas de mejora en eficiencia energética, además de determinar los puntos de consumo y distribución.

1.7 Temario y Metodología

En primer lugar, se contextualiza el proyecto en el marco de la habilitación profesional, definiendo sus objetivos y desarrollando una revisión bibliográfica que fundamenta teóricamente el trabajo, abordando conceptos clave como la EE, los SGE y los SMI. El segundo punto se centra en el análisis del SGE y la Auditoría Energética, detallando las etapas requeridas para su implementación, así como los beneficios asociados a la mejora del desempeño energético y su complementariedad metodológica. A continuación, se describe el sistema de monitoreo implementado en el campus San Andrés, considerando la caracterización de los dispositivos, los esquemas de funcionamiento y el software utilizado para la recolección y visualización de datos en tiempo real. Posteriormente, se expone el levantamiento de datos necesario para establecer la Línea Base Energética (LBE), que actúa como referencia para evaluar mejoras en eficiencia energética. En un siguiente momento, se desarrolla un análisis detallado de los resultados obtenidos a partir del sistema de monitoreo y el SGE, contrastándolos con la LBE, identificando oportunidades de mejora, analizando tendencias y cuantificando los beneficios derivados de las medidas implementadas. Finalmente, se presentan las conclusiones generales del estudio, evaluando el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos y sintetizando los principales hallazgos del proyecto.

Capítulo 2 Sistema de Gestión de la Energía y Auditoría Energética

2.1 Introducción

La norma ISO 50001, introducida por primera vez en junio de 2011, establece los requisitos para un sistema de gestión de la energía en las organizaciones, con el fin de mejorar su desempeño energético, aumentar la eficiencia y reducir los impactos ambientales, sin sacrificar la productividad y la confiabilidad. Esta norma ha demostrado su eficacia en estudios, como el realizado por el Ministerio de Energía en 2018, donde se observó que las empresas certificadas lograron significativos ahorros energéticos y monetarios. La versión 2018 de la norma incorporó cambios fundamentales para asegurar una mayor compatibilidad con otros estándares de gestión, una mejor integración con los procesos estratégicos y un énfasis en el rol de la alta dirección. En este contexto, la agencia de sostenibilidad energética ha promovido la implementación de estos sistemas en diversos sectores, fortaleciendo las capacidades de gestión energética en la industria [4].

La Auditoría Energética (AE) es una revisión, análisis y comprensión del uso y consumo de energía de las instalaciones que permite identificar medidas de EE que presenten oportunidades para mejorar el desempeño energético. En el contexto de un SGE, la implementación de la AE es una herramienta clave para identificar los sistemas, equipos y procesos de uso significativo de energía y determinar el desempeño energético actual, permitiendo la elaboración de una línea base y la obtención de indicadores de desempeño energético. Las MMEE aportarán soluciones en el desempeño energético de los sistemas, para aumentar su eficiencia y reducir el impacto ambiental, promoviendo el SGE de la organización auditada.

Un SGE y una AE son herramientas complementarias que, cuando se implementan conjuntamente, permiten a las organizaciones optimizar su consumo energético, mejorar su desempeño y avanzar hacia la sostenibilidad.

2.1.1 Requisitos Sistema de Gestión Energética

Para la implementación de la norma ISO 50001 [4], es fundamental comprender cómo está estructurada y cómo cada elemento contribuye al éxito del SGE. La norma sigue una lógica que va desde lo estratégico a lo táctico, permitiendo una planificación energética efectiva. Esto se relaciona con la necesidad de responder a preguntas clave como:

- **Liderazgo:** ¿Cuáles son las condiciones básicas de liderazgo requeridas para que la operación del SGE sea exitosa? La alta dirección debe demostrar su compromiso y proporcionar los recursos necesarios para el funcionamiento adecuado del SGE.
- **Implementación y Operación:** ¿Cómo se debe implementar y operar lo priorizado en la planificación? Esto implica la ejecución de las acciones planificadas, asegurando que los recursos energéticos sean utilizados de manera eficiente y que se implementen las mejores prácticas energéticas.
- **Verificación:** ¿Cómo se comprobará que lo definido y operado está siendo efectivo? La verificación implica el monitoreo y la medición del desempeño energético para garantizar se estén logrando los objetivos establecidos y que las acciones correctivas se apliquen cuando sea necesario.
- **Mejora Continua:** ¿Cómo se genera la mejora continua al sistema diseñado? La ISO 50001 exige una revisión continua y el ajuste del SGE para asegurar mejoras en el desempeño energético a lo largo del tiempo.

Estos elementos están interrelacionados y son esenciales para mantener el SGE. No se puede operar un sistema de gestión eficaz si alguno de estos componentes no está presente, ya que su existencia y coordinación aseguran la mantención de la mejora en el tiempo.

Implementar un SGE bajo la norma ISO 50001 no solo es una estrategia efectiva para la reducción de costos energéticos, sino que también promueve el desarrollo sustentable de las organizaciones. Por ello, se recomienda su implementación como un enfoque clave para mejorar la eficiencia energética, reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y cumplir con los objetivos de sostenibilidad a largo plazo.

2.1.2 Etapas de una Auditoría Energética

La AE consta de cuatro etapas principales: Preparación, Planificación, Ejecución y Reporte. Cada una de ellas está compuesta por actividades con objetivos particulares y que, en su conjunto, responden a los objetivos de la AE. El nivel de detalle de la AE es, de acuerdo con las expectativas y requerimientos de la organización, el que otorga el grado de detalle en que se realizará la identificación y análisis del comportamiento energético, el tipo de actividades que se deben considerar para alcanzar los objetivos del diagnóstico y en qué tan exacta será la evaluación de MMEE.

La primera etapa es la Preparación de la AE, corresponde a la definición de los requerimientos, como las áreas por evaluar de la instalación y las expectativas del diagnóstico, identificación y análisis de los antecedentes y características de la instalación, finalmente, la elección que mejor se ajuste a los requerimientos y expectativas. La segunda etapa es de Planificación, la que consiste en la solicitud y recopilación de información requerida para el análisis, recorrido de las instalaciones y reuniones de coordinación y, posteriormente, el plan de trabajo en terreno. La tercera etapa es la Ejecución, donde se obtienen los antecedentes en terreno de los sistemas y equipos a incluir en la AE que permiten identificar la situación actual del consumo energético por medio del tratamiento de información, análisis de MMEE y validación de resultados que respondan al nivel de la AE y, también, los requerimientos de la organización auditada. La cuarta y última etapa es de Reporte, representa un alcance del estado actual del consumo energético, la metodología utilizada, las MMEE identificadas y, finalmente, los supuestos para llegar a ellas. Estas permiten tomar decisiones respecto a qué mejoras implementar. Para una mejor visualización del proceso de una AE se presenta a continuación un esquema de las cuatro etapas y sus subetapas en la Fig. 2.1.

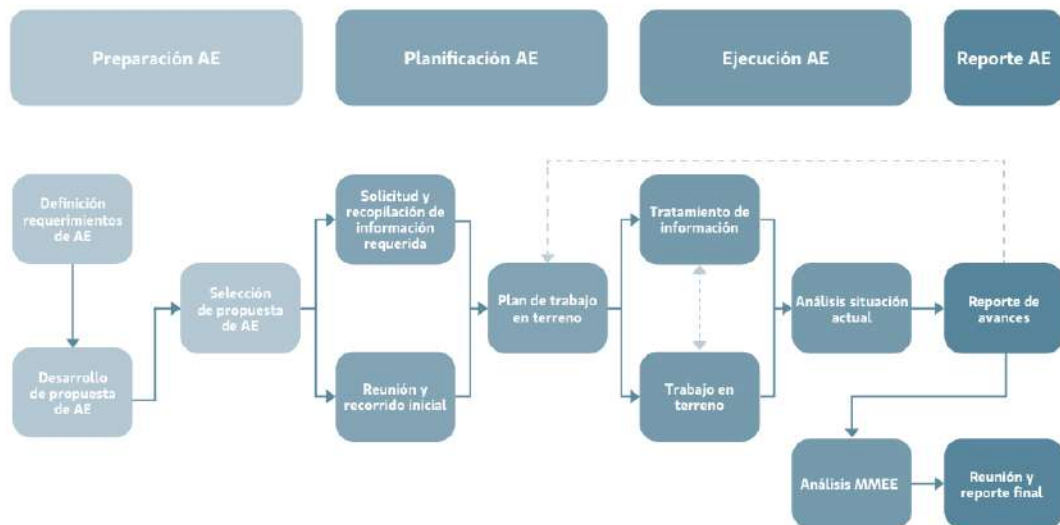


Fig. 2.1 Etapas y subetapas de AE. Fuente: Guía Metodológica Edificación.

2.2 Implementación del Sistema de Gestión Energética

Antes de iniciar la implementación de un SGE en el campus San Andrés, es primordial establecer sus límites y alcances. Esta acción constituye la primera definición concreta relacionada con el SGE y tendrá, al finalizar esta investigación, un impacto significativo en la continuidad del proceso de implementación. Por un lado, los límites se refieren a las fronteras físicas, locales u organizacionales definidas en el proyecto. Establecer estos límites ayuda a delimitar el campo de

acción del SGE, lo que, generalmente, se asocia a instalaciones específicas como edificios académicos, laboratorios, residencias estudiantiles o cualquier otro sitio del campus. Por otro lado, los alcances se definen como el conjunto de actividades y procesos que la Universidad abarca, a partir del SGE. Este puede incluir varios límites y se relaciona comúnmente con la actividad principal de la institución, la que puede definir el alcance del SGE en relación con las actividades educativas y de investigación, excluyendo servicios externos.

Definir de manera clara estos límites y alcances garantizará que el SGE esté alineado con los objetivos estratégicos de la Universidad, logrando así una implementación efectiva que ofrezca beneficios tangibles en términos de ahorro energético, reducción de costos y sostenibilidad. Los alcances que se pretende abarcar en el SGE son los descritos a continuación:

- **Mejora del desempeño energético:** Optimización del uso de la energía en instalaciones como edificios académicos, laboratorios y espacios comunes, mediante la adopción de mejores prácticas y tecnologías eficientes. Implementación de un sistema de monitoreo continuo que permita identificar y reducir el consumo energético innecesario en tiempo real.
- **Reducción de costos operativos:** Aprovechando el monitoreo inteligente existente en la Subestación Lomas, el SGE permitirá una gestión eficiente del consumo energético, lo que resultará en una disminución de los costos relacionados con el uso de energía. Se espera una reducción significativa en los costos operativos a través de la identificación de oportunidades de ahorro en los edificios y sus actividades.
- **Disminución de las emisiones GEI:** Un beneficio clave será la contribución a la sostenibilidad ambiental, reduciendo las emisiones de GEI derivadas del consumo energético del campus, alineándose con los compromisos globales de reducción de carbono.
- **Fomento de la cultura de eficiencia energética:** A través de la implementación del SGE, se promoverá una conciencia y cultura energética entre los usuarios del campus, desde estudiantes hasta personal administrativo, lo que facilitará la adopción de prácticas responsables en el uso de la energía.

Los límites corresponderían a cada edificio o instalación que se encuentra dentro del SMI existente en la Subestación Lomas, presente en la Fig. 2.2: Facultad de Medicina, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Comunicación, Historia y Cs. Sociales, Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura, Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público.



Fig. 2.2 LAYOUT SE Lomas de San Andrés perteneciente al SMI.

Tabla 2-1 Identificación de los Edificios

N°	Edificio	N°	Edificio
1	Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs. Sociales	16	Gimnasio
3	Facultad de Ciencias	15	Casino Central
4	Facultad de Ingeniería	19	Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura
6	Facultad de Medicina	21	Facultad de Estudios Teológicos y Filosofía
7	Facultad de Cs. Económicas y Administrativas	22	Biblioteca
		SE-02	Subestación Eléctrica Lomas de San Andrés (500kVA)

2.3 Planificación

En el marco de la implementación del SGE que se está estudiando, los objetivos y metas energéticas surgen a partir del análisis de oportunidades de mejora identificadas durante la revisión energética. Estos objetivos representan una visión a largo plazo para optimizar el desempeño energético del campus San Andrés, mientras que las metas se traducen en valores medibles que permitirán verificar el progreso en el tiempo. Es fundamental que estos objetivos estén documentados, con plazos definidos y coherentes con la política energética de la institución, asegurando su comunicación en todos los niveles del campus.

En el proceso de implementación se deben considerar aspectos clave como los requisitos legales, los Usos Significativos de Energía (USE), las oportunidades de mejora identificadas, las condiciones financieras del campus y las expectativas de las partes interesadas, incluidas las autoridades universitarias, estudiantes y proveedores de energía. Una vez que la Universidad ha declarado su intención de gestionar de manera consistente su consumo energético. El primer paso crucial es la planificación energética, este proceso implica recopilar y analizar los datos de consumo de energía de las instalaciones del campus, con el fin de identificar los USE y los factores que los afectan. A partir de esta planificación, se definirán los controles operacionales y las actividades de seguimiento, medición y análisis que se implementarán para mejorar el desempeño energético.

Los planes de acción correspondientes, emanados de la planificación, especificarán las actividades concretas, los recursos necesarios, los responsables y los plazos para alcanzar los objetivos y metas establecidos. Además, se incluirán métodos para evaluar y verificar las mejoras logradas en el desempeño energético, asegurando que estos planes se documenten y actualicen regularmente.

Esta estructura de objetivos, metas y planificación energética dentro del SGE permitirá que el campus San Andrés avance hacia un uso más eficiente de la energía, generando ahorros económicos y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental a través de la reducción del consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.4 Evaluación del Desempeño Energético

La verificación del desempeño energético es crucial en un SGE, realizándose mediante la comparación sistemática de los Indicadores de Desempeño Energético (IDE) con la Línea Base Energética (LBE) correspondiente. Esta evaluación puede realizarse mediante comparaciones directas con la LBE establecida o utilizando protocolos como el de Medición y Verificación (M&V).

El seguimiento, la medición y el análisis están estrechamente vinculados con la planificación y el control operacional. Para asegurar que las actividades se realicen correctamente, es esencial llevar a cabo mediciones y seguimientos oportunos. Basándose en la revisión energética y el control operacional, se determinará el método adecuado de medición y seguimiento. Es imprescindible desarrollar los medios y herramientas necesarias para monitorear, medir y analizar el desempeño energético, especialmente en relación con los USE. El seguimiento y la medición facilitarán el análisis del consumo energético y de los factores relevantes, permitiendo detectar y corregir cualquier

disminución en la eficiencia energética con la frecuencia adecuada. En la Fig. 2.3 se encuentran los aspectos a considerar en el seguimiento, medición y análisis.



Fig. 2.3 Aspectos sobre los cuales realizar seguimiento, medición y análisis. Fuente: Guía ISO 50001 V2022.

2.5 Discusión y Conclusiones

La implementación del SGE en el campus San Andrés, bajo la norma ISO 50001, presenta múltiples beneficios, no solo en términos de ahorro energético, sino también en la reducción de costos operativos y la disminución de las emisiones GEI. Este estudio destaca cómo los elementos clave de la norma, como el liderazgo, la planificación energética, la verificación del desempeño y la mejora continua, son interdependientes y fundamentales para el éxito del sistema. La correcta delimitación de los alcances y límites del proyecto, particularmente en relación con las instalaciones bajo el SMI, asegura que el SGE sea implementado de manera efectiva, alineado con los objetivos estratégicos de la institución.

Un aspecto crítico identificado en la discusión es la necesidad de que la alta dirección demuestre un compromiso sólido, proporcionando los recursos necesarios para operar el SGE. Además, se resalta la importancia de la planificación energética, la que permite identificar los USE y establecer controles operacionales adecuados que facilitarán el monitoreo continuo y la toma de decisiones basadas en datos. La verificación del desempeño, mediante la comparación de los IDE con la LBE, es otro componente central que refuerza la capacidad del SGE para adaptarse y mejorar con el tiempo. Este enfoque asegura que los objetivos energéticos no solo se alcancen, sino que también se mantengan y ajusten según sea necesario, promoviendo una mejora continua en la EE del campus.

El análisis realizado permite concluir que la implementación de un SGE en el campus San Andrés, bajo la norma ISO 50001, es una herramienta estratégica para mejorar el desempeño energético. Los beneficios de esta implementación son los siguientes: se espera una optimización en el uso de la energía, reducción de costos operativos y una contribución significativa a la sostenibilidad ambiental, mediante la disminución de las emisiones de GEI. El éxito del SGE depende en gran medida de una planificación adecuada, que incluya la definición de alcances y límites claros, así como de un liderazgo comprometido que impulse los cambios necesarios en la gestión energética. Además, la estructura de la norma, con su enfoque en la mejora continua, permite que el sistema sea dinámico y adaptable a las necesidades cambiantes del campus. Finalmente, el seguimiento y la medición son esenciales para garantizar que las mejoras en el desempeño energético se mantengan en el tiempo y se ajusten cuando sea necesario, permitiendo una evolución constante del sistema.

El SGE proporciona un marco estratégico para gestionar la energía, integrando liderazgo, planificación, implementación, verificación y mejora continua. Por su parte, la AE actúa como una herramienta fundamental dentro del SGE, permitiendo identificar los principales usos energéticos, establecer líneas base, desarrollar indicadores de desempeño y proponer MMEE. La AE suministra datos específicos y análisis detallados que alimentan la planificación del SGE, ayudando a definir metas y priorizar acciones. Estas medidas se implementan dentro del SGE y su efectividad es monitoreada a través de auditorías periódicas, asegurando la mejora continua en el desempeño energético. Esta integración permite a las organizaciones reducir costos, emisiones y riesgos, a la vez que promueve el cumplimiento normativo y refuerza su compromiso con la sostenibilidad. Al trabajar en conjunto, el SGE y la AE garantizan una gestión energética eficiente, alineada con los objetivos estratégicos de la organización.

Capítulo 3 Sistema de Monitoreo Inteligente

3.1 Introducción

Un Sistema de Monitoreo Inteligente (SMI) de variables eléctricas se basa en la capacidad de medir, analizar y gestionar el consumo energético de manera precisa y eficiente. Para lograr estos objetivos es crucial que los dispositivos utilizados, como los Medidores Inteligentes (MI), cuenten con características técnicas avanzadas. Estas características no solo determinan la precisión y fiabilidad de los datos recogidos, sino que también afectan la capacidad del sistema para adaptarse a diferentes escenarios y necesidades energéticas. Los MI permiten una medición precisa del consumo, ayudando a manejar y resolver problemas de consumo energético. Estos sistemas proporcionan una visualización en tiempo real del consumo en diversas áreas del campus. La capacidad de monitoreo en tiempo real permite a los usuarios obtener datos actualizados al instante, facilitando una gestión energética proactiva, lo que es esencial para la resolución rápida de problemas y la optimización del uso de la energía.



Tablero SMI



Interior

Fig. 3.1 Tablero Sistema de Monitoreo Inteligente. ENERLINK.

En el campus San Andrés se instaló un SMI de variables eléctricas en la Subestación (SE) Lomas de San Sebastián, por la empresa ENERLINK, este sistema se constituye de ocho MI trifásicos de la marca EASTRON y el modelo es el SDM630MCT. Estos MI se encuentran registrando el

consumo de las siguientes instalaciones: Facultad de Medicina, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Comunicación, Historia y Cs. Sociales, Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura, Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público.

Los MI registran los datos de interés cada 15 minutos, esta información es recopilada y enviada por el SMI a una plataforma en la que se visualiza en tiempo real. Además, la plataforma no solo ofrece la visualización de los datos, sino que también proporciona una idea clara de la facturación, permitiendo estimar los costos asociados al consumo de cada área. Adicionalmente, entrega informes detallados de los periodos de consumo, presentando diversas variables eléctricas, como potencia activa, reactiva, tensión y corriente, lo que facilita un análisis exhaustivo del uso energético en cada sistema, contribuyendo a una gestión más eficiente del consumo eléctrico dentro del campus.

3.2 Caracterización del Medidor Inteligente

Un MI es un dispositivo electrónico que mide y registra el consumo de energía eléctrica, gas, agua u otros servicios en tiempo real. A diferencia de los medidores tradicionales, está conectado a una red de comunicaciones que permite la transmisión automática de datos entre el medidor y la empresa de servicios públicos o el consumidor. Esto facilita la monitorización remota y la gestión eficiente del consumo de recursos. Entre sus principales características destacan: la lectura remota, eliminando la necesidad de lecturas manuales y enviando los datos automáticamente; el monitoreo en tiempo real, que permite a los usuarios visualizar su consumo y ajustar su comportamiento para mejorar la eficiencia; y la medición precisa, reduciendo errores y asegurando que los consumidores paguen por lo que realmente utilizan.

Un medidor inteligente eléctrico es un dispositivo avanzado que permite registrar y gestionar el consumo de energía en tiempo real, con un alto nivel de precisión. A diferencia de los medidores convencionales, estos equipos permiten la comunicación bidireccional, lo que posibilita no solo la recolección remota de datos, sino también el envío de información hacia el usuario o proveedor, facilitando así la gestión activa de la demanda. Entre sus principales características se encuentran la capacidad de registrar perfiles horarios de carga, almacenar históricos de consumo, detectar eventos eléctricos como sobretensiones o interrupciones, y vincularse con sistemas de monitoreo y control energético. Además, su integración con redes eléctricas inteligentes (smart grids) permite la incorporación eficiente de fuentes de energía renovables, una detección más rápida de fallas y una respuesta ágil ante interrupciones de servicio. Gracias a la información detallada que proporcionan,

estos dispositivos son herramientas clave para optimizar el uso de la energía, reducir costos operativos y avanzar hacia una gestión más eficiente y sostenible en edificaciones individuales o infraestructuras complejas como campus universitarios.

3.2.1 Implementación del SMI

El SMI instalado por la empresa ENERLINK en la Subestación Lomas de San Sebastián, consta de ocho MI, los que registran el consumo eléctrico de las siguientes instalaciones: Facultad de Medicina, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Comunicación, Historia y Cs. Sociales, Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura, Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público. El diagrama unilineal del sistema instalado se encuentra en la Fig. 3.2 y los dispositivos en la Tabla 3-1.

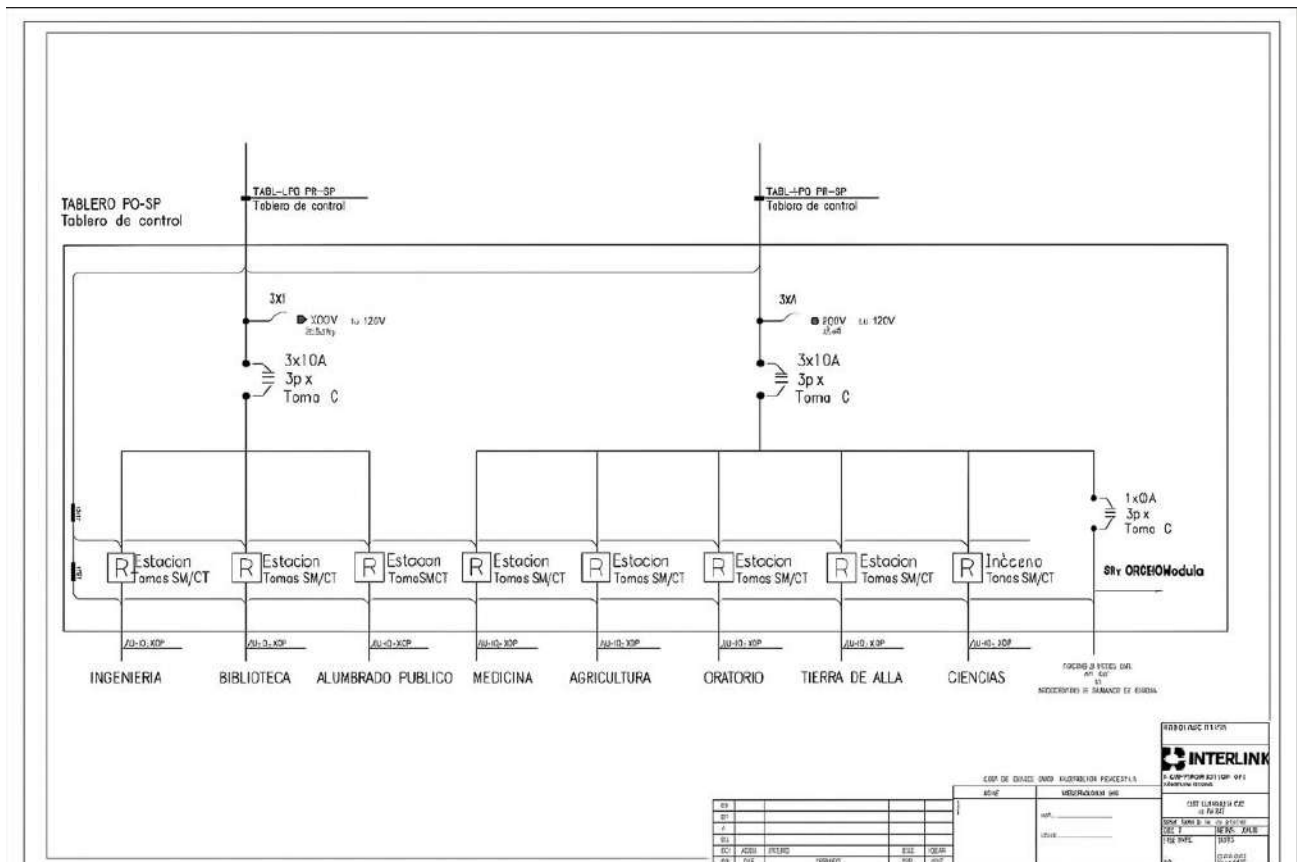


Fig. 3.2 Diagrama Unilineal Sistema Monitoreo Inteligente

Tabla 3-1 Dispositivos Sistema Monitoreo

Descripción	Cantidad
Medidores Trifásicos Indirectos Eastron SDM630MCT	8
Transformadores de Corriente 400/5	3
Transformadores de Corriente 250/5	3
Fuente 5V	1
Integrador OPI	1
Gabinete 1000x800x300mm	1
Techo Tablero 1400x600mm	1
Switch 5 Puertos	1
Patch Cord	2
Gateway USB	1

3.2.2 Características del MI

El SDM630MCT V2 mide y muestra las características de los suministros de dos cables monofásicos (1p2w), tres cables trifásicos (3p3w) y cuatro cables trifásicos (3p4w), incluyendo voltaje, frecuencia, corriente, potencia, potencia activa y reactiva, importada o exportada. La potencia se mide en unidad kWh, kVarh. La corriente máxima de demanda puede medirse en períodos predeterminados de hasta 60 minutos, a fin de medir la potencia, además de la electricidad necesaria para suministrarla al producto, el dispositivo requiere voltaje y entrada de corriente.

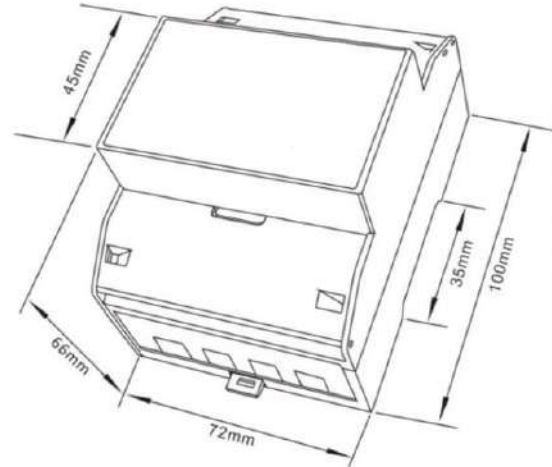
El SDM630MCT V2 admite al máximo la conexión directa de 100 A, ahorra el costo y evita la molestia de conectar transformadores de corriente, dando a la unidad una operación rentable y fácil. Las interfaces integradas proporcionan salidas de pulso y RS485 Modbus RTU. La configuración está protegida por contraseña. Las características del medidor inteligente y las visualizaciones en la pantalla del dispositivo están presentes en la Tabla 3-2, además, en la Fig. 3.3 se encuentra el medidor inteligente y sus dimensiones.

Tabla 3-2 Características y Visualización parámetros MI.

Características	Visualización
- kWh, kvarh, kvar, kVA, P, F, PF, Hz, V, A.	- Voltaje de línea y THD% de todas las fases
- Medición Bidireccional IMP & EXP	- Frecuencia en línea
- Dos salidas de pulso	- Corrientes, Demanda de Corriente y THD% de Corrientes de todas las fases
- Modbus RS485	- Potencia, Demanda Máxima de Potencia y Factor de Potencia
- Montaje de carril Din 35mm	- Potencia Activa y Reactiva importada y exportada
- Conexión directa 100A	
- Sistema de suministro 1p2w, 3p3w, 3p4w.	
- Tiempo de Intervalo de Demanda (DIT)	
- Restablecer para mediciones de demanda	
- Duración de salida de pulso	



MI SDM630MCT V2 Easton



Dimensiones del Medidor Inteligente

Fig. 3.3 Medidor Inteligente

3.2.3 Especificaciones

- Voltaje de fase a N 100 a 289 [V] (para suministro monofásico).
- Voltajes entre fases 173 a 500[V] (solo para suministro trifásico).
- THD% para cada fase a N. (no apto para suministros de 3p3w).
- THD% entre fases (solo suministros trifásicos).
- Corriente THD% para cada fase.
- Frecuencia en Hz.
- Potencia instantánea: Potencia 0 a 99999 W.
- Potencia reactiva 0 a 99999 Var.
- Voltios-amperios 0 a 99999 VA.
- Potencia de demanda máxima desde el último factor de potencia de restablecimiento de la demanda.
- Corriente de demanda neutra máx., desde el último restablecimiento de la demanda (solo para suministro de 3p4w).

Tabla 3-3 Mediciones de Energía

- Energía Activa Importada	0 a 999999,99 kWh
- Energía Activa Exportada	0 a 999999,99 kWh
- Energía Reactiva Importada	0 a 999999,99 kVArh
- Energía Reactiva Exportada	0 a 999999,99 kVArh
- Energía Activa Total	0 a 999999,99 kWh
- Energía Reactiva Total	0 a 999999,99 kVArh

Tabla 3-4 Precisión de Mediciones

- Voltaje	0,5% del rango máx
- Corriente	0,5% de nominal
- Frecuencia	0,2% de la frecuencia media
- Factor de Potencia	1% de unidad (0,01)
- Potencia Activa W	1% del rango máx
- Potencia Reactiva VAr	1% del rango máx
- Potencia Aparente VA	1% del rango máx
Energía Activa Wh	Clase 1 IEC 62053-21
Energía Reactiva VArh	1% del rango máx
Distorsión Armónica Total	1% hasta 31° armónico
- Temperatura co-eficiente	Voltaje y Corriente a 0,013%/°C de energía activa típica =0,018%/°C típico
- Tiempo de respuesta a la entrada paso a paso	1°, típico, a>99% de la lectura final, a 50Hz

Los datos registrados por el medidor inteligente se encuentran dentro de los rangos operativos definidos por sus especificaciones técnicas, lo que asegura la validez y confiabilidad de las mediciones. Variables como voltajes, frecuencia, potencias (activa, reactiva y aparente), se mantuvieron dentro de los límites establecidos para el suministro trifásico, permitiendo así un análisis representativo del comportamiento eléctrico de las instalaciones.

3.2.4 Interfases para la supervisión externa

Se proporcionan tres interfaces para la comunicación externa:

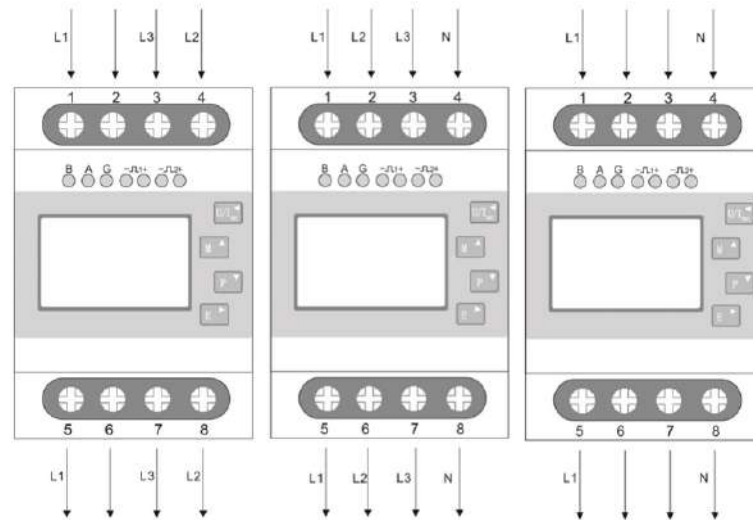
1. Un canal de comunicación RS485 que se puede programar para el protocolo Modbus RTU.
2. Una salida de pulso (1 pulso) que indica energía medida en tiempo real (configurable).
3. Una salida de pulso (2 pulsos) 400imp/kWh.

La configuración Modbus (velocidad de baudios, etc.) y las asignaciones de salida de pulso (kW/kVArh, importaciones/exportaciones, etc.) se configuran a través de las pantallas de configuración del dispositivo. Para Modbus RTU, los siguientes parámetros de comunicación RS485 se pueden configurar desde el menú Configuración:

- Tasa de baudios: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400.
- Paridad: ninguna (predeterminada), impar, par.
- Bits de parada: 1 o 2.
- Dirección de red RS485: nnn-número de 3 dígitos, 001 a 247.
- Orden de palabra Modbus: el orden de bytes Hi/Lo se establece automáticamente en normal o inverso. No se puede configurar desde el menú.

Tabla 3-5 Condiciones de Referencia de las cantidades de influencia.

- Temperatura Ambiente	23 °C $\pm$ 1°C
- Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz $\pm$ 2%
- Forma de onda de entrada	Sinusoidal (factor de distorsion <0,005)
- Campomagnético de origen externo	Flujo terrestre
- Temperatura de funcionamiento	- 25°C a + 55°C*
- Temperatura de almacenamiento	- 40°C a + 70°C*
- Humedad relativa	0 a 90%, sin condensación
- Tiempo de calentamiento	1 minuto
- Vibración	10Hz a 50Hz, IEC 60068-2, 2g
- Altitud	Hasta 2000m

**Fig. 3.4 Diagrama de Cableado 3p3w, 3p4w y 1p2w respectivamente.**

3.3 Software de Medición Inteligente

La información recopilada por el SMI es enviada a una plataforma central que visualiza el consumo eléctrico de cada medidor del sistema y gestiona avisos y cobros para rentabilizar el consumo, todo en un software simple y amigable, además, opera de forma remota y automatizada, configura la tarifa y fechas de cobro.

Esta plataforma ofrece la generación de informes detallados, estimar costos de facturación y comparar el consumo entre distintos periodos, lo que facilita la toma de decisiones para implementar medidas de eficiencia energética. Gracias a esta tecnología, es posible optimizar el uso de la energía y reducir los costos operativos del campus, contribuyendo a una gestión más sostenible de los recursos. Además, el sistema permite identificar patrones de consumo, detectar anomalías y gestionar mejor la demanda eléctrica en las diferentes áreas del campus.

3.3.1 Descripción de la Plataforma

Al ingresar a la plataforma, se encuentra la pestaña principal, donde aparece el estado actual de los medidores (en línea, fuera de línea y en corte) como se puede ver en la Fig. 3.5. Al lado izquierdo está el panel de navegación, donde se puede visualizar los consumos y recaudaciones que la plataforma nos entrega.

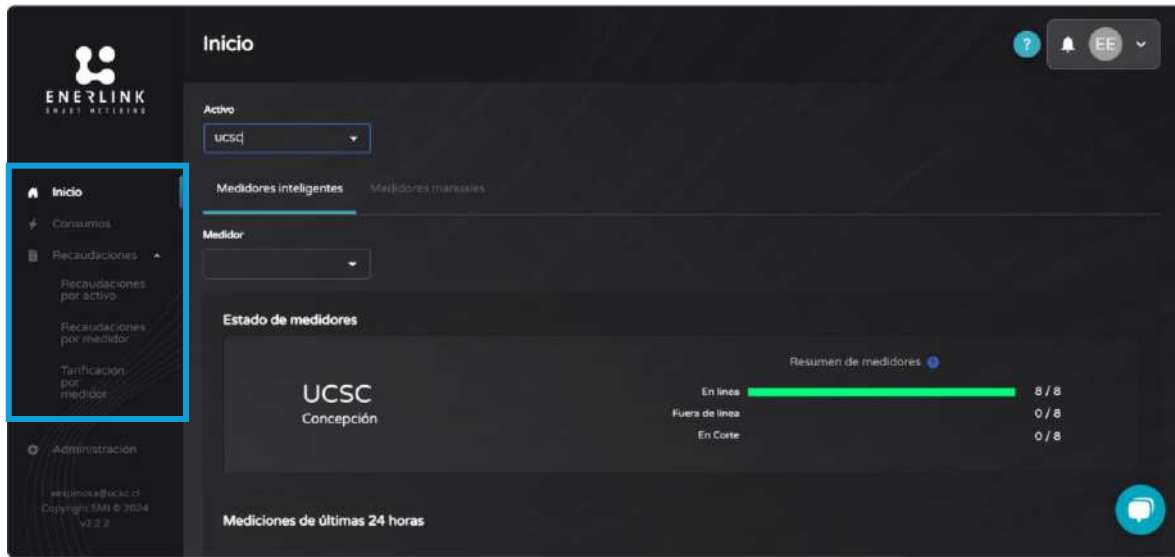


Fig. 3.5 Plataforma ENERLINK, pestaña principal.

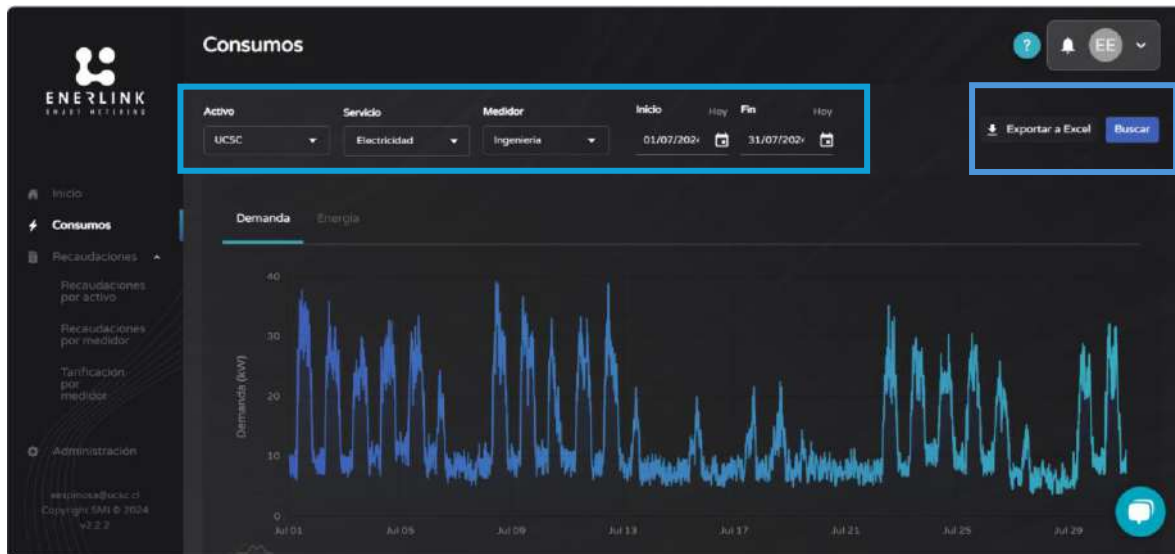


Fig. 3.6 Plataforma ENERLINK, Consumos Demanda.

En la sección de consumos, se selecciona el tipo de servicio al que se desea consultar, en este caso de electricidad, elegir el medidor y el periodo. En la Fig. 3.6 se seleccionó el medidor de la facultad de ingeniería y el periodo corresponde al mes de julio, luego de definir los parámetros se

despliega un gráfico en el que se visualiza la demanda del consumo (kW) para cada día y la energía consumida (kWh) (Fig. 3.7). Estos datos pueden ser descargados y se guardan en un archivo Excel para realizar análisis más detallados.

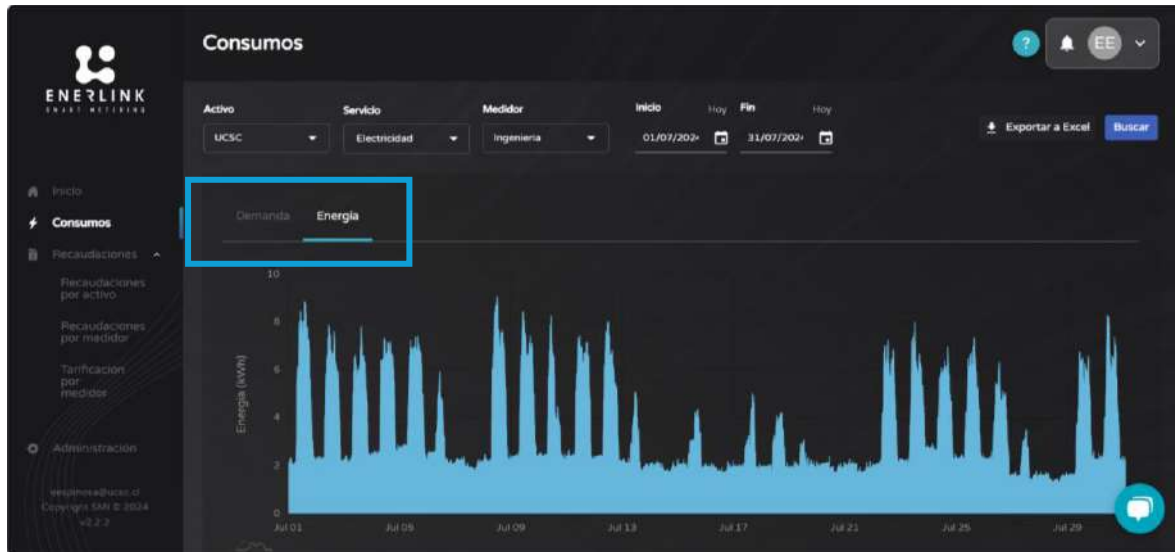


Fig. 3.7 Plataforma ENERLINK, Consumos Energía.

En la sección de Recaudaciones de la plataforma, encontramos el desglose por activo, medidor y la tarificación asociada respectivamente.

PERIODO	ACTIVO	TIPO	TOTAL
09-2024	UCSC	Mensual	\$2.105.172
08-2024	UCSC	Mensual	\$2.084.039
07-2024	UCSC	Mensual	\$2.1805.576
06-2024	UCSC	Mensual	\$16.326.834
05-2024	UCSC	Mensual	\$17.474.216
04-2024	UCSC	Mensual	\$15.895.909
03-2024	UCSC	Mensual	\$8.693.266

Fig. 3.8 Plataforma ENERLINK, Recaudaciones por Activo.

1. **Recaudaciones por Activo (UCSC):** Esta opción muestra un consolidado de todos los MI registrados, incluyendo el tipo de servicio y el periodo de facturación. Se presenta un desglose

de los cobros facturados en el periodo seleccionado, los cuales pueden descargarse en un archivo Excel o en un documento PDF con formato de factura (Fig. 3.8).

2. **Recaudaciones por Medidor:** Aquí se puede acceder a las facturas de consumo organizadas por periodos mensuales. Cada factura es descargable en formato PDF, simulando un documento de cobro (Fig. 3.9).

PERIODO	MEDIDOR	TIPO DE MEDIDOR	TIPO DE SERVICIO	TIPO	TOTAL	DESCARGAR NOTA DE COBRO
09-2024	Ingenieria	Inteligente	Electricidad	Mensual	\$207.916	[Download]
08-2024	Ingenieria	Inteligente	Electricidad	Mensual	\$205.829	[Download]
07-2024	Ingenieria	Inteligente	Electricidad	Mensual	\$2.422.470	[Download]
06-2024	Ingenieria	Inteligente	Electricidad	Mensual	\$1.724.679	[Download]
05-2024	Ingenieria	Inteligente	Electricidad	Mensual	\$1.880.834	[Download]
04-2024	Ingenieria	Inteligente	Electricidad	Mensual	\$1.746.436	[Download]
03-2024	Ingenieria	Inteligente	Electricidad	Mensual	\$996.956	[Download]

Fig. 3.9 Plataforma ENERLINK, Recaudaciones por Medidor.

3. **Tarificación por Medidor:** En esta pestaña, es necesario seleccionar el medidor y el periodo de interés para visualizar el cobro facturado. Se despliega un resumen detallado de la tarifa, que incluye el consumo y los cobros asociados (Fig. 3.10).

Resumen de la tarificación		Cargos	
Medidor	Ingenieria	Cobro fijo	\$1359
Nombre	BT4.3	Cobro por servicio público base	\$5348
Tarifa		Cobro por servicio público FET	\$21264
Consumo		Transporte de electricidad	\$139930
Energía consumida	7130.925 kWh	Energía consumida	\$660501
Energía reactiva	1581.937 kVARh	Demanda máxima suministrada (Facturada)	\$42935
Demanda máxima suministrada	29.256 kW	Demanda máxima en hora punta (Facturada)	\$0
Demanda máxima en hora punta	0 kW		
		Total neto	\$871337
		Total IVA	\$160497
		Total del periodo	\$1031834

Fig. 3.10 Plataforma ENERLINK, Tarificación por Medidor.

3.4 Discusión y Conclusiones

Las características técnicas de los medidores inteligentes son esenciales para garantizar un sistema de monitoreo energético eficiente, preciso y fiable. Estas características no solo permiten una medición exacta del consumo energético, sino que también facilitan la gestión proactiva, la integración con otras tecnologías y la adaptación a un entorno energético en constante evolución. Por lo tanto, la elección de medidores inteligentes con las características técnicas adecuadas es fundamental para el éxito de cualquier sistema de monitoreo energético.

Un elemento clave que complementa la funcionalidad de estos dispositivos es el Software de Medición Inteligente. Este sistema centraliza la información recopilada por los medidores, permitiendo visualizar en tiempo real el consumo eléctrico, gestionar avisos y cobros, y configurar remotamente tarifas y fechas de facturación a través de una plataforma simple y amigable. Además, posibilita la generación de informes detallados, la estimación de costos y la comparación del consumo entre distintos periodos, lo que resulta fundamental para tomar decisiones orientadas a la eficiencia energética.

Gracias a esta tecnología, es posible optimizar el uso de la energía, reducir los costos operativos del campus y contribuir a una gestión más sostenible de los recursos. El sistema también permite identificar patrones de consumo, detectar anomalías y gestionar de manera más eficaz la demanda eléctrica en las distintas áreas del campus.

La plataforma cuenta con una interfaz intuitiva, en donde se puede acceder a información clave como el estado de los medidores (en línea, fuera de línea o en corte), consumos diarios y energía utilizada, todo con opciones de descarga en formatos Excel y PDF para un análisis más profundo. Asimismo, se incluye un módulo de recaudaciones que permite visualizar los cobros por activo o por medidor, y consultar la tarificación detallada por periodo, lo que contribuye significativamente a la transparencia y control del sistema de monitoreo energético.

En conjunto, la combinación de medidores inteligentes con un software robusto y versátil representa una herramienta poderosa para la administración energética moderna, especialmente en contextos complejos como el de un campus universitario.

Capítulo 4 Levantamiento de Datos

4.1 Introducción

El levantamiento de información en una AE es esencial para implementar un SGE eficiente. Este proceso permite analizar detalladamente el consumo actual, identificar oportunidades de mejora y establecer una base de referencia para futuras optimizaciones. Para ello, se recopila información básica sobre las instalaciones, como la descripción del edificio, el uso de la instalación, su antigüedad, área total y los horarios de funcionamiento. También, es necesario registrar los sistemas energéticos existentes, como iluminación, climatización, y otros equipos consumidores de energía, determinando si funcionan con electricidad, gas u otras fuentes. Se deben recolectar datos históricos de consumo energético idealmente de los últimos 12 a 24 meses para identificar patrones y estacionalidades.

La medición del consumo en tiempo real a través de medidores inteligentes permite analizar las variables del consumo energético de manera detallada. También se deben considerar las condiciones ambientales (temperatura y humedad), que afectan la demanda energética de los sistemas, especialmente en climatización. La infraestructura eléctrica debe ser revisada para identificar posibles ineficiencias en la distribución, pérdidas energéticas o problemas con el factor de potencia. Otro aspecto relevante es el análisis de los patrones de uso y comportamiento de los usuarios, así como su conocimiento sobre las mejores prácticas energéticas. Además, se verifica si existe un programa de mantenimiento preventivo para los equipos, ya que un mantenimiento deficiente puede incrementar el consumo.

Finalmente, se analizan los costos energéticos actuales y se proyecta el potencial de ahorro, utilizando la información recolectada para identificar áreas de mayor impacto económico. Este levantamiento integral permite establecer una LBE, la cual será clave para medir el éxito de las acciones que se implementen dentro del SGE.

4.2 Identificación de Requerimientos Iniciales

En esta sección se identifican los requerimientos iniciales para una AE de nivel 2 y 3, y así facilitar la recopilación necesaria y útil de requerimientos e información para un análisis exhaustivo que permita obtener una LBE precisa. Identificar correctamente la información a solicitar y/o recopilar es esencial para comparar, validar y complementar los datos obtenidos en terreno, lo que mejora la calidad y utilidad de los resultados.

Tabla 4-1 Información requerida, nivel 2-3 de la AE

Información Requerida	Descripción
Zonificación	Nombre y delimitación de espacios
Facturación Energéticos	Facturas eléctricas y de combustibles de 36 meses (mín 12 meses). Si aplica incluir contrato de cliente libre o condiciones con proveedor
Información de Equipos	Cantidad y especificaciones técnicas Horas de uso, Lógica de operación
Variables del Consumo Energético	Data de 36 meses (mín 12 meses) anteriores de tasa de ocupación y/o servicios
Indicadores de Consumo Energético	Indicadores de desempeño energéticos previos si existieran
Información de Sistemas	Planos y diagramas de sistemas energéticos Instrumentos existentes o equipos de mediciones que permiten levantar información relevante para la AE
Información Complementaria	Facturas de agua Proyectos con impacto en el consumo energético Mediciones o auditorías energéticas previas Planos y diagramas otras especialidades Mantenimiento de equipos Certificaciones

Tabla 4-2 Información requerida para la caracterización de equipos, sistemas e instalaciones.

Objetivo	Información
Caracterizar equipos	Datos técnicos
	Uso final y sistema al que pertenece
	Horas de uso (factor de uso)
	Punto de operación y factor de carga
	Lógica operacional particular del equipo
	Nivel de mantenimiento
	Perfil de demanda
Caracterizar sistema (interacción entre equipos)	Equipos que lo integran
	Lógica operacional del sistema
	Sistemas de control
	Medios de distribución y acumulación
Caracterización de instalaciones y otros	Estado
	Espacios físicos disponibles
	Tableros eléctricos generales y de distribución existentes

En la Tabla 4-1 se muestra la información clave a requerir, como la zonificación, facturación energética, variables de consumo energético, indicadores de consumo y la información de los sistemas energéticos, según el nivel de la AE, la información necesaria en la caracterización de las instalaciones y equipos, son las que se muestran en la Tabla 4-2.

4.2.1 Zonificación Energética

El SMI se encuentra emplazado en la Subestación Eléctrica (SE) Lomas de San Andrés, este sistema recopila en tiempo real información detallada del consumo eléctrico de ocho MI. Estos medidores registran el consumo energético de las siguientes instalaciones del campus San Andrés: Facultad de Medicina, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Comunicación, Historia y Cs. Sociales, Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura, Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público, los que están presente en la Fig. 4.1.

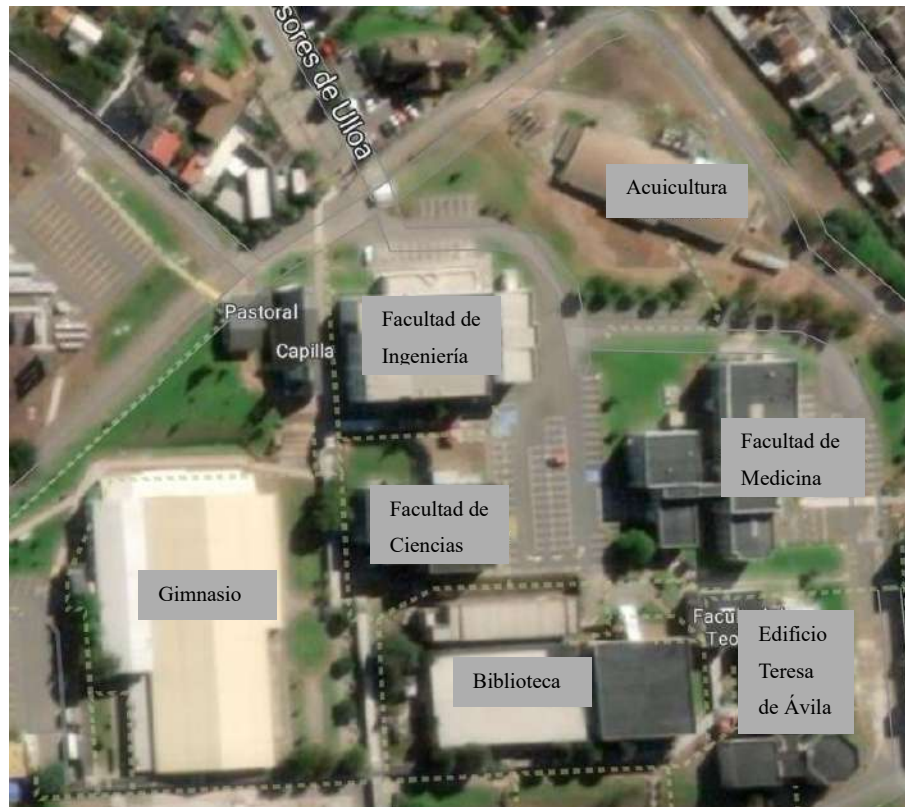


Fig. 4.1 Zonificación del SMI.

4.2.2 Facturación Energética

Esta información permite realizar un análisis tarifario para evaluar si existe una opción de tarifa regulada más económica para la organización, para ello se debe utilizar los datos de las últimas 24 facturas eléctricas para así evaluar los distintos escenarios (estacionalidad, horario), para este análisis comparativo de los consumos entregados por la compañía distribuidora CGE y la plataforma del SMI, solo se consideran cinco meses (marzo 2024 a julio 2024), debido a que el sistema de monitoreo cuenta con registros desde marzo 2024 en adelante.

Para clientes de Baja Tensión (BT) y Alta Tensión (AT) se diferencian en la tensión a la cual se encuentran conectados con su empalme, el primero son aquellos clientes conectados a líneas cuya tensión es igual o inferior a 400 Volts, mientras que los clientes en AT son aquellos conectados a líneas cuya tensión es superior a 400 Volts. Las tarifas evaluadas en esta sección son dos, la primera tarifa es la AT3 presente en punta que cuenta actualmente la Universidad y la segunda es la tarifa BT4.3 que recomienda la plataforma del SMI. Estas dos tarifas tienen diferencias considerables en términos de cobros asociados, los que se detallaran a continuación.

Criterios de clasificación para suministro Presente en Punta o Parcialmente Presente en Punta, en tarifas BT2 y AT2 de potencia contratada y tarifa BT3 y AT3 de demanda máxima leída:

Presente en punta: Se aplicará el precio unitario cuando la potencia contratada o la demanda máxima leída esté siendo usada en horas punta del sistema (independiente de si esa potencia o demanda no es utilizada el resto de horas del año).

- La potencia contratada o la demanda máxima leída está siendo usada manifiestamente durante las horas punta, cuando la demanda media dividido por la demanda contratada (opción BT2 y AT2) o su demanda máxima leída (opción BT3 y AT3), es mayor o igual a 0,5. Cabe destacar que la demanda media corresponde al consumo de energía durante horas punta, dividido por el número de dichas horas.

Parcialmente presente en punta: Se le aplicará el precio unitario cuando la potencia contratada o la demanda máxima leída está siendo usada parcialmente en horas punta (independiente de si dicha potencia o demanda no es utilizada el resto de las horas del año).

- La potencia contratada o demanda máxima leída está siendo usada parcialmente durante las horas punta, cuando la demanda media dividido por la demanda contratada (opción BT2 y AT2) o su demanda máxima leída (opción BT3 y AT3), es menor a 0,5. Cabe destacar que la demanda media corresponde al consumo de energía durante horas punta, dividido por el número de dichas horas.

No obstante, el consumo será clasificado como presente en punta si se produce de forma frecuente (Se entenderá como frecuente la ocurrencia del suceso durante por lo menos 5 días hábiles del mes), en períodos de 60 minutos consecutivos en las horas de punta, la siguiente condición:

- La demanda media dividido por la demanda contratada (opción BT2 y AT2) o su demanda máxima leída (opción BT3 y AT3), es superior a 0,85.

Horas de Punta: entre las 18:00 y las 22:00 horas desde el 01 de abril hasta el 30 de septiembre.

A. Tarifa Eléctrica AT3 presente en punta

Actualmente el campus San Andrés cuenta con una tarifa eléctrica AT3 presente en punta con fecha de termino el 31 de marzo de 2025, la dirección del suministro se encuentra en Av. Alonso de Rivera 2850, la subestación: Loma Colorada 66/15 kV, el sector tarifario: Concepción Stxe-2-a, la potencia conectada: 415,68 [kW]. Estos antecedentes pueden ser revisados en la Fig. 4.2.

Opción de tarifa en alta tensión con demanda máxima de potencia leída, para clientes con al menos medición de energía y demanda máxima de potencia leída. Se entenderá por demanda máxima de potencia leída del mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos. La demanda máxima de potencia de cada hora corresponderá al máximo valor de los registros leídos que se encuentren dentro de ésta.

La tarifa AT3 comprenderá los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta:

- a. Cargo fijo mensual [\$/mes]**
- b. Cargo por uso del sistema de transmisión [\$/kWh]**
- c. Cargo por servicio público [\$/kWh]**
- d. Cargo por energía [\$/kWh]**
- e. Cargo por demanda máxima de potencia leída [\$/kW/mes]**

El cargo fijo mensual es independiente del consumo y se aplica incluso si éste es nulo.

Las componentes por concepto de cargo por uso del sistema de transmisión y el cargo por servicio público se determinarán en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa correspondiente. Tanto el cargo por uso del sistema de transmisión como el cargo por servicio público se determinarán multiplicando el consumo de energía mensual, en kWh, por el valor de la componente correspondiente. En el caso del cargo por uso del sistema de transmisión, éste comprenderá los cargos únicos por uso de las instalaciones de transmisión nacional, zonal, para polos de desarrollo de generación eléctrica; de las instalaciones de transmisión dedicada utilizada por parte de usuarios sometidos a regulación de precios; y las instalaciones de interconexión internacional de servicio público, referidos en los artículos 99° bis, 115° y 116° de la Ley. Asimismo, este cargo comprenderá, según corresponda, el cargo único troncal establecido en el artículo 102° de la Ley, respectivamente. Asimismo, este cargo comprenderá los cargos que se determinen según las reglas establecidas en las disposiciones transitorias de la ley N°20.936.

El cargo por energía se obtendrá multiplicando el consumo de energía mensual, en kWh, por su precio unitario.

La facturación mensual del cargo por demanda máxima de potencia leída del mes corresponderá al mayor de los siguientes valores:

- Cargo por demanda máxima de potencia leída, determinada de acuerdo al procedimiento siguiente: Se considera como demanda máxima de potencia leída de facturación del mes, la más alta que resulte de comparar la demanda máxima de potencia leída del mes con el promedio de las dos más altas demandas registradas en aquellos meses que contengan horas de punta, dentro de los últimos 12 meses, incluido el mes que se factura. El cargo por demanda máxima de potencia leída resulta de multiplicar la demanda máxima de potencia leída de facturación por el precio unitario correspondiente, de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.4 del presente decreto [16].
- 40% del mayor de los cargos por demanda máxima de potencia leída registrado en los últimos 12 meses.

¿Problemas con el servicio de electricidad?

Si tienes alguna consulta o reclamo con respecto al servicio, puedes contactarnos a través de nuestros distintos canales.

Fono Cliente
800 800 767

www.cge.cl | **@CGE_Clientes**

¿Qué hago si mi problema no se ha resuelto?

Contactate con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), entidad que vigila que las personas cuenten con un servicio seguro y de calidad en los sistemas de electricidad y combustibles.

2 2712 7000 | 600 6000 732 | **www.sec.cl**

R.U.T.: 76.411.321-7
FACTURA ELECTRÓNICA
N° 21435876

N° CLIENTE: 2070468
Fecha de emisión: 01 Abr 2024

COMPANÍA GENERAL DE ELECTRICIDAD S.A.
RUT: 76.411.321-7
GIRÓ: Distribución de energía eléctrica.
CASA MATRIZ: Av. Presidente Riesco 5561, Piso 17, Las Condes.

Sr. (a) U. Católica Stma. Concepcion
Rut: 7.915.800-5
Giro: Enseñanza Superior en Universidades Priv
Dirección de Envío: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850 CONCEPCION
Ruta: G4524010-0006 | Var.
Corresp: CWEB

Observaciones de reparo:
Dirección Comercial: AV ALONSO DE RIBERA 2850 CONCEPCION

¿Cuánto debo? Total a pagar \$21.236.100

Datos de mi suministro

Dirección suministro: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850 CONCEPCION
Subestación: Loma Colorado 5915 Ky
Sector Tarifario: Concepción Stae-2/a
Potencia Conectada: 415.88
Fecha término de tarifa: 31/03/2025
Fecha límite para cambio de tarifa: 01/03/2025
Tipo de tarifa contratada: AT 3 PRESENTE EN PUNTA

Verifique documento: **www.sil.cl**

PAGO PRESENCIAL

SERVIPAGO **SERVIPAGO** **SERVIPAGO**
Servipago **Caixa** **sencillito**
unired **servipag**

PAGOS POR INTERNET

www.bancoestado.cl **www.sencillito.com**
www.bancochile.cl **www.santander.cl**
www.unired.cl **www.servipag.com**

PAGO AUTOMÁTICO CUENTAS (PAC)

Banco de Chile • Banco Estado • Scotiabank
BCI • Corpbanca • BICE • Santander • Itaú
Security • Banco Falabella • BBVA

PAGO EN OFICINA VIRTUAL

www.cge.cl
Santander **SERVIPAGO**

OFICINAS COMERCIALES

Lunes a viernes de 9:30 a 13:30 hrs.
San Bernardo: América 863 • **La Pintada:** Bulnes 195 • **Talagante:** Bulnes 1753 • **Puerto Alto:** Juan Rojas Maldonado 105
San Fernando: Bulnes 195 • **Concepción:** Bulnes 195 • **Valdivia:** Bulnes 195 • **Temuco:** Bulnes 195 • **Antofagasta:** Bulnes 195
San José de Mayo: Comercio 2004 • **Coronel:** Av. Amador O'Higgins 2082 • **Rengo:** Urutilla 182 • **San Vicente:** Germán Reyes 1307 • **Las Colinas:** San Martín 898, Barrio San Francisco, locales 5 y 6 • **Santa Cruz:** 21 de Mayo 185 • **Reñaca:** Av. 11 de Septiembre 190 • **Pichilemu:** J. Aguirre 240 • **Molina:** Luis Cruz Martínez 1503, local 7 • **San Javier:** Sargento Aldea 2510 • **Linares:** Manuel Rodríguez 020
San Clemente: Huachibaco 221 • **Constitución:** O'Higgins 756 • **Cauquenes:** Huneez 246 • **Parral:** Carrera Pinto 109 • **San Carlos:** El Roble 550 • **Pelluco:** Carpio 103 • **Colema:** Pizarro 413 • **Tome:** General Urrutia 615, local 185.

Oficinas con otros horarios:
Quilicura: Carrera 484 (frente a la plaza de 08:30 a 13:30 hrs.) • **Colequecura:** Mariano Latorre 581 (lunes de 09:00 a 14:00 hrs.) • **Nocturno:** Av. Juan Montalvo 57 (lunes de 09:00 a 14:00 hrs.)

Detalle de mi cuenta

Servicio Eléctrico	
Administración del Servicio	\$ 1.340
Transporte de Electricidad	\$ 1.265.694
Cargo por Servicio Público	\$ 48.375
Cargo Fondo de Estabilización Ley 21.472	\$ 192.339
Electricidad Consumida (94.900 kWh)	\$ 5.589.245
Cargo por Potencia Presente en Punta (265,406 kW)	\$ 3.640.284
Otros Cargos	
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior	\$ 93
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual	\$ -9
Saldo Anterior Vencido	
Saldo Anterior Servicio Eléctrico (implica corte después del 17/05/2024).	\$ 8.117.518
Otro Saldo Anterior	\$ 386.882
Total exento	\$ 240.714
Total neto	\$ 10.406.556
10% IVA	\$ 1.040.346
Total Emisión	\$ 12.731.616
Otros	\$ 84
Saldo anterior	\$ 8.501.460
Total a pagar	\$ 21.236.100

Resumen de Inyecciones y Remanente

Remanente del mes anterior reajustado	\$ 0
Inyecciones del mes actual valorizadas	\$ 0
Descuentos del mes por Generación Distribuida	\$ 0
Remanente acumulado para el mes siguiente	\$ 0

(*) Los montos informados en el Resumen de Inyecciones y Remanentes corresponden a montos enteros. Para mayor detalle, revisa el anexo disponible en nuestro sitio web.
Cliente suscrito a envío electrónico
Visiones sin IVA incluídoras según decreto N°11.201/16. (publicado en diario oficial el 24.08.2017)

¿Que significa lo que estoy pagando?

Transporte de la electricidad: Monto que se paga por el uso de las líneas y subestaciones que tienen la capacidad de transmitir la energía eléctrica desde la ciudad y que depende de la cantidad de electricidad consumida.

Ajuste para facilitar el pago en efectivo, mes anterior: Monto cobrado en la cuenta actual y que fue descontado el mes anterior para evitar pagar o recibir vuelto con monedas de \$1 o \$5.

¿Hasta cuándo puedo pagar?

Fecha de vencimiento 16 Abr 2024
(A partir de esta fecha se originarán intereses y se te cobrará un cargo adicional por pago fuera de plazo)

Corte a partir de 17 May 2024
(Motivo: No pago saldo anterior)

Cupón de pago N° Cliente 2070468 Fecha de vencimiento 16 Abr 2024
Total a pagar \$ 21.236.100

04010894958035207046800212361006

Último Pago: el 11 Mar 2024 por un monto de \$ 11.931.300 vía Servipag

Mi consumo en el mes actual

Para determinar cuánto electricidad consumiste en el mes se considera lo que marca tu medidor en la "lectura actual" y se le resta lo que marcó en tu "lectura anterior".

Periodo de lectura: 01/03/2024 - 28/03/2024 Fecha estimada próxima lectura: 30/04/2024

Medidor	Propiedad	Lecturas	Constante	Consumo medidor
4255123	Ciente	Actual Anterior	14.796 kWh - 14.454 kWh	64.500 kWh
4255123	Ciente	Actual Anterior	4.811 kWh - 4.811 kWh	0 kWh (inyecciones)
Consumo total del mes = 64.500 kWh				
Demanda máxima leída: 267,375 kW				

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?

Bar chart showing monthly consumption in kWh for the last 13 months. The Y-axis ranges from 0 to 90,000 kWh. The X-axis shows months from March to March. The consumption is relatively stable, fluctuating between approximately 60,000 and 70,000 kWh per month.

Mismo mes del año pasado **Mes pasado**

Este mes consumiste aproximadamente 2% menos energía que el mismo mes del año pasado.

Este mes consumiste aproximadamente 122% más energía que el mes pasado.

Lavadora **Refrigeración**

Utiliza tu lavadora siempre con carga completa y de preferencia con agua fría. Cuando seque la ropa, préfere secarla al sol y no en la secadora.

No introduzcas alimentos calientes en tu refrigerador. Así evitarás que tu refrigerador consuma electricidad adicional.

Fig. 4.2 Facturación SGE SE Lomas, mes de marzo. Detalle del Suministro Eléctrico.

B. Tarifa Eléctrica BT4.3

Esta tarifa horaria en baja tensión, para clientes con al menos medición de energía y demanda máxima de potencia contratada o de potencia leída, y demanda máxima de potencia contratada o de potencia leída en horas de punta del sistema eléctrico.

En esta opción existirán las siguientes tres modalidades de medición:

- **BT4.1:** Medición de la energía mensual total consumida y contratación de la demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia.
- **BT4.2:** Medición de la energía mensual total consumida y de la demanda máxima de potencia leída en horas de punta y contratación de la demanda máxima de potencia.
- **BT4.3:** Medición de la energía mensual total consumida, de la demanda máxima de potencia leída en horas de punta y de la demanda máxima de potencia suministrada.

La demanda máxima de potencia que contrate el cliente deberá ceñirse a las capacidades de limitadores disponibles en el mercado. Se entenderá por demanda máxima de potencia leída del mes, el más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos. La demanda máxima de potencia de cada hora corresponderá al máximo valor de los registros leídos que se encuentren dentro de ésta.

La tarifa BT4.3 comprenderá los siguientes cargos que se sumarán en la factura o boleta:

- a. **Cargo fijo mensual [\$/mes]**
- b. **Cargo por uso del sistema de transmisión [\$/kWh]**
- c. **Cargo por servicio público [\$/kWh]**
- d. **Cargo por energía [\$/kWh]**
- e. **Cargo por demanda máxima de potencia suministrada [\$/kW/mes]**

El cargo fijo mensual es independiente del consumo y se aplica incluso si éste es nulo.

Las componentes por concepto de cargo por uso del sistema de transmisión y el cargo por servicio público se determinarán en proporción a los consumos de energía conforme se establezca en la normativa correspondiente. Tanto el cargo por uso del sistema de transmisión como el cargo por servicio público se determinarán multiplicando el consumo de energía mensual, en kWh, por el valor de la componente correspondiente. En el caso del cargo por uso del sistema de transmisión, éste comprenderá los cargos únicos por uso de las instalaciones de transmisión nacional, zonal, para polos

de desarrollo de generación eléctrica; de las instalaciones de transmisión dedicada utilizada por parte de usuarios sometidos a regulación de precios; y las instalaciones de interconexión internacional de servicio público, referidos en los artículos 99° bis, 115° y 116° de la Ley. Asimismo, este cargo comprenderá, según corresponda, el cargo único troncal establecido en el artículo 102° de la Ley, respectivamente. Asimismo, este cargo comprenderá los cargos que se determinen según las reglas establecidas en las disposiciones transitorias de la ley N°20.936.

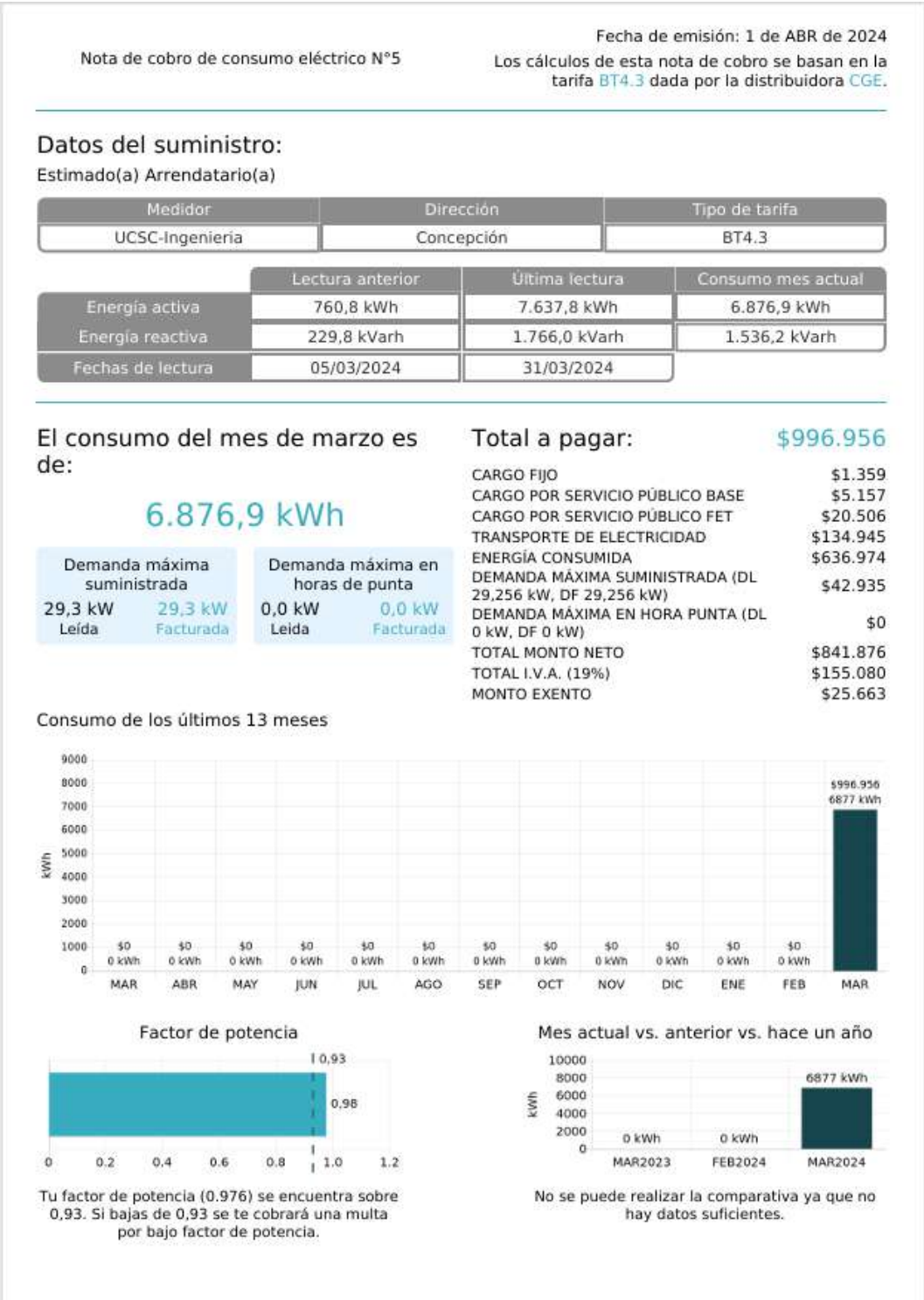
El cargo por energía se obtendrá multiplicando el consumo de energía mensual, en kWh, por su precio unitario.

La facturación mensual del cargo por demanda máxima de potencia leída del mes corresponderá al mayor de los siguientes valores:

- Cargo por demanda máxima de potencia leída, determinada de acuerdo con el procedimiento siguiente: Se considera como demanda máxima de potencia leída de facturación del mes, la más alta que resulte de comparar la demanda máxima de potencia leída del mes con el promedio de las dos más altas demandas registradas en aquellos meses que contengan horas de punta, dentro de los últimos 12 meses, incluido el mes que se factura. El cargo por demanda máxima de potencia leída resulta de multiplicar la demanda máxima de potencia leída de facturación por el precio unitario correspondiente, de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.4 del presente decreto [16].
- 40% del mayor de los cargos por demanda máxima de potencia leída registrado en los últimos 12 meses.

El cargo fijo mensual de las tarifas BT4.1, BT4.2 y BT4.3 es independiente del consumo y se aplica incluso si éste es nulo.

La plataforma de ENERLINK nos entrega notas de cobro simuladas para la tarifa eléctrica BT4.3 basada en cobros calculados por la distribuidora CGE, en la Fig. 4.3 se encuentra la nota de cobro del mes de marzo para el medidor que registra el consumo de la instalación de la Facultada de Ingeniería, esta nota de cobro detalla el consumo del mes, individualizando la instalación, las lecturas de energía, la demanda máxima suministrada y los cobros asociados a la tarifa, también nos entrega el factor de potencia, la que es útil para el cálculo de multa en el caso de no estar dentro del límite permitido; también entrega el consumo de los últimos 13 meses para una mejor visualización de las facturaciones mes a mes.



Esta nota de cobro entregada por la plataforma es generada para cada medidor y mes de consumo, para estimar cuanto es el consumo total registrado por el SMI, debemos agrupar las ocho notas de cobro para así analizar y comparar con el total facturado del mes de marzo 2024 por la compañía distribuidora CGE, para ello se desglosa el consumo de los ocho medidores los que se puede ver en la Tabla A.1 (anexada).

La Tabla detalla todos los cargos contemplados en la tarifa BT 4.3 para los ocho suministros monitorizados. El ítem ‘Potencia en horas de punta’ se incluye porque forma parte de la estructura tarifaria; sin embargo, no registra valores en marzo, ya que el periodo regulatorio de horas punta comienza el 1 de abril. Asimismo, los datos provienen del sistema de monitoreo propio, que empezó a operar el 4 de marzo a las 10:00 h. En consecuencia, el consumo mostrado no corresponde al ciclo completo de facturación del mes, por lo que las magnitudes de energía y demanda son menores que las reflejadas en la factura emitida por la distribuidora y deben emplearse solo con fines referenciales. Al analizar los registros de consumo eléctrico correspondientes al mes de marzo, según cada tipo de tarifa, se observa que la propuesta por la plataforma SMI resulta significativamente más conveniente en términos económicos. Específicamente, el valor estimado por SMI es aproximadamente un 30% inferior al monto facturado por la empresa CGE bajo la tarifa vigente.

Sin embargo, es importante considerar que los criterios de cálculo de ambas tarifas son distintos. En primer lugar, la plataforma SMI comenzó a registrar consumos recién el día 4 de marzo, a mediodía, por lo que los primeros tres días completos del mes no fueron contabilizados. Esta omisión influye directamente en el total del cobro reportado por la plataforma, dado que los días iniciales pueden representar una fracción significativa del consumo mensual. Por otro lado, también se debe señalar que el consumo total registrado en la subestación incluye diversas áreas, entre ellas la sala de música, la cual no está considerada en la medición del SMI. Esta diferencia en el alcance del monitoreo afecta la representatividad y precisión de la comparación directa entre ambas fuentes.

Por otra parte, la Tabla A.2 (anexada) correspondiente al mes de abril, en la que ya se incluyen los cobros asociados al concepto de ‘Potencia en horas de punta’. Esto se debe a que, a partir del 1 de abril y hasta el 30 de septiembre, se activa el periodo tarifario de horas punta definido por la normativa vigente, el cual considera como franja crítica el horario de 18:00 a 22:00 h. En este periodo, si se registra una demanda máxima dentro de dicho intervalo, se genera un cargo adicional que queda reflejado en la facturación. A diferencia de marzo, donde este ítem no aplicaba, en abril sí se observa

su efecto en la estructura de costos. Esta información permite analizar cómo impacta este componente en el comportamiento energético y en el total de cobros mensuales.

Dado lo anterior, para obtener una comparación más representativa, se analizará el período comprendido entre marzo y julio. Este intervalo permite observar el comportamiento del consumo bajo diferentes condiciones de estacionalidad y variabilidad horaria, elementos que influyen directamente en la estructura de cobros de ambas tarifas. En la Tabla 4-3 se encuentra el consumo de cada tarifa, la demanda máxima leída del periodo de facturación y el cobro total asociado a cada mes.

Tabla 4-3 Comparación Consumo Registrado ENERLINK y CGE.

Facturación	Plataforma ENERLINK BT4.3				CGE AT3			
	Lectura	C. Medidor [kWh]	D. Máx. Leída [kW]	Total \$	Lectura	C. Medidor [kWh]	D. Máx. Leída [kW]	Total \$
Marzo	05/03 al 31/03	59423,736	290,616	\$ 8.693.266	01/03 al 28/03	64500	267,375	\$ 12.731.616
Abril	01/04 al 30/04	87627,956	391,124	\$ 15.895.909	29/03 al 30/04	91875	368,25	\$ 16.599.900
Mayo	01/05 al 31/05	96450,347	395,228	\$ 17.474.216	01/05 al 30/05	94500	360,75	\$ 17.147.900
Junio	01/06 al 30/06	85633,941	414,81	\$ 16.326.834	31/05 al 28/06	89437	390,375	\$ 17.815.900
Julio	01/07 al 31/07	84514,133	417,348	\$ 21.805.576	29/06 al 31/07	93000	357,938	\$ 21.200.900
Agosto	-	-	-	-	01/08 al 30/08	94500	423,938	\$ 21.930.000

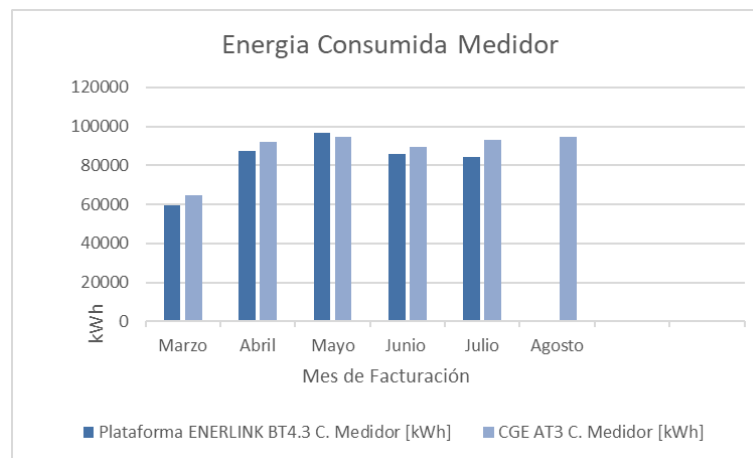


Fig. 4.4 Consumo Registrado por SMI y CGE.

En la Fig. 4.4 se observa que el consumo eléctrico registrado por el medidor, según los datos proporcionados por la plataforma ENERLINK, es sistemáticamente inferior al informado por la compañía distribuidora CGE para el mismo periodo.

Esta diferencia se refleja directamente en el valor facturado, como se muestra en la Fig. 4.3, donde el cobro asociado al consumo reportado por ENERLINK resulta menor. Al realizar un análisis porcentual, esta disminución se estima en aproximadamente entre 5% a un 20% mensual. Esta

discrepancia puede atribuirse a que ENERLINK realiza sus estimaciones en base a la estructura tarifaria BT4.3, mientras que CGE aplica la tarifa AT3 correspondiente a clientes en condiciones de punta. La diferencia entre ambas tarifas (particularmente en lo relativo a los cargos por potencia y energía en horarios punta), incide de manera significativa en el total facturado, generando así la brecha observada.

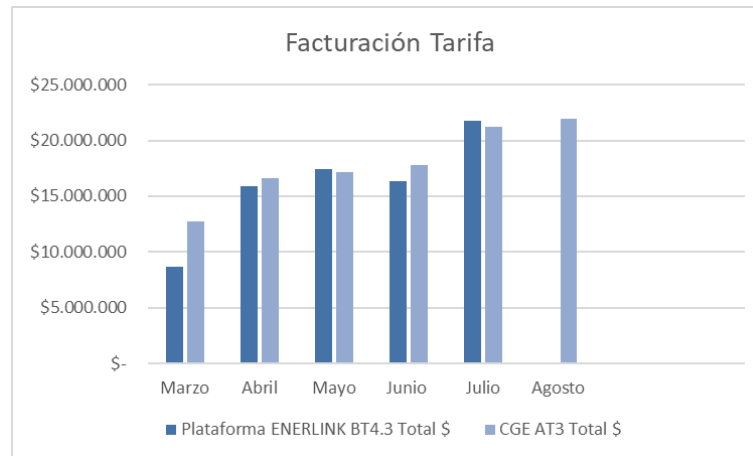


Fig. 4.5 Facturación ENERLINK v/s CGE.

El objetivo principal de este análisis es identificar patrones de comportamiento energético entre las distintas instalaciones, evaluando su eficiencia relativa y determinando posibles oportunidades de gestión energética. Para ello, se compararán los valores mensuales de consumo y demanda entre los medidores, considerando las particularidades funcionales de cada dependencia, tales como su uso académico, administrativo o de servicios generales. Esta comparación permitirá comprender la distribución del consumo dentro del campus, así como identificar instalaciones críticas en términos de demanda eléctrica.

Tabla 4-4 Demanda Máxima Suministrada Registrada por el SMI.

Medidor	Demanda Máx. Suministrada [kW]				
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Biblioteca	44,504	54,160	55,500	59,200	54,844
Gimnasio	107,096	145,500	142,500	152,000	137,592
Acuicultura	14,968	20,972	22,300	20,240	19,352
Alumbrado Publico	4,208	4,376	5,652	5,804	6,028
Ingeniería	29,256	41,328	38,408	41,028	36,296
Medicina	45,824	67,272	74,268	79,360	78,968
Ciencias	21,452	24,824	25,580	24,604	23,624
Teresa de Ávila	23,308	32,692	35,124	41,180	32,492

En la siguiente sección se presenta un análisis comparativo de la demanda máxima mensual de energía registrado por cada uno de los ocho medidores monitoreados por la plataforma

ENERLINK. La Fig. 4.4 muestra gráficamente la evolución del consumo eléctrico mensual por medidor, lo cual permite identificar diferencias significativas en los perfiles de consumo entre las distintas instalaciones del campus. Complementariamente, la Tabla 4-4 detalla los valores cuantitativos de consumo [kW] por medidor y por mes, facilitando una lectura más precisa de los datos. Este análisis resulta fundamental para caracterizar el comportamiento energético de cada dependencia, evaluar su peso relativo dentro del consumo total del campus y establecer una base comparativa para el análisis de la demanda máxima.

El análisis de la demanda máxima suministrada (Tabla 4-4) entre marzo y julio revela oportunidades claras para mejorar la eficiencia energética en las distintas instalaciones del campus. Destaca el Gimnasio como el mayor consumidor, con un crecimiento sostenido hasta alcanzar los 152.000 kW en junio. Este comportamiento sugiere un uso intensivo y poco optimizado de equipos eléctricos, especialmente en climatización e iluminación. Le sigue la Facultad de Medicina, cuyo consumo también presenta un aumento continuo, reflejando una operación constante de equipos clínicos y de laboratorio, lo que hace recomendable una auditoría energética en ambas instalaciones.

Las instalaciones como la Biblioteca e Ingeniería muestran aumentos significativos en su demanda, lo que puede atribuirse al mayor uso de salas de estudio, oficinas y equipos informáticos. Aquí sería conveniente implementar medidas como sensores de presencia, sistemas de climatización eficientes y buenas prácticas de apagado. Por otro lado, edificios como Teresa de Ávila y la facultad Ciencias mantienen un consumo más moderado, pero también creciente, lo que sugiere una necesidad de revisar hábitos de uso y tecnologías instaladas para evitar ineficiencias a futuro.

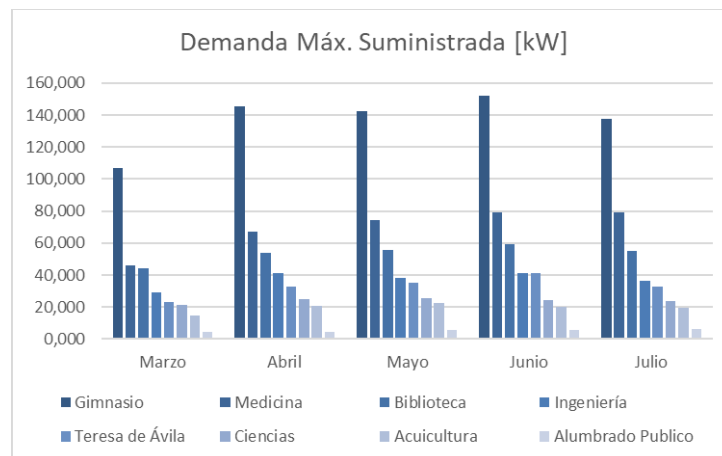


Fig. 4.6 Evolución de la Demanda de Cada Medidor.

El Alumbrado Público, aunque con una demanda relativamente baja, presenta un aumento constante. Esto podría indicar que la tecnología actual es poco eficiente o que los horarios de encendido no están bien ajustados.

Finalmente, la caída general del consumo en julio, en la mayoría de los medidores, confirma que la actividad académica tiene un impacto directo en la demanda energética. Este comportamiento abre la posibilidad de aplicar estrategias de ahorro específicas durante los períodos de baja ocupación, como apagado programado de sistemas no esenciales. En conjunto, el análisis sugiere que, con una gestión activa del consumo, incorporación de tecnología eficiente y concientización de los usuarios, es posible avanzar hacia un uso más racional y sostenible de la energía en el campus.

A partir de los datos presentados en la Tabla 4-5, se observa que el edificio con mayor consumo eléctrico de forma sostenida durante el periodo analizado (marzo a julio) es el Gimnasio, con valores que superan ampliamente a los del resto de las instalaciones, alcanzando un máximo de \$7.238.143 en julio. Esta tendencia indica una alta demanda energética, la cual se ve reforzada por lo observado durante el recorrido de las instalaciones, donde se evidenció que el medidor correspondiente al gimnasio alimenta un número considerablemente mayor de cargas, hecho verificado mediante la revisión del tablero general. Este aspecto será abordado con mayor detalle en la siguiente sección.

Tabla 4-5 Cobros ENERLINK BT4.3

Medidor	Facturacion Mensual [\$]				
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Biblioteca	\$1.069.938	\$2.123.557	\$2.218.271	\$2.031.737	\$2.743.009
Gimnasio	\$2.981.796	\$5.723.260	\$5.991.380	\$5.645.102	\$7.238.143
Acuicultura	\$594.706	\$933.187	\$1.089.122	\$1.012.453	\$1.410.309
Alumbrado Publico	\$139.684	\$234.248	\$327.493	\$358.843	\$523.143
Ingeniería	\$996.956	\$1.746.436	\$1.880.834	\$1.724.679	\$2.422.470
Medicina	\$1.485.404	\$2.658.809	\$3.304.134	\$3.087.406	\$4.207.956
Ciencias	\$817.994	\$1.319.041	\$1.310.551	\$1.170.701	\$1.527.378
Teresa de Ávila	\$606.788	\$1.157.371	\$1.352.431	\$1.295.913	\$1.733.168

En segundo lugar, se encuentra el edificio de la Facultad de Medicina, con un consumo creciente mes a mes que culmina en \$4.207.956 en julio, lo que podría reflejar una actividad académica o administrativa intensiva, y posiblemente el uso de equipamiento especializado. Le sigue Biblioteca, con un consumo moderadamente alto y estable, que alcanza \$2.743.009 en julio, mostrando un comportamiento energético relativamente consistente en comparación con otras instalaciones.

Por otro lado, los medidores correspondientes a Alumbrado Público y Acuicultura presentan los niveles de consumo energético más bajos durante todo el periodo analizado. En particular, el consumo asociado al Alumbrado Público evidencia una tendencia estacional creciente, atribuible a la reducción de horas de luz natural durante los meses de invierno, producto del cambio horario y del acortamiento del fotoperiodo. Esta variación implica una mayor demanda energética para iluminación en las franjas horarias de menor radiación solar. No obstante, a pesar de este comportamiento estacional, el nivel absoluto de consumo del Alumbrado Público se mantiene como el más bajo entre los medidores evaluados, con un valor máximo registrado de \$523.143 en el mes de julio.

Los edificios de Ingeniería, Ciencias y Teresa de Ávila muestran consumos intermedios y relativamente estables, con oscilaciones suaves entre los meses. No obstante, se evidencia un incremento generalizado del consumo en todos los medidores en el mes de julio, lo cual podría estar relacionado con una mayor ocupación del campus o condiciones estacionales que incrementan la demanda eléctrica (por ejemplo, uso de calefacción o sistemas de climatización).

En términos comparativos, la diferencia entre el medidor de mayor consumo (Gimnasio) y el de menor consumo (Alumbrado Público) en julio es de más de \$6.700.000, lo cual evidencia una alta heterogeneidad en los perfiles de consumo de las distintas instalaciones del campus. Este tipo de análisis es clave para identificar oportunidades de eficiencia energética y orientar estrategias de gestión diferenciadas por tipo de edificio y patrón de uso.

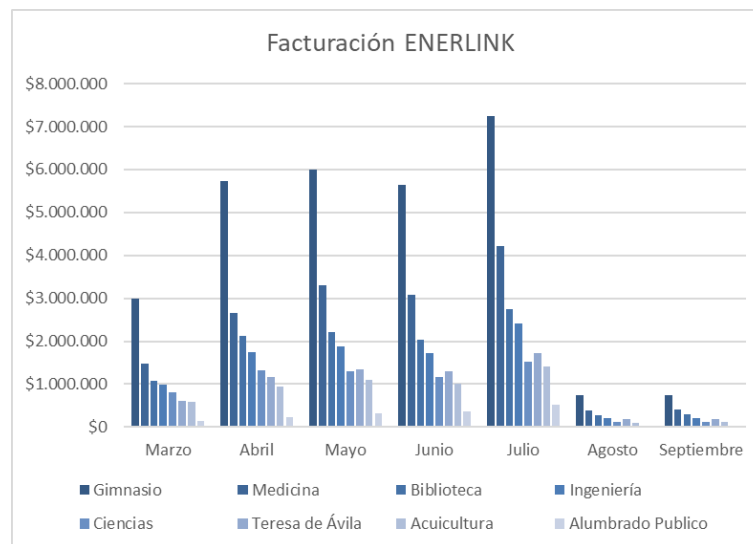


Fig. 4.7 Facturación BT4.3 para cada Medidor.

La evaluación tarifaria realizada en el contexto del análisis energético del Campus San Andrés permite establecer una comparación crítica entre las tarifas eléctricas actualmente aplicadas (AT3) y la alternativa sugerida por el SMI (BT4.3). Esta comparación resulta estratégica para identificar oportunidades de optimización económica y técnica en la gestión del suministro energético del recinto.

La tarifa AT3, actualmente vigente en el campus, corresponde a un régimen de alta tensión destinado a grandes consumidores. Esta estructura tarifaria considera una serie de componentes que incluyen cargos fijos, cargos por uso del sistema de transmisión, cargos por energía consumida, cargos por servicio público y, particularmente, cargos por demanda máxima de potencia leída. Esta última variable introduce una alta sensibilidad a los momentos de mayor exigencia del sistema, lo cual penaliza considerablemente las concentraciones de carga en horarios de punta. En este escenario, la tarifa AT3 implica una mayor complejidad en la gestión tarifaria y un costo económico elevado si no se implementan medidas de control activo de la demanda.

En contraposición, la tarifa BT4.3, impuesta por la plataforma SMI y aplicada sobre registros desagregados de ocho medidores en el campus, se estructura en función de componentes similares, pero con diferencias claves en la forma de cálculo y aplicación. Esta tarifa, diseñada para clientes de baja tensión, integra la medición de energía total mensual y la demanda máxima de potencia suministrada, particularmente en el horario punta definido entre las 18:00 y 22:00 horas, durante el periodo tarifario de abril a septiembre. La metodología de facturación bajo BT4.3 se basa en el promedio de las dos demandas máximas más altas de los últimos 12 meses, lo cual suaviza las fluctuaciones mensuales y reduce el impacto de eventos puntuales de alta demanda.

Tabla 4-6 Consumo Semestral Medido, ENERLINK.

Medidor	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Gimnasio	143909,10	35%	35%
Medicina	77344,72	19%	53%
Biblioteca	49098,89	12%	65%
Ingeniería	45637,98	11%	76%
Ciencias	33387,82	8%	84%
Teresa de Ávila	29291,79	7%	92%
Acuicultura	26787,15	6%	98%
Alumbrado Público	8192,67	2%	100%
Total	413650,11	100%	

Con el objetivo de optimizar el uso de los recursos y focalizar las acciones de mejora, se llevó a cabo un análisis de Pareto sobre las ocho instalaciones registradas por el sistema de monitoreo

inteligente. El diagrama de la Figura 4.8 muestra que el Gimnasio y la Facultad de Medicina concentran el 53 % del consumo total registrado, seguidas por la Biblioteca e Ingeniería, alcanzando en conjunto un 76 %. De acuerdo con el principio de Pareto, estas instalaciones representan el mayor potencial de ahorro energético y, por lo tanto, constituyen el foco prioritario para la implementación de medidas de mejora del desempeño energético, en concordancia con los lineamientos de la norma ISO 50001.

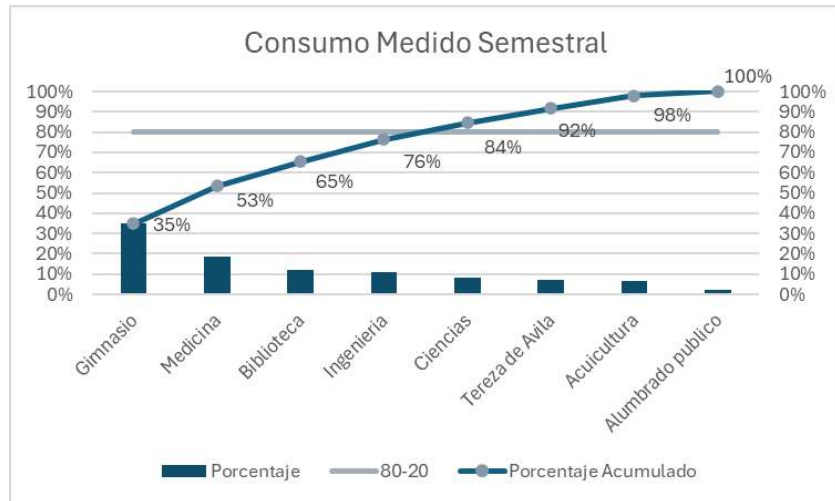


Fig. 4.8 Diagrama de Pareto, Consumo Medidores.

Posteriormente, se aplicó un análisis de Pareto individual para cada instalación priorizada, evaluando el consumo estimado de sus distintos sectores o áreas internas, el que se desarrolla en la sección 4.3.1. Este enfoque permite identificar qué sectores concentran la mayor proporción del consumo energético dentro de cada instalación, lo que facilita la detección de oportunidades específicas de mejora y la focalización de medidas que optimicen su desempeño energético.

4.3 Trabajo en Terreno

El trabajo en terreno de la auditoría energética se llevó a cabo en las instalaciones del Campus San Andrés, en los edificios ya antes mencionados con el objetivo de evaluar el desempeño energético del sitio, identificar oportunidades de mejora y proponer medidas de eficiencia energética.

El recorrido de inspección visual inició en la subestación eléctrica principal del recinto (Fig. 4.9), donde se ubican los tableros generales de distribución (Fig. 4.10 y 4.11). Estos actúan como punto central de alimentación para los distintos edificios del campus.



Fig. 4.9 Subestación Eléctrica Lomas de San Andrés.

A través de los alimentadores principales, se verificó que desde esta subestación se distribuye energía hacia los tableros generales de los edificios: Facultad de Medicina, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Facultad de Comunicación, Historia y Cs., Laboratorio de Mecánica de Suelo y Acuicultura, Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público, Banco de Condensadores y la Sala de Música.



Fig. 4.10 Tablero General 1 (Derecho).



Fig. 4.11 Tablero General 2 (Izquierdo).

Se constató la existencia de protecciones principales por cada salida, todas del tipo interruptor termomagnético, en aparente buen estado. Sin embargo, se observó que la rotulación de los alimentadores no es completamente clara o estandarizada (RIC N°02), lo que podría dificultar futuras intervenciones o mantenimientos. Se recomienda actualizar el rotulado con etiquetas durables y codificadas por color o número según norma. Asimismo, se inspeccionaron las condiciones del recinto de la subestación, encontrando que cuenta con acceso restringido y ventilación natural limitada. Se observó acumulaciones de polvo y humedad, por lo que se sugiere evaluar mejoras en la mantención y limpieza para proteger los equipos de distribución. Posteriormente, se procedió a inspeccionar los tableros generales de cada edificio.

4.3.1 Información de Equipos y Sistemas

En esta etapa se procesa toda la información entregada y obtenida durante el trabajo en terreno para determinar el escenario actual del consumo energético. Durante el tratamiento de la información, el conocimiento de las instalaciones será clave para identificar errores u omisiones en los datos trabajados, identificando brechas que se deban abordar por medio de nuevas visitas a terreno, mediciones o comprobación de antecedentes según sea requerido. Para la obtención de conclusiones consistentes respecto a la situación actual del consumo energético, es necesario definir el periodo de tiempo que será utilizado para todos los análisis de información, el que habitualmente corresponde a un periodo correlativo de 12 meses, en este análisis solo se considerará cinco meses correspondientes a los meses de marzo a julio del año 2024.

Dentro de la caracterización de la demanda y consumo energético, la información requerida para el nivel 2 y 3 de la AE serán: datos técnicos de equipos, horas de uso, factor de carga, la lógica

operacional y mediciones. Para desarrollar la caracterización de la demanda, se debe diferenciar el tipo de operación del equipo, dando prioridad a los equipos que representen un uso significativo de la energía para la institución.

Como parte de la caracterización de los equipos y sistemas eléctricos de la instalación, los diagramas unilineales constituyen una herramienta fundamental. Estos diagramas permiten identificar y representar de forma esquemática la distribución de la energía eléctrica, las principales cargas conectadas, su ubicación y las relaciones entre los distintos componentes del sistema eléctrico (tableros, protecciones, equipos, etc.). El análisis de estas representaciones es clave para entender el comportamiento energético de la instalación, identificar oportunidades de mejora en la gestión de la demanda, y detectar posibles ineficiencias o sobrecargas.

Sin embargo, se detectó que los diagramas unifilares disponibles no se encuentran actualizados o presentan información incompleta respecto a las cargas existentes y su distribución. Por esta razón, se anexarán los esquemas disponibles, señalando las omisiones o discrepancias encontradas, y se procederá a complementar esta información mediante relevamientos en terreno y contrastación con datos operativos y de consumo.

Con el objetivo de facilitar un análisis más preciso y una visualización más clara del comportamiento energético, la caracterización de los equipos y sistemas se presentará de manera desagregada por instalación. Esto permitirá identificar oportunidades de mejora específicas para cada instalación, considerando sus cargas, condiciones de operación y configuraciones eléctricas propias. Asimismo, facilitará la comparación entre instalaciones y la priorización de medidas de eficiencia energética en función de su impacto y factibilidad.

Además, para la estimación del consumo eléctrico semestral correspondiente al período marzo–julio 2024, se determinó en primera instancia el número de horas de funcionamiento de cada tipo de espacio, de acuerdo con su horario de ocupación habitual. La metodología consistió en identificar los días de operación por tipo de actividad y sumar las horas semanales para posteriormente proyectarlas al total de semanas del semestre.

En el caso de aulas y salas utilizadas para docencia, se consideró el horario académico establecido entre lunes y viernes, de 08:00 a 19:00 horas, y los días sábado de 08:00 a 15:00 horas. Para las oficinas y dependencias administrativas, el horario de operación se fijó entre lunes y viernes, de 08:00 a 17:00 horas.

Las áreas de pasillos y zonas comunes se calcularon considerando un uso más prolongado debido a la circulación continua de personas y necesidades de iluminación general. Durante los meses de verano, el horario estimado fue de 07:00 a 20:00 horas de lunes a viernes, mientras que en los meses de invierno se amplió hasta las 21:00 horas para compensar la menor luminosidad natural. Los días sábado, el horario de estas áreas se definió de 07:00 a 15:00 horas en todo el período.

Una vez determinados los horarios de funcionamiento, se calcularon las horas totales mensuales y semestrales multiplicando el número de horas diarias por la cantidad de días hábiles y de fin de semana aplicables en cada mes. Este resultado constituye la base para estimar el consumo semestral, al multiplicar las horas de funcionamiento por la potencia instalada o por los registros de potencia estimada, según la información disponible para cada instalación.

Tabla 4-7 Cálculo de horas para cada área

Categoría / Tipo de carga	Horas semestre (mar–jul 2024)	Base
Aulas / docencia	1.353 h	L-V 08:00–19:00 (11 h), Sáb 08:00–15:00 (7 h)
Oficinas / administrativas	981 h	L-V 08:00–17:00 (9 h)
Pasillos / áreas comunes	1.681 h	Mar: L-V 07:00–20:00 (13 h); Sáb 07:00–15:00 (8 h) Abr–Jul: L-V 07:00–21:00 (14 h); Sáb 07:00–15:00 (8 h)
Laboratorios (uso intensivo 24/7)	3.672 h	24 h × días del mes
Equipos de laboratorio (uso variable promedio 3 h/día)	78 h	L-V 08:00–19:00 (11 h), Sáb 08:00–15:00 (7 h)
Horas de equipos asociadas a aulas	1.353 h	L-V 08:00–19:00 (11 h), Sáb 08:00–15:00 (7 h)
Equipos de oficina uso continuo (PCs, iluminación, A/C central)	981 h	9 h/día laboral × 109 días laborales del semestre
Equipos de oficina uso parcial (factor 0.5)	490,5 h	9 h × 0,5 × 109 días
Equipos de oficina calefactores (invierno, factor 0.4)	316,8 h	9 h × 0,4 × 88 días laborales (abril–julio)
Cocina microondas / hervidores (0,5 h/día)	54,5 h	0,5 h × 109 días laborales
Cocina cafeteras / hornos pequeños (1,5 h/día)	163,5 h	1,5 h × 109 días laborales
Cocina dispensadores / termos (uso continuo horario laboral)	981 h	9 h/día × 109 días laborales

Los equipos de laboratorio con uso intensivo se consideraron como cargas 24 horas al día, 7 días a la semana, debido a su operación continua. Además, se discriminaron los equipos con uso variable (aquellos cuyo tiempo de operación oscila entre 1 y 5 horas diarias) y, para efectos de homogénea estimación, se adoptó un valor promedio de 3 horas diarias por equipo. Adicionalmente, cuando corresponde relacionar el consumo de laboratorio con actividad docente (clases prácticas o uso sincronizado con horario académico), se utiliza la misma base horaria que las aulas (horario de

docencia) para estimar la fracción del consumo atribuible directamente a la actividad docente. En la Tablas 4-7 se detalla un resumen de las horas semestrales para cada sector y equipos.

A continuación, se desarrollará la caracterización técnica por cada una de las instalaciones evaluadas.

A. Edificio San Agustín – Facultad de Ingeniería

La Facultad de Ingeniería se emplaza en el Campus San Andrés, junto a la capilla institucional, frente a la Facultad de Ciencias y próxima al acceso vehicular Lomas de San Andrés. Su ubicación estratégica dentro del campus la conecta con las principales vías de circulación peatonal y vehicular.

En su interior, la facultad cuenta con aulas de clases, oficinas académicas y administrativas, y una cafetería Castaño. Esto configura un edificio de uso mixto, con actividades de docencia, gestión y servicios, cuya ocupación varía según el calendario académico y los horarios institucionales. Como resultado, su perfil de consumo eléctrico está directamente influenciado por la intensidad y tipo de actividades que se realizan en cada jornada.

Durante el semestre académico, la ocupación del edificio varía a lo largo del día según el tipo de actividad. Las actividades académicas se concentran principalmente entre las 08:10 y 18:00 horas, con mayor afluencia de estudiantes entre lunes y viernes. Las oficinas administrativas operan en horario continuado, habitualmente entre 09:00 y 17:00 horas, y mantienen presencia parcial incluso durante semanas de receso. La cafetería Castaño, ubicada en el primer nivel del edificio, ofrece atención al público en horario 07:00 a 21:00 horas, con mayor actividad durante los recesos de clases y el horario de almuerzo. Por su parte, el personal de limpieza realiza sus labores en horarios extendidos, generalmente antes del inicio y después del término de la jornada académica y administrativa, aproximadamente entre 07:00 y las 21:00 horas.

Equipos Relevantes

Durante los recorridos por las instalaciones se levantó la siguiente información con respecto a los equipos de iluminación y los distintos equipos que se encuentran dentro de la instalación, Tabla 4-8 y 4-10 respectivamente.

Tabla 4-8 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Ingeniería.

Sector del Edificio	Sector	Equipo	Potencia Lampara (W)	Cantidad	Potencia Total (kW)	Horas semestre (mar-jul 2024)	Factor de Carga	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Sistema Asociado
Piso 1	Of.	LED	16	13	0,21	981	75%	153,04	Iluminación
piso 2		LED	16	6	0,10	981	75%	70,63	
piso 3		Tipo (F1)	18	13	0,47	981	75%	344,33	
Piso 4		Tipo (F1)	18	16	0,58	981	75%	423,79	
				Energía Total Oficinas (kWh/Sem)				991,79	
Piso 1 y 2	Aulas	Tipo (F1)	18	79	2,84	1353	70%	2693,55	
		Tipo (F1)	18	11	0,40	1353	70%	375,05	
				Energía Total Oficinas (kWh/Sem)				3068,60	
Pasillos	Of./ Aulas	Tipo (F1)	18	27	0,97	1681	100%	1633,93	
		Tipo (F1)	18	22	0,79	1681	100%	1331,35	
		LED	16	57	0,91	1681	100%	1533,07	
				Energía Total Oficinas (kWh/Sem)				4498,36	
					Potencia Total	7,26 (kW)		Energía Total	8558,75 (kWh/sem)

El sistema de iluminación del edificio presenta un consumo energético semestral total estimado de 8.558,75 kWh, distribuido principalmente entre oficinas, salas y pasillos. La potencia total instalada para iluminación es de 7,26 kW, lo que representa una carga relevante considerando su uso prolongado a lo largo del día, con horarios de operación entre 9 y 13 horas diarias, según el sector.

De acuerdo con la Tabla 4-8, se observa que el sector con mayor consumo corresponde a Pasillos, con un total de 4.498,36 kWh, lo que se explica por su extenso horario de operación. Asimismo, se identifica que la tecnología con mayor contribución a este consumo corresponde al tipo F1. En segundo lugar, se encuentra el sector de aulas, con un consumo de 3.068,60 kWh, cuya totalidad también corresponde a tecnología F1. Finalmente, el sector de oficinas presenta el menor consumo, con 991,79 kWh, lo que se asocia a su funcionamiento restringido a horarios administrativos.

De acuerdo con la Tabla 4-9, se observa que el mayor porcentaje de potencia instalada (estimada) corresponde a luminarias del tipo F1 (tubos fluorescentes en configuraciones 2xT8), con un total de 6,05 kW, lo que representa el 83 % de la potencia total instalada. En contraste, las luminarias LED alcanzan 1,22 kW, equivalentes al 17 %. Esta distribución evidencia una predominancia de tecnología F1 en la instalación, lo que representa una oportunidad de mejora mediante la incorporación de tecnologías más eficientes, priorizando aquellas zonas con mayor uso horario y consumo, como salas y pasillos. Asimismo, el uso de sistemas de control automático, combinados con rutinas de mantenimiento, permitiría maximizar la vida útil de las luminarias y reducir aún más el consumo energético asociado a iluminación.

Tabla 4-9 Tipo de Tecnología, Iluminarias.

Iluminaria	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
LED	16	76	1,22	17%
Tipo (F1)	36	168	6,05	83%
Totales		244	7,26	100%

La Tabla 4-10 muestra que el consumo total estimado de equipos alcanzó los 91.962,24 kWh, distribuido en cuatro sectores principales. El mayor aporte proviene de las oficinas, con 28.115,46 kWh, donde los computadores representan el equipo de mayor demanda (22.072,50 kWh), seguidos por los proyectores (3.776,85 kWh), evidenciando un uso intensivo de equipos de trabajo.

Tabla 4-10 Equipos Eléctricos. Facultad de Ingeniería

r	Equipo	Potencia Nominal [W]	Cantidad	Horas semestre (mar-jul 2024)	Días de Funcionamiento por Semana	Consumo Semestral (kWh/Sem)
Aulas	Computadores	500	14	1353	6	9471,00
	Pantallas	50	14	1353	6	947,10
	Proyectores	550	14	1353	6	10418,10
Energía Total Aulas (kWh/Sem)						20836,20
Oficinas	Computadores	500	45	981	6	22072,50
	Pantallas	50	45	981	6	2207,25
	Impresoras	20	6	490,5	6	58,86
	Proyectores	550	14	490,5	6	3776,85
Energía Total Oficinas (kWh/Sem)						28115,46
Kitchenette	Cafetera	600	8	163,5	6	784,80
	Calefactores	2000	10	316,8	6	6336,00
	Hervidor	2200	6	54,5	6	719,40
	Horno/Microondas	700	4	54,5	6	152,60
	Aire Acondicionado	800	15	981	6	11772,00
Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)						19764,80
Castaño	Dispensador Café	1600	2	1526	6	4883,20
	Aire Acondicionado	800	2	1526	6	2441,60
	Horno	9000	1	1526	6	13734,00
	Vitrinas Refrigeradas	190	2	3672	7	1395,36
	Vitrinas	50	1	1526	6	76,30
	Cooler	60	2	3672	7	440,64
	Caja Registradora	90	2	1526	6	274,68
Energía Total Castaño (kWh/Sem)						23245,78
				Total [kWh/Sem]		91962,24

En segundo lugar, se encuentra el sector Castaño, con un consumo de 23.245,78 kWh, dominado por el uso del horno eléctrico (13.734,00 kWh) y el dispensador de café (4.883,20 kWh), ambos caracterizados por su elevada potencia y prolongado tiempo de operación.

El sector aulas registra 20.836,20 kWh, principalmente asociados a proyectores (10.418,10 kWh) y computadores (9.471,00 kWh), lo que refleja el carácter académico. Finalmente, el sector kitchenette alcanza 19.764,80 kWh, donde el aire acondicionado (11.772,00 kWh) y los calefactores (6.336,00 kWh) concentran la mayor parte del consumo, evidenciando la relevancia de la climatización en este sector.

Este análisis evidencia que las oportunidades de mejora energética se concentran en la optimización del uso y la eficiencia de equipos de climatización, así como en la gestión de equipos de gran potencia en áreas administrativas y de servicio.

El siguiente diagrama de Pareto (Fig. 4.12) representa la distribución del consumo energético por equipos dentro de la Facultad de Ingeniería, ordenando los elementos de mayor a menor contribución. Se identificó que los equipos de oficina concentra aproximadamente 28 % del consumo total estimado de la instalación, seguido por la cafetería Castaño con 23 %, y Aulas con 21 %. Estos tres sectores representan en conjunto alrededor del 72 % del consumo total, lo que indica que las acciones de mejora en estas áreas podrían generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Los sectores restantes presentan consumos menores, por lo que, si bien no son prioritarios, podrían ser considerados en una segunda etapa de intervención.

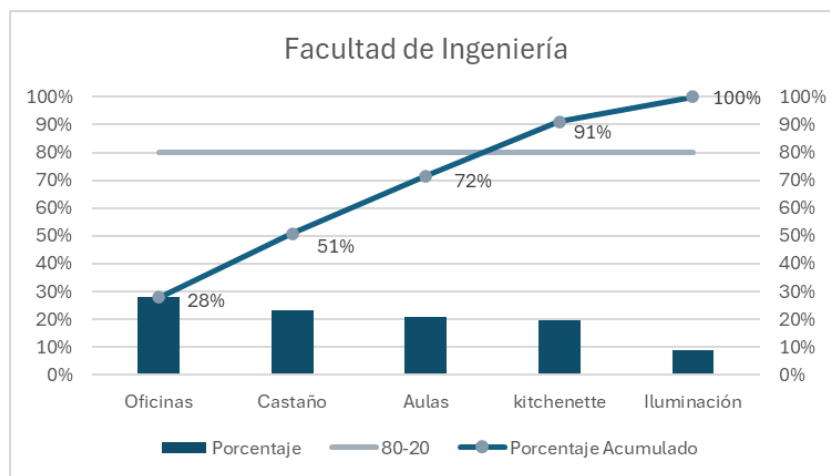


Fig. 4.12 Diagrama de Pareto, Facultad de Ingeniería.

Inspección de Tableros Generales y sus Diagramas Unilineales

Como parte de la caracterización de los equipos y sistemas eléctricos de la instalación, los diagramas unilineales constituyen una herramienta fundamental, ya que permiten representar de manera clara y estandarizada la distribución eléctrica, las protecciones asociadas y la interconexión entre los distintos equipos. Sin embargo, actualmente no se cuenta con la totalidad de estos diagramas. Solo se dispone del correspondiente a la ampliación del tercer piso, cuya última actualización data del año 2019. Los demás diagramas no se encuentran disponibles y, de acuerdo con lo informado por la Dirección de Operaciones, no han sido localizados en los registros existentes. Esta situación representa una limitación importante para el análisis detallado y la planificación de mejoras en la infraestructura eléctrica de la instalación.

En cuanto al estado del tablero general de distribución, ubicado en el primer piso del edificio, se observa que es accesible, ya que se encuentra en un recinto de fácil ingreso para labores de inspección o mantenimiento rutinario. Además, el tablero no cumple con la mayoría de los requisitos establecidos en la normativa RIC 02, presentando deficiencias tanto en aspectos constructivos como de seguridad eléctrica. Entre las observaciones se incluyen la ausencia de señalización adecuada, falta de identificación de circuitos, carencia de protecciones visible.



Fig. 4.13 Tablero General. Facultad de Ingeniería.

B. Edificio San Alberto Magno – Facultad de Ciencias

La Facultad de Ciencias se ubica en el Campus San Andrés, junto a la plaza del estudiante, frente a la Facultad de Ingeniería y cercana a la Biblioteca Central. Su localización facilita la conexión con las principales vías peatonales y facultades del campus.

El edificio alberga salas de clases, laboratorios, oficinas académicas y administrativas, además de espacios comunes para la comunidad universitaria. Su uso es mixto, combinando actividades de docencia, investigación, gestión y servicios, lo que genera una variación en su ocupación diaria según el calendario académico y los horarios institucionales.

Durante el semestre académico, las clases y laboratorios prácticos se concentran entre las 08:00 y las 18:00 horas, con mayor presencia estudiantil de lunes a viernes. Las actividades de investigación se desarrollan de forma continua a lo largo del día, a menudo extendiéndose más allá del horario de clases. Las oficinas administrativas operan regularmente entre las 09:00 y las 17:00 horas, manteniendo una presencia parcial durante los recesos. El personal de limpieza trabaja en horarios extendidos, desde las 07:00 hasta las 21:00 horas, cubriendo antes y después de las actividades académicas y administrativas.

Equipos Relevantes

Durante el recorrido por la instalación se levantó la siguiente información con respecto a los equipos de iluminación y los distintos equipos que se encuentran dentro de la instalación. En la Tabla 4-11 se detalla los equipos de iluminación según el sector y su tecnología, se calcula el consumo semestral estimado bajo los parámetros antes mencionados.

El sistema de iluminación del edificio presenta un consumo energético semestral total estimado de 13286,93 kWh, distribuido principalmente entre oficinas, laboratorios, áreas comunes y pasillos. La potencia total instalada para iluminación es de 10,33 kW, lo que representa una carga relevante considerando que de la facultad de ingeniería fue de 7,26 kW. Este sistema de iluminación está compuesto principalmente por tecnología LED tipo T1 y T3, con una potencia instalada total (estimada) de 10,26 kW.

Tabla 4-11 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Ciencias.

Sector del Edificio	Sector	Equipo	Potencia Lampara (W)	Cantidad	Potencia Total (kW)	Horas semestre (mar-jul 2024)	Factor de Carga	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Sistema Asociado
Piso 2	Oficinas	LED (T1)	48	12	0,58	981	75%	423,79	Iluminación
Piso 3		LED (T1)	48	15	0,72	981	75%	529,74	
Piso 4		LED (T1)	48	21	1,01	981	75%	741,64	
Energía Total Oficinas (kWh/Sem)								1695,17	
Piso 1	Laboratorios	LED (T1)	48	53	2,54	1353	100%	3442,03	
Piso 2		LED (T1)	48	16	0,77	1353	100%	1039,10	
Piso 3		LED (T1)	48	17	0,82	1353	100%	1104,05	
Piso 4		LED (T1)	48	24	1,15	1353	100%	1558,66	
Energía Total Laboratorios (kWh/Sem)								7143,84	
Pasillos	Oficinas	LED (T1)	48	27	1,30	1681	100%	2178,58	
	Laboratorios	LED (T2)	36	2	0,07	1681	75%	90,77	
		LED (T1)	48	22	1,06	1681	100%	1775,14	
Energía Total Pasillos (kWh/Sem)								4044,49	
Piso 1 al 4	Baños	LED (T3)	32	8	0,26	1681	75%	322,75	
	Kitchenette	LED (T3)	32	2	0,06	1681	75%	80,69	
Energía Total Áreas Comunes (kWh/Sem)								403,44	
Potencia Total					10,33 (kW)		Energía Total	13286,93 (kWh/Sem)	

Se observa que el sector con mayor consumo corresponde a Laboratorios, con un total de 7.143,84 kWh, lo que se explica por su horario de operación y cantidad de equipos. En segundo lugar, se encuentra el sector de Pasillos, con un consumo de 4.044,49 kWh. Le sigue el sector de Oficinas con un consumo de 1.695,17 kWh. Finalmente, el sector de Áreas comunes presenta el menor consumo, con 403,44 kWh.

En la Tabla 4-12, la mayor parte de la potencia estimada corresponde a paneles LED 120x30 cm (T1), con 9,94 kW, lo que representa el 96,2 % del total. En menor proporción se encuentran los paneles empotrados LED 125x31,5 cm (T3), con 0,32 kW (3,1 %), y finalmente las luminarias colgantes (T2), con 0,07 kW (0,7 %). Esta distribución evidencia una marcada predominancia de la tecnología T1 en la instalación. Si bien corresponde a iluminación LED, la alta cantidad instalada y su aporte significativo al consumo total sugieren la conveniencia de evaluar alternativas aún más eficientes como luminarias con mayor eficacia lumínica, sistemas de control automático o sectorización que permitan reducir el consumo sin afectar la calidad de la iluminación.

Tabla 4-12 Tipo de Tecnología, Iluminarias

Iluminaria	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
Panel LED 120x30cm (T1)	48	207	9,94	96,2%
Colgantes (T2)	36	2	0,07	0,7%
Panel Empotrado LED 125x31,5 (T3)	32	10	0,32	3,1%
Totales		219	10,33	100%

Tabla 4-13 Equipos Eléctricos. Facultad de Ciencias.

Sector	Equipo	Potencia Nominal [W]	Cantidad	Horas semestre (mar-jul 2024)	Días de Funcionamiento por Semana	Consumo Semestral (kWh/Sem)
Laboratorios	Estufa	1400	6	78	6	655,20
	Mufla	4000	2	78	6	624,00
	Microscopios	20	38	78	6	59,28
	Lupas	20	35	78	6	54,60
	Refrigerador	30	28	3672	7	3084,48
	Congeladoras	20	5	3672	7	367,20
	Auto Clave	4500	1	3672	7	16524,00
	Horno	4000	8	3672	7	117504,00
	Campana	1380	3	3672	7	15202,08
	Aire Acondicionado	800	10	78	6	624,00
	Equipo OptiClean 1300	550	1	3672	7	2019,60
	Computadores	500	26	78	6	1014,00
	Proyectores	550	3	78	6	128,70
	Impresoras	20	2	78	6	3,12
	Cooler	60	2	3672	7	440,64
Energía Total Laboratorios (kWh/Sem)						158304,90
Oficinas	Computadores	500	57	981	5	27958,50
	Pantallas	50	38	981	5	1863,90
	Proyectores	550	2	490,5	5	539,55
	Impresoras/Multifuncional	20	9	490,5	5	88,29
Energía Total Oficinas (kWh/Sem)						30450,24
Kitchenette	Cafetera	600	9	163,5	5	882,90
	Calefactores	2000	4	316,8	5	2534,40
	Dispensador de Agua	600	2	981	5	1177,20
	Refrigerador	30	3	3672	7	330,48
	Hervidor	2200	3	54,5	5	359,70
	Horno/Microondas	700	4	163,5	5	457,80
	Aire Acondicionado	800	4	981	5	3139,20
Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)						8881,68
Total [kWh/Sem]						197636,82

La Tabla 4-13 muestra que el consumo total estimado alcanzó los 197.636,83 kWh, distribuido en tres sectores principales. El mayor consumidor corresponde a laboratorios, con 158.304,90 kWh (80 % del total), donde el horno eléctrico representa el equipo de mayor demanda (117.504,00 kWh),

seguido por la autoclave (16.524,00 kWh) y la campana de extracción (15.202,08 kWh). Estos resultados evidencian un uso intensivo de equipos de alta potencia y funcionamiento prolongado.

En segundo lugar, se ubican las oficinas, con 30.450,24 kWh (15 % del total), donde los computadores concentran la mayor parte del consumo (27.958,50 kWh), seguidos por las pantallas (1.863,90 kWh). Por último, la kitchenette registra 8.881,68 kWh (5 % del total), destacando el aire acondicionado (3.139,20 kWh) y los calefactores (2.534,40 kWh) como los principales consumidores.

Este desglose permite concluir que las mayores oportunidades de mejora energética se encuentran en el sector de laboratorios, particularmente en la optimización del uso y control de equipos de gran potencia como hornos, autoclaves y campanas. La implementación de estrategias como la programación de funcionamiento, la sustitución por equipos más eficientes o la gestión del uso simultáneo podría generar una reducción significativa del consumo total.

El siguiente diagrama de Pareto (Fig. 4.14) representa la distribución del consumo energético por equipos dentro de la Facultad de Ciencias, ordenando los elementos de mayor a menor contribución. Se identificó que los equipos de Laboratorio concentra aproximadamente 75 % del consumo total estimado de la instalación, seguido por equipos de Oficina con 14 %. Estos dos sectores representan en conjunto alrededor del 89 % del consumo total, lo que indica que las acciones de mejora en el sector de Laboratorios podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Los sectores restantes presentan consumos menores, por lo que, si bien no son prioritarios, podrían ser considerados en una segunda etapa de intervención.

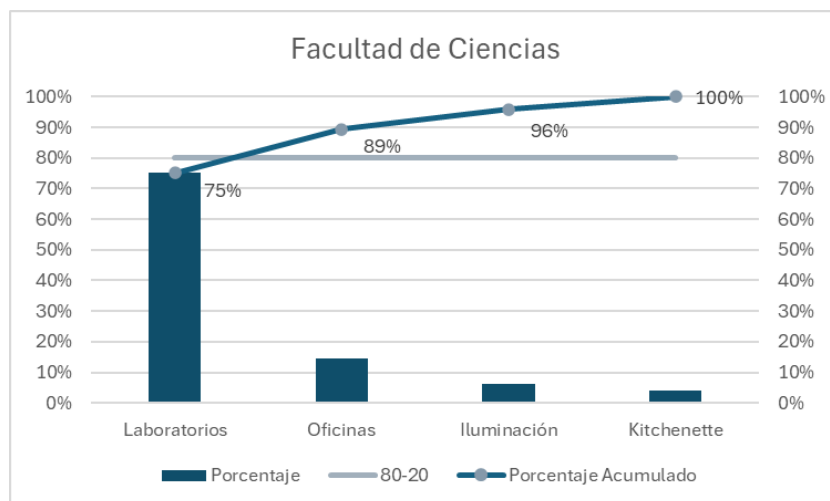


Fig. 4.14 Diagrama de Pareto, Facultades de Ciencias.

Inspección de Tableros Generales y sus Diagramas Unilineales

Como parte del proceso de levantamiento de información, se verificó la existencia de los diagramas unilineales completos de la instalación, los cuales se encuentran actualizados al año 2024, lo que representa una ventaja significativa para la gestión, operación y mantenimiento de los sistemas eléctricos del edificio. La información contenida en los diagramas permite una visualización clara de la distribución eléctrica, la identificación de circuitos, protecciones, tableros secundarios y puntos de consumo, facilitando así la trazabilidad de la infraestructura eléctrica. Esta condición respalda una operación segura y permite una planificación más precisa ante futuras ampliaciones o intervenciones.



Fig. 4.15 Tablero General Facultad de Ciencias.

En relación con el tablero general de distribución, ubicado en el primer piso del edificio, se constató que su acceso es expedito y libre de obstáculos, lo cual facilita las labores de inspección, operación y mantenimiento. El tablero presenta una condición estructural adecuada, con componentes debidamente instalados y protegidos. Además, cumple con la mayoría de los requisitos establecidos en la normativa RIC 02, tales como: identificación visible de los circuitos, señalización de riesgo eléctrico, barreras que limitan el contacto directo con partes energizadas, y ventilación suficiente. Esta condición permite contar con una infraestructura eléctrica confiable y segura para los usuarios y personal técnico. No obstante, se recomienda mantener un programa de mantención preventiva y actualizar el diagrama unifilar en caso de futuras modificaciones, con el fin de asegurar el cumplimiento continuo de la normativa vigente.

C. Edificio San Lucas – Facultad de Medicina

La Facultad de Medicina funciona como un espacio académico y profesional altamente demandado, con una alta tasa de ocupación durante todo el año lectivo. Las actividades académicas se desarrollan de lunes a viernes, generalmente en el horario de 08:10 a 19:00, y en algunos casos también los sábados por la mañana, especialmente para prácticas o talleres.

El edificio cuenta con numerosas aulas teóricas de distinta capacidad, equipadas con recursos audiovisuales y mobiliario adecuado para clases magistrales, seminarios y grupos reducidos. Las aulas prácticas y laboratorios están destinados a actividades como anatomía, fisiología, microbiología y simulación clínica, y tienen un uso intensivo a lo largo del día, además de contar con un ala de 3 pisos de oficinas administrativas y académicas.

En cuanto a los espacios comunes, dispone de salas de estudio, espacios de descanso y cafetería. Las zonas como pasillos, comedores y espacios comunes internos suelen presentar gran afluencia de estudiantes durante los recesos entre clases.

Equipos Relevantes

Durante los recorridos realizados por las distintas áreas de la Facultad de Medicina, se procedió a recolectar información detallada sobre los sistemas de iluminación y los equipos propios presentes en cada espacio. En lo referente a iluminación, se identificaron luminarias de diferentes tipos, distribuidas en aulas, pasillos, oficinas, laboratorios y sectores comunes. Se registró la cantidad, ubicación y tipo de lámpara utilizada, con el objetivo de estimar su consumo eléctrico y posibles mejoras en eficiencia energética.

Las siguientes tablas resumen los datos obtenidos durante el levantamiento, diferenciando entre sistemas de iluminación (Tabla 4-14) y los distintos equipos que se encuentran dentro de la instalación (Tabla 4-16).

El sistema de iluminación del edificio, distribuido en oficinas, aulas, pasillos y zonas comunes, presenta un consumo energético semestral total estimado de 20.229,78 kWh, con una potencia instalada de 17,15 kW. Este sistema se compone de una mezcla de tecnologías que incluye tanto luminarias LED como otras de tecnología más antigua, como tubos fluorescentes (ver Tabla 4-15).

Tabla 4-14 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Medicina.

Sector del Edificio	Sector	Equipo	Potencia Lampara (W)	Cantidad	Potencia Total (kW)	Horas semestre (mar–jul 2024)	Factor de Carga	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Sistema Asociado
Piso 1	Oficinas	Tipo (E1)	6	6	0,04	981	75%	26,49	Iluminación
Piso 2		Tipo (F1)	36	117	4,21	981	75%	3098,98	
Piso 3		Tipo (F2)	54	35	1,89	981	75%	1390,57	
Energía Total Oficinas (kWh/Sem)								4516,03	
Piso 1	Aulas	Tipo (F1)	36	78	2,81	1353	100%	3799,22	
Piso 2		Tipo (F2)	54	72	3,89	1353	100%	5260,46	
Piso 3		Tipo (L1)	40	17	0,68	1353	100%	920,04	
Piso 4		Tipo (L2)	40	26	1,04	1353	100%	1407,12	
Energía Total Aulas (kWh/Sem)								11386,85	
Pasillos	Oficinas / Aulas	Tipo (L3)	18	140	2,52	1681	100%	4236,12	
		Tipo (E1)	6	6	0,04	1681	75%	45,39	
Energía Total Pasillos (kWh/Sem)								4281,51	
Piso 1 al 4	Baños Kitchenette	Tipo (E1)	6	6	0,04	1681	75%	45,39	
Energía Total Áreas Comunes (kWh/Sem)								45,39	
Potencia Total					17,15 (kW)		Energía Total	20229,78 (kWh/Sem)	

Los principales centros de consumo corresponden a aulas y oficinas, donde se combinan largas jornadas de funcionamiento con una alta densidad de luminarias. Estas áreas concentran una parte importante del consumo total del sistema. En los pasillos, particularmente, se observa uso continuo sin automatización, lo que abre oportunidades para mejorar la eficiencia mediante sensores de presencia o control horario.

Tabla 4-15 Tipos de Tecnología, Iluminaria. Facultad de Medicina

Iluminaria	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
Fluorescente de 2 tubos T8 (F1)	36	195	7,02	69%
Fluorescente de 3 tubos T8 (F2)	54	107	5,78	57%
Panel LED Rectangular (L1)	40	17	0,68	7%
Panel LED Cuadrado (L2)	40	26	1,04	10%
Foco embutido (E1)	6	18	0,11	1%
Panel LED Redondo (L3)	18	140	2,52	25%
Totales		503	10,13	100%

En las oficinas, el consumo es moderado, aunque elevado en zonas con gran cantidad de luminarias. En estos casos, sería recomendable revisar la densidad de equipos e implementar tecnología LED de menor potencia, ajustada a los niveles de iluminancia requeridos. Por otro lado, los sectores de baños y kitchenette presentan un consumo reducido y potencias bajas, por lo que no representan una prioridad de intervención inmediata desde el punto de vista energético.

En resumen, si bien existe un avance hacia tecnologías más eficientes, el sistema de iluminación aún presenta importantes oportunidades de mejora, especialmente en cuanto a control operativo, reemplazo de luminarias obsoletas y optimización del diseño lumínico por sector.

El consumo energético estimado asociado a los equipos eléctricos instalados en laboratorios, oficinas y zonas comunes (kitchenette) asciende a un total de 76.708,35 kWh para el semestre (Tabla 4-16). Este valor representa una carga considerable dentro del balance energético de la instalación, y refleja tanto el número de equipos en operación como las características de uso intensivo en sectores específicos, particularmente en laboratorios.

Tabla 4-16 Equipos Eléctricos. Facultad de Medicina.

Sector	Equipo	Potencia Nominal [W]	Cantidad	Horas semestre (mar-jul 2024)	Días de Funcionamiento por Semana	Consumo Semestral (kWh/Sem)
Laboratorios	Refrigerador	30	11	3672	7	1211,76
	Congeladoras	20	2	3672	7	146,88
	Calefactor	2000	3	78	6	468,00
	Computadores	500	20	981	6	9810,00
	Auto Clave	4500	2	3672	7	33048,00
	Horno	4000	3	78	6	936,00
	Campana	1380	1	78	6	107,64
	Pantallas	50	48	981	6	2354,40
	Proyectores	550	9	490,5	6	2427,98
	Impresoras	20	9	490,5	6	88,29
	Cooler	60	4	3672	7	881,28
Energía Total Laboratorios (kWh/Sem)						51480,23
Oficinas	Computadores	500	30	981	6	14715,00
	Pantallas	50	23	981	6	1128,15
	Trituradora	900	1	490,5	6	441,45
	Proyectores	550	1	490,5	6	269,78
	Impresoras/Multifuncional	20	10	490,5	6	98,10
Energía Total Oficina (kWh/Sem)						16652,48
Kitchenette	Cafetera	600	16	163,5	6	1569,60
	Calefactores	2000	2	316,8	6	1267,20
	Dispensador de Agua	600	1	981	6	588,60
	Hervidor	2200	12	54,5	6	1438,80
	Horno/Microondas	700	15	54,5	6	572,25
	Aire Acondicionado	800	4	981	6	3139,20
Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)						8575,65
				Total [kWh/Sem]		76708,35

En los laboratorios, se concentra aproximadamente el 67% del consumo total, siendo los equipos de alto consumo y uso continuo, como autoclaves, hornos y computadores. Asimismo, equipos de soporte como proyectores, pantallas y calefactores también contribuyen al total. Este comportamiento está asociado a jornadas operativas extensas, en muchos casos de 24 horas y los 7

días de la semana, lo que, aunque necesario en ciertas aplicaciones, también indica oportunidades de optimización mediante control horario y automatización.

En el caso de las oficinas, el consumo representa un 22% del total, concentrado principalmente en computadores y pantallas. Si bien este sector presenta un menor impacto relativo, su consumo es constante y puede ser optimizado mediante medidas de gestión de uso, como la activación de modos de suspensión, recambio de equipos por versiones más eficientes, y promoción del apagado manual fuera del horario laboral.

Por otro lado, el sector de kitchenettes registra un 11% del consumo total, se identifican como principales cargas las cafeteras, hervidores eléctricos y hornos/microondas, todos ellos con alta potencia nominal y uso frecuente durante la jornada laboral. Además, los calefactores y aires acondicionados también aportan al total. Esta situación sugiere un uso poco controlado de electrodomésticos personales, lo que representa una oportunidad importante de mejora, ya sea mediante reducción de equipos redundantes.

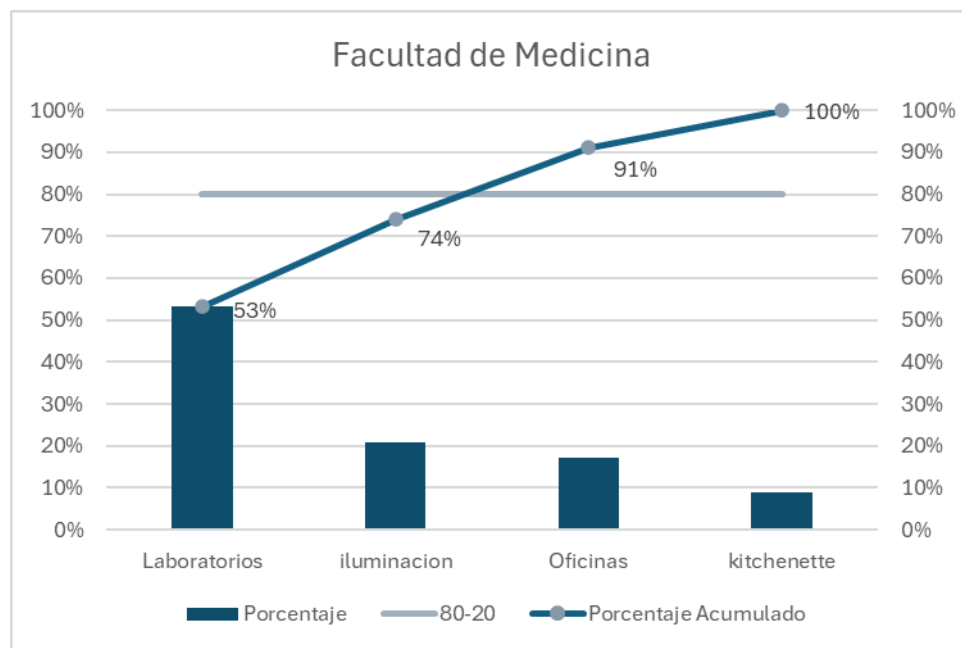


Fig. 4.16 Diagrama de Pareto, Facultad de Medicina.

El siguiente diagrama de Pareto (Fig. 4.14) representa la distribución del consumo energético por equipos dentro de la Facultad de Medicina, ordenando los elementos de mayor a menor contribución. Se identificó que los equipos de Laboratorio concentra aproximadamente 53 % del consumo total estimado de la instalación, seguido por equipos de Iluminación con 21 %. Estos dos

sectores representan en conjunto alrededor del 74 % del consumo total, lo que indica que las acciones de mejora en el sector de Laboratorios podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Los sectores restantes presentan consumos menores, por lo que, si bien no son prioritarios, podrían ser considerados en una segunda etapa de intervención.

En conjunto, este análisis evidencia que existen importantes oportunidades de eficiencia energética, especialmente en el uso de equipos térmicos y computacionales. La implementación de medidas de control operativo, programas de gestión de energía, y sustitución por tecnología más eficiente permitiría reducir de forma significativa el consumo global, sin comprometer la funcionalidad de los espacios de trabajo.

Inspección de Tableros Generales y sus Diagramas Unilineales

Durante la inspección técnica no se encontraron disponibles los diagramas unilineales correspondientes al edificio en evaluación. La ausencia de estos planos dificulta la comprensión integral de la infraestructura eléctrica, especialmente en cuanto a la distribución de cargas, protecciones y circuitos asociados. Además, no fue posible obtener esta documentación a través de la Dirección de Operaciones, lo cual evidencia una falta de registro actualizado y accesible sobre el sistema eléctrico. La no disponibilidad de estos diagramas representa una limitación importante para labores de mantenimiento, diagnóstico de fallas o futuras ampliaciones, además de constituir una observación crítica desde el punto de vista normativo y de seguridad operativa.

En cuanto al tablero general de distribución, ubicado en el primer piso del edificio, se constató que, si bien se encuentra operativo, no cuenta con rotulación visible ni el cuadro de identificación de circuitos exigido por la normativa vigente (RIC 02). El tablero no presenta etiquetas que permitan identificar con claridad los circuitos alimentados, ni señalética general que indique el propósito del tablero. Esta condición complica las labores de mantenimiento y representa un riesgo operativo, ya que en caso de emergencia o intervención técnica no es posible reconocer de forma rápida y segura los elementos del sistema. Se recomienda regularizar la rotulación e incorporar el diagrama unifilar correspondiente al interior del tablero, junto con la rotulación de los circuitos derivados.



Fig. 4.17 Tablero General Facultad de Medicina.

D. Edificio Teresa de Ávila – Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

La Facultad de Comunicaciones se ubica en el Campus San Andrés, entre la Biblioteca y la Facultad de Educación, y frente a la Facultad de Medicina. Su localización estratégica facilita la conexión con las principales vías peatonales y otras facultades del campus.

El edificio alberga exclusivamente aulas de clases lectivas, además de oficinas académicas, administrativas y espacios comunes utilizados por la comunidad universitaria. Su uso está enfocado principalmente en actividades de docencia y gestión, sin presencia de laboratorios ni actividades experimentales, lo que configura una ocupación más estable y predecible a lo largo del día.

Durante el semestre académico, las clases se desarrollan entre las 08:10 y las 18:00 horas, con una alta concentración de estudiantes de lunes a viernes. Las oficinas administrativas operan en jornada regular, entre las 09:00 y las 17:00 horas, manteniendo presencia parcial durante los recesos. Por su parte, el personal de limpieza trabaja en horario extendido, desde las 07:00 hasta las 21:00 horas, permitiendo cubrir tanto las horas previas como posteriores a las actividades académicas y administrativas.

Cabe señalar que el medidor que registra el consumo de la Facultad de Comunicaciones también incluye el consumo del edificio contiguo, correspondiente a la Facultad de Teología y Filosofía, la cual alberga exclusivamente oficinas administrativas y salas de docencia. Por tanto, el

análisis energético asociado a este punto de suministro debe considerar que los datos reflejan el consumo conjunto de ambas facultades.

Equipos Relevantes

El sistema de iluminación conjunto de los edificios correspondientes a la Facultad de Comunicaciones, Historia y Ciencias Sociales y la Facultad de Teología (Tabla 4-17) presenta una potencia instalada total de 13,13 kW, y un consumo energético semestral de 16.599,57 kWh, asociado exclusivamente a luminarias distribuidas en aulas, oficinas, pasillos, baños y kitchenettes. Este sistema contempla una mezcla de tecnologías y potencias, destacando luminarias tipo Fluorescentes y LED (Tabla 4-18).

Tabla 4-17 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

Edificio	Sector del Edificio	Sector	Equipo	Potencia Lampara (W)	Cantidad	Potencia Total (kW)	Horas semestre (mar-jul 2024)	Factor de Carga	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Sistema Asociado
Facultad Comunicaciones, Historia y Cs.	Piso 1	Aulas	Tipo (F1)	36	40	1,44	1353	100%	1948,32	Iluminación
			Tipo (F2)	54	15	0,81	1353	100%	1095,93	
			Tipo (L2)	40	35	1,40	1353	100%	1894,20	
	Energía Total Aulas (kWh/Sem)					4938,45				
	Piso 1	Oficinas	Tipo (F2)	54	2	0,11	981	75%	79,46	
	Piso 2		Tipo (L2)	40	36	1,44	981	75%	1059,48	
	Piso 3		Tipo (E1)	6	4	0,02	981	75%	17,66	
	Energía Total Oficinas (kWh/Sem)					1156,60				
	Pasillos	Aulas / Oficinas	Tipo (L3)	18	54	0,97	1681	100%	1633,93	
			Tipo (L2)	40	40	1,60	1681	100%	2689,60	
			Tipo (E1)	6	10	0,06	1681	100%	100,86	
	Energía Total Pasillos (kWh/Sem)					4424,39				
	Piso 1 al 3	Baños Kichenette	Tipo (L3)	18	19	0,34	1681	75%	431,18	
			Tipo (E1)	6	3	0,02	1681	75%	22,69	
	Energía Total Áreas Comunes (kWh/Sem)					453,87				
	Energía Total Fac. C.H.y Cs. (kWh/Sem)					10973,31				
Facultad de Teología	Piso 1	Oficinas	Tipo (F1)	36	66	2,38	981	75%	1748,14	
	Piso 3		Tipo (L3)	18	8	0,14	981	75%	105,95	
	Energía Total Oficina (kWh/Sem)					1854,09				
	Piso 1	Baños Kichenette	Tipo (L2)	40	4	0,16	1681	75%	201,72	
	Piso 2		Tipo (F2)	54	4	0,22	1681	75%	272,32	
	Piso 3		Tipo (F1)	36	6	0,22	1681	75%	272,32	
	Energía Total Áreas Comunes (kWh/Sem)					746,36				
	Pasillos	Oficinas	Tipo (L2)	40	45	1,80	1681	100%	3025,80	
	Energía Total Pasillos (kWh/Sem)					3025,80				
	Energía Total Fac. Teología (kWh/Sem)					5626,25				
Potencia total						13,13 (kW)	Energía total	16599,57 (kWh/Sem)		

En el caso de la Facultad de Comunicaciones, el mayor consumo se registra en las aulas totalizando cerca de 4.938,45 kWh, lo que representa una proporción relevante del consumo total (45%). A ello se suma el sector de pasillos con un consumo de 4.424,39 kWh (44%). Los baños y kitchenettes también están considerados, aunque su participación en el consumo global es marginal

(4%). En cuanto a la Facultad de Teología, el consumo se concentra mayoritariamente en pasillos (3.025,80kWh correspondiente al 54%) y oficinas (1.854,09 kWh correspondiente al 33%), con un total de 5.626,25 kWh al semestre.

En conjunto, el análisis permite concluir que el sistema de iluminación en ambos edificios presenta importantes oportunidades de mejora, principalmente relacionadas con la persistencia de tecnologías convencionales (41%), altas densidades de luminarias, y la ausencia de sistemas de control automatizado en sectores de uso intermitente como pasillos y baños. La migración hacia tecnología LED eficiente, junto con la implementación de sensores de movimiento y temporizadores, permitiría una reducción significativa del consumo sin comprometer las condiciones de iluminación requeridas para las actividades académicas y administrativas.

Tabla 4-18 Tipos de Tecnologías, Iluminarias.

Iluminaria	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
Fluorescente de 2 tubos T8 (F1)	36	112	4,0	31%
Panel LED Redondo (L3)	18	81	1,5	11%
Panel LED Cuadrado (L2)	40	160	6,4	49%
Fluorescente de 3 tubos T8 (F2)	54	21	1,1	9%
Foco embutido (E1)	6	17	0,1	1%
Totales		391	13,1	100%

El levantamiento de información asociado al uso de equipos eléctricos en la Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs. y en la Facultad de Teología (Tabla 4-21) revela un consumo semestral estimado conjunto de 75.910,65 kWh. De este total, aproximadamente un 74 % (56.283,65 kWh) corresponde a la Facultad de Comunicaciones, mientras que el 26 % (19.627,00 kWh) restante corresponde a la Facultad de Teología. Este comportamiento refleja una alta dependencia energética asociada a equipos de oficina, aulas de clases y artefactos de apoyo en zonas de uso común, como kitchenettes y salas de personal.

En la Facultad de Comunicaciones, el consumo se distribuye principalmente entre aulas (29.312,07 kWh correspondiente al 52% del total) y oficinas (23.426,28 kWh equivalente al 42% del total), donde los computadores constituyen el principal componente de la carga, seguidos por proyectores, pantallas e impresoras. Por su parte, en la Facultad de Teología, el perfil de consumo estimado es similar, aunque con menor magnitud. La carga se concentra en equipos de oficina (18.868,29 kWh correspondiente al 96% del consumo total estimado), especialmente computadores, mientras que los artefactos de cocina presentan una participación energética mucho menor.

Tabla 4-19 Equipos Eléctricos. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs. y Facultad de Teología.

	Sector	Equipo	Potencia Nominal [W]	Cantidad	Horas semestre (mar–jul 2024)	Días de Funcionamiento por Semana	Consumo Semestral (kWh/Sem)
Facultad Comunicaciones, Historia y Cs.	Oficinas	Computadores	500	40	981	5	19620,00
		Pantallas	50	32	981	5	1569,60
		Impresoras	20	4	981	5	78,48
		Proyectores	550	4	981	5	2158,20
	Energía Total Oficinas (kWh/Sem)						23426,28
	Kitchenette	Cafetera	600	10	163,5	5	981,00
		Calefactores	2000	2	316,8	5	1267,20
		Hervidor	2200	3	54,5	5	359,70
		Horno/Microondas	700	4	54,5	5	152,60
		Aire Acondicionado	800	1	981	5	784,80
	Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)						3545,30
	Aulas	Computadores	500	41	1353	6	27736,50
		Pantallas	50	1	1353	6	67,65
		Proyectores	550	2	1353	6	1488,30
		Impresoras	20	2	490,5	6	19,62
Energía Total Aulas (kWh/Sem)						29312,07	
Energía Total Fac. C.H.y Cs. (kWh/Sem)						56283,65	
Facultad de Teología	Oficinas	Computadores	500	36	981	5	17658,00
		Pantallas	50	23	981	5	1128,15
		Impresoras	20	4	490,5	5	39,24
		Proyectores	550	1	78	5	42,90
	Energía Total Oficinas (kWh/Sem)						18868,29
	Kitchenette	Cafetera	600	3	163,5	5	294,30
		Hervidor	2200	2	54,5	5	239,80
		Horno/Microondas	700	3	54,5	5	114,45
		Refrigerador	30	1	3672	7	110,16
	Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)						758,71
				Energía Total Fac. Teología (kWh/Sem)		19627,00	
				Total [kWh/Sem]		75910,65	

Se identifican como principales oportunidades de mejora la optimización del uso de equipos de computación, fomentando políticas de suspensión automática, apagado fuera del horario laboral y recambio por tecnologías de mayor eficiencia energética. En cuanto a los equipos térmicos, se sugiere reducir la duplicidad de artefactos en zonas compartidas, lo que permitiría disminuir el consumo sin afectar la operatividad.

Para el medidor que registra el consumo conjunto de la Facultad de Comunicación, Historia y Cs. y la Facultad de Teología, se realizó un análisis de Pareto considerando el consumo total combinado (equipos de iluminación y equipos eléctricos), con el fin de identificar los principales contribuyentes al gasto energético global (Fig. 4.18).

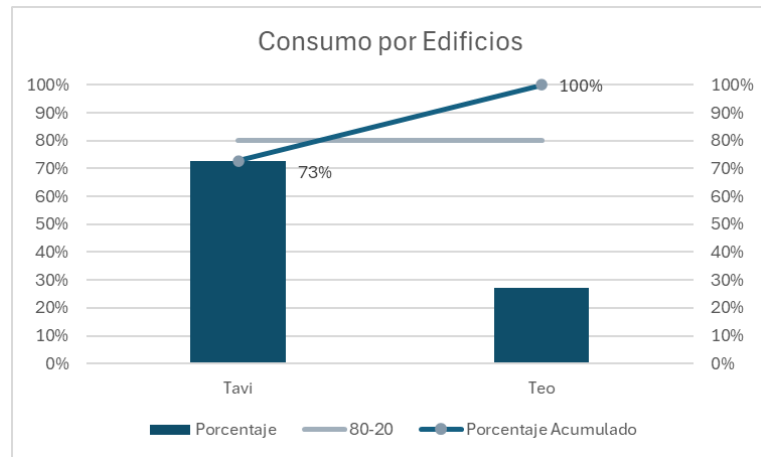


Fig. 4.18 Diagrama de Pareto, Edificio Teresa de Ávila.

Se identificó que la Facultad de Comunicación, Historia y Cs. concentra aproximadamente 73 % del consumo total estimado de las instalaciones, seguido por la Facultad de Teología con 27 %, lo que indica que las acciones de mejora en la Facultad de Comunicación podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación.

Posteriormente, se elaboró un diagrama de Pareto independiente para cada instalación (Fig. 4.19 y 4.20), en el cual se desglosarán las causas específicas de su consumo, permitiendo así reconocer las áreas y equipos con mayor potencial de mejora en el desempeño energético.

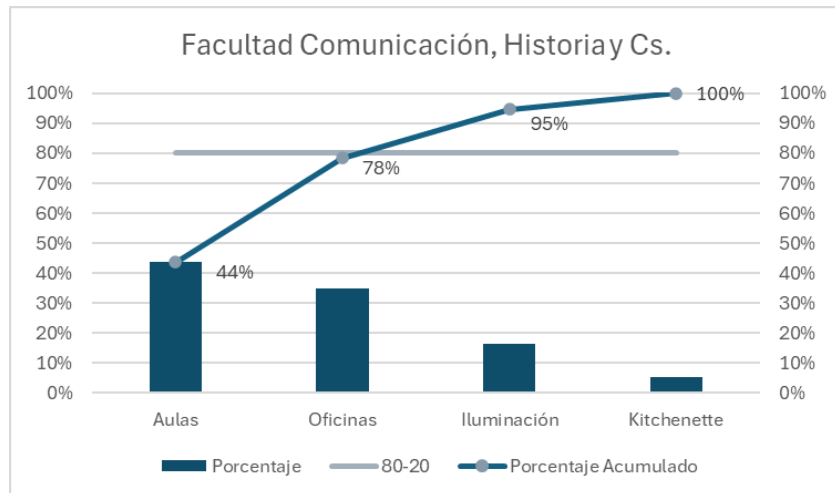


Fig. 4.19 Diagrama de Pareto, Facultad Comunicación, Historia y Cs.

El diagrama de Pareto para la Facultad de Comunicación, Historia y Cs. representa la distribución del consumo energético por equipos, ordenando los elementos de mayor a menor contribución. Se identificó que los equipos de Aulas concentra aproximadamente 44 % del consumo

total estimado de la instalación, seguido por equipos de Oficina con 35 %. Estos dos sectores representan en conjunto alrededor del 78 % del consumo total, lo que indica que las acciones de mejora en estos dos sectores podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Los sectores restantes presentan consumos menores (Iluminación con un 16% y Kitchenette con un 5%), por lo que, si bien no son prioritarios, podrían ser considerados en una segunda etapa de intervención.

Para la Facultad de Teología, del diagrama de Pareto se identificó que los equipos de Oficina contribuyen al 75% del consumo estimado de la instalación, lo que indica que las acciones de mejora en estos equipos podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Seguido por los equipos de Iluminación (22%) y Kitchenette (3%).

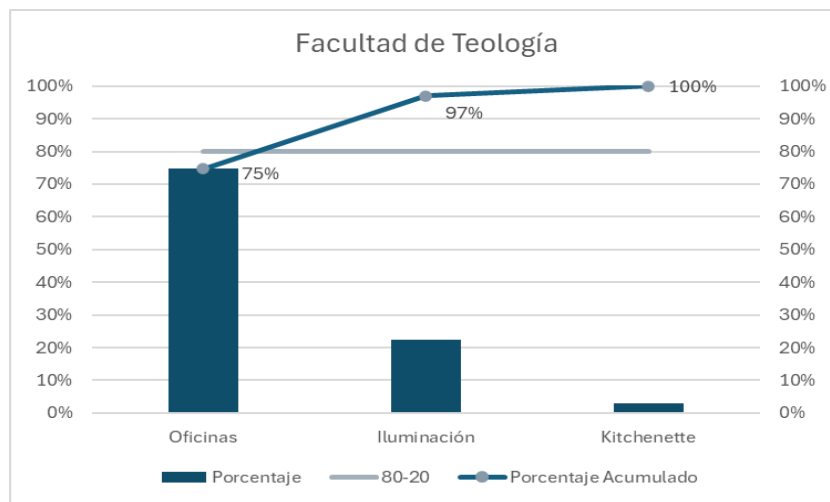


Fig. 4.20 Diagrama de Pareto, Facultad de Teología.

Inspección de Tableros Generales y sus Diagramas Unilineales

En términos de infraestructura eléctrica, ambos edificios cuentan con sus respectivos diagramas unilineales. En el caso de la Facultad de Teología, el diagrama se encuentra completo y actualizado al año 2024, mientras que en la Facultad de Comunicaciones el diagrama disponible corresponde a la versión más reciente del año 2018. Esta diferencia en la antigüedad de la documentación técnica puede influir en los procesos de mantenimiento, verificación de cargas y planificación de mejoras eléctricas, por lo que se recomienda actualizar los registros del edificio de Comunicaciones.

Respecto al equipamiento de distribución, los tableros generales de ambos edificios se encuentran ubicados en el primer piso, con acceso expedito para personal técnico. Sin embargo, se

identifican diferencias en su condición normativa: el tablero general de la Facultad de Teología cumple con los requisitos establecidos por la norma RIC 02, presentando rotulación clara y cuadro de cargas. En contraste, el tablero de la Facultad de Comunicaciones no cuenta con rotulación completa ni el cuadro correspondiente a los circuitos, lo que representa una debilidad desde el punto de vista de la seguridad eléctrica y la trazabilidad de las instalaciones. Se recomienda subsanar esta situación mediante la normalización del tablero, conforme a los estándares vigentes.



Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.



Facultad de Teología y Filosofía.

Fig. 4.21 Tableros General.

E. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura

El Edificio de Acuicultura forma parte de la infraestructura académica del campus y está destinado principalmente al desarrollo de actividades prácticas, investigación aplicada y trabajo académico relacionado con las áreas de mecánica de suelos y acuicultura. Su uso se encuentra focalizado en laboratorios especializados y oficinas académicas, las cuales alojan a docentes, investigadores y personal de apoyo técnico.

El edificio opera bajo el mismo régimen horario que el resto de las dependencias universitarias, concentrando su actividad entre las 08:10 y las 18:00 horas durante el período lectivo, de lunes a viernes. Las oficinas académicas mantienen funcionamiento regular entre las 09:00 y las 17:00 horas, mientras que el laboratorio de mecánica de suelos y acuicultura puede extender sus horarios según los requerimientos de ensayo, mantención de especies o trabajo con muestras, aunque dentro del marco

habitual de actividades institucionales. El personal de limpieza realiza labores desde las 07:00 hasta las 21:00 horas, cubriendo franjas previas y posteriores a la jornada operativa.

Dado el carácter técnico del edificio, su carga energética está asociada principalmente a equipos de laboratorio, sistemas de aireación y refrigeración, además de sistemas de iluminación y climatización necesarios para asegurar condiciones de trabajo adecuadas. La caracterización detallada de estas cargas permite establecer oportunidades específicas para mejorar la eficiencia energética sin comprometer las condiciones requeridas para el desarrollo de las actividades académicas y experimentales.

Equipos Relevantes

Las siguientes tablas resumen los datos obtenidos durante el levantamiento, diferenciando entre sistemas de iluminación (Tabla 4-20) y los distintos equipos que se encuentran dentro de la instalación (Tabla 4-22).

El sistema de iluminación del edificio, distribuido en oficinas, laboratorios, pasillos y zonas comunes, presenta un consumo energético semestral total estimado de 4.250,19 kWh, con una potencia instalada de 3,12 kW. Este sistema se compone de una mezcla de tecnologías que incluye tanto luminarias LED (8%) como otras de tecnología más antigua, como tubos fluorescentes (92%) (ver Tabla 4-21).

Tabla 4-20 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

Sector del Edificio	Sector	Equipo	Potencia Lampara (W)	Cantidad	Potencia Total (kW)	Horas semestre (mar–jul 2024)	Factor de Carga	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Sistema Asociado
Piso 1	Oficinas	Tipo (F1)	36	8	0,29	981	75%	211,90	Iluminación
		Tipo (L1)	40	2	0,08	981	75%	58,86	
		Tipo (L2)	40	3	0,12	981	75%	88,29	
Energía Total Oficinas (kWh/Sem)								359,05	
Piso -1	Laboratorios	Tipo (F1)	36	24	0,86	1353	100%	1168,99	
		Tipo (F2)	54	31	1,67	1353	100%	2264,92	
Energía Total Laboratorios (kWh/Sem)								3433,91	
Pasillos	Oficinas Laboratorios	Tipo (F1)	36	2	0,07	1681	100%	121,03	
		Tipo (E1)	6	11	0,07	1681	100%	110,95	
		Tipo (L1)	40	2	0,08	1681	100%	134,48	
Energía Total Pasillos (kWh/Sem)								366,46	
Piso 1	Baño / Kitchenette	Tipo (F1)	36	2	0,07	1681	75%	90,77	
Energía Total Áreas Comunes (kWh/Sem)								90,77	
Potencia Total					3,12 (kW)		Energía Total	4250,19 (kWh/sem)	

El análisis del consumo energético asociado a los equipos eléctricos del edificio revela un consumo semestral total de aproximadamente 11.424,59 kWh, el cual se distribuye principalmente entre equipamiento de oficina, artefactos de uso común y equipos de laboratorio.

En el sector de oficinas, los computadores representan la carga dominante, alcanzando un consumo de 3.433,5 kWh/semestre. A esto se suman pantallas, impresoras y multifuncionales que, aunque en menor proporción, completan el perfil típico de oficina. Si bien el volumen de consumo no es excesivo, existe margen de mejora mediante la aplicación de políticas de apagado automático, suspensión y recambio por equipos de mayor eficiencia energética.

En cuanto a los equipos de uso común, destacan los sistemas térmicos, especialmente hervidores, cafeteras, calefactores y microondas, los cuales, en conjunto, representan un consumo considerable de más de 6.477,51 kWh. Este tipo de artefactos presenta un uso intensivo y, muchas veces, sin control horario, lo cual sugiere la necesidad de una evaluación sobre la cantidad de equipos disponibles en relación con su real necesidad operativa. El uso de aires acondicionados también constituye una carga importante, con un consumo semestral estimado de 4.708,80 kWh, representando más del 41 % del total general.

Por su parte, los laboratorios técnicos albergan equipos de mayor potencia, pero de uso esporádico, como hornos eléctricos, bombas de vacío, motores y maquinaria especializada. A pesar de operar durante periodos cortos, su consumo conjunto alcanza cerca de 1.395,86 kWh/semestre, debido principalmente a la elevada potencia nominal de los hornos. Si bien el impacto relativo es menor que el de los sistemas de climatización, se trata de cargas puntuales relevantes que deben ser consideradas al evaluar la demanda máxima o diseñar estrategias de eficiencia específicas para espacios técnicos.

El siguiente diagrama de Pareto (Fig. 4.22) representa la distribución del consumo energético por equipos dentro del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Acuicultura, ordenando los elementos de mayor a menor contribución. Se identificó que los equipos de Kitchenette concentra aproximadamente 41 % del consumo total estimado de la instalación, seguido por los equipos de iluminación con 27%. Estos dos sectores representan en conjunto alrededor del 68% del consumo total, lo que indica que las acciones de mejora en estas áreas podrían generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Los sectores restantes presentan consumos menores, por lo que, si bien no son prioritarios, podrían ser considerados en una segunda etapa de intervención.

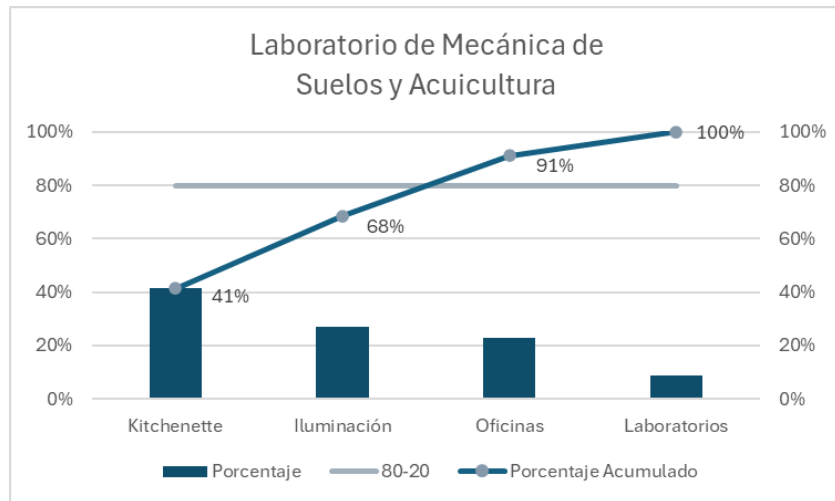


Fig. 4.22 Diagrama de Pareto, Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

Inspección de Tableros Generales y sus Diagramas Unilineales

El Edificio de Acuicultura cuenta con un diagrama unilineal eléctrico, cuya versión más reciente data del año 2015. Si bien este documento proporciona una base para la comprensión del sistema de distribución eléctrica, su antigüedad plantea incertidumbres respecto a su vigencia. Durante este período, es posible que se hayan producido modificaciones en la carga instalada, recambios tecnológicos, incorporaciones de nuevos equipos o incluso ampliaciones estructurales que no estén reflejadas en el plano actual. Por lo tanto, se recomienda realizar una actualización del diagrama unilineal, de modo que refleje con precisión el estado actual de las instalaciones eléctricas, lo cual es fundamental tanto para fines de mantenimiento como de seguridad y planificación energética.



Fig. 4.23 Tablero General Acuicultura.

F. Biblioteca Central Antonio Merino

La Biblioteca es una instalación clave dentro del campus, orientada al apoyo académico y formativo de la comunidad universitaria. Su funcionamiento se extiende de lunes a sábado, con una alta rotación de usuarios durante toda la jornada. El edificio alberga diversos espacios diferenciados para el estudio y la consulta de información, diseñados para satisfacer distintas necesidades de aprendizaje.

En su interior se encuentran dos áreas habilitadas con computadores para consulta y trabajo individual, una sala de estudio silencioso, destinada a la concentración y lectura, y varios espacios de estudio colaborativo, que permiten el trabajo en grupo y el desarrollo de actividades conjuntas. Esta distribución funcional convierte a la biblioteca en un punto de alta ocupación y prolongado uso energético, tanto en iluminación como en climatización y equipamiento informático.

Cabe destacar que el medidor que registra el consumo eléctrico de la Biblioteca también incluye el sector de Aulas adyacente, donde se desarrollan clases lectivas, lo que incrementa el perfil de carga total asociado. Además, este medidor registra el consumo del edificio contiguo de Dirección de Formación Continua y Servicios, el cual corresponde a un espacio administrativo ligado a registro académico y gestión de estudiantes. Esta condición implica que los datos de consumo del medidor reflejan un uso mixto, lo que debe ser considerado en cualquier análisis de eficiencia energética o diseño de estrategias de mejora.

Equipos Relevantes

El sistema de iluminación analizado agrupa tres sectores con diferentes funciones dentro del campus: las Aulas (Piso 1 y 3), el edificio de la Dirección de Formación Continua y Servicios, y la Biblioteca Central, con un consumo energético semestral total estimado de 36.210,33 kWh y una potencia instalada de 27,70 kW (Tabla 4-23). Esta cifra refleja una alta demanda energética, coherente con la extensión horaria de funcionamiento y la densidad de luminarias instaladas, principalmente en áreas comunes de alta ocupación.

Tabla 4-23 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Biblioteca Central, Edificio Aulas y Dirección de Formación Continua y Servicios.

Edificio	Sector del Edificio	Sector	Equipo	Potencia Lampara (W)	Cantidad	Potencia Total (kW)	Horas semestre (mar-jul 2024)	Factor de Carga	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Sistema Asociado		
Aulas	Piso 1	Aulas	Tipo (L1)	40	34	1,36	1353	100%	1840,08	Iluminación		
	Piso 3		Tipo (F2)	54	73	3,94	1353	75%	4000,14			
						Energía Total Aulas (kWh/Sem)					5840,22	
	Piso 1	Pasillos Baños	Tipo (F1)	36	16	0,58	1681	75%	726,19			
			Tipo (F2)	54	4	0,22	1681	75%	272,32			
			Tipo (E1)	6	13	0,08	1681	75%	98,34			
			Tipo (L1)	40	5	0,20	1681	100%	336,20			
						Energía Total Pasillos (kWh/Sem)					1433,05	
						Energía Total AULAS (kWh/Sem)					7273,28	
	Dirección de Formación Continua y Servicios	Piso 1	Oficinas	Tipo (L2)	40	19	0,76	981	100%		745,56	
Piso 2		Tipo (F2)		54	16	0,86	981	75%	635,69			
Piso 3		Tipo (E1)		6	4	0,02	981	75%	17,66			
					Energía Total Oficinas (kWh/Sem)				1398,91			
Piso 1		Pasillos	Tipo (F1)	36	9	0,32	1681	75%	408,48			
			Tipo (F2)	54	8	0,43	1681	75%	544,64			
			Tipo (E1)	6	4	0,02	1681	75%	30,26			
			Tipo (L2)	40	1	0,04	1681	100%	67,24			
					Energía Total Pasillos (kWh/Sem)				1050,63			
					Energía Total DFCyS (kWh/Sem)				2449,53			
Biblioteca Central	Piso 1	Áreas Comunes	Tipo (F1)	36	146	5,26	1681	75%	6626,50			
			Tipo (F2)	54	91	4,91	1681	75%	6195,33			
			Tipo (F3)	18	32	0,58	1681	75%	726,19			
			Tipo (L2)	40	98	3,92	1681	100%	6589,52			
			Tipo (L3)	18	5	0,09	1681	100%	151,29			
			Tipo (L1)	40	54	2,16	1681	100%	3630,96			
	Piso 3	Pasillos Baños	Tipo (E1)	6	4	0,02	1681	75%	30,26			
								Energía Total Áreas Comunes (kWh/Sem)				23950,05
			Piso 1	Tipo (F1)	36	40	1,44	1681	75%	1815,48		
	Tipo (F2)			54	1	0,05	1681	75%	68,08			
	Piso 2			Tipo (L3)	18	4	0,07	1681	100%	121,03		
			Tipo (L1)	40	5	0,20	1681	100%	336,20			
	Piso 3		Tipo (E1)	6	26	0,16	1681	75%	196,68			
								Energía Total Pasillos (kWh/Sem)				2537,47
						Energía Total Biblioteca (kWh/Sem)				26487,52		
					Potencia Total	27,70 (kW)		Energía Total	36210,33 (kWh/Sem)			

En el caso de Aulas, con un consumo energético semestral total estimado de 7.273,28 kWh, donde el mayor consumo se registra en las aulas totalizando cerca de 5.840,22 kWh, lo que representa una proporción relevante del consumo total (80%), este alto consumo asociado a esta área es por la gran cantidad de equipos fluorescentes, que representa el 68% del total de los equipos instalados en el sector de aulas. A ello se suma el sector de pasillos con un consumo de 1.433,05 kWh (20%), del cual el 87% corresponde a equipos fluorescentes.

En cuanto a la Dirección de Formación Continua y Servicios donde predominan oficinas administrativas distribuidas en tres niveles, registra un consumo semestral estimado de aproximadamente 2.449,53 kWh, el consumo se concentra mayoritariamente en oficinas (1.398,01 kWh correspondiente al 57%) y pasillos (1.050,63 kWh correspondiente al 43%).

Finalmente, el sistema de iluminación que caracteriza a la Biblioteca Central, se concentran una gran cantidad y diferentes tipos de luminarias LED y Fluorescentes (Tabla 4-24), con un consumo semestral combinado de aproximadamente 26.487,52 kWh, destacando que concentra el 61% de equipos fluorescentes dentro de la superficie total de la instalación. Esta zona representa una parte significativa del consumo total del sistema, siendo crítica por su alta ocupación y su requerimiento de iluminación permanente durante su prolongado horario de funcionamiento y la amplia superficie edificada, que incluye áreas de lectura, salas de estudio silencioso, zonas colaborativas, espacios con computadores y circulación general. La tecnología empleada en este sector presenta un uso mixto entre luminarias tipo fluorescente y otras de mayor consumo, lo que representa un potencial importante para una futura intervención de eficiencia.

Tabla 4-24 Tipos de Tecnologías, Iluminarias.

Iluminaria Aulas	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
Fluorescente de 2 tubos T8 (F1)	36	16	0,6	9%
Panel LED Rectangular (L1)	40	39	1,6	24%
Fluorescente de 3 tubos T8 (F2)	54	77	4,2	65%
Foco embutido (E1)	6	13	0,1	1%
Totales		145	6,4	100%
Iluminaria DFCyS	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
Fluorescente de 3 tubos T8 (F2)	54	24	1,3	53%
Panel LED Cuadrado (L2)	40	20	0,8	32%
Foco embutido (E1)	6	8	0,0	2%
Fluorescente de 2 tubos T8 (F1)	36	9	0,3	13%
Totales		61	2,5	100%
Iluminaria Biblioteca	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
Fluorescente de 2 tubos T8 (F1)	36	186	6,70	35,5%
Fluorescente de 3 tubos T8 (F2)	54	92	4,97	26,3%
Fluorescente de 1 tubos T8 (F1)	18	32	0,58	3,1%
Panel LED Cuadrado (L2)	40	98	3,92	20,8%
Panel LED Redondo (L3)	18	9	0,16	0,9%
Panel LED Rectangular (L1)	40	59	2,36	12,5%
Foco embutido (E1)	6	30	0,18	1,0%
Totales		506	18,86	100%

El uso extendido y simultáneo de estas luminarias, muchas de ellas aún de tecnología fluorescente, eleva significativamente el perfil de carga del edificio. Si bien algunas áreas ya han incorporado equipos más eficientes, aún persisten muchas luminarias de alta potencia, lo cual representa una oportunidad relevante para optimización energética.

El levantamiento de equipos revela un consumo energético semestral total estimado de aproximadamente 117.851,41 kWh, concentrado en tres sectores: Aulas, la Dirección de Formación Continua y Servicios, y la Biblioteca Central. Las principales fuentes de demanda provienen de equipos informáticos, proyectores y aparatos de apoyo en zonas de kitchenette, con una distribución heterogénea según el uso funcional de sector del edificio.

Tabla 4-25 Equipos Eléctricos. Biblioteca Central, Edificio Aulas y Dirección de Formación Continua y Servicios.

Edificio	Sector	Equipo	Potencia Nominal [W]	Cantidad	Horas semestre (mar-jul 2024)	Días de Funcionamiento por Semana	Consumo Semestral (kWh/Sem)	
Aulas	Aulas	Computadores	500	12	1353	6	8118,00	
		Pantallas	50	6	1353	6	405,90	
		Proyectores	550	12	1353	6	8929,80	
				Energía Total Aulas (kWh/Sem)			17453,70	
Dirección de Formación Continua y Servicios	Oficinas	Computadores	500	36	981	5	17658,00	
		Pantallas	50	3	981	5	147,15	
		Impresoras/Multifuncionales	20	5	981	5	98,10	
		Proyectores	550	1	981	5	539,55	
					Energía Total Oficinas (kWh/Sem)			18442,80
	Kitchenette	Cafetera	600	6	163,5	5	588,60	
		Hervidor	2200	3	54,5	5	359,70	
		Calefactor	2000	3	316,8	5	1900,80	
		Horno/Microondas	700	2	54,5	5	76,30	
		Dispensador de Agua	600	1	981	5	588,60	
					Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)			3514,00
					Energía Total DFCyS (kWh/Sem)			21956,80
	Biblioteca	Áreas Comunes	Computadores	500	87	1681	6	73123,50
Impresora			20	9	1861	6	334,98	
Pantallas			50	8	1681	6	672,40	
Proyectores			550	2	1681	6	1849,10	
				Energía Total Áreas Comunes (kWh/Sem)			75979,98	
Kitchenette		Ventilador	55	2	316,8	5	34,85	
		Hervidor	2200	5	54,5	5	599,50	
		Calefactor	2000	2	316,8	5	1267,20	
		Minicooler	30	1	3672	7	110,16	
		Horno/Microondas	700	6	54,5	5	228,90	
		Refrigerador	30	2	3672	7	220,32	
				Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)			2460,93	
					Energía Total Biblioteca (kWh/Sem)		78440,91	
					Total [kWh/Sem]		117851,41	

Las Aulas concentran cerca de 17.453,70 kWh/semestre, donde destacan los proyectores como el principal componente de consumo, superando incluso a los computadores. Este patrón revela un uso intensivo y constante de medios audiovisuales en las actividades lectivas, lo que sugiere oportunidades de eficiencia.

El sector Dirección de Formación Continua y Servicios acumula un consumo semestral de aproximadamente 21.956,80 kWh, dominado por las oficinas administrativas (84% del total) donde los computadores y pantallas representan el grueso de la carga. En las zonas de kitchenette, los equipos térmicos suman en conjunto más de 3.514,00 kWh/semestre (16% del total), lo que confirma un uso continuo de aparatos de alto consumo con escaso control operativo. Se recomienda evaluar una posible reducción del número de unidades instaladas.

La Biblioteca destaca como uno de los sectores con mayor carga, con un consumo estimado en 78.440,91 kWh/semestre, atribuible tanto al uso intensivo de computadores, como a una diversidad de equipos en áreas comunes (97% del total). El resto del consumo proviene de proyectores, pantallas y una gama de equipos menores de apoyo en kitchenette, donde nuevamente sobresalen los refrigeradores y calefactores, indicando el impacto que tienen los equipos en operación continua o de alto requerimiento térmico.

Para el medidor que registra el consumo conjunto de la Biblioteca, edificio Aulas y la Dirección de Formación Continua y Servicios, se realizó un análisis de Pareto considerando el consumo total combinado (equipos de iluminación y equipos eléctricos), con el fin de identificar los principales contribuyentes al gasto energético global (Fig. 4.24).

Se identificó que la Biblioteca Central. concentra aproximadamente 68 % del consumo total estimado de las instalaciones, seguido por el edificio Aulas con 16,1%. Estos dos sectores representan en conjunto alrededor del 84% del consumo total, lo que indica que las acciones de mejora en estas áreas podrían generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. El sector restante presenta consumos similares a Aulas (15,8%), por lo que, podría ser considerado en una segunda etapa de intervención.

Posteriormente, se elaboró un diagrama de Pareto independiente para cada instalación, en el cual se desglosarán las causas específicas de su consumo, permitiendo así reconocer las áreas y equipos con mayor potencial de mejora en el desempeño energético.

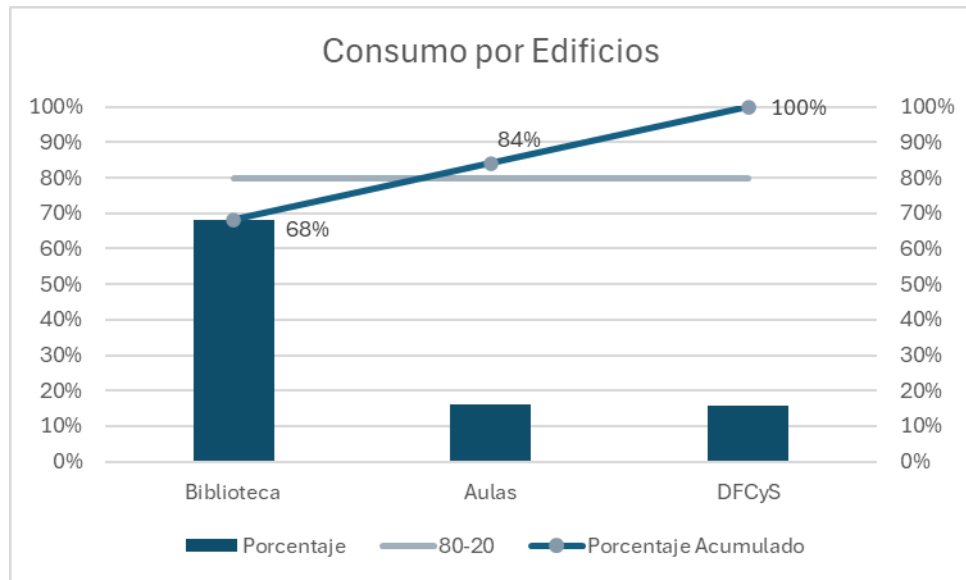


Fig. 4.24 Diagrama de Pareto por Departamento.

El diagrama de Pareto para la Biblioteca Central (Fig. 4.25) representa la distribución del consumo energético por equipos, ordenando los elementos de mayor a menor contribución. Se identificó que los equipos de Áreas comunes concentra aproximadamente 72% del consumo total estimado de la instalación (el 96% del consumo corresponde a computadores), lo que indica que las acciones de mejora en estos equipos podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Los sectores restantes presentan consumos menores (Iluminación con un 25% y Kitchenette con un 2%), por lo que, si bien no son prioritarios, podrían ser considerados en una segunda etapa de intervención.

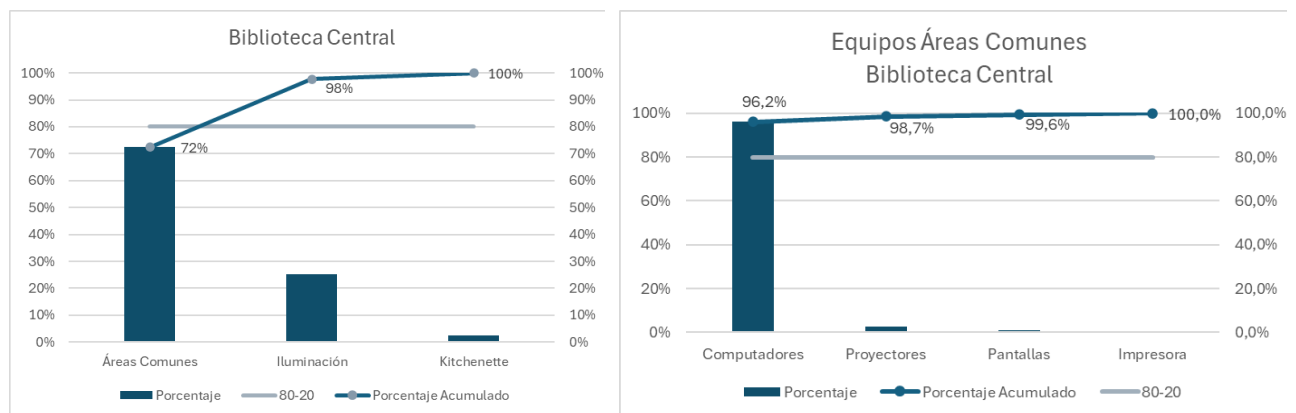


Fig. 4.25 Diagrama de Pareto, Biblioteca Central.

Para el edificio de Aulas (Fig. 4.26), del diagrama de Pareto se identificó que los equipos que se encuentran dentro de las aulas de clases contribuyen al 71% del consumo estimado de la instalación, lo que indica que las acciones de mejora en estos equipos podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Seguido por los equipos de Iluminación (29%). Dentro de los equipos propios de un aula, los proyectores y computadores representan el 98% de esta subárea.

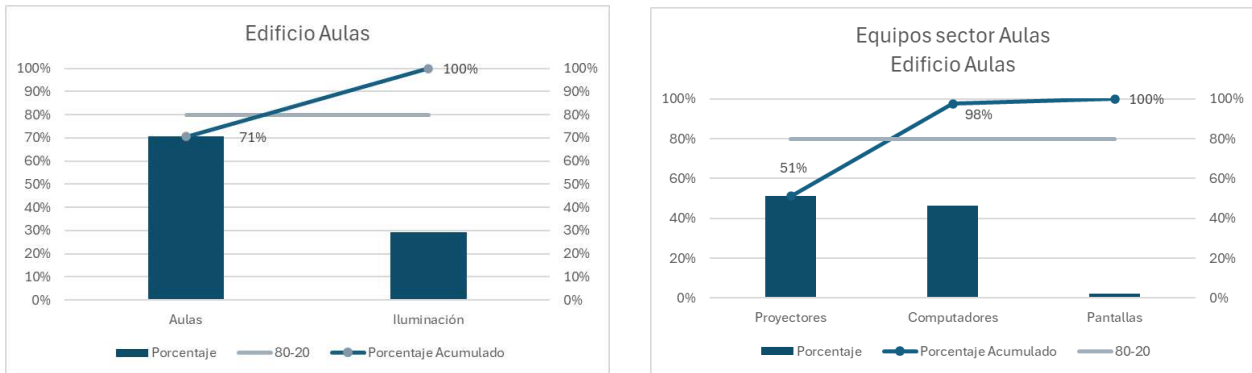


Fig. 4.26 Diagrama de Pareto, Edificio Aulas

Para la Dirección de Formación Continua y Servicios (Fig. 4.27), del diagrama de Pareto se identificó que los equipos de Oficina contribuyen al 76% del consumo estimado de la instalación, lo que indica que las acciones de mejora en estos equipos podría generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Seguido por los equipos de Kitchenette (14%) e Iluminación (10%). Donde nuevamente, los computadores registran un 95,7% del consumo total de esta subárea.

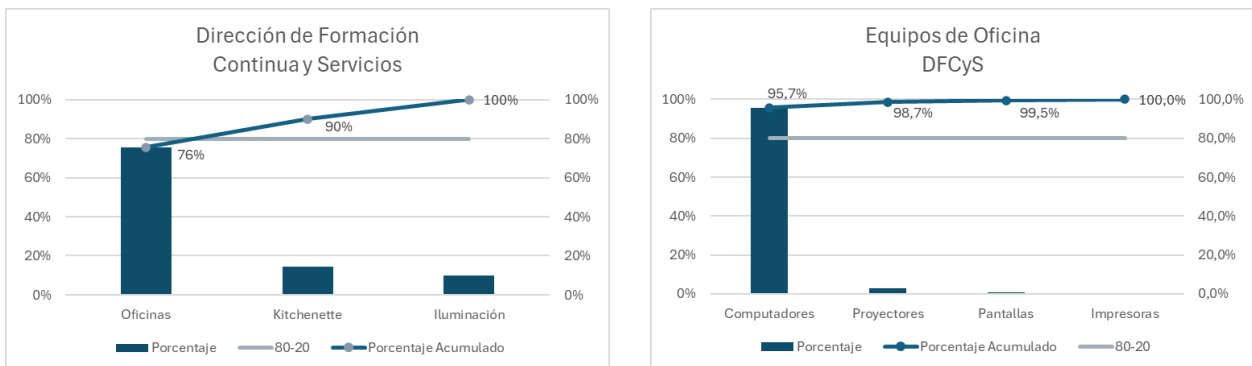


Fig. 4.27 Diagrama de Pareto, Dirección de Formación Continua y Servicios.

El análisis de los diagramas de Pareto de las tres instalaciones revela un patrón consistente: la mayor parte del consumo energético se concentra en un reducido grupo de equipos, principalmente computadores, los cuales superan el 95% del consumo en las áreas de mayor demanda de cada

instalación (Áreas Comunes en la Biblioteca Central, Aulas en el Edificio de Aulas y Oficinas en la Dirección de Formación Continua y Servicios). Esto confirma que las acciones de eficiencia energética dirigidas a este tipo de equipos representan la oportunidad más efectiva para lograr reducciones significativas en el consumo total. Sectores como iluminación y kitchenette, aunque presentan menores contribuciones relativas, podrían considerarse en una segunda fase de intervención para complementar los ahorros obtenidos.

Inspección de Tableros Generales y sus Diagramas Unilineales



Fig. 4.28 Tableros General Biblioteca, primer y segundo piso.



Edificio Aulas



Dirección de Formación Continua y Servicios

Fig. 4.29 Tablero General.

G. Alumbrado Publico

El sistema de alumbrado público del campus universitario presenta una cobertura parcial, limitada a sectores específicos como senderos peatonales, accesos vehiculares y zonas comunes exteriores. Este sistema está compuesto por luminarias de exterior cuya operación se encuentra generalmente automatizada mediante temporizadores programables o sensores crepusculares, lo que permite su encendido durante el anochecer y su apagado al amanecer de forma autónoma y continua.

Cabe señalar que el consumo energético registrado corresponde únicamente a una fracción del alumbrado público total existente en el campus, ya que el medidor asociado al levantamiento de datos monitorea exclusivamente una porción de esta infraestructura. Existen otros sectores con iluminación exterior cuya alimentación eléctrica depende de sistemas vinculados a distintos edificios institucionales, no integrados en este punto de medición.

Si bien su aporte a la demanda energética global del campus es acotado en términos proporcionales, la operación permanente del alumbrado público durante el horario nocturno lo convierte en una carga constante de relevancia, particularmente al momento de caracterizar el consumo basal en períodos sin actividad académica o administrativa.

Equipos Relevantes

El presente levantamiento de datos considera únicamente el consumo registrado por el medidor asociado a uno de los sectores de alumbrado público, cuya zona de cobertura se encuentra representada la línea punteada de color rojo en la Fig. 4.30. Este sector corresponde principalmente a rutas peatonales exteriores y zonas comunes delimitadas dentro del campus.

Es importante destacar que existen otras áreas del recinto que también cuentan con alumbrado exterior, pero cuyo suministro eléctrico proviene directamente de los tableros eléctricos de edificios específicos, tales como los edificios Central, FACEA y Facultad de Educación. Estas instalaciones no están consideradas en el registro del medidor analizado; por lo tanto, el consumo energético reportado en esta sección representa únicamente una fracción del total asociado al alumbrado público del campus.

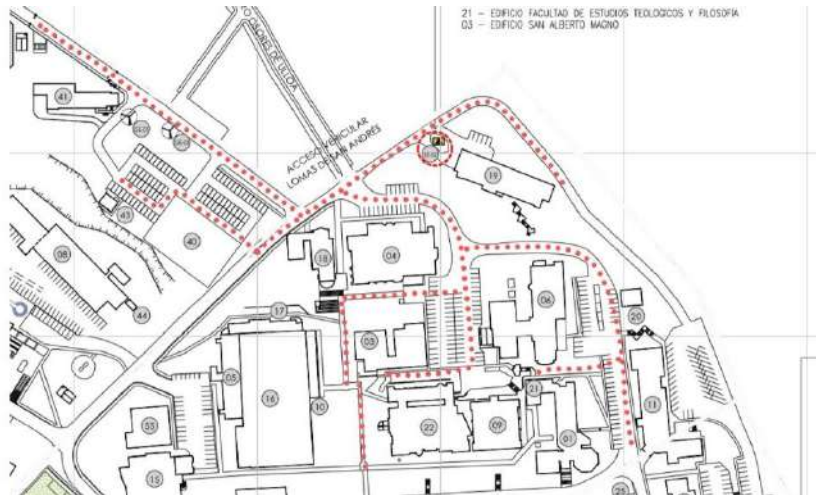


Fig. 4.30 Ruta Peatonal Alumbrado Público.

H. Gimnasio

El Gimnasio, ubicado dentro del campus San Andrés, cumple funciones tanto académicas como recreativas, siendo utilizado por diversas carreras para actividades de formación física, además de servir como espacio para entrenamientos, talleres y eventos extracurriculares. El edificio cuenta con dos recintos principales de multicancha (Gimnasio A y B), gradas para público, oficinas administrativas, camarines con duchas y bodegas de materiales deportivos. Estos espacios están diseñados para responder a las exigencias de uso intensivo durante las jornadas académicas y actividades extraprogramáticas.

Durante el semestre académico, su horario de funcionamiento habitual es de lunes a viernes entre las 08:00 y las 21:00 horas, con una alta rotación de usuarios a lo largo del día. Las actividades incluyen clases programadas de educación física, uso libre por parte de la comunidad universitaria, y sesiones dirigidas por talleres deportivos institucionales y recreativos. La presencia de personal administrativo y de apoyo se mantiene regularmente entre las 09:00 y las 18:00 horas, mientras que el personal de aseo opera en horarios extendidos (07:00 a 22:00 horas), asegurando la limpieza y mantención del recinto antes y después de las actividades.

Dado su uso intensivo y la variedad de espacios funcionales, el gimnasio presenta una carga energética relevante, particularmente en iluminación, lo que hace necesario considerar estrategias de eficiencia para su operación sostenible.

Equipos Relevantes

El sistema de iluminación del edificio destinado al Gimnasio presenta un consumo energético semestral total estimado de 16.916,49 kWh (Tabla 4-26), con una potencia instalada de 10,92 kW. La distribución de luminarias se encuentra concentrada mayoritariamente en el sector de uso deportivo y en los espacios de apoyo (oficinas y camarines), con un patrón de uso intensivo durante la jornada académica.

Tabla 4-26 Equipos Asociados al Sistema de Iluminación. Gimnasio.

Sector del Edificio	Sector	Equipo	Potencia Lampara (W)	Cantidad	Potencia Total (kW)	Horas semestre (mar-jul 2024)	Factor de Carga	Consumo Semestral (kWh/Sem)	Sistema Asociado
Piso 1	Gim A y B Gradas	Proyector LED Tipo (F1)	200	44	8,80	1681	100%	14792,80	Iluminación
			36	16	0,58	1681	75%	726,19	
				Energía Total Canchas (kWh/Sem)				15518,99	
Piso 1 y 2	Oficinas	Tipo (F1)	36	11	0,40	981	75%	291,36	
				Energía Total Oficinas (kWh/Sem)				291,36	
Piso 1	Bodega	Tipo (F1)	36	8	0,29	78	75%	16,85	
				Energía Total Bodega (kWh/Sem)				16,85	
Piso 1	Camarines	Tipo (F1)	36	24	0,86	1681	75%	1089,29	
				Energía Total Camarines (kWh/Sem)				1089,29	
				Potencia Total	10,92 (kW)		Energía Total	16916,49 (kWh/Sem)	

El mayor aporte al consumo lo entrega el uso de proyectores LED en las canchas del gimnasio y áreas de gradas, que generan un consumo semestral de 14.492,80 kWh. Este valor representa más del 80 % del total del sistema de iluminación del edificio, evidenciando una carga muy significativa asociada al uso constante del espacio deportivo.

Tabla 4-27 Tipos de Tecnologías, Iluminarias.

Iluminaria	Potencia [W]	Cantidad	Potencia Total [kW]	Porcentaje Tecnología
Fluorescente de 2 tubos T8 (F1)	36	59	2,1	19%
Proyector LED	200	44	8,8	81%
Totales		103	10,9	100%

En el resto de las zonas, se emplean principalmente luminarias fluorescentes, distribuidas en cantidades menores. Por ejemplo, los camarines cuentan con 24 luminarias, sumando un consumo semestral de 1.089,29 kWh, mientras que las oficinas aportan otros 291,36 kWh. Aunque estas áreas representan una fracción menor del total, su uso es constante a lo largo del día.

El análisis muestra que, si bien el uso de luminarias LED en las zonas principales contribuye a una mayor eficiencia respecto a tecnologías más antiguas, el alto número de unidades y su intensidad

de uso determinan un consumo considerable. Por ello, se recomienda explorar opciones como verificar el aprovechamiento de la luz natural en las zonas deportivas durante el día y el recambio de iluminarias más eficientes.

Con respecto al análisis del consumo estimado por equipos eléctricos del Gimnasio a partir de la Tabla 4-38 se tiene que, el mayor aporte al consumo lo entrega el uso de trotadoras (4.370,60 kWh), calefactores (3.168,00 kWh) y los computadores (1.962,00 kWh). Siendo estos equipos con mayor potencial de oportunidad de mejora.

Tabla 4-28 Equipos Eléctricos. Gimnasio.

ctor	Equipo	Potencia Nominal [W]	Cantidad	Horas semestre (mar-jul 2024)	Días de Funcionamiento por Semana	Consumo Semestral (kWh/Sem)
Of.	Computadores	500	4	981	5	1962,00
	Pantallas	50	4	981	5	196,20
Energía Total Oficinas (kWh/Sem)						2158,20
Kitchenette	Lavadora	1900	1	78	5	148,20
	Secadora	1900	1	78	5	148,20
	Calefactor	2000	5	316,8	5	3168,00
	Hervidor	2200	3	54,5	5	359,70
	Horno/Microondas	700	1	54,5	5	38,15
Energía Total Kitchenette (kWh/Sem)						3862,25
Gimnasio	Trotadora	1300	2	1681	5	4370,60
	Computadores	500	1	981	5	490,50
	Pantallas	50	1	981	5	49,05
Energía Total Gimnasio (kWh/Sem)						4910,15
Total [kWh/Sem]						10930,60

El siguiente diagrama de Pareto (Fig. 4.31) representa la distribución del consumo energético por equipos dentro del Gimnasio, ordenando los elementos de mayor a menor contribución. Se identificó que los equipos de Iluminación concentra aproximadamente 61% del consumo total estimado de la instalación, seguido por los equipos de la sala de musculación con 18 %, y Kitchenette con 14%. Estos dos primeros sectores representan en conjunto alrededor del 78 % del consumo total, lo que indica que las acciones de mejora en estas áreas podrían generar el mayor impacto en la reducción del consumo energético de la instalación. Los sectores restantes presentan consumos menores, por lo que, si bien no son prioritarios, podrían ser considerados en una segunda etapa de intervención.

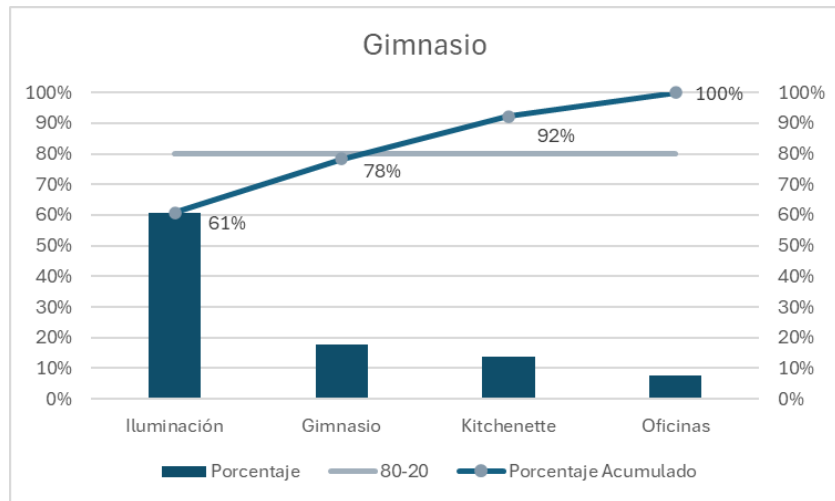


Fig. 4.31 Diagrama de Pareto, Gimnasio.

Inspección de Tableros Generales y sus Diagramas Unilineales

Durante la inspección técnica realizada en terreno, se llevó a cabo una revisión del tablero general correspondiente al medidor identificado como "Gimnasio". A partir de esta inspección se constató que este medidor no sólo alimenta las instalaciones del gimnasio, sino también una serie de otras dependencias distribuidas en el campus universitario. Entre las cargas conectadas se identificaron:

- Box de Enfermería
- Oficinas de la Dirección de Asuntos y Registros Académicos (DARA)
- Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA)
- Casino Central
- Sindicato de Trabajadores
- Laboratorio de computación de Ingeniería
- Federación de Estudiantes
- Nuevas aulas (costado plaza de estudiantes)
- Sistema de recolección de residuos (tacho de basura)
- Microred
- Laboratorio de Ingeniería

Esta situación revela un alto nivel de centralización y complejidad en el suministro eléctrico, lo que representa un desafío significativo en términos de monitoreo, control, seguridad y eficiencia energética.



Tablero General Derecho



Tablero General Izquierdo

Fig. 4.32 Tablero General Gimnasio

Además, se identificaron dos tableros eléctricos asociados, ambos ubicados en el primer nivel del gimnasio. El estado de estos tableros es deficiente: presentan signos de antigüedad, carecen de rotulación clara de los circuitos y no cuentan con el cuadro de identificación normativo, incumpliendo lo estipulado en la Norma Técnica RIC N°2, que exige señalización permanente y legible para todos los circuitos y protecciones. Adicionalmente, el acceso a estos tableros se encuentra obstruido por equipamiento deportivo almacenado (Fig. 4.33), lo cual vulnera la normativa vigente, que exige espacios despejados, accesibles y seguros para el mantenimiento eléctrico. Esta condición aumenta los riesgos de operación e impide una respuesta oportuna ante emergencias o fallas eléctricas.

También se constató que el edificio no cuenta con diagramas unilineales actualizados, situación crítica para la gestión técnica del sistema. La ausencia de estos documentos impide conocer con certeza la distribución de cargas, posibles ampliaciones realizadas o reemplazos tecnológicos, comprometiendo la trazabilidad de la instalación eléctrica.



Fig. 4.33 Tablero General Obstruido.

El estado del sistema eléctrico vinculado al gimnasio requiere una intervención prioritaria, tanto en términos de regularización documental, como en la actualización y mejora de la infraestructura física y normativa. Asimismo, dada la diversidad de dependencias alimentadas por el medidor "Gimnasio", se sugiere realizar una revisión más profunda de la distribución eléctrica asociada, evaluar la factibilidad de segmentar cargas críticas y avanzar en la implementación de monitoreo sectorizado.

I. Comparación Consumo Medido y Estimado

Con el fin de evaluar la precisión del cálculo de consumo energético estimado en cada instalación, se realizó una comparación con los datos de consumo real obtenidos a partir del SMI (Tabla 4-29 y Fig. 4.34). El valor estimado fue calculado en base al inventario de equipos presentes incluyendo sistemas de iluminación y otros equipos eléctricos y las horas de uso definidas para cada uno. Este análisis permite identificar posibles sobreestimaciones o subestimaciones en el modelo de cálculo, detectar diferencias atribuibles a patrones de uso no contemplados o a cargas no registradas, y, en consecuencia, optimizar las metodologías de estimación para que reflejen con mayor exactitud el comportamiento real de la demanda energética.

La comparación entre el consumo energético medido y el estimado revela diferencias significativas en la mayoría de las instalaciones, lo que evidencia que las estimaciones basadas únicamente en el inventario de equipos y sus horas de uso nominal no representan con precisión el comportamiento real de consumo.

Tabla 4-29 Comparativa Consumo Medido y el Estimado para cada instalación.

Medidor	Consumo Medido (kWh/Sem)	Consumo Estimado (kWh/Sem)	Diferencia (kWh/Sem)	Porcentaje Diferencia
Gimnasio	143909,10	27847,09	116062,01	19,4%
Medicina	77344,72	96938,14	-19593,42	125,3%
Biblioteca	49098,89	154061,74	-104962,85	313,8%
Ingeniería	45637,98	100896,04	-55258,06	221,1%
Ciencias	33387,82	211023,754	-177635,94	632,0%
Teresa de Ávila	29291,79	92510,215	-63218,42	315,8%
Acuicultura	26787,15	15674,78	11112,37	58,5%
Total	405457,44	698951,76	-293494,32	172,4%

En el caso del Gimnasio y Acuicultura, el consumo medido supera al estimado en un 19,4% y 58,5%, respectivamente. En el caso particular del Gimnasio, esta diferencia se explica porque el medidor denominado “Gimnasio” registra también el consumo de otras cargas asociadas, y no únicamente el propio del recinto, lo que incrementa de manera notoria el valor medido. En ambos casos, estas diferencias podrían responder además a un mayor tiempo de uso real que el considerado inicialmente, la existencia de equipos adicionales no registrados en el levantamiento, pérdidas eléctricas internas o variaciones en la demanda provocadas por actividades específicas.

Por el contrario, en Medicina, Biblioteca, Ingeniería, Ciencias y Teresa de Ávila, las diferencias son negativas y de gran magnitud, alcanzando incluso un 632% en el caso de Ciencias. Estas discrepancias pueden deberse a una sobreestimación de la potencia o de las horas de uso de los equipos, la suposición de un funcionamiento continuo cuando en realidad existen periodos de inactividad, o la inclusión de equipos que no están operativos o que funcionan a carga parcial.

A nivel general, el total consolidado muestra que el consumo estimado es un 172,4% superior al medido, lo que confirma una tendencia sistemática de sobreestimación en el método de cálculo empleado. Esta situación hace evidente la necesidad de revisar el inventario de equipos, sus potencias nominales y sus patrones de uso, además de incorporar mediciones directas y factores de carga reales.

En conclusión, las discrepancias detectadas demuestran que el método de estimación utilizado, aunque útil como referencia inicial, no es suficientemente preciso para representar la demanda real.

La recalibración del modelo con datos medidos, la inclusión de horarios y estacionalidad reales, y la consideración de las condiciones operativas específicas de cada instalación permitirán mejorar la exactitud de las proyecciones y, con ello, planificar medidas de eficiencia energética de forma más confiable y efectiva.

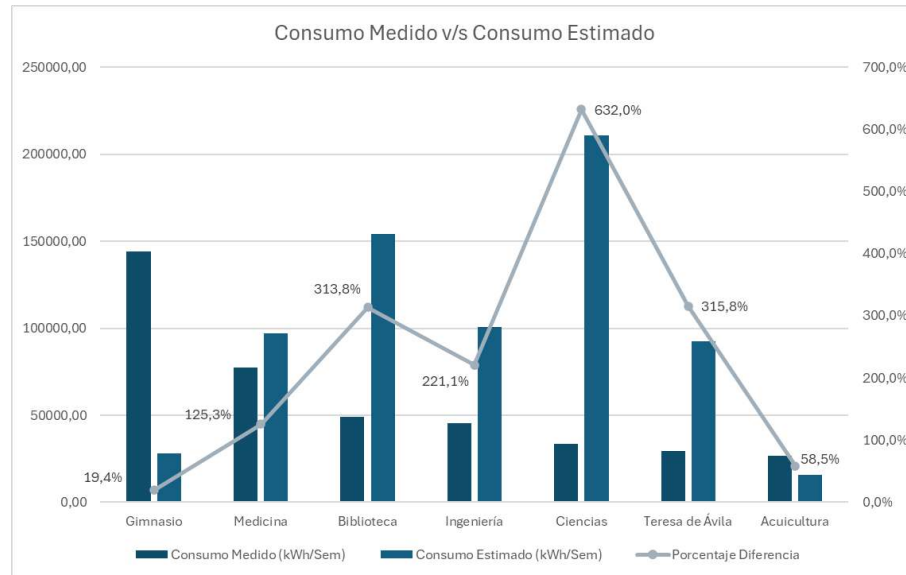


Fig. 4.34 Gráfico comparativo entre el consumo medido y el consumo estimado.

4.4 Discusión y Conclusiones

El análisis integral del consumo energético del Campus San Andrés durante el periodo marzo a julio 2024 permite establecer una caracterización detallada del comportamiento eléctrico institucional, identificando patrones críticos de demanda, ineficiencias operacionales y oportunidades de mejora técnica y administrativa. La principal conclusión que se desprende del estudio es que el campus presenta una elevada heterogeneidad en el consumo entre sus distintas instalaciones, con perfiles energéticos que varían significativamente en magnitud, frecuencia y concentración horaria, siendo el Gimnasio, la Facultad de Medicina y la Biblioteca los principales centros de carga.

En términos de importancia, esta heterogeneidad no solo impacta en los costos de suministro, sino que representa una oportunidad estratégica para diseñar intervenciones diferenciadas y específicas, priorizando aquellas instalaciones con mayor impacto energético. La segmentación del consumo permite orientar las inversiones y las acciones correctivas con base en criterios de eficiencia y costo-beneficio, asegurando una utilización más racional de los recursos disponibles.

Desde la perspectiva de las proyecciones, los resultados son una estimación referencial, que evidencian que desde la actual tarifa AT3 hacia el régimen BT4.3 puede generar un ahorro mensual sustancial. Desde el punto de vista económico, el análisis de facturación entre marzo y julio revela que la tarifa BT4.3 genera ahorros significativos respecto a la tarifa AT3, con diferencias mensuales que oscilan entre un 5% y un 30%. Este resultado se debe principalmente a la estructura menos punitiva de la BT4.3 en cuanto a los cargos por potencia y a la ausencia de penalizaciones severas en horarios no punta. No obstante, estos valores deben ser considerados con cautela, dado que la plataforma SMI comenzó a registrar consumos recién a partir del 4 de marzo, omitiendo los tres primeros días del mes, lo que podría subestimar el consumo mensual total. Asimismo, se identificó que algunas áreas, como la sala de música, no están incluidas en la medición del sistema, afectando la representatividad de los datos.

Desde el punto de vista técnico, la aplicación de la tarifa BT4.3 está sujeta a condiciones específicas en cuanto a la tensión de conexión y la capacidad de los limitadores de demanda. Por tanto, su implementación exige una revisión integral de la infraestructura eléctrica, incluyendo la verificación de las capacidades nominales de los equipos existentes y la adecuación de los tableros eléctricos generales. Además, se requiere un control riguroso de la demanda durante los horarios punta para evitar incrementos inesperados en los cargos tarifarios.

En conjunto, la evidencia comparativa entre ambas tarifas permite concluir que la tarifa BT4.3 representa una alternativa económicamente más eficiente y técnicamente viable, siempre que se implementen medidas complementarias de gestión energética, automatización de cargas y monitoreo en tiempo real. La adopción de esta tarifa puede constituir un pilar fundamental en la estrategia de optimización del consumo eléctrico institucional, siempre que se acompañe de un fortalecimiento del sistema de medición, actualización de diagramas unilineales, e integración de tecnologías de eficiencia energética.

Asimismo, la identificación de puntos críticos como la falta de actualización de los diagramas unilineales, la deficiente rotulación de tableros eléctricos, y la existencia de equipos térmicos y de climatización con baja eficiencia exige un plan de acción orientado a la modernización del sistema eléctrico, fortalecimiento del monitoreo y mejoramiento de la operación de los sistemas energéticos existentes. La implementación de sensores de presencia, temporizadores, y la sustitución progresiva de luminarias T8 por tecnología LED, emergen como medidas de alto impacto y baja complejidad técnica.

Finalmente, se destaca la necesidad de establecer programas permanentes de auditoría energética, mantenimiento preventivo y concientización del personal y usuarios del campus, a fin de consolidar una cultura institucional de eficiencia energética. La transición hacia un modelo energético más sostenible no solo demanda intervenciones técnicas, sino también un cambio organizacional basado en la corresponsabilidad y la gestión activa del consumo.

Capítulo 5 Evaluación y Análisis

5.1 Introducción

Con el objetivo de comprender cómo varía el consumo eléctrico en función del calendario académico y otros factores institucionales, se realizó un análisis comparativo considerando diferentes semanas representativas. Las situaciones evaluadas incluyen: inicio y termino del periodo académico, días festivos, ajuste académico y suspensión de actividades académicas (actividades propias de la universidad, eventos climáticos, entre otros). Cada una de estas situaciones responde a condiciones particulares de ocupación y uso de los espacios, lo que permite identificar patrones de consumo energético vinculados directamente a la actividad institucional. En los siguientes gráficos se presentan los consumos eléctricos semanales correspondientes a cada situación, lo que permite visualizar las diferencias y extraer conclusiones relevantes para la gestión energética del campus.

5.2 Evaluación Consumo SMI

Para profundizar en el comportamiento del consumo eléctrico, se realizó un análisis individual de los ocho medidores considerados en el estudio. En cada caso, se comparan los consumos registrados en cinco situaciones distintas: receso académico, feriados, suspensión de clases, inicio y término del periodo académico, para la identificación de estas situaciones se consideró el calendario académico de la universidad correspondiente al Decreto de Rectoría N°213/2023.

Para facilitar la visualización de los patrones de consumo eléctrico y mejorar la representatividad de los datos, se optó por segmentar el año en unidades semanales. Esta división permite comparar de manera más precisa las variaciones en el uso energético bajo las distintas condiciones operativas. Además, el enfoque semanal facilita la identificación de tendencias recurrentes y anomalías, ofreciendo una base más clara para el análisis comparativo entre edificios y entre situaciones específicas. Esto permite identificar particularidades en la demanda energética asociadas al uso específico de cada edificio.

Los gráficos presentados a continuación se elaboraron a partir de los registros obtenidos mediante el sistema de monitoreo inteligente instalado en el campus. Este sistema realiza lecturas del consumo eléctrico con una frecuencia de cada 15 minutos, lo que equivale a cuatro mediciones por hora, permitiendo una resolución temporal detallada del comportamiento energético de cada instalación.

Para el análisis gráfico, se consideraron los valores máximos de demanda eléctrica por intervalo, agrupando la información en tres dimensiones principales: Horas del día, Día de la semana y Demanda máxima (kW). Esta estructura facilita la visualización de patrones de uso y permite identificar momentos de mayor exigencia energética, tanto en condiciones normales como en situaciones especiales. Para este análisis del consumo eléctrico, se seleccionaron semanas representativas del calendario académico 2024, con el objetivo de reflejar distintos contextos operativos dentro del campus.

Las semanas seleccionadas corresponden a los siguientes periodos del año:

- **Semana 10:** del 3 al 9 de marzo – *Inicio del primer semestre académico.*
- **Semana 15:** del 7 al 13 de abril – *Actividades académicas normal.*
- **Semana 21:** del 19 al 25 de mayo – *Receso y ajuste académico.*
- **Semana 24:** del 16 al 22 de junio – *Suspensión de actividades, condiciones climáticas*
- **Semana 28:** del 7 al 13 de julio – *Término del primer semestre académico.*

Esta selección permite observar el comportamiento del consumo en condiciones contrastantes, brindando una base sólida para el análisis comparativo por edificio.

MARZO							
S	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa
9	1 2						
10	3	4	5	6	7	8	9
11	10	11	12	13	14	15	16
12	17	18	19	20	21	22	23
13	24	25	26	27	28	29	30
14	31						

ABRIL							
S	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa
14	1	2	3	4	5	6	
15	7	8	9	10	11	12	13
16	14	15	16	17	18	19	20
17	21	22	23	24	25	26	27
18	28 29 30						

MAYO							
S	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa
18	1 2 3 4						
19	5	6	7	8	9	10	11
20	12	13	14	15	16	17	18
21	19	20	21	22	23	24	25
22	26 27 28 29 30 31						

JUNIO							
S	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa
22	1						
23	2	3	4	5	6	7	8
24	9	10	11	12	13	14	15
25	16	17	18	19	20	21	22
26	23	24	25	26	27	28	29
27	30						

JULIO							
S	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa
27	1	2	3	4	5	6	
28	7	8	9	10	11	12	13
29	14	15	16	17	18	19	20
30	21	22	23	24	25	26	27
31	28 29 30 31						

Fig. 5.1 Segmentación del año calendario en semanas representativas

5.2.1 Edificio San Agustín – Facultad de Ingeniería

Con el objetivo de evaluar el comportamiento del consumo energético en distintos contextos operativos de la Facultad de Ingeniería, se analizarán los gráficos de demanda máxima correspondientes a cinco semanas seleccionadas. Estas semanas fueron escogidas estratégicamente por representar diversas situaciones a lo largo del semestre académico, lo que permite observar posibles variaciones significativas en la demanda eléctrica asociadas a los distintos niveles de actividad institucional.

La Fig. 5.2 presenta la demanda máxima de potencia eléctrica [kW] registrada en la semana 10 (del 3 al 9 de marzo). El gráfico tridimensional permite visualizar la distribución horaria del consumo en función de la actividad académica y administrativa del edificio.

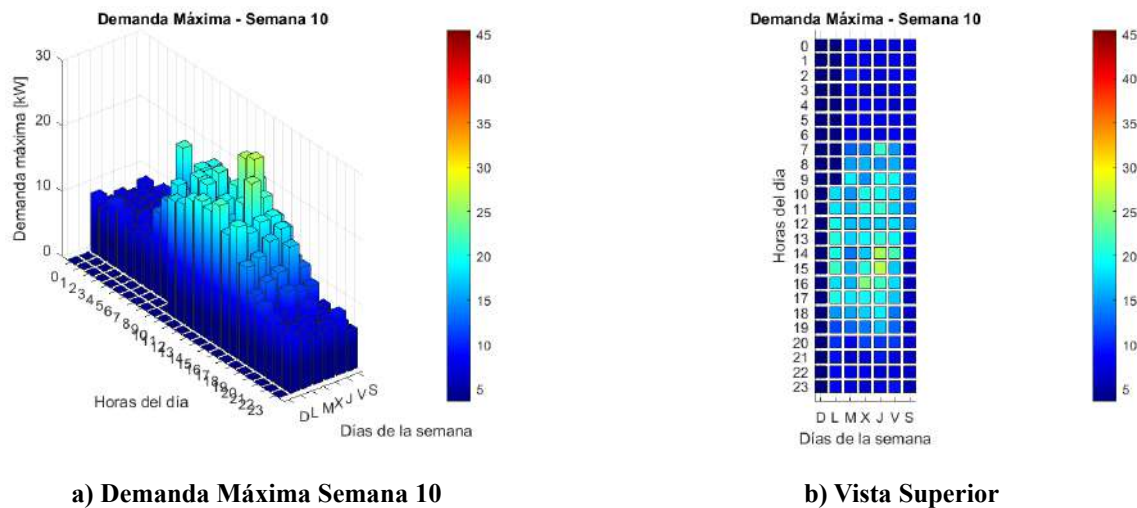


Fig. 5.2 Consumo Semana 10. Edificio San Agustín.

Se observa que los mayores niveles de demanda se concentran entre miércoles y jueves, con un peak significativo entre las 14:00 y 16:00 horas, alcanzando valores entre 25,869 kW y 26,617 kW. A partir del jueves y especialmente hacia el viernes y sábado, la demanda disminuye progresivamente, tanto en magnitud como en duración horaria. Durante el domingo, el consumo alcanza su mínimo semanal de 6,03 kW, sin embargo, se mantiene un consumo residual entre 6 y 9 kW, atribuible a cargas constantes como iluminación de emergencia, servidores, o equipos en modo de espera. En términos horarios, el inicio del aumento de demanda se detecta desde las 07:00 a.m., coincidiendo con el ingreso del personal y estudiantes. El máximo consumo se mantiene hasta el mediodía, con una leve inflexión durante el horario estimado de almuerzo (12:30–14:00 horas). Posteriormente, la demanda decrece paulatinamente hasta las 20:00 horas, cuando finalizan las actividades académicas.

Para la semana 15 correspondiente del 7 al 13 de abril (Fig. 5.3) el consumo es notablemente mayor de lunes a viernes entre las 08:00 y 17:00, lo que coincide con el horario habitual de clases y actividades administrativas. Durante el sábado y domingo, el consumo es significativamente menor, indicando baja ocupación o uso reducido de las instalaciones.

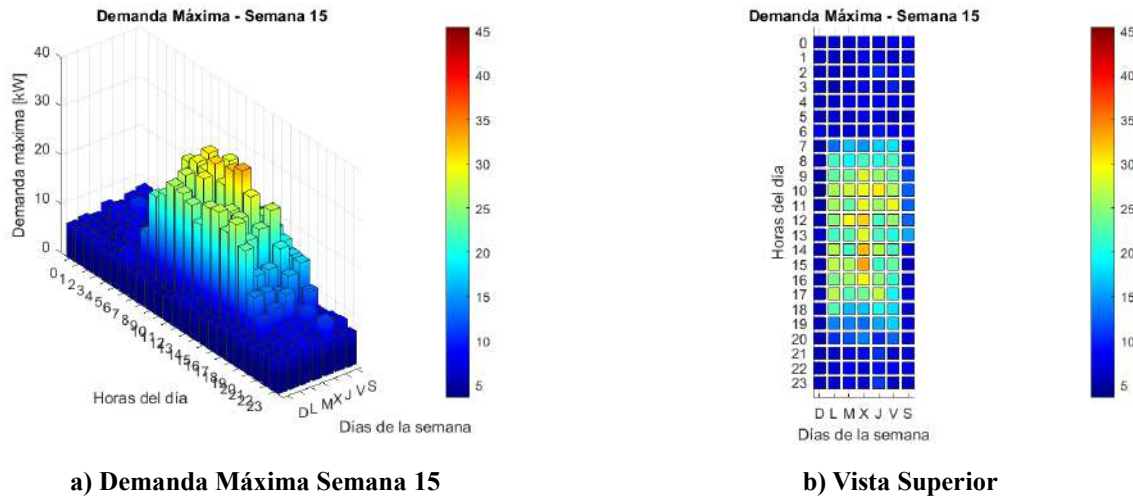


Fig. 5.3 Consumo Semana 15. Edificio San Agustín.

Los mayores consumos se concentran entre las 10:00 y 15:00 horas, alcanzando valores máximos el miércoles a las 15:00 (33,45 kW) y el miércoles a las 14:00 (32,32 kW). Esto refleja una intensa actividad académica o uso de equipos eléctricos en esas horas (horario de almuerzo). Además, se registra en la madrugada y noche (00:00 a 06:00 y después de las 20:00), todos los días menores consumos. El domingo es el día con menor consumo general, lo que sugiere cierre casi total de la institución. Entre las 06:00 y 08:00 y 18:00 a 20:00 se observa un consumo moderado, coincidente con el inicio y final de la jornada.

La Fig. 5.4 presenta el perfil de demanda máxima horaria correspondiente a la semana 21 (del 19 al 25 de mayo), semana marcada por un receso académico, un feriado nacional el 21 de mayo y la suspensión de actividades universitarias el lunes 20 de mayo. Si bien el receso afectó principalmente a las actividades académicas, las funciones administrativas se mantuvieron activas parcialmente, lo cual se refleja en los niveles de consumo observados.

Durante lunes y martes presentan consumos mínimos, similares a los niveles observados los domingos, indicando prácticamente nula ocupación del edificio. Entre el miércoles y sábado, se observa una actividad moderada y discontinua, con consumos mucho menores que los de la semana 10 o 15. Esto sugiere la presencia de personal administrativo. En cuanto al patrón horario, aunque el

perfil sigue una lógica de actividad diurna, los peak de demanda son menos pronunciados, reflejando la ausencia de clases regulares y la actividad parcial dentro del edificio.

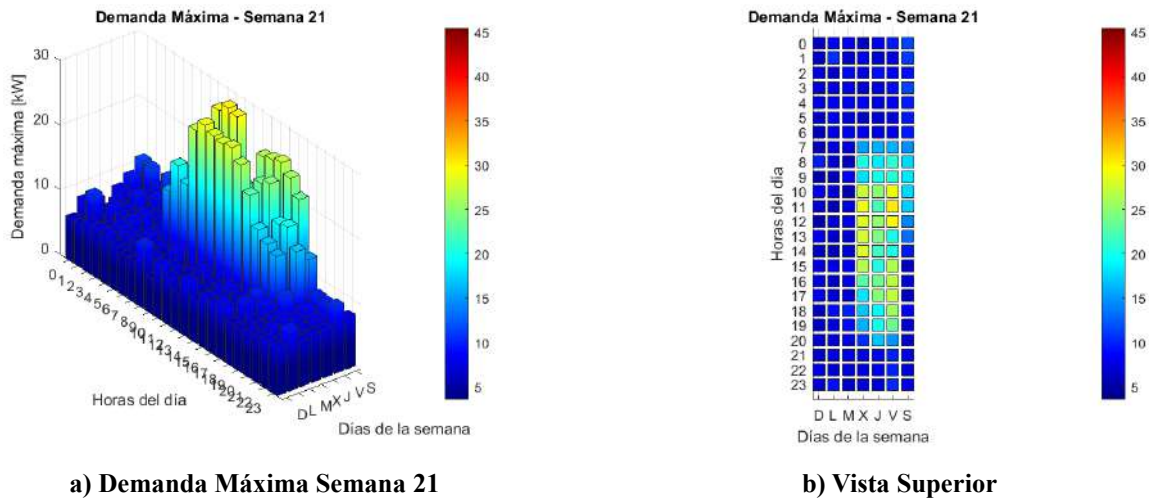


Fig. 5.4 Consumo Semana 21. Edificio San Agustín.

En comparación con la semana 10 (inicio del semestre académico), se destaca una reducción significativa en la magnitud del consumo eléctrico a lo largo de toda la semana. No obstante, se mantiene un consumo base constante durante las 24 horas, similar al observado previamente, correspondiente al funcionamiento continuo de equipos esenciales, sistemas de red, iluminación de seguridad, y servidores.

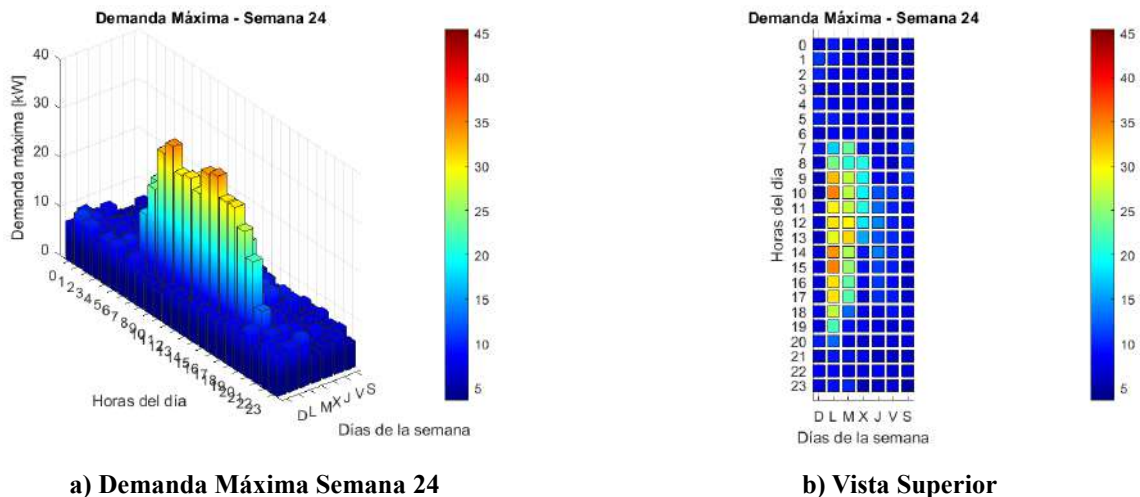


Fig. 5.5 Consumo Semana 24. Edificio San Agustín

Para la semana 24 (del 16 al 22 de junio) presente en la Fig. 5.5 representa la suspensión de actividades presenciales debido a las condiciones climáticas que afecto a la región, donde se observa que los mayores niveles de consumo se concentran entre lunes y martes en las 09 y 15 horas. Donde

se ve el significativo descenso en los demás días debido a la situación particular que presento dicha contingencia climática.

Para finalizar el análisis del edificio San Agustín, podemos ver que la semana 28 (del 7 al 13 de julio) correspondiente al término del primer semestre académico representa consumos mayores en comparación con las semanas antes descritas, esto debido a las distintas actividades académicas (evaluaciones, actividades de cierre, entre otras). Se observa que los mayores niveles de demanda se concentran entre las 09:00 y 13:00 horas, alcanzando valores entre 33,145 y 39,248 kW. Este comportamiento es consistente con la alta ocupación y actividad académica de cierre, cuando se programan la mayoría de las evaluaciones finales, reuniones y actividades.

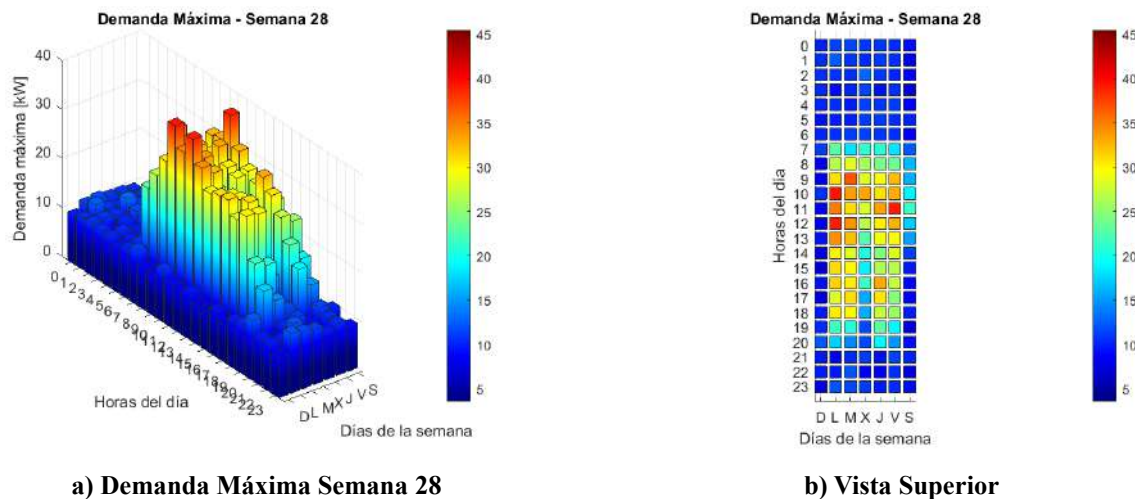


Fig. 5.6 Consumo Semana 28. Edificio San Agustín.

A diferencia de la semana 10 y 15, donde se observan peak pronunciados entre lunes y miércoles con consumos cercanos o superiores a los 30 kW, en la semana 28 el consumo alcanza valores superiores, con una concentración horaria dentro del medio día.

5.2.2 Edificio San Alberto Magno – Facultad de Ciencias

La Facultad de Ciencias se encuentra ubicada dentro del Campus Universitario, en una zona que combina espacios académicos, de investigación y oficinas administrativas. El edificio cuenta con laboratorios especializados, salas de docencia, oficinas para el personal académico y administrativo, además de espacios técnicos de apoyo a la investigación.

La ocupación del edificio está determinada principalmente por las actividades de investigación y los laboratorios, que operan de forma continua durante la semana, incluso en horarios más

extendidos que los de docencia tradicional. Si bien el flujo de estudiantes es más moderado en comparación con otras facultades, las labores administrativas y académicas mantienen una presencia constante en el edificio.

Las actividades de docencia se concentran en horario diurno durante los días hábiles, mientras que las labores de laboratorio pueden extenderse hacia la tarde o incluso comenzar temprano en la mañana, dependiendo de la naturaleza de los experimentos o proyectos en curso. Estas dinámicas, junto con el funcionamiento de los sistemas de ventilación, equipos de laboratorio y servicios de apoyo, se reflejan en los patrones de consumo eléctrico observados en la facultad.

Durante la Semana 10 (Fig. 5.7), el consumo eléctrico fue muy bajo durante la mayor parte de los días, con actividad institucional limitada. El domingo no registró consumo alguno, lo que indica un cierre total de las instalaciones, y recién a partir del miércoles comienza a observarse un incremento en el uso de energía, alcanzando su punto más alto el jueves y viernes. Los peak de consumo se concentran el jueves entre las 09:00 y 14:00, con un valor máximo de 14,48 kW a las 09:00, y el viernes entre las 11:00 y 16:00, con un máximo de 13,84 kW a las 16:00, lo que sugiere que las jornadas más intensas de la semana ocurrieron en esos días. En contraste, las madrugadas (00:00 a 06:00) presentan consumos mínimos o nulos todos los días, y tanto el lunes como el martes reflejan niveles bajos de actividad.

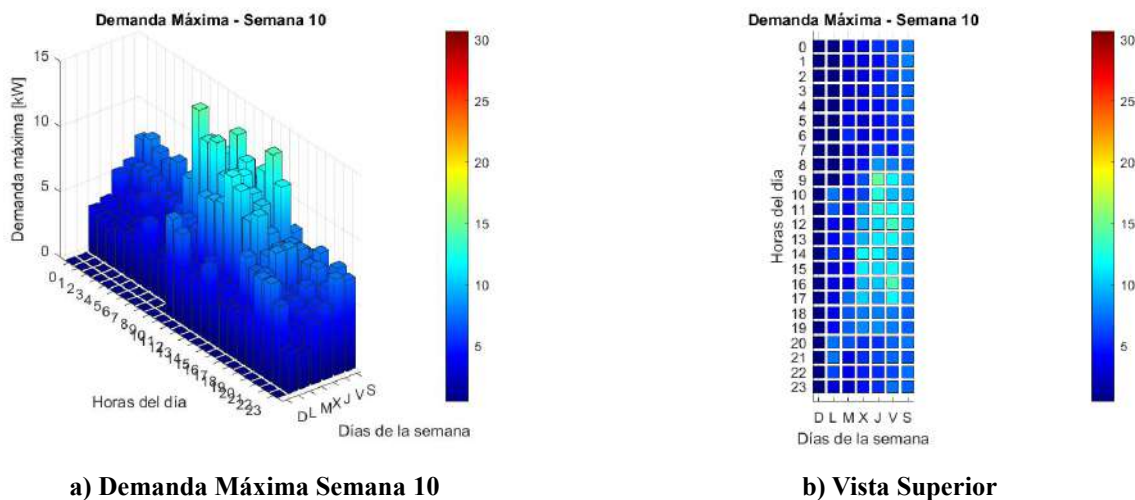


Fig. 5.7 Consumo Semana 10. Facultad de Ciencias.

Durante la semana 15 (Fig. 5.8) se observaron diferencias claras entre días hábiles y no hábiles en cuanto al comportamiento del consumo energético. En los días hábiles, la demanda comienza a incrementarse desde las 07:00 horas y se mantiene elevada hasta las 17:00 horas, con un peak

recurrente entre las 11:00 y 12:00 horas. En contraste, los fines de semana presentan un perfil más plano, con menor demanda, concentrada entre las 11:00 y 13:00 horas.

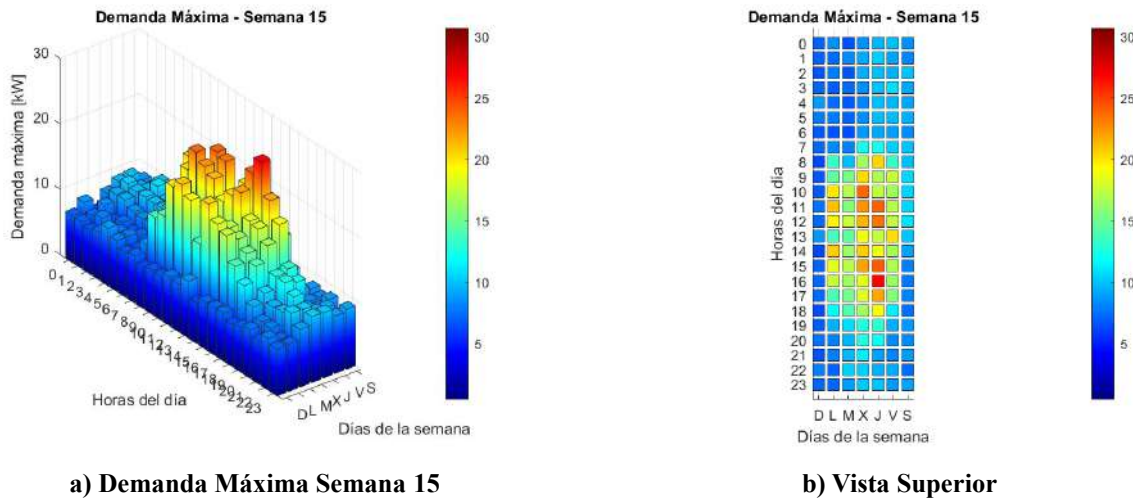


Fig. 5.8 Consumo Semana 15. Facultad de Ciencias.

Las horas valle se registran mayoritariamente entre las 00:00 y 06:00 h, con consumos mínimos asociados al régimen base del edificio. El promedio diario en días laborales se sitúa entre 13 y 15 kW, mientras que durante el fin de semana se reduce a valores inferiores a 9 kW. Esta diferencia evidencia la necesidad de aplicar estrategias diferenciadas de gestión según el tipo de jornada.

Se recomienda focalizar las acciones de eficiencia en el bloque de alta demanda (09:00 a 17:00 horas), especialmente en el tramo crítico de 11:00 a 12:00 horas, y optimizar el consumo basal durante las horas de menor actividad.

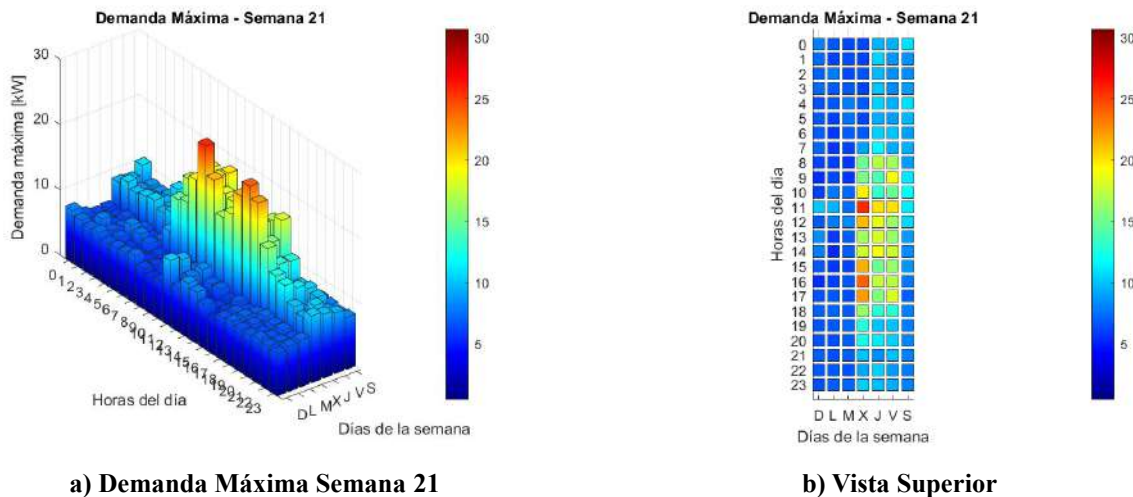


Fig. 5.9 Consumo Semana 21. Facultad de Ciencias.

Durante la semana 21, correspondiente al receso académico, se evidenció una disminución significativa en el consumo energético en comparación con semanas lectivas, con un perfil horario menos intenso y más irregular, asociado a la baja ocupación de las instalaciones. La demanda se mantuvo estable y baja en los días lunes y martes debido al festivo, mientras que a partir del miércoles se registraron bloques de alta carga, alcanzando un máximo de 25,64 kW a las 11:00 h, lo que indica la realización de actividades administrativas durante el receso.

Las horas de menor consumo se concentraron entre las 00:00 y 06:00 horas, con valores en torno a 5,5–7 kW, reflejando el régimen base del edificio. Este nivel constante sugiere la presencia de cargas permanentes que podrían optimizarse. Durante el fin de semana, el consumo fue aún más contenido, con un único repunte entre las 10:00 y 13:00 h, manteniéndose el resto del día en niveles bajos, lo que representa una oportunidad para mejorar la eficiencia mediante la segmentación de cargas por zonas activas.

En términos globales, el consumo promedio diario se redujo en aproximadamente un 20 % respecto a semanas de actividad plena. No obstante, la existencia de peak localizados refuerza la necesidad de establecer estrategias de gestión diferenciadas y auditorías focalizadas para evitar consumos innecesarios durante semanas de baja utilización del campus.

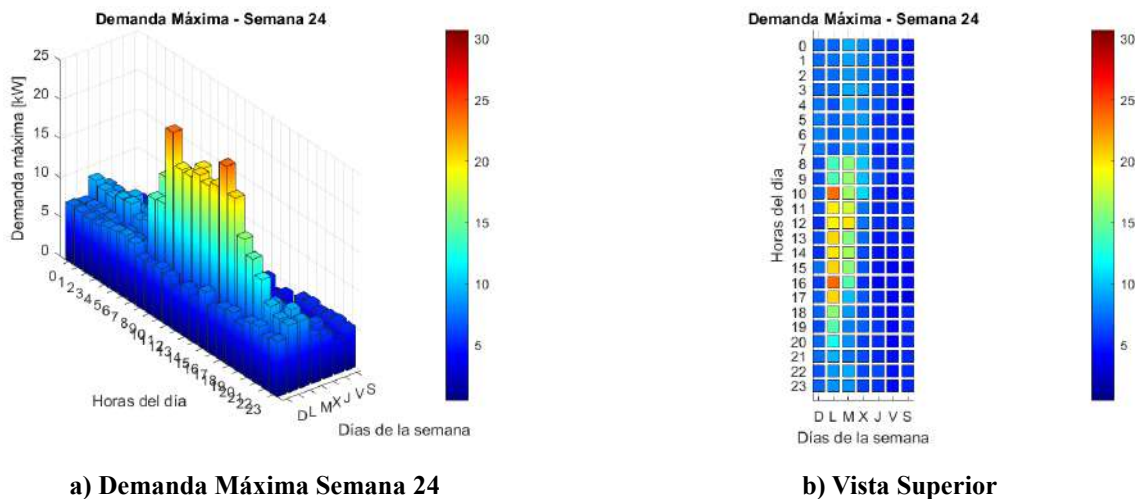


Fig. 5.10 Consumo Semana 24. Facultad de Ciencias.

La semana 24 (Fig. 5.10), caracterizada por la suspensión total de actividades debido a las condiciones climáticas, muestra un perfil de consumo bajo y estable, reflejando una ocupación mínima o nula de las instalaciones. Los días jueves, viernes y sábado registran los consumos más bajos, con

potencias entre 3,3 y 6,5 kW, evidenciando la inactividad del edificio debido a la suspensión de actividades académicas y administrativas

Sin embargo, los días lunes y martes presentan peak atípicos de consumo elevado (hasta 23,76 kW), asociada a actividades administrativas parciales, que no corresponden al patrón general de la semana. Los horarios de menor demanda se concentran entre las 00:00 y 07:00 horas, extendiéndose en días de suspensión a horas diurnas, con mínimos absolutos por debajo de 4 kW.

La semana 28 (Fig. 5.11), correspondiente al término de semestre, presenta un perfil de consumo energético con una reactivación significativa en los días lectivos, con peak máximos que superan los 26 kW, concentrados especialmente entre las 13:00 y 15:00 horas. La demanda inicia su incremento alrededor de las 07:00 horas y se mantiene elevada hasta aproximadamente las 17:00 horas, reflejando la realización de actividades académicas y administrativas propias del cierre de ciclo.

Los fines de semana muestran consumos menores y más estables, aunque con valores superiores a semanas de suspensión total, indicando una operación parcial de los sistemas esenciales. Las horas valle se mantienen entre las 00:00 y 06:00 horas, con un nivel basal de 7 a 9 kW que sugiere presencia de cargas en modo espera o sistemas auxiliares.

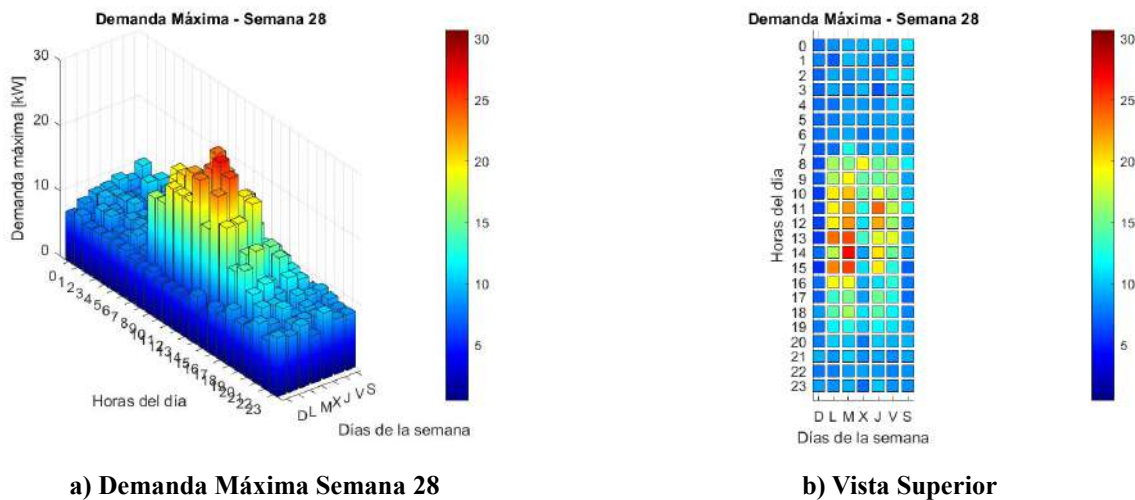


Fig. 5.11 Consumo Semana 28. Facultad de Ciencias.

5.2.3 Edificio San Lucas – Facultad de Medicina

La Facultad de Medicina se encuentra emplazada dentro del Campus Universitario, en un sector que integra instalaciones académicas, clínicas y administrativas. El edificio alberga salas de clases, laboratorios, dependencias para la atención clínica, oficinas del cuerpo académico y administrativo.

Las actividades docentes se concentran en horario diurno, pero muchas veces se extienden hacia la tarde en función de talleres y laboratorios. Además, algunos espacios mantienen actividad desde muy temprano en la mañana, especialmente en contextos de atención de casos clínicos o preparación de prácticas. Esta dinámica, junto con la operación de equipamiento clínico y sistemas de climatización, se ve reflejada en los perfiles de consumo energético característicos de la Facultad.

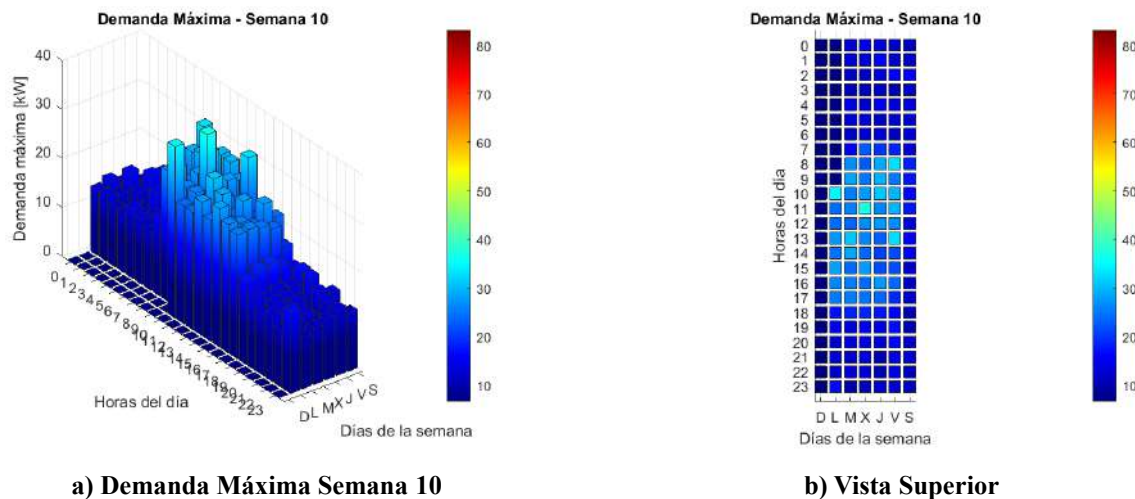


Fig. 5.12 Consumo Semana 10. Facultad de Medicina.

Durante la semana 10 se observa un perfil de consumo con una marcada diferencia entre los días lunes y martes, donde la demanda es nula, y el resto de los días con consumo activo y creciente. A partir del miércoles, la potencia comienza a aumentar desde primeras horas, alcanzando peaks entre 25 y 30 kW durante las horas centrales del día, particularmente entre las 08:00 y 16:00 horas. Este patrón indica el inicio gradual de actividades académicas y administrativas, con presencia destacada de cargas en horario diurno. Las noches y madrugadas mantienen consumos mínimos o nulos, especialmente los lunes y martes, reflejando la ausencia de uso institucional en esos días, esto debido a que el sistema de monitoreo empieza a registrar el consumo el lunes desde las 10:00 de la mañana aproximadamente.

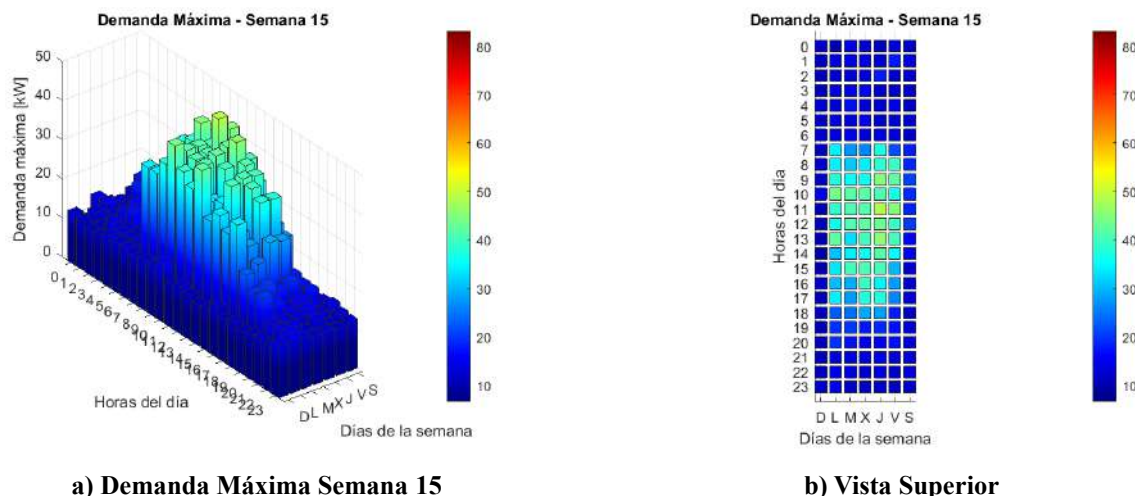


Fig. 5.13 Consumo Semana 15. Facultad de Medicina.

En la semana 15, correspondiente a un período con actividad académica plena, se registra un aumento generalizado y sostenido en el consumo, con peak máximos que superan los 40 kW en horas punta, especialmente entre las 08:00 y 17:00 horas. Los valores mínimos nocturnos son superiores a los observados en la semana 10, rondando entre 10 y 15 kW, evidenciando una operación continua de sistemas esenciales y cargas residuales. El patrón horario refleja un uso intensivo y constante, con alta demanda que coincide con la jornada académica y administrativa.

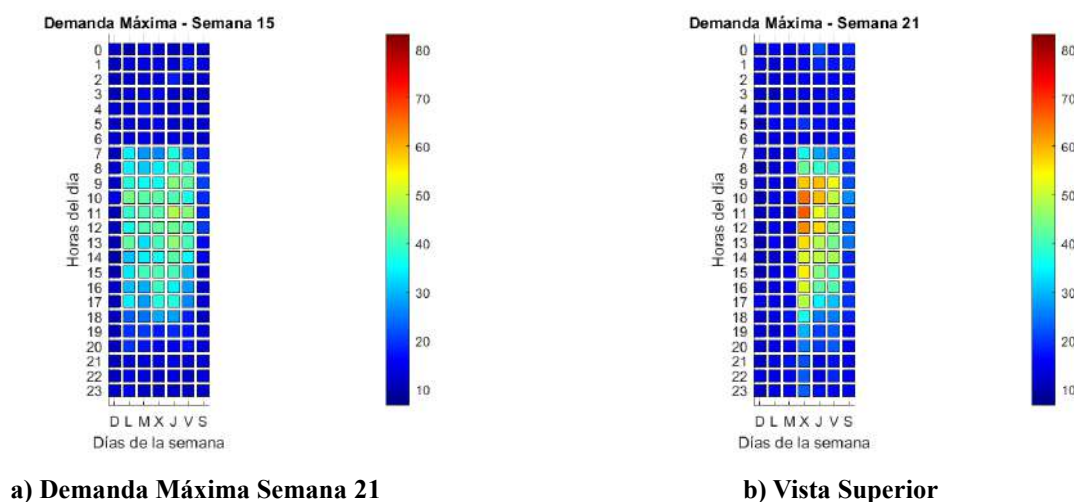


Fig. 5.14 Consumo Semana 21. Facultad de Medicina.

La semana 21 presenta un incremento significativo en el consumo respecto a semanas iniciales, con peaks horarios que alcanzan hasta cerca de 80 kW en los días miércoles y jueves, entre las 09:00 y 12:00 horas. A diferencia de semanas previas, la demanda nocturna permanece elevada (en promedio entre 12 y 16 kW), lo que sugiere que, pese al receso, ciertos sistemas se mantienen activos o se

realizan actividades específicas de mantenimiento o uso parcial. Los días viernes y sábado muestran una ligera reducción, pero aún mantienen consumos elevados en comparación con semanas de inicio o suspensión.

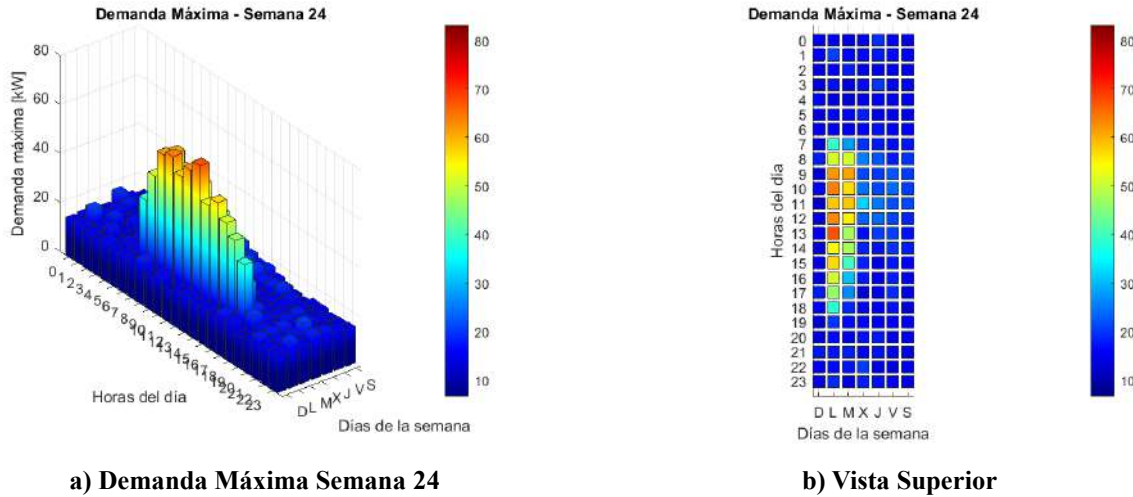


Fig. 5.15 Consumo Semana 24. Facultad de Medicina.

En la semana 24, caracterizada por la suspensión total de actividades debido a las condiciones climáticas, para los días lunes y martes se presentan valores peak entre 40 y 76 kW dentro del medio día, mientras que para el resto de la semana el perfil horario muestra una reducción moderada en el consumo durante el día, con potencias máximas entre 15 y 30 kW, inferiores a semanas de plena actividad. Sin embargo, se mantiene un nivel basal elevado durante la noche y madrugada, entre 13 y 17 kW, lo que indica la operación constante de equipos críticos o sistemas de soporte. La ausencia de bloques de alta demanda durante el día sugiere una ocupación reducida o mínima. Este comportamiento indica un control parcial de las cargas, pero con oportunidad de optimización en la reducción del consumo base.

La semana 28 exhibe el mayor nivel de consumo, con peak horarios máximos que alcanzan hasta 80 kW, concentrados entre las 08:00 y 12:00 horas, lo que coincide con el cierre del ciclo académico y la realización de actividades administrativas intensivas. Se observa una demanda diurna muy alta y una carga base nocturna también elevada, entre 14 y 20 kW. Aunque los fines de semana presentan menor consumo, estos siguen siendo significativos, indicando uso parcial o actividades de soporte. La concentración de la demanda en horas peak señala la necesidad de implementar medidas de gestión para mitigar peak y optimizar el consumo durante este período crítico.

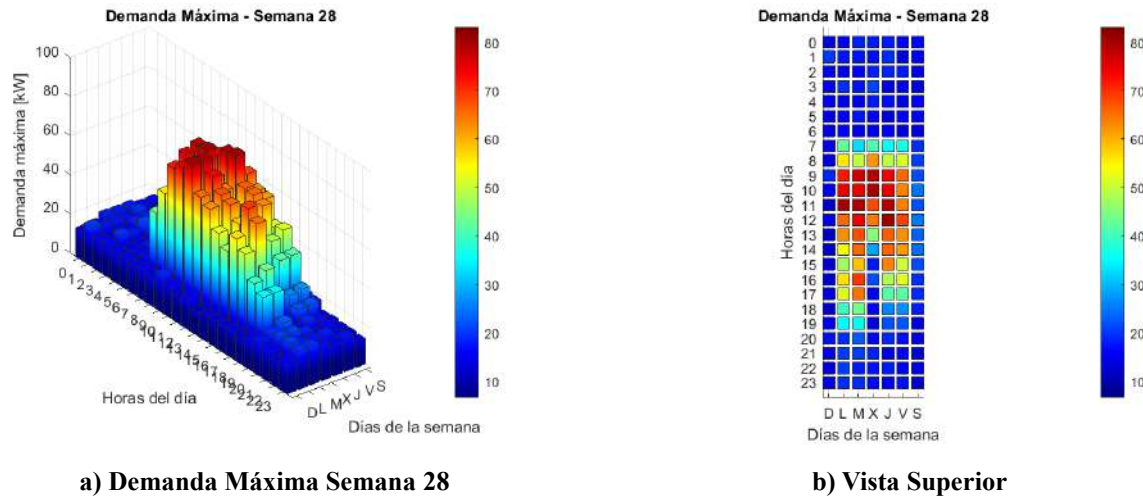


Fig. 5.16 Consumo Semana 28. Facultad de Medicina.

5.2.4 Edificio Teresa de Ávila – Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

La Facultad de Historia se encuentra ubicada dentro del Campus Universitario, en un entorno que agrupa principalmente espacios académicos y administrativos. El edificio cuenta con salas de clases, oficinas para el cuerpo académico y administrativo, y espacios comunes destinados al desarrollo de actividades formativas.

La ocupación del edificio está determinada por la programación regular de clases lectivas, así como por el desarrollo de actividades grupales, académicas y administrativas. Estas se concentran mayoritariamente en horario diurno durante los días hábiles, con una presencia significativa de estudiantes y docentes en franjas asociadas al calendario académico.

Las labores de docencia y gestión se desarrollan principalmente en salas de clases y oficinas, lo que genera un patrón de uso intensivo en determinados bloques horarios, reflejado también en los perfiles de consumo eléctrico. El funcionamiento de los sistemas de iluminación, climatización, equipos audiovisuales y de soporte administrativo se encuentra estrechamente vinculado al ritmo de estas actividades.

Durante la semana 10 se observa un comportamiento inicial de baja actividad energética, especialmente durante el domingo y lunes, donde el consumo fue prácticamente nulo en todas las horas (debido al funcionamiento del SMI). A partir del martes, el consumo empieza a elevarse desde las 07:00 horas, con un alza más marcada entre las 08:00 y 13:00 horas. El rango de mayor consumo se concentra entre las 09:00 y 13:00, alcanzando valores entre 12 y 18 kW, con un máximo notable de 17,64 kW el viernes a las 11:00. Posteriormente, el consumo comienza a descender de manera

progresiva a partir de las 16:00 horas. Los fines de semana mantienen niveles bajos, inferiores a 6 kW, lo que es coherente con un inicio de semestre con menor ocupación y baja carga operativa.

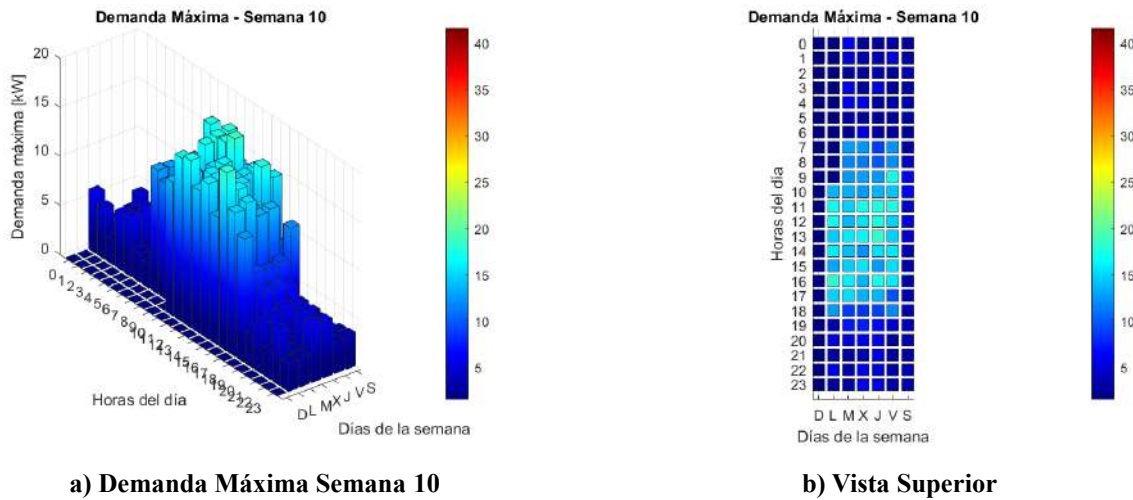


Fig. 5.17 Consumo Semana 10. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

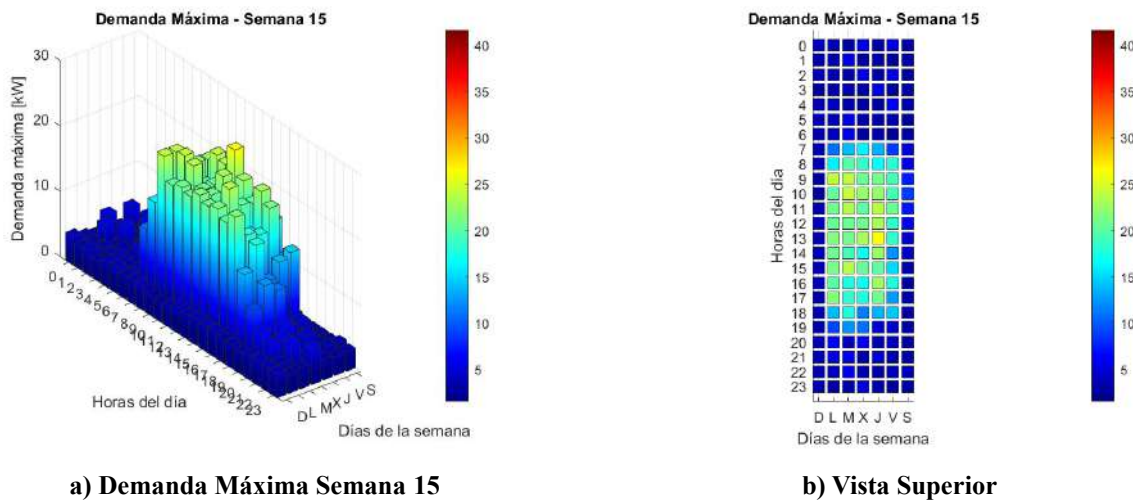


Fig. 5.18 Consumo Semana 15. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

En la semana 15 se presenta un patrón típico de plena actividad académica y administrativa. El consumo empieza a aumentar significativamente desde las 07:00 horas, alcanzando su punto más alto entre las 08:00 y 16:00 horas. En este rango horario, se registran peak importantes de consumo, especialmente entre martes y jueves, donde se superan los 20 kW en múltiples horas del día. El mayor valor semanal ocurre el jueves a las 13:00 horas, con un registro de 26,33 kW. A partir de las 17:00 horas el consumo disminuye progresivamente, y por la noche se mantiene bajo. Los fines de semana

reflejan una menor actividad, pero aun así el consumo se mantiene levemente más elevado que en semanas anteriores, lo que podría estar asociado al funcionamiento residual de equipos.

Aunque la semana 21 corresponde al receso académico, se evidencia un comportamiento atípico de consumo energético. Lunes y martes presentan bajos niveles de demanda, consistentes con una reducción de actividades por los días feriados. Sin embargo, a partir del miércoles se registran consumos muy elevados, con un máximo de 33,01 kW el miércoles a las 11:00 horas y valores igualmente altos el jueves (hasta 26,34 kW) y el viernes (superior a 25 kW). Estos registros altos se concentran entre las 09:00 y 16:00 horas. Esta situación puede reflejar la permanencia de actividades administrativas durante el receso. Durante el fin de semana el consumo disminuye, aunque los valores siguen siendo moderados en comparación a una semana académicamente inactiva.

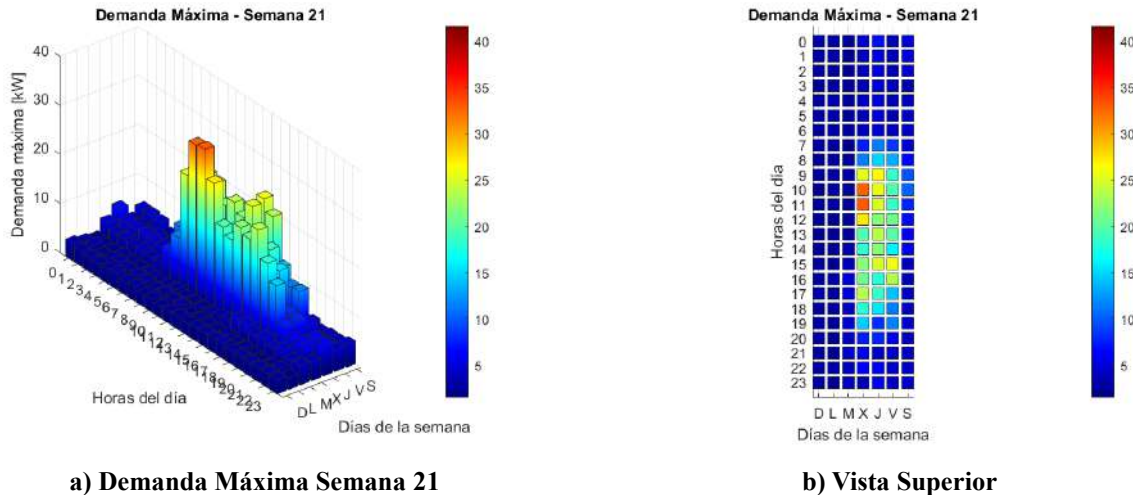
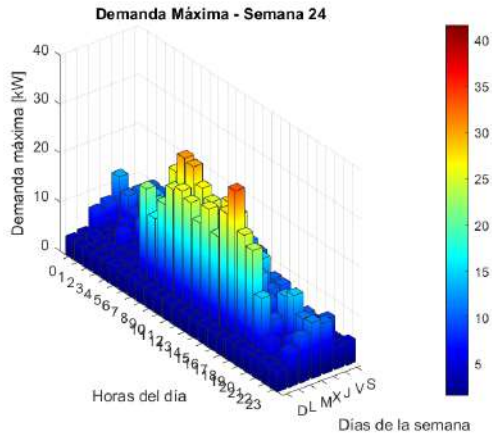
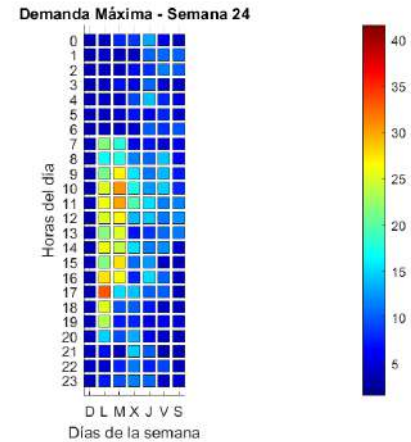


Fig. 5.19 Consumo Semana 21. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

La semana 24 correspondiente a suspensión de actividades por el temporal, el patrón de consumo energético muestra una tendencia contraria. Desde el lunes al miércoles se registran valores elevados, destacando el martes a las 12:00 horas con un máximo semanal de 37,86 kW. El miércoles y jueves también concentran altos niveles de consumo, especialmente entre las 10:00 y 14:00 horas. Este comportamiento indica que algunos sistemas continuaron operando de forma automática o que existieron actividades internas no suspendidas del todo. A partir del viernes, el consumo desciende drásticamente y durante el sábado se mantiene en niveles muy bajos (en torno a 2,5 kW), lo cual es coherente con una suspensión efectiva. Este contraste resalta la importancia de implementar protocolos de apagado en semanas no operativas para evitar consumos innecesarios.



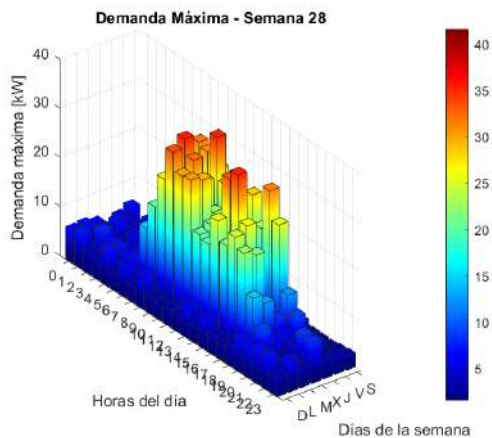
a) Demanda Máxima Semana 24



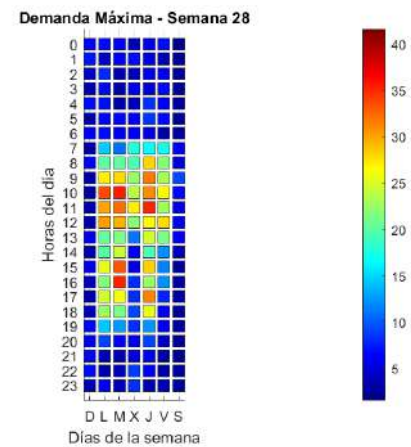
b) Vista Superior

Fig. 5.20 Consumo Semana 24. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

La semana 28 presenta un patrón de cierre progresivo de actividades. El consumo es alto desde el lunes hasta el jueves, especialmente entre las 08:00 y 14:00 horas. Los valores más altos se registran el martes y miércoles, con un máximo semanal de 35,43 kW el martes a las 10:00 horas. Este nivel de consumo sugiere una actividad intensa en los primeros días de la semana, probablemente asociada a cierre de semestre, entregas finales o evaluaciones. A partir del viernes el consumo comienza a disminuir, reflejando el término de las funciones académicas y administrativas. Durante el sábado los valores caen a niveles mínimos, cercanos a los 2,5 kW, evidenciando una reducción efectiva del uso energético hacia el fin de semana.



a) Demanda Máxima Semana 28



b) Vista Superior

Fig. 5.21 Consumo Semana 28. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

5.2.5 Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura

El Edificio de Mecánica de Suelos y Acuicultura se encuentra emplazado dentro del Campus Universitario, y está destinado principalmente al desarrollo de actividades prácticas y experimentales asociadas a laboratorios especializados. En sus instalaciones se ubican también oficinas administrativas y áreas técnicas de soporte. A diferencia de otras dependencias académicas, este edificio no contempla clases lectivas regulares, y su uso está focalizado en la realización de ensayos, prácticas de laboratorio y trabajos técnicos específicos, los cuales se programan según requerimientos académicos o investigativos.

El flujo de personas es relativamente bajo y presenta una rotación limitada, dado que las actividades se concentran en horarios acotados y con participación de grupos reducidos. Esta dinámica se traduce en perfiles de ocupación menos intensivos, con demandas energéticas asociadas principalmente al funcionamiento de equipos de laboratorio, sistemas de ventilación y servicios de apoyo técnico.

La operación del edificio responde a una lógica más estable y menos variable en términos de ocupación, lo que representa una oportunidad para implementar medidas de eficiencia energética específicas, orientadas al uso racional de equipos y sistemas durante los períodos activos.

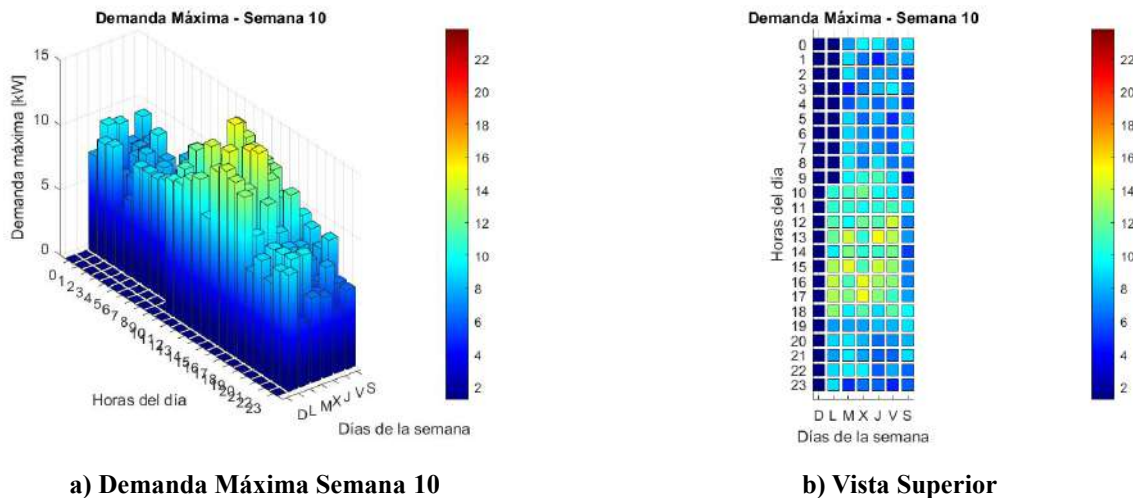


Fig. 5.22 Consumo Semana 10. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

Durante la semana 10, los días lectivos muestran un patrón de consumo que comienza a elevarse a partir de las 06:00 horas, con un incremento más notorio desde las 09:00 horas en adelante, alcanzando sus peak entre las 12:00 y 17:00 horas. El día con mayor consumo general es el jueves, destacando con valores máximos entre las 13:00 y 17:00 horas. Los horarios de menor consumo se

concentran entre las 00:00 y 06:00 horas, siendo prácticamente nulo durante la madrugada de domingo y lunes. En contraste, el fin de semana mantiene un perfil más plano, con aumentos leves entre las 10:00 y 13:00 horas, y un descenso posterior. Aunque el sábado presenta ciertos aumentos (especialmente entre 10:00 y 13:00 horas), el nivel general es mucho más bajo respecto a los días lectivos.

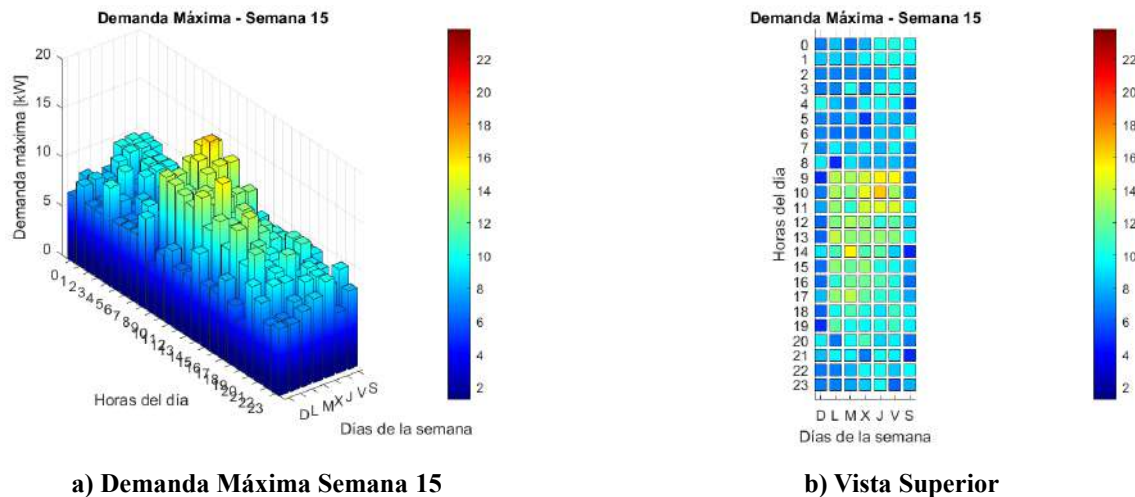


Fig. 5.23 Consumo Semana 15. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

Durante la Semana 15, el consumo eléctrico presenta un comportamiento característico de un edificio con alta ocupación administrativa o académica. Se observa un uso energético constante incluso en horarios no laborales, con consumos nocturnos superiores a 6 kW, lo que indica la presencia de cargas base permanentes como sistemas de climatización, iluminación de seguridad o equipos en operación continua.

El mayor consumo se concentra entre las 09:00 y las 17:00 horas, alcanzando valores superiores a 15 kW en días como miércoles, jueves y viernes, lo que refleja una intensa actividad en el edificio durante la jornada laboral. El día sábado mantiene una demanda moderada, mientras que el domingo, aunque con menor consumo, no presenta corte total, lo que sugiere un funcionamiento parcial o la presencia de sistemas que permanecen activos durante toda la semana.

La semana 21 refleja una dinámica similar a una semana laboral activa a pesar del receso académico y los días festivos. El consumo comienza a elevarse desde las 07:00 en adelante, con peak importantes entre las 09:00 y 13:00, especialmente el miércoles y jueves. Destaca el miércoles como el día de mayor intensidad, alcanzando su valor máximo a las 10:00 de 22,79 kW y manteniendo altos niveles hasta las 14:00. Durante la noche (00:00 a 06:00), el consumo disminuye, pero en menor

medida que en semanas anteriores, lo que podría sugerir uso de equipos en funcionamiento continuo o cargas base.

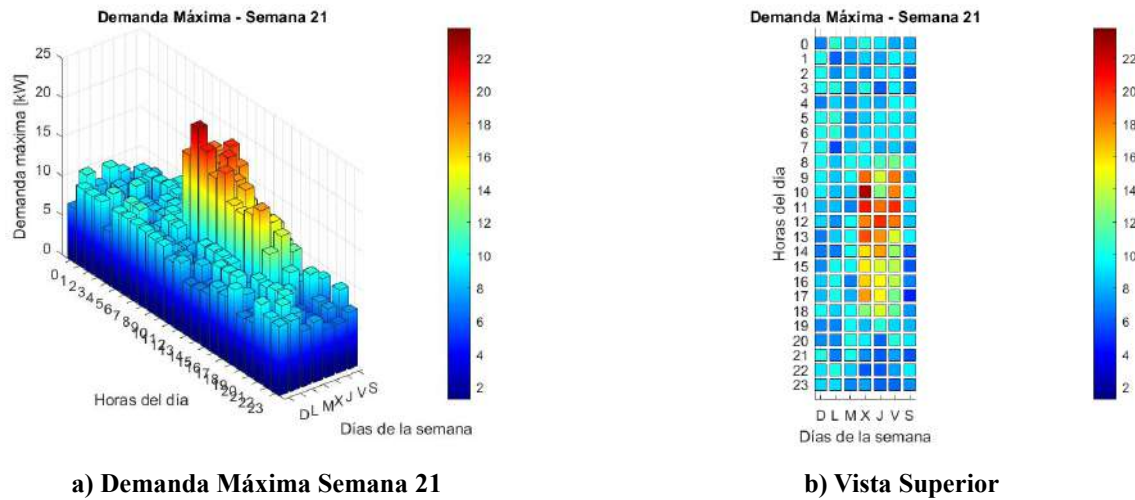


Fig. 5.24 Consumo Semana 21. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

En los fines de semana, tanto sábado como domingo presentan consumos más uniformes durante el día, con valores menores pero sostenidos entre las 07:00 y 21:00 h. Aunque no alcanzan los valores peak de los días hábiles, estos días no presentan caídas bruscas, indicando cierta actividad residual o mantenida.

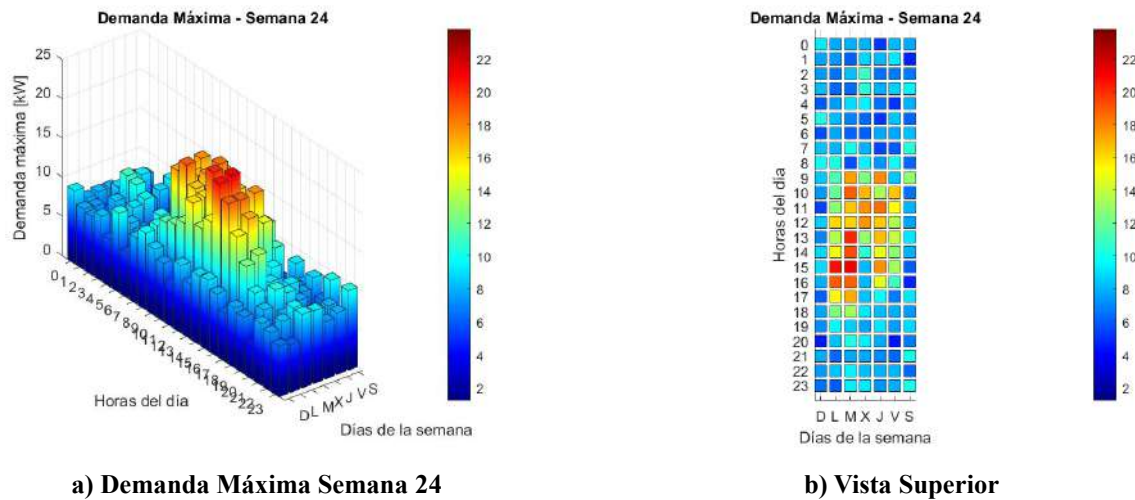


Fig. 5.25 Consumo Semana 24. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

La semana 24 muestra una disminución general del consumo en los días hábiles, lo que es consistente con un escenario de suspensión total o reducción de actividad por el temporal. Aun así, el comportamiento diario sigue una forma similar a semanas lectivas normales, el consumo se eleva desde las 07:00, alcanzando su máximo entre las 10:00 y 14:00, pero con valores más bajos en

comparación con semanas previas. El martes es el día con mayor demanda, con un notable consumo a las 10:00 de 19,41 kW, mientras que el jueves presenta un perfil considerablemente más bajo en todos los horarios.

En cuanto a los fines de semana, el sábado mantiene un consumo moderado y estable entre 09:00 y 17:00, sugiriendo el uso de espacios específicos o cargas permanentes. El domingo presenta un perfil más plano, pero con valores medios levemente superiores al resto de los días. En general, la semana se caracteriza por un uso moderado y sin grandes peak, confirmando una actividad parcial o muy reducida.

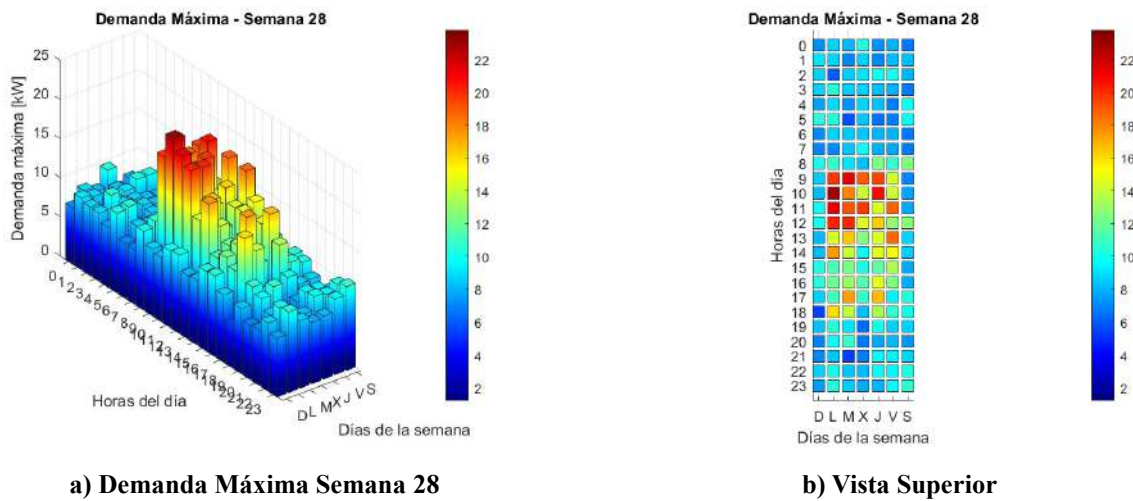


Fig. 5.26 Consumo Semana 28. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

Durante la semana 28, se observan altos niveles de consumo en los días hábiles, especialmente martes, miércoles y jueves. El consumo comienza a elevarse cerca de las 07:00 h, alcanzando su punto máximo entre las 09:00 y 13:00, con un peak destacado el martes a las 10:00 de 22,90 kW y el miércoles a la misma hora de 17,96 kW. Estos valores son consistentes con actividades académicas intensas, posiblemente relacionadas con cierre de semestre o exámenes.

En la noche y madrugada, el consumo se mantiene en valores medios, lo que sugiere presencia de carga base significativa. El sábado muestra un perfil atenuado, pero con un leve aumento matutino, mientras que el domingo presenta un consumo estable, con algunas horas (como las 08:00 y 12:00 h) con valores comparables a días hábiles. En conjunto, esta semana corresponde a un fin de semestre con alta actividad, evidenciado por una curva de carga intensa durante los días de semana.

Este patrón sugiere oportunidades de mejora en la gestión de consumos fuera del horario hábil, especialmente durante las noches y fines de semana, mediante estrategias de automatización y control de cargas no críticas.

5.2.6 Biblioteca Central Antonio Moreno

La Biblioteca constituye uno de los espacios con mayor flujo de ocupación dentro del Campus Universitario, operando con horarios extendidos que superan la jornada académica tradicional. Su infraestructura está diseñada para atender diversas necesidades estudiantiles y académicas, integrando tanto servicios de consulta como zonas de permanencia prolongada.

En su interior se disponen espacios comunes de libre acceso, sectores de uso de computadores, áreas habilitadas para la realización de actividades grupales y salas destinadas al estudio individual en silencio. Esta diversidad funcional conlleva una ocupación intensiva y continua, especialmente durante periodos de evaluación, lo que se refleja directamente en los patrones de consumo energético, particularmente en iluminación, climatización y equipos de Tecnologías de Información (TI).

El uso simultáneo de múltiples zonas, junto con la rotación constante de usuarios, requiere el funcionamiento sostenido de diversos sistemas de soporte, lo que convierte a la biblioteca en un punto crítico desde la perspectiva de la gestión energética.

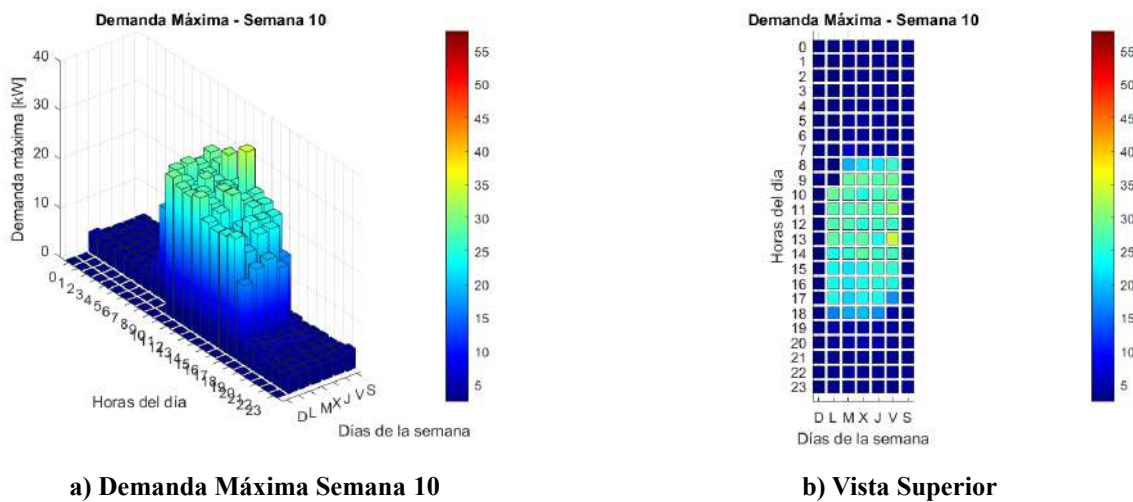


Fig. 5.27 Consumo Semana 10. Biblioteca Central.

Durante esta semana inicial del semestre se observa un consumo mínimo durante las horas de la madrugada. A partir del martes, el consumo crece significativamente desde las 08:00, alcanzando valores elevados en el bloque entre las 09:00 y 13:00 horas, con máximos que superan los 30 kW,

especialmente en viernes. Posteriormente, el consumo comienza a descender desde las 14:00, aunque se mantiene activo hasta cerca de las 18:00. Después de esa hora, los valores caen a niveles mínimos, similares a los de la madrugada. Los días sábado presentan actividad muy limitada, concentrada en horario diurno.

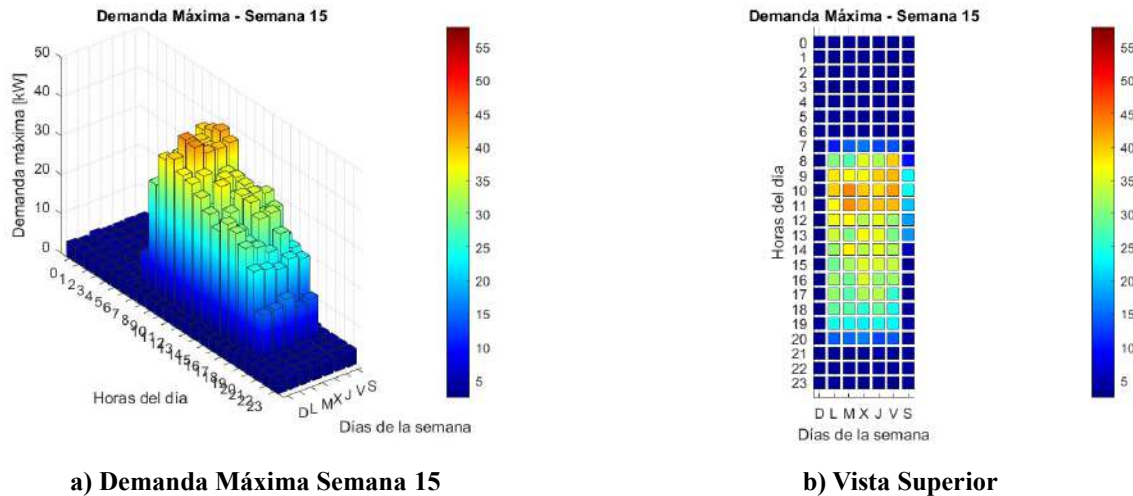


Fig. 5.28 Consumo Semana 15. Biblioteca Central.

En la semana 15, el patrón horario es más marcado, con un aumento notorio en los consumos desde las 07:00, destacando un fuerte salto a partir del lunes, con máximos superiores a los 40 kW entre martes y viernes, especialmente entre las 08:00 y 14:00. Se identifica una franja de alta demanda entre las 09:00 y 13:00, con valores sostenidos por sobre los 30 kW, incluso los sábados. Los consumos nocturnos y de madrugada se mantienen constantes, entre 3,5 y 4 kW, lo que indica una base de consumo probablemente atribuible a equipos en espera o servicios mínimos.

La semana 21 muestra un patrón de funcionamiento regular durante toda la semana. Los días hábiles registran un alza de consumo a partir de las 07:00, con un peak notable entre miércoles y viernes, donde se alcanzan consumos sobre los 45 kW entre las 09:00 y las 12:00. El miércoles destaca como el de mayor demanda, sugiriendo un evento o actividad puntual. El fin de semana presenta una caída significativa, aunque el sábado mantiene cierta actividad en la mañana. Durante la noche y madrugada, los consumos bajan a valores entre 3,2 y 3,5 kW, lo que indica una operación reducida.

Durante la semana 24, los consumos son considerablemente altos de lunes a jueves, con peak que superan los 50 kW desde las 09:00 hasta las 12:00, lo cual se asocia con un funcionamiento intensivo. El viernes y sábado muestran una marcada disminución en la actividad, con valores por debajo de los 10 kW, en línea con una posible suspensión parcial. A pesar de ello, se observa una base

de consumo constante durante toda la noche y madrugada en torno a los 3,5 kW, reflejando servicios de baja demanda operativos en esos horarios.

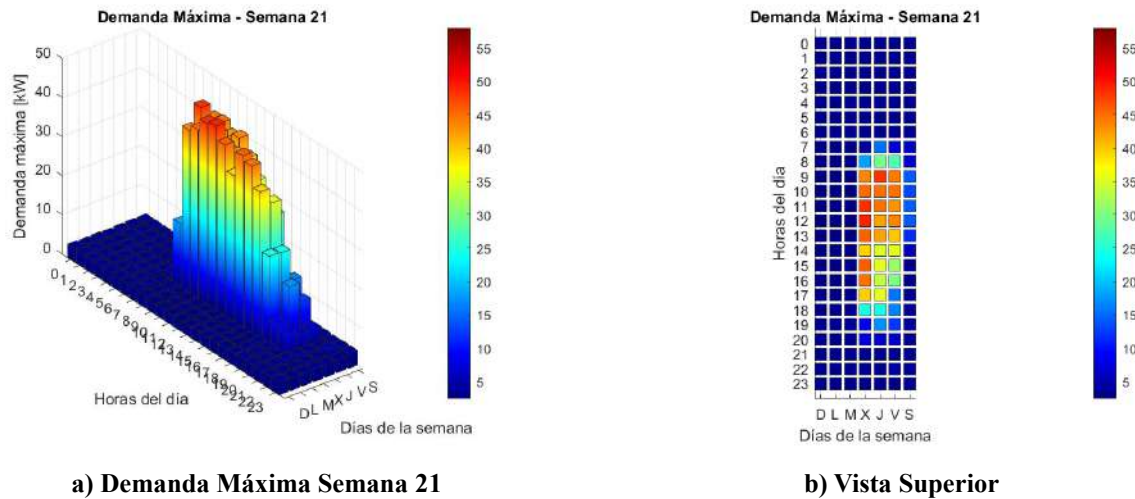


Fig. 5.29 Consumo Semana 21. Biblioteca Central.

Por último, la semana 28 destaca por sus altos valores de consumo entre lunes y viernes, con peak que llegan a 57 kW, especialmente durante la mañana (09:00 a 12:00), lo que indica una operación a plena capacidad. Sin embargo, desde el jueves por la tarde y durante el fin de semana, los consumos disminuyen progresivamente, sugiriendo una reducción en la actividad por cierre de semestre o inicio de receso. Nuevamente, el patrón nocturno se mantiene con consumos base entre 3,5 y 4 kW, confirmando el comportamiento típico fuera del horario lectivo.

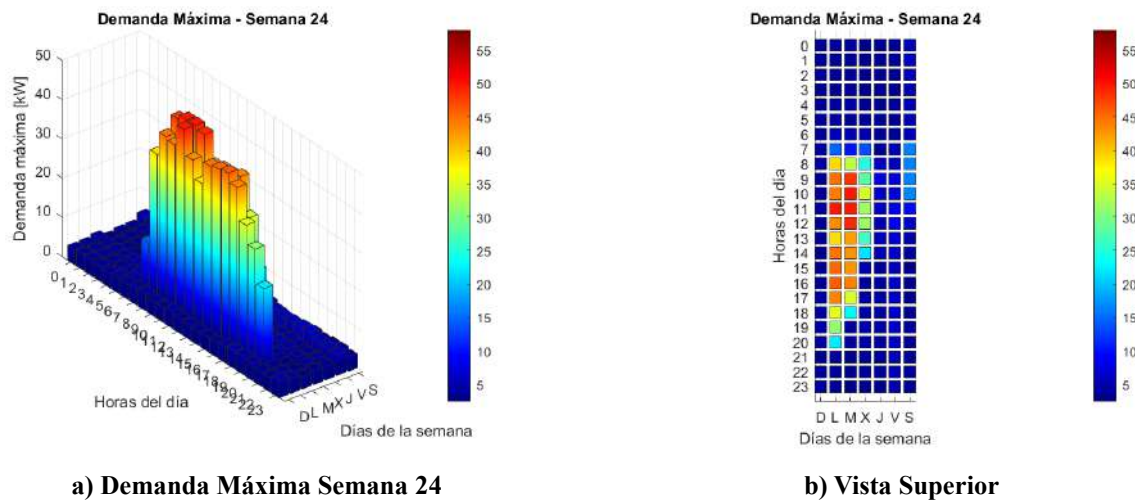


Fig. 5.30 Consumo Semana 24. Biblioteca Central.

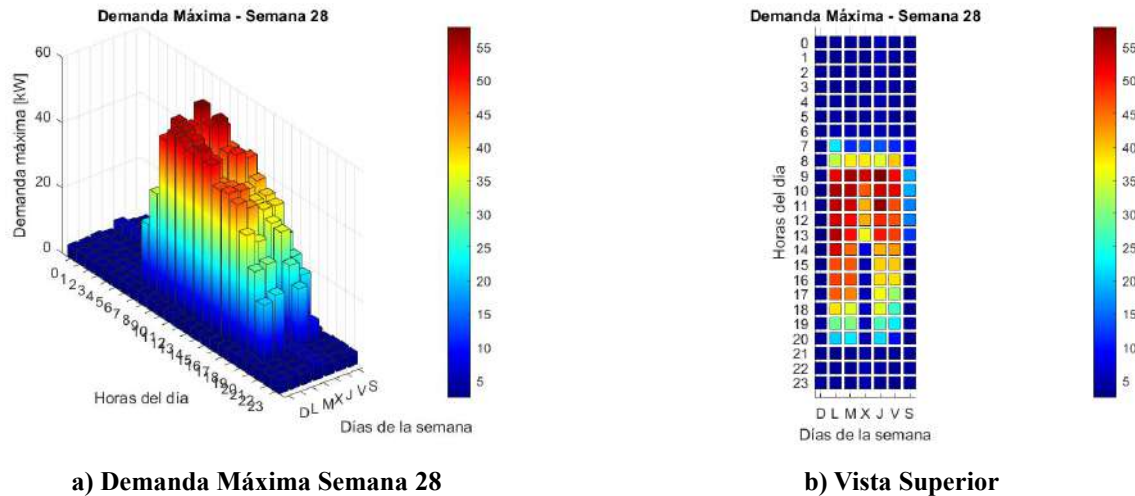


Fig. 5.31 Consumo Semana 28. Biblioteca Central.

5.2.7 Alumbrado Publico

El sistema de Alumbrado Público del campus Universitario abarca únicamente ciertos sectores específicos, y no la totalidad del recinto. Este sistema está conformado principalmente por luminarias instaladas en áreas exteriores como caminos peatonales, accesos vehiculares y espacios comunes delimitados. Su operación se encuentra generalmente automatizada mediante temporizadores o sensores crepusculares, activándose durante el anochecer y manteniéndose en funcionamiento hasta el amanecer. Debido a su cobertura parcial, el consumo energético asociado al alumbrado público representa solo una fracción del total del campus, aunque su presencia debe considerarse en la evaluación general de cargas permanentes durante el horario nocturno.

El sistema de Alumbrado Público del campus presenta un patrón de consumo que refleja su funcionamiento principalmente en horario nocturno, con una variación progresiva a lo largo del semestre evaluado.

Para la semana 10 el consumo es intermitente y bajo en los primeros días, lo que puede estar asociado a la instalación del SMI. Desde el martes al sábado se evidencia un encendido sistemático entre las 00:00 y las 07:00, con potencias promedio entre 2,7 y 2,8 kW, lo que sugiere activación automatizada por horario. El resto del día mantiene consumos mínimos, propios de sensores o equipos en espera.

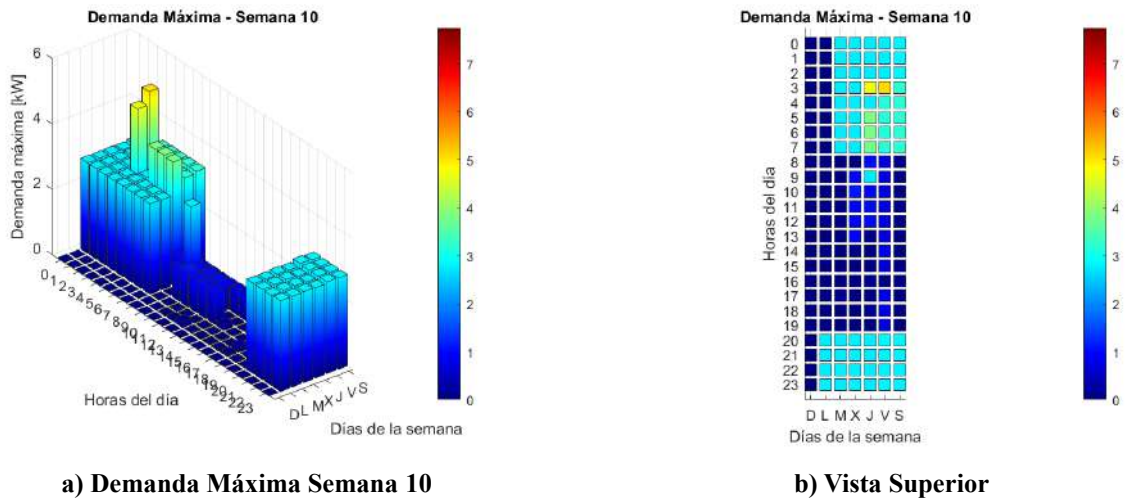


Fig. 5.32 Consumo Semana 10. Alumbrado Público.

En la semana 15 se observa una regularización en el encendido, con mayor consistencia en todos los días. El consumo nocturno se mantiene alrededor de 3,1 kW, con ligeras variaciones. Se identifican algunos consumos vespertinos y al amanecer, posiblemente relacionados con el uso extendido de la iluminación por baja luminosidad ambiental.

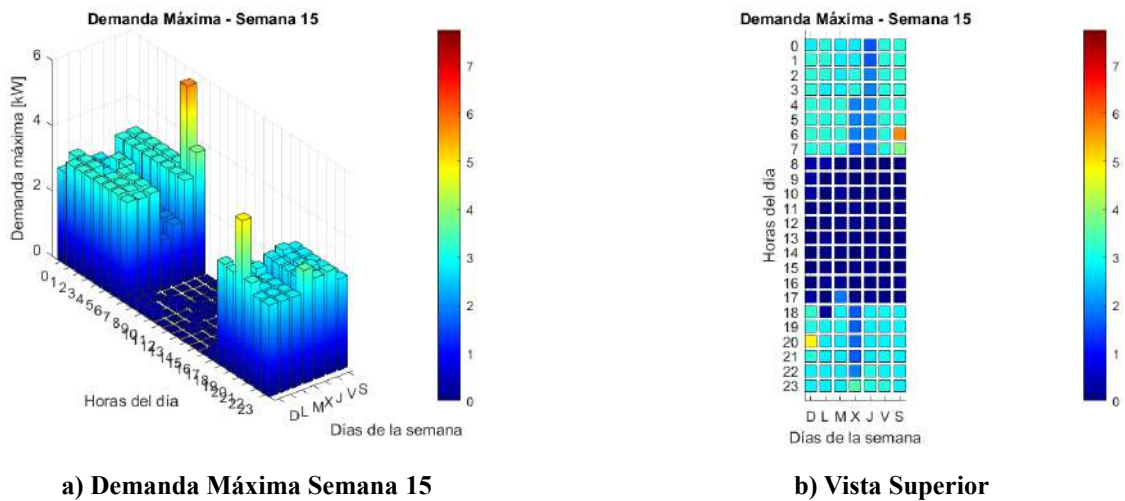


Fig. 5.33 Consumo Semana 15. Alumbrado Público.

En la semana 21 hay un aumento generalizado en los valores de consumo nocturno, alcanzando en algunos días más de 5 kW. Esto podría responder a un incremento del parque de luminarias en uso o a mayor actividad dentro del campus. También se aprecia un ligero incremento de consumo diurno, aunque sigue siendo bajo, lo que puede reflejar luces activadas en zonas oscuras o de paso frecuente.

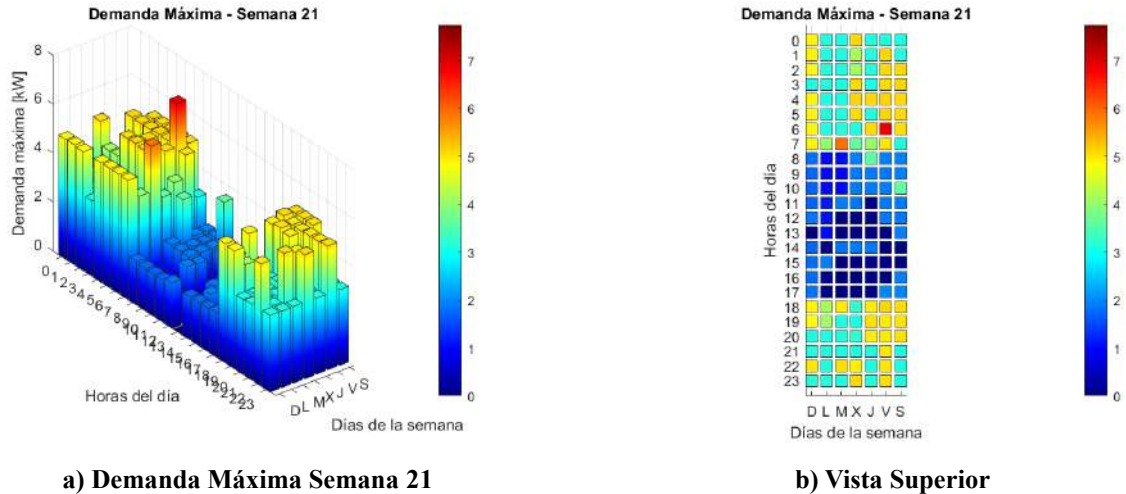


Fig. 5.34 Consumo Semana 21. Alumbrado Público.

Se consolida un comportamiento de alto consumo nocturno, con valores estables en torno a 5,1 kW durante la madrugada, lo cual indica pleno funcionamiento del sistema durante la semana 24. A diferencia de semanas anteriores, se detecta un leve repunte en las horas diurnas, lo que puede estar relacionado con desajustes en los temporizadores, la operación manual en ciertos sectores o bien con el hecho de que el sistema de alumbrado público también esté vinculado al suministro eléctrico de las casetas de vigilancia distribuidas en el campus

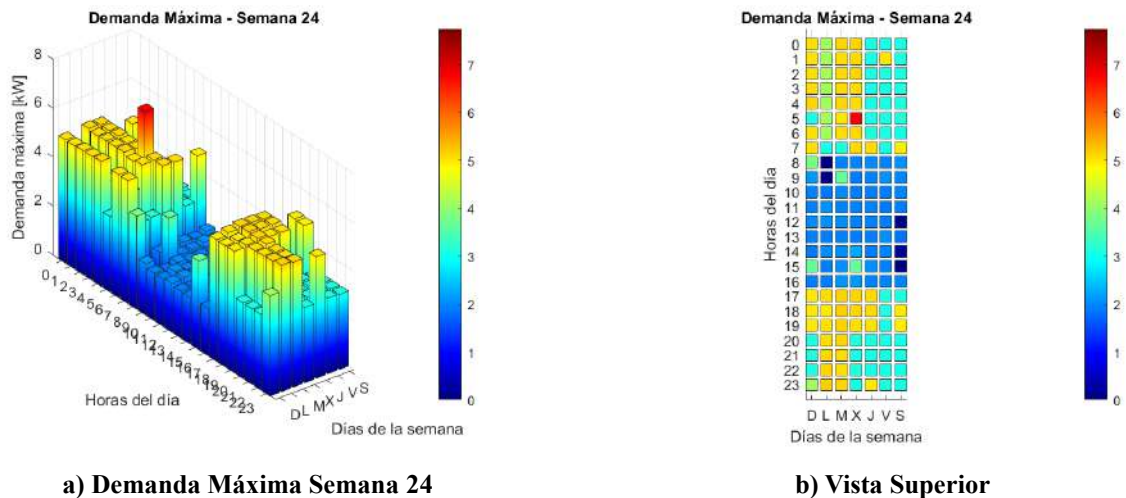


Fig. 5.35 Consumo Semana 24. Alumbrado Público.

En la semana 28 se alcanza el máximo nivel de operación, con potencias cercanas a 5,1 kW de forma constante durante toda la noche en todos los días. El patrón es muy regular, lo que sugiere que el sistema está completamente automatizado y funcionando a plena capacidad. Aún se identifican consumos residuales durante el día, aunque sin representar una carga significativa.

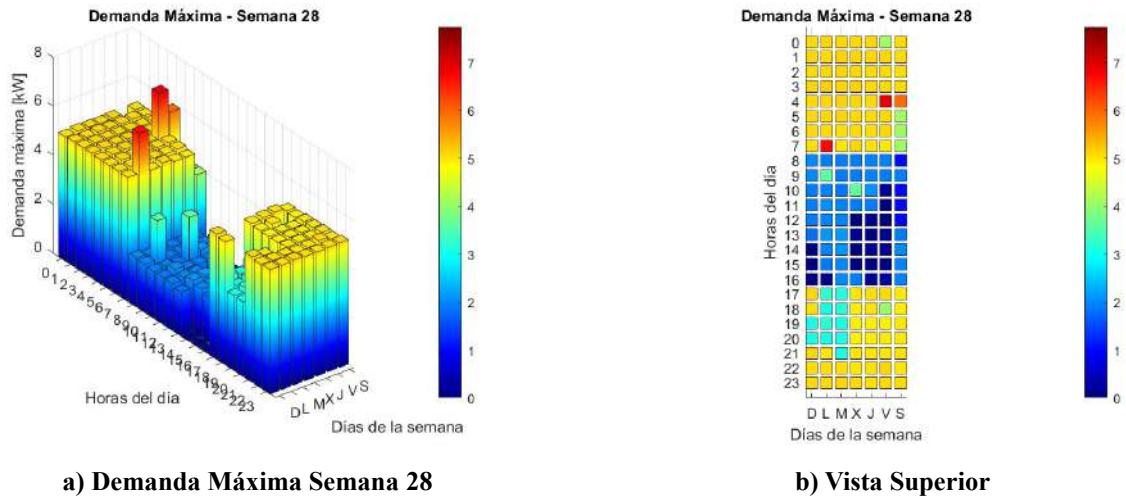


Fig. 5.36 Consumo Semana 28. Alumbrado Público.

Al analizar el comportamiento del sistema de alumbrado público durante el semestre, se observa que en la semana 10 (correspondiente al mes de marzo) el encendido del sistema ocurre principalmente a partir de las 20:00 horas, manteniéndose activo durante la madrugada con valores estables cercanos a los 2,7 kW. Sin embargo, a partir del mes de abril (representado por la semana 15) se detecta un adelanto en los horarios de encendido, con registros de consumo desde las 18:00 horas, tendencia que se intensifica en las semanas posteriores (21, 24 y 28). Este cambio en el patrón horario coincide con la transición al horario de invierno y la disminución progresiva de horas de luz natural, lo que obliga al sistema a operar durante un mayor número de horas para mantener la iluminación del campus. La variación estacional influye directamente en la demanda energética del sistema, especialmente en los tramos vespertinos y matutinos, reflejando una adaptación a las condiciones de luminosidad ambiental.

5.2.8 Gimnasio

El medidor identificado como “Gimnasio” abastece un conjunto de instalaciones ubicadas en el sector, entre las cuales se incluye el recinto deportivo principal y otras dependencias anexas. Debido a esta configuración, los registros de consumo asociados a este medidor no corresponden exclusivamente al uso del gimnasio, sino que reflejan el comportamiento energético de un grupo más amplio de espacios más la incorporación de la energía generada por la Microred.

Por lo tanto, el análisis de los consumos en este apartado se realiza considerando el conjunto de cargas conectadas, lo que implica una interpretación global del comportamiento energético asociado a esta zona del campus.

Se observa que durante los días de baja ocupación o en jornadas no hábiles, la curva de demanda del gimnasio presenta valores reducidos e incluso negativos. Este comportamiento se asocia a la conexión del recinto a la microred del campus, la cual genera energía a través de sistemas locales fotovoltaicos. En estos períodos, la energía generada puede superar el consumo instantáneo de las cargas del gimnasio, provocando un flujo de energía inverso hacia la red interna. En contraste, durante los días hábiles no se aprecia visualmente un descenso marcado en la demanda; sin embargo, sí se identifica una disminución relativa del consumo base, atribuible al aporte energético de la microred que compensa parcialmente la demanda eléctrica del recinto.

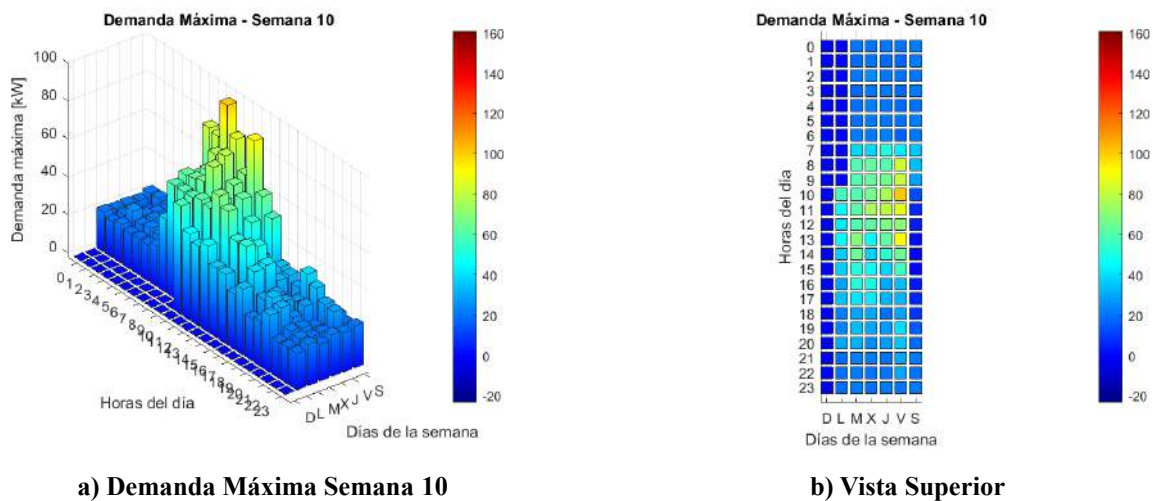


Fig. 5.37 Consumo Semana 10. Gimnasio.

Durante la semana 10, el consumo energético del gimnasio presenta una curva moderada de operación. Se aprecia un uso nocturno entre 00:00 y 06:00 con valores en torno a 18 y 22 kW, lo que sugiere la operación de equipos en modo de espera, iluminación exterior o actividades limitadas. A partir de las 07:00 se observa un incremento significativo, alcanzando un peak entre 08:00 y 13:00, con valores entre 59 y 100 kW, lo que se relaciona con el horario principal de funcionamiento. Durante las tardes, el consumo decae paulatinamente, aunque se mantiene cierta actividad hasta las 22:00 horas. Los viernes y sábado presentan los mayores valores promedio, lo que podría coincidir con una mayor demanda de actividades deportivas.

En la semana 15 se observa un aumento generalizado en los niveles de consumo diario respecto a la semana 10. A lo largo del día, desde las 07:00 hasta las 18:00, se presentan registros de alta demanda, superando los 100 kW entre 08:00 y 13:00 h, lo cual sugiere un uso intensivo de las instalaciones, posiblemente por mayor ocupación dentro del medio día por las distintas cargas asociadas al medidor. A diferencia de semanas anteriores, también se detecta una leve alza en el

consumo nocturno, donde los valores fluctúan entre 20 y 25 kW, lo que podría atribuirse al uso de un mayor número de cargas conectadas. Las tardes también muestran una caída más lenta en la demanda, con consumos entre 40 y 60 kW hasta pasadas las 20:00 horas.

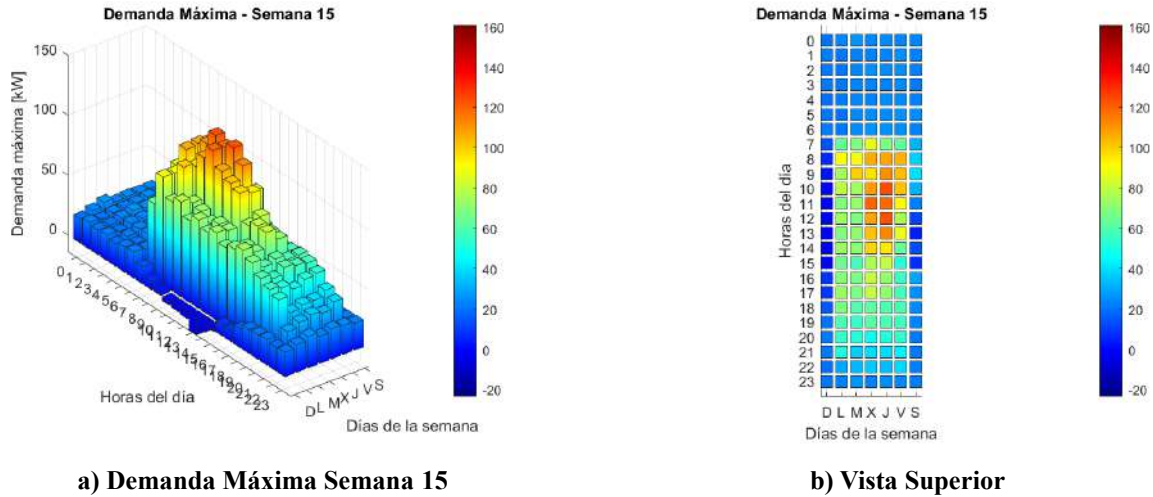


Fig. 5.38 Consumo Semana 15. Gimnasio.

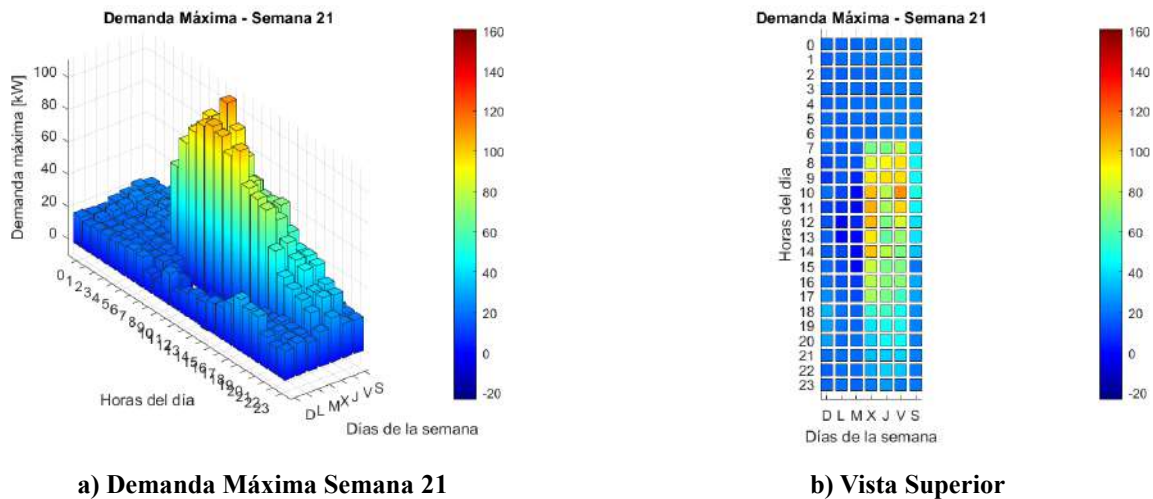


Fig. 5.39 Consumo Semana 21. Gimnasio.

Durante la semana 21, el perfil de consumo muestra una operación sostenida y continua del recinto. Se registran valores nocturnos entre 16 y 24 kW, similares a la semana anterior, lo que indica cargas conectadas permanentes o en operación continua. En el horario matutino de 07:00 a 13:00 horas, se mantiene una alta demanda, aunque con mayor variabilidad entre los días, destacando miércoles, jueves y viernes, que alcanzan valores superiores a 100 kW. Por otro lado, comienzan a observarse días con valores negativos o significativamente bajos durante ciertos tramos. El comportamiento vespertino tiende a estabilizarse entre 40 y 60 kW hasta las 20:00 horas.

La semana 24 refleja una intensificación del uso energético, con valores más elevados tanto en la madrugada como en el horario punta. Durante las primeras horas del día (00:00 a 06:00 h), los registros oscilan entre 22 y 28 kW, evidenciando un uso sostenido de cargas permanentes. A partir de las 07:00 h, se presentan consumos que superan los 100 kW, especialmente entre lunes y miércoles. El peak se concentra entre las 08:00 y 12:00 h, con un consumo que llega a los 149,5 kW, lo que representa el valor más alto registrado en las semanas comparadas. El descenso vespertino es más progresivo, con cargas aún altas entre 60 y 80 kW hasta las 18:00 horas, y manteniéndose en torno a 30 y 40 kW hasta las 22:00 horas. Esto evidencia una alta actividad continua en el recinto.

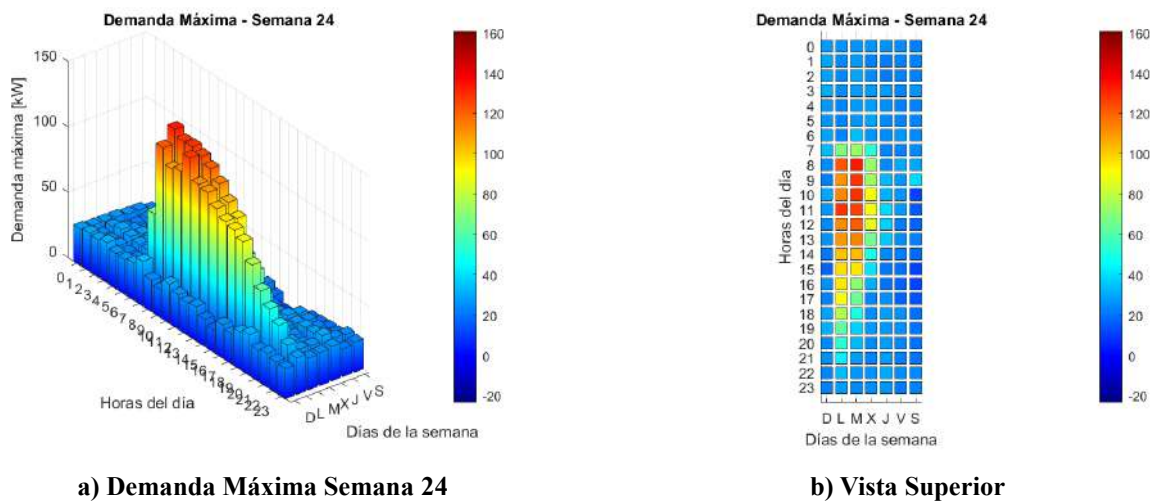


Fig. 5.40 Consumo Semana 24. Gimnasio.

En la semana 28, el patrón de consumo se mantiene elevado, aunque con cierta estabilización respecto a la semana 24. Durante la madrugada, se registran valores entre 20 y 25 kW. En la franja horaria de 07:00 a 13:00, los consumos son altos, alcanzando peak por sobre los 130 kW (martes y miércoles). Cabe destacar que esta semana presenta un uso más parejo entre días, lo que podría indicar una programación homogénea de actividades o una etapa del semestre con alta concurrencia. Por la tarde, el consumo desciende, pero aún se mantienen valores cercanos a los 60 kW hasta las 18:00, con una baja más pronunciada hacia las 21:00 y 23:00 horas. Este comportamiento refleja el uso intensivo de las instalaciones, probablemente por el cierre de actividades académicas.

Es importante destacar que el gimnasio no opera de forma aislada, sino que comparte su sistema de alimentación eléctrica con otras dependencias dentro del campus, como la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, el Casino Central, el gimnasio como tal, La Microred, entre otros. En este contexto, los valores negativos de demanda observados en algunos tramos horarios no corresponden a una disminución real del consumo, sino que están asociados al comportamiento de la

Microred del campus, la cual puede generar excedentes en determinados momentos del día. Estos excedentes, producto de la generación fotovoltaica local, son registrados como inyecciones de energía al sistema, lo que explica los valores negativos en la curva de demanda del gimnasio.

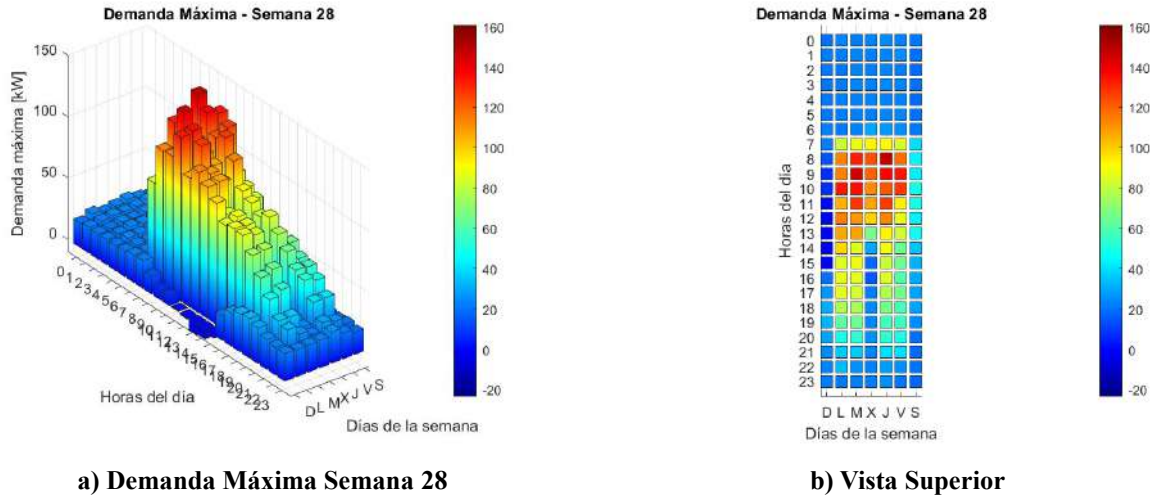


Fig. 5.41 Consumo Semana 28. Gimnasio.

5.2.9 Consumo Residual

Como se observa en los gráficos de demanda máxima, existe un consumo residual o base que persiste incluso durante los horarios de no ocupación de los edificios. Este comportamiento sugiere la presencia de cargas conectadas de forma continua, como sistemas de respaldo, equipos en espera o iluminación de seguridad.

Para su estimación, se definieron franjas horarias representativas de baja actividad: en el caso de los edificios, se consideró el periodo comprendido entre las 20:00 y las 07:00 horas; mientras que, para el sistema de Alumbrado Público, se utilizó el horario inverso, es decir, de 08:00 a 19:00 horas.

Considerando la estructura tarifaria eléctrica BT4.3, se procedió a calcular dicho consumo residual, estimando su impacto económico en función de la demanda registrada en esos periodos. Posteriormente, este consumo base fue comparado con el consumo total mensual de la instalación, determinando el porcentaje que representa respecto al total consumido.

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas, donde se detallan los valores correspondientes a los cinco meses evaluados para cada instalación.

Tabla 5-1 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Ingeniería.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Procentaje
Facultad de Ingeniería	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	2377,23	21,27	\$ 220.189	\$ 31.270	\$ 1.359	\$ 252.818	\$ 300.853	\$ 996.956	30%
Abril	2728,24	26,03	\$ 252.701	\$ 38.277	\$ 1.359	\$ 292.337	\$ 347.881	\$ 1.746.436	20%
Mayo	3139,42	34,95	\$ 290.786	\$ 51.400	\$ 1.359	\$ 343.544	\$ 408.818	\$ 1.880.834	22%
Junio	2888,72	31,06	\$ 267.565	\$ 45.678	\$ 1.359	\$ 314.602	\$ 374.376	\$ 1.724.679	22%
Julio	3211,88	28,4	\$ 297.498	\$ 41.764	\$ 1.359	\$ 340.620	\$ 405.338	\$ 2.422.470	17%

El consumo base de la Facultad de Ingeniería presente en la Tabla 5-1 varió entre 2.377 kWh y 3.211 kWh, con un promedio de 2.869,9 kWh/mes, manteniéndose relativamente constante. El costo promedio fue de \$ 265.747, representando un 22,2 % del total facturado, con una variación mensual del 17 al 30 %. La demanda máxima creció de marzo (21,27 kW) a mayo (34,95 kW), indicando un patrón de actividad creciente, aunque sin una relación directa con el consumo residual.

Tabla 5-2 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Ciencias.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Procentaje
Facultad de Ciencias	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	2334,91	12,89	\$ 216.269	\$ 18.956	\$ 1.359	\$ 236.584	\$ 281.535	\$ 817.994	34%
Abril	2817,87	12,96	\$ 261.002	\$ 19.064	\$ 1.359	\$ 281.425	\$ 334.896	\$ 1.319.041	25%
Mayo	2886,95	14,14	\$ 267.401	\$ 20.793	\$ 1.359	\$ 289.553	\$ 344.568	\$ 1.310.551	26%
Junio	2538,55	13,79	\$ 235.130	\$ 20.272	\$ 1.359	\$ 256.762	\$ 305.546	\$ 1.170.701	26%
Julio	2600,49	13,49	\$ 240.868	\$ 19.831	\$ 1.359	\$ 262.058	\$ 311.849	\$ 1.527.378	20%

El consumo residual correspondiente a la Facultad de Ciencias (Tabla 5-2) se mantiene entre 2.334 kWh y 2.886 kWh, con un promedio de 2.635,7 kWh/mes. El cargo energético promedio fue de \$ 244.334, representando el 26,2 % del total mensual facturado, el valor más alto porcentualmente entre todas las unidades. La demanda máxima varía poco (12,89–14,14 kW), lo que indica que la base representa una parte sustancial del total incluso en momentos de baja actividad.

Tabla 5-3 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Medicina.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Procentaje
Facultad de Medicina	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	3863,51	33,78	\$ 357.854	\$ 49.675	\$ 1.359	\$ 408.887	\$ 486.576	\$ 1.485.404	33%
Abril	4602,76	45,98	\$ 426.326	\$ 67.615	\$ 1.359	\$ 495.300	\$ 589.407	\$ 2.658.809	22%
Mayo	5453,71	49,49	\$ 505.145	\$ 72.774	\$ 1.359	\$ 579.277	\$ 689.340	\$ 3.304.134	21%
Junio	5353,48	57,53	\$ 495.861	\$ 84.595	\$ 1.359	\$ 581.815	\$ 692.359	\$ 3.087.406	22%
Julio	4911,18	43,18	\$ 454.893	\$ 63.495	\$ 1.359	\$ 519.747	\$ 618.499	\$ 4.207.956	15%

El consumo residual registrado por la Facultad de Medicina aumentó de marzo (3.863 kWh) a mayo (5.453 kWh) y luego decreció ligeramente en julio (4.911 kWh), con una media de 4.836,6 kWh/mes, el que se aprecia en la Tabla 5-3. El cargo energético promedio fue de \$ 467.015, y su peso porcentual respecto al total facturado fue de 22,6 %, con un valor máximo en marzo (33 %) y mínimo en julio (15 %). La demanda máxima mensual creció de forma sostenida (de 33,78 a 57,53 kW), lo que refleja mayor actividad en los meses intermedios.

Tabla 5-4 Cobro Mensual del Consumo Residual. Facultad de Comunicación, Historia y Cs.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Porcentaje
Facultad Comunicación, Historia y Cs.	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	1015,25	22,05	\$ 94.036	\$ 32.425	\$ 1.359	\$ 127.820	\$ 152.106	\$ 606.788	25%
Abril	1218,95	2151	\$ 112.904	\$ 31.630	\$ 1.359	\$ 145.893	\$ 173.613	\$ 1.157.371	15%
Mayo	1669,67	21,86	\$ 154.652	\$ 32.139	\$ 1.359	\$ 188.150	\$ 223.898	\$ 1.352.431	17%
Junio	1564,79	21,66	\$ 144.937	\$ 31.851	\$ 1.359	\$ 178.147	\$ 211.995	\$ 1.295.913	16%
Julio	1470,92	22,57	\$ 136.242	\$ 33.182	\$ 1.359	\$ 170.783	\$ 203.232	\$ 1.733.168	12%

Durante el periodo marzo a julio, el consumo residual mensual osciló entre 1.015 kWh y 1.669 kWh en el edificio Teresa de Ávila (Tabla 5-4), con un promedio de 1.388,3 kWh/mes. El cargo promedio por energía residual fue de \$ 128.954, representando en promedio un 17 % del total facturado mensual. El valor máximo se registró en marzo (25 %), y el mínimo en julio (12 %), evidenciando una tendencia decreciente en su participación relativa. La demanda máxima se mantuvo estable (aprox. 22 kW).

Tabla 5-5 Cobro Mensual del Consumo Residual. Edificio Mecanica de Suelos y Acuicultura.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Porcentaje
Acuicultura	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	1754,25	10	\$ 162.486	\$ 14.709	\$ 1.359	\$ 178.554	\$ 212.480	\$ 594.706	36%
Abril	2152,32	11,2	\$ 199.357	\$ 16.470	\$ 1.359	\$ 217.185	\$ 258.450	\$ 933.187	28%
Mayo	2333,99	12,21	\$ 216.184	\$ 17.958	\$ 1.359	\$ 235.500	\$ 280.245	\$ 1.089.122	26%
Junio	2072,41	12,22	\$ 191.955	\$ 17.967	\$ 1.359	\$ 211.280	\$ 251.424	\$ 1.012.453	25%
Julio	2278,21	12,16	\$ 211.017	\$ 17.880	\$ 1.359	\$ 230.255	\$ 274.004	\$ 1.410.309	19%

El consumo residual de la instalación de Acuicultura aumenta de marzo a mayo y luego se estabiliza, con un rango de 1.754 a 2.333 kWh, promedio de 2.098,6 kWh/mes. El cargo promedio asciende a \$ 196.600, con una relación del 26,8 % respecto al total facturado, solo comparable a la Facultad de Ciencias. La demanda máxima crece ligeramente de 10 a 12,22 kW, manteniéndose muy baja como se puede apreciar en la Tabla 5-5.

Tabla 5-6 Cobro Mensual del Consumo Residual. Biblioteca Central.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Porcentaje
Biblioteca	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	1267,35	22,84	\$ 117.387	\$ 33.580	\$ 1.359	\$ 152.326	\$ 181.268	\$ 1.069.938	17%
Abril	1528,46	23,23	\$ 141.573	\$ 34.164	\$ 1.359	\$ 177.096	\$ 210.744	\$ 2.123.557	10%
Mayo	1485,57	22,55	\$ 137.599	\$ 33.160	\$ 1.359	\$ 172.118	\$ 204.820	\$ 2.218.271	9%
Junio	1564,62	23,35	\$ 144.922	\$ 34.341	\$ 1.359	\$ 180.621	\$ 214.939	\$ 2.031.737	11%
Julio	1525,26	24,86	\$ 141.276	\$ 36.551	\$ 1.359	\$ 179.186	\$ 213.231	\$ 2.743.009	8%

La Biblioteca (Tabla 5-6) presenta consumos estables entre 1.267 y 1.564 kWh, y un promedio de 1.464,65 kWh/mes, la biblioteca presenta el menor porcentaje de consumo residual del grupo: 11 % en promedio. Los cargos asociados rondan los \$ 136.951, y las variaciones mensuales en el porcentaje son menores a 10 puntos (8 a 17 %).

Tabla 5-7 Cobro Mensual del Consumo Residual. Alumbrado Publico.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Porcentaje
Alumbrado Publico	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	120,74	5,09	\$ 11.183	\$ 7.489	\$ 1.359	\$ 20.032	\$ 23.838	\$ 139.684	17%
Abril	168,14	4,83	\$ 15.574	\$ 7.100	\$ 1.359	\$ 24.033	\$ 28.599	\$ 234.248	12%
Mayo	456,99	6,33	\$ 42.329	\$ 9.308	\$ 1.359	\$ 52.996	\$ 63.065	\$ 327.493	19%
Junio	598,56	5,33	\$ 55.441	\$ 7.832	\$ 1.359	\$ 64.632	\$ 76.912	\$ 358.843	21%
Julio	595,98	7,74	\$ 55.202	\$ 11.380	\$ 1.359	\$ 67.941	\$ 80.850	\$ 523.143	15%

Como se muestra en la Tabla 5-7, el sistema de Alumbrado Público presenta el menor consumo absoluto (120 a 598 kWh), éste mantiene un promedio mensual de 387,3 kWh, con cargos cercanos a \$ 35.000. Aun así, representa un 16,8 % del total facturado. El alza significativa de mayo a julio (456 a 596 kWh) se alinea con la reducción de horas de luz natural en invierno.

Tabla 5-8 Cobro Mensual del Consumo Residual. Gimnasio.

Instalación	Cobro Energía Residual							Cobro Facturado	Porcentaje
Gimnasio	Energía total (kWh)	Demanda máxima (kW)	Cargo energía (CLP)	Cargo demanda (CLP)	Cargo fijo (CLP)	Subtotal (CLP)	Total con IVA (CLP)	Total Facturado ENERLINK	Variación
Marzo	7588,17	71,94	\$ 702.847	\$ 105.794	\$ 1.359	\$ 105.794	\$ 963.900	\$ 2.981.796	32%
Abril	9636,23	87,23	\$ 892.546	\$ 128.269	\$ 1.359	\$ 1.022.174	\$ 1.216.387	\$ 5.723.260	21%
Mayo	9797,22	112,63	\$ 907.458	\$ 165.624	\$ 1.359	\$ 1.074.441	\$ 1.278.585	\$ 5.991.380	21%
Junio	9651,59	95,54	\$ 893.969	\$ 140.490	\$ 1.359	\$ 1.035.818	\$ 1.232.624	\$ 5.645.102	22%
Julio	8624,2	92,84	\$ 798.808	\$ 136.524	\$ 1.359	\$ 936.691	\$ 1.114.662	\$ 7.238.143	15%

El gimnasio presenta el consumo residual absoluto más alto del conjunto, alcanzando valores entre 7.588 kWh y 9.797 kWh, con una media de 9.059,48 kWh/mes. El cargo promedio asciende a \$ 859.925, y representa un 22,2 % del total mensual facturado. La demanda máxima se eleva

significativamente de marzo (71,94 kW) a mayo (112,63 kW), lo que se puede observar en la Tabla 5-8.

En la Fig. 5.42 se representa gráficamente el consumo residual mensual de cada instalación evaluada durante el periodo de marzo a julio. Esta visualización permite observar de forma comparativa el volumen absoluto de consumo fuera del horario de ocupación en cada dependencia, así como las diferencias significativas entre instalaciones.

Se aprecia que el Gimnasio presenta el mayor consumo residual en términos absolutos, superando los 9.000 kWh mensuales, seguido por la Facultad de Medicina y la Facultad de Ingeniería. Por otro lado, instalaciones como la Biblioteca y el Sistema de Alumbrado Público muestran valores considerablemente menores, evidenciando un mejor control del consumo energético en horario no productivo.

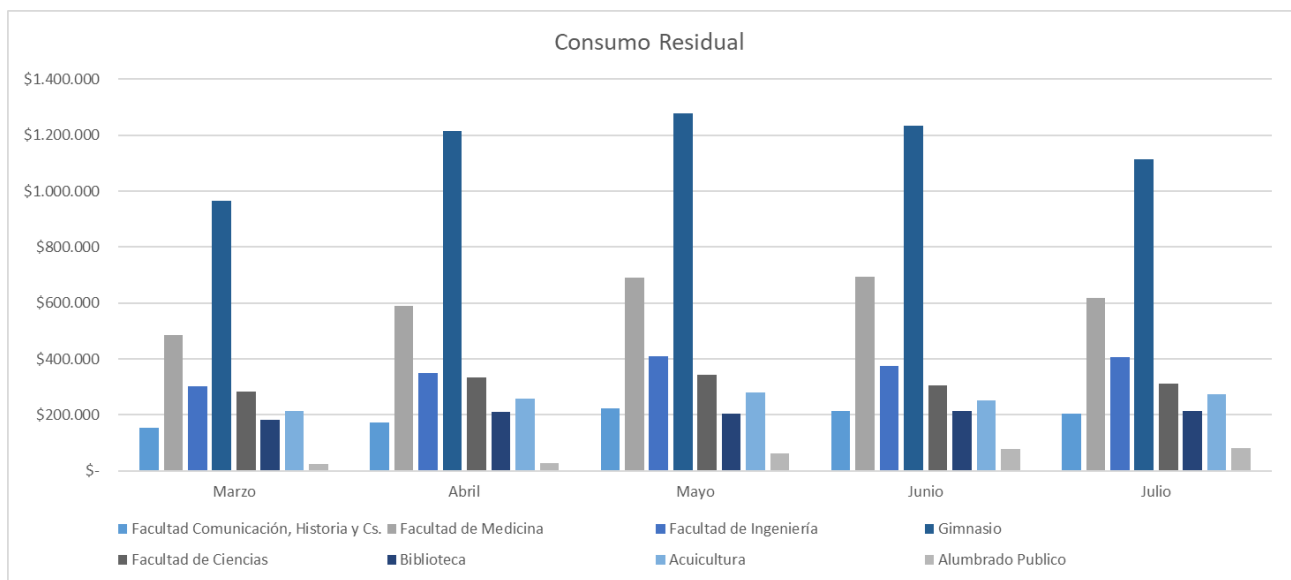


Fig. 5.42 Consumo Residual de cada Instalación para los meses de Análisis.

Esta comparación pone en evidencia tanto las instalaciones con mayor potencial de mejora, como aquellas que podrían servir de referencia en eficiencia operativa, y sustenta las recomendaciones planteadas en este informe.

5.3 Evaluación Gimnasio

Durante la etapa de diagnóstico energético, se constató que el medidor identificado como “Gimnasio” no está exclusivamente asociado a dicha instalación, sino que registra el consumo conjunto de diversas cargas ubicadas en otras dependencias del campus. Esta condición limita la representatividad de los datos para evaluar de forma precisa el comportamiento energético del gimnasio como unidad funcional independiente.

La presencia de múltiples dependencias con diversas funciones y demandas energéticas bajo un mismo punto de medición explica en gran medida el alto consumo mensual registrado por este medidor, en comparación con el resto de los edificios analizados. Este hallazgo permite comprender que el medidor identificado como "Gimnasio" en la plataforma ENERLINK, en realidad representa una zona crítica en términos de concentración de carga, lo cual justifica su comportamiento energético elevado y variable. Esta información es relevante para futuras decisiones de gestión energética, como la redistribución de cargas, la instalación de medidores secundarios o la priorización de intervenciones de eficiencia en sectores con mayor impacto.

Ante esta situación, se procedió a la instalación de equipos medidores de energía en tres cargas específicas de mayor interés operativo y analítico: el Gimnasio propiamente tal, la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA) y el Casino Central del campus. La selección de estos puntos se fundamentó en su relevancia dentro del sistema energético del sector, así como en la necesidad de disponer de datos desagregados para análisis comparativos y propuestas de mejora.

El proceso de implementación de estos equipos, junto con los aspectos técnicos considerados para su configuración, se detalla en las siguientes secciones.

5.3.1 Instalación Medidores Calidad de Energía

Con el fin de obtener registros de consumo desagregados y específicos, se seleccionaron tres cargas de interés prioritario para la implementación de equipos medidores de energía: el Gimnasio, FACEA y el Casino Central del campus. Esta selección se basó en su representatividad dentro del sistema energético de la zona monitoreada, así como en la necesidad de identificar oportunidades de mejora a partir de datos independientes.

La instalación de los equipos fue realizada el día jueves 17 de abril del presente año, en el tablero general del gimnasio, donde convergen los circuitos correspondientes a las tres cargas

seleccionadas. Las conexiones eléctricas fueron efectuadas por el laboratorista encargado del área, bajo la supervisión directa del personal técnico de operaciones de la institución, asegurando el cumplimiento de los procedimientos de seguridad eléctrica y continuidad operativa.



Fig. 5.43 Tablero a Intervenir

Los dispositivos utilizados para realizar las mediciones de las cargas son los siguientes:



Metrel MI 2883



Fluke 430 II



Hioki PQ3100

Fig. 5.44 Equipos Medidores de Energía.

Los equipos de medición utilizados para el registro de consumo energético en las tres cargas seleccionadas corresponden a modelos portátiles de alta precisión, adecuados para aplicaciones de diagnóstico en terreno. Para el gimnasio se utilizó el modelo Hioki PQ3100, un analizador de calidad de energía trifásico, ideal para registrar parámetros eléctricos en tiempo real. En el caso de la Facultad de Ciencias Económicas (FACEA), se empleó el modelo Fluke 430 Series II, reconocido por su capacidad de análisis de armónicos y eventos de calidad de energía. Finalmente, para el casino central del campus se utilizó el modelo Metrel MI 2883, un equipo compacto que permite registrar energía, potencia y eventos transitorios, con capacidad de comunicación y descarga de datos para análisis posterior.



Instalación equipo Gimnasio



Instalación equipo FACEA



Instalación equipo Casino

Fig. 5.45 Intervención en Tablero para cada Carga a Registrar.

5.3.2 Resultados Obtenidos

El periodo de registro se extendió por aproximadamente un mes, permitiendo una caracterización representativa del comportamiento energético de cada una de las cargas monitoreadas. Durante este tiempo, los equipos se configuraron para registrar parámetros eléctricos clave, tales como potencia activa instantánea y energía consumida acumulada, con un intervalo de medición de 15 minutos, de manera de asegurar la compatibilidad y comparabilidad con los registros del sistema de monitoreo inteligente del campus. La campaña de medición finalizó con el retiro de los equipos el día 23 de mayo, completando así la captura de datos necesarios para evaluar el desempeño energético individual del gimnasio, FACEA y el casino central del campus.

En la siguiente sección se presentan gráficos representativos del consumo energético registrado para las tres cargas evaluadas. El análisis se realizará de forma individual para cada carga, abarcando la totalidad del periodo de medición. A diferencia de la sección anterior, en esta etapa no se consideran situaciones operacionales particulares o eventos específicos, sino que se busca entregar una visión general del comportamiento energético bajo condiciones normales de funcionamiento.

Las semanas registradas corresponden a las siguientes:

- **Semana 17:** del 20 al 26 de abril.
- **Semana 18:** del 27 de abril al 3 de mayo.
- **Semana 19:** del 4 al 10 de mayo.
- **Semana 20:** del 11 al 17 de mayo.

A. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

El edificio FACEA corresponde a una infraestructura de uso académico y administrativo, destinada al desarrollo de actividades docentes, de gestión y apoyo institucional. En su interior se distribuyen diversos espacios que permiten tanto la realización de clases como el trabajo académico y administrativo, respondiendo a una dinámica de uso intensivo durante la semana, en horario principalmente diurno.

Entre los espacios que lo componen se encuentran las salas de clases y auditorios, los cuales concentran una alta ocupación en jornada lectiva. Estas áreas están equipadas con sistemas de iluminación y proyección audiovisual, y su demanda energética tiende a concentrarse entre las 08:00 y las 21:00 horas. Adicionalmente, el edificio cuenta con zonas de trabajo colaborativo y estudio que permiten la permanencia de estudiantes y docentes fuera del horario de clases, lo que introduce variabilidad en el perfil de uso, especialmente en ciertos tramos horarios.

Asimismo, se encuentran distribuidas en el edificio distintas oficinas administrativas y académicas, en las que se desarrollan labores de coordinación y gestión institucional. Estas presentan un uso más estable, generalmente en horario laboral, y demandan energía principalmente por concepto de iluminación, climatización y equipamiento de oficina.

Con el propósito de evaluar el comportamiento del consumo energético registrado en la Facultad, se analizarán los gráficos de demanda máxima correspondientes a las cuatro semanas durante las cuales se llevó a cabo el registro de consumo mediante los medidores instalados. Este

periodo representa el marco temporal disponible para el análisis, permitiendo observar las variaciones en la demanda eléctrica asociadas a la actividad institucional durante ese lapso.

La semana 17, presenta un aumento significativo del consumo eléctrico a partir del día lunes. Se identifica una clara franja horaria de mayor demanda entre las 08:00 y las 13:00 horas, con peak de consumo superiores a los 40 kW, correspondiente a la jornada académica principal. Durante la tarde, entre las 14:00 y las 18:00 horas, el consumo se mantiene en niveles medios, seguido de una disminución paulatina hacia la noche, aunque con valores que indican presencia de actividades vespertinas.

El valor máximo registrado en esta semana fue de 51 kW, ocurrido el día miércoles a las 13:00 horas, lo que coincide con el horario de máxima concentración de actividades. El sábado presenta un perfil reducido en comparación a los días laborales, mientras que el domingo mantiene un consumo bajo y constante. El comportamiento general es representativo de una semana con clases regulares y uso extendido de las instalaciones.

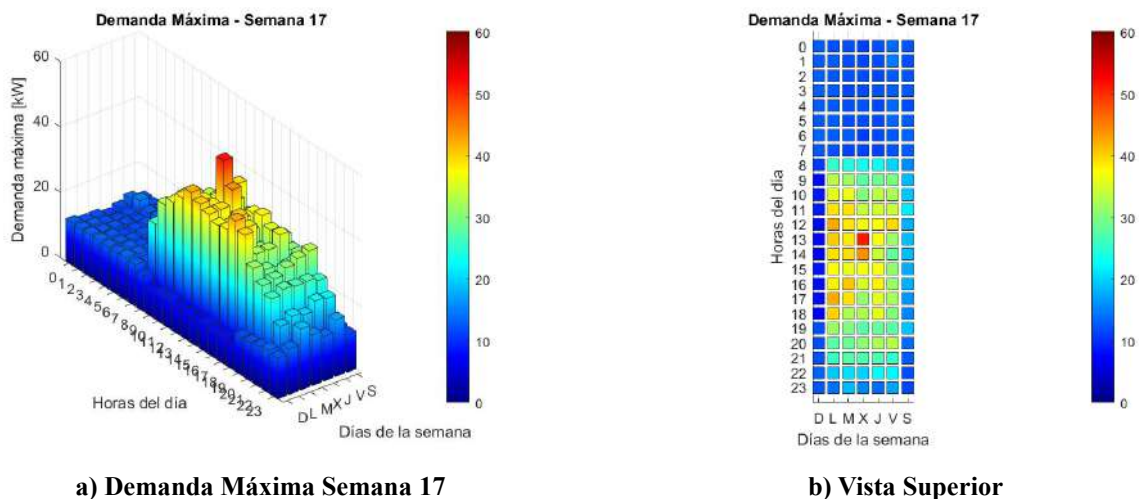


Fig. 5.46 Consumo Semana 17. FACEA.

En la semana 18 se consolida un patrón de consumo bajo y sostenido durante todos los días hábiles, lo que corresponde a una semana correspondiente a un receso de actividades académicas, además en esta semana se presenta un feriado del 1 de mayo. Los valores más altos se registran entre las 10:00 y las 14:00 horas, especialmente el martes y miércoles. El valor máximo de demanda se registró el miércoles a las 14:00 horas, con un total de 41,9 kW. Durante las tardes el consumo se mantiene relativamente alto hasta las 18:00 horas, bajando gradualmente durante la noche. Tanto el sábado como el domingo presentan actividad, aunque en menor intensidad, lo que sugiere el uso de

las instalaciones para actividades extracurriculares o de posgrado. El perfil de esta semana refleja una operación continua del recinto, con alta ocupación diurna y uso moderado en horario vespertino.

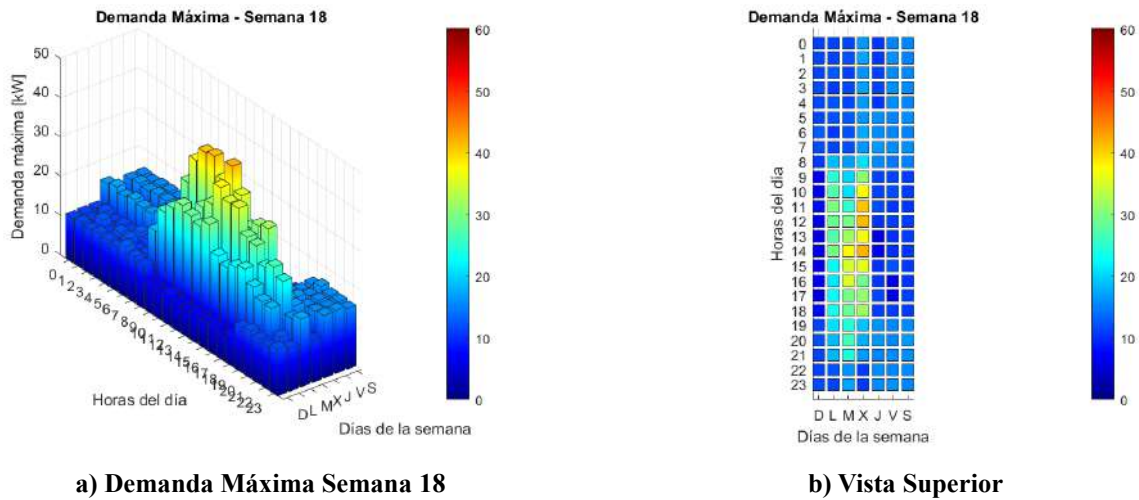


Fig. 5.47 Consumo Semana 18. FACEA

La semana 19 presenta los niveles de consumo más altos del periodo analizado, lo que indica una alta carga académica o la realización de actividades adicionales. Los días martes y miércoles destacan con peak que superan ampliamente los 60 kW. El valor máximo se alcanza el día martes a las 11:00 horas, con un registro de 60,15 kW, coincidiendo con el horario de mayor actividad académica. La jornada vespertina también muestra una demanda significativa, extendiéndose hasta las 21:00 horas.

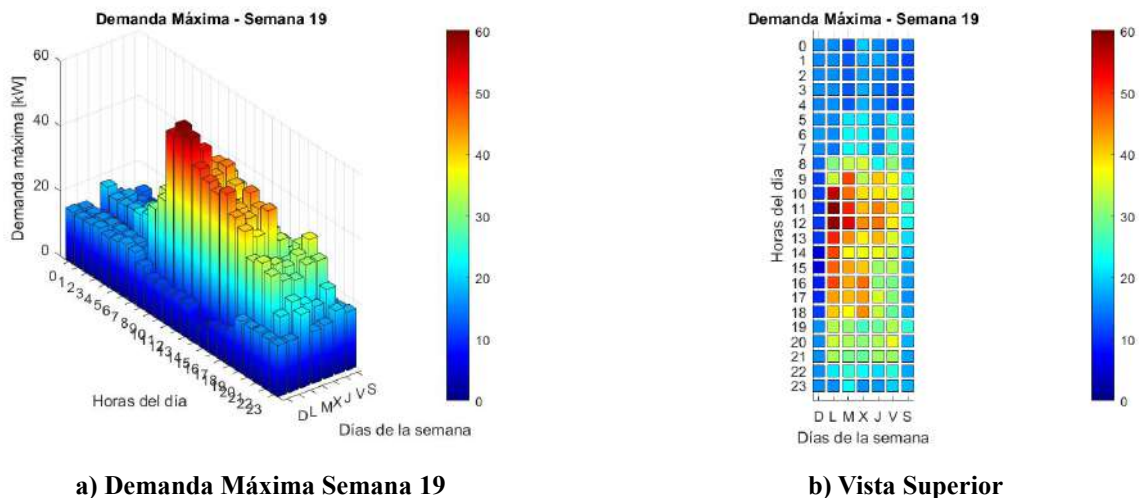


Fig. 5.48 Consumo Semana 19. FACEA.

El fin de semana, particularmente el sábado, registra un consumo elevado en comparación con semanas anteriores, reflejando la posible realización de eventos o uso intensivo de dependencias

institucionales. En general, esta semana evidencia un uso intensivo de la facultad, con fuerte presencia de personas durante gran parte del día.

Durante la semana 20 se mantiene el patrón horario observado anteriormente, aunque con una ligera disminución en los niveles de consumo respecto a la semana 19. El mayor consumo se registra el día jueves a las 12:00 horas, con un valor máximo de 41,79 kW. Los días hábiles presentan una demanda sostenida entre las 09:00 y las 14:00 horas, reflejando el horario principal de actividades académicas. El uso de las instalaciones durante la tarde se mantiene estable, aunque con menor intensidad. El domingo, en tanto, conserva un bajo nivel de consumo nocturno. Este comportamiento sugiere el inicio de una disminución progresiva de la carga académica.

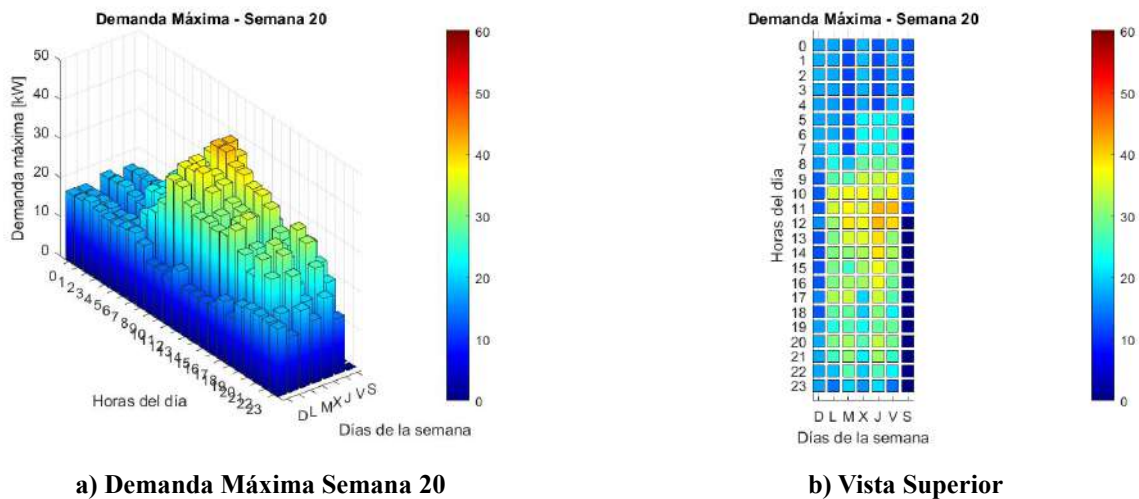


Fig. 5.49 Consumo Semana 20. FACEA.

B. Casino Central

El Casino Central del campus cuenta con una infraestructura destinada a brindar servicios de alimentación a la comunidad académica. Su horario de funcionamiento habitual se extiende desde las 07:00 hasta las 18:00 horas. En sus instalaciones se distinguen principalmente tres áreas: una zona de comedor con disposición de mesas y sillas para consumo en el lugar; una cafetería destinada a la venta de productos de consumo rápido; y una cocina equipada para la preparación de alimentos, que constituye una de las principales cargas energéticas del recinto. Adicionalmente, en el exterior del casino operan carritos de tipo foodtruck, los cuales se encuentran en funcionamiento desde las 08:00 hasta las 20:00 horas, incorporando una carga eléctrica adicional durante ese rango horario.

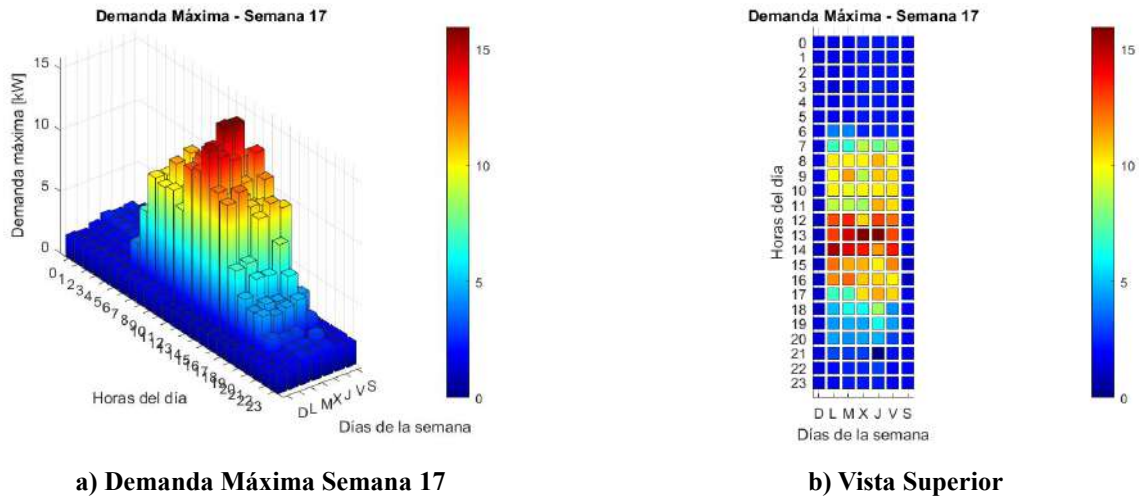


Fig. 5.50 Consumo Semana 17. Casino.

En la semana 17, el consumo fue considerablemente elevado, especialmente en el bloque de la tarde (12:00 a 17:00) con un promedio de 9,50 kW, y en la mañana (06:00 a 11:00) con 7,80 kW. La madrugada y la noche mantuvieron niveles bajos de demanda, con promedios de 1,90 kW y 2,10 kW respectivamente. Durante el fin de semana el consumo se redujo drásticamente, con promedios cercanos a 1,80 kW. El valor máximo registrado fue de 15,93 kW a las 13:00 horas del día miércoles.

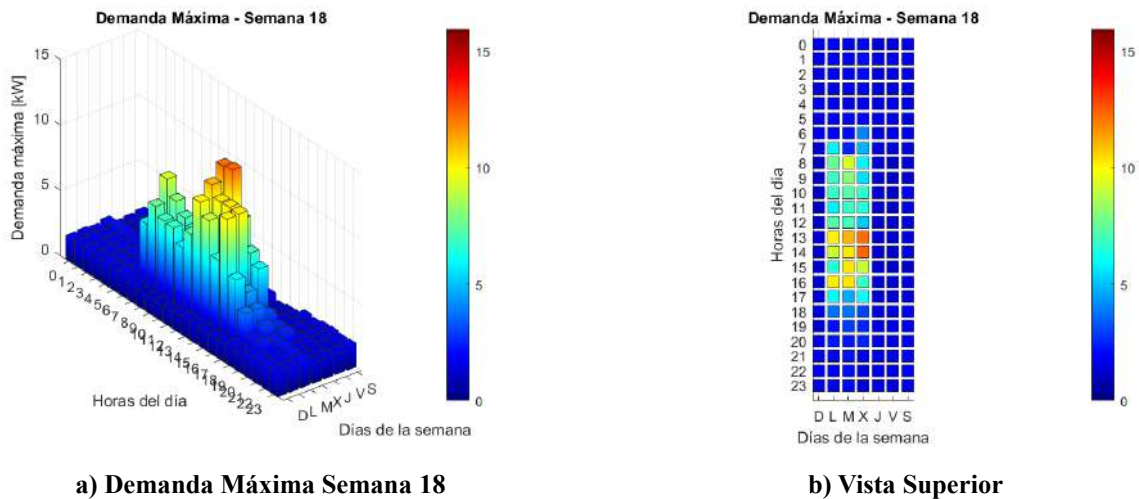


Fig. 5.51 Consumo Semana 18. Casino

Durante la semana 18, el consumo se mantuvo elevado durante los bloques de la tarde (12:00 a 17:00) y mañana (06:00 a 11:00), con promedios de 8,70 kW y 6,50 kW respectivamente, los que corresponden al bloque de almuerzo. Los periodos de menor consumo fueron nuevamente la madrugada (1,80 kW) y la noche (2,00 kW). A pesar de ser semana lectiva, los fines de semana reflejaron una disminución en la actividad, con consumos cercanos a 1,70 kW. El valor máximo de demanda se registró el miércoles a las 14:00 horas, alcanzando 12,35 kW.

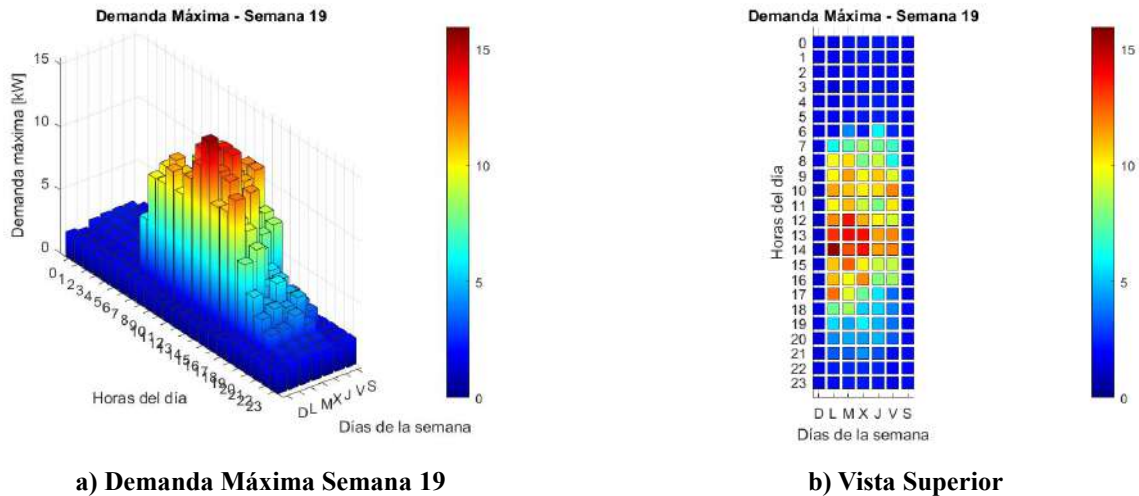


Fig. 5.52 Consumo Semana 19. Casino

En la semana 19 se mantuvo el patrón de alta demanda en la tarde (10,10 kW) y la mañana (9,80 kW), mientras que la madrugada y la noche presentaron promedios de 2,10 kW y 2,20 kW respectivamente. El consumo disminuyó levemente en los fines de semana, aunque no tanto como en semanas previas, con valores en torno a 1,90 kW. El valor máximo de esta semana fue de 15,54 kW a las 14:00 horas del día lunes, siendo el más alto de todo el periodo analizado.

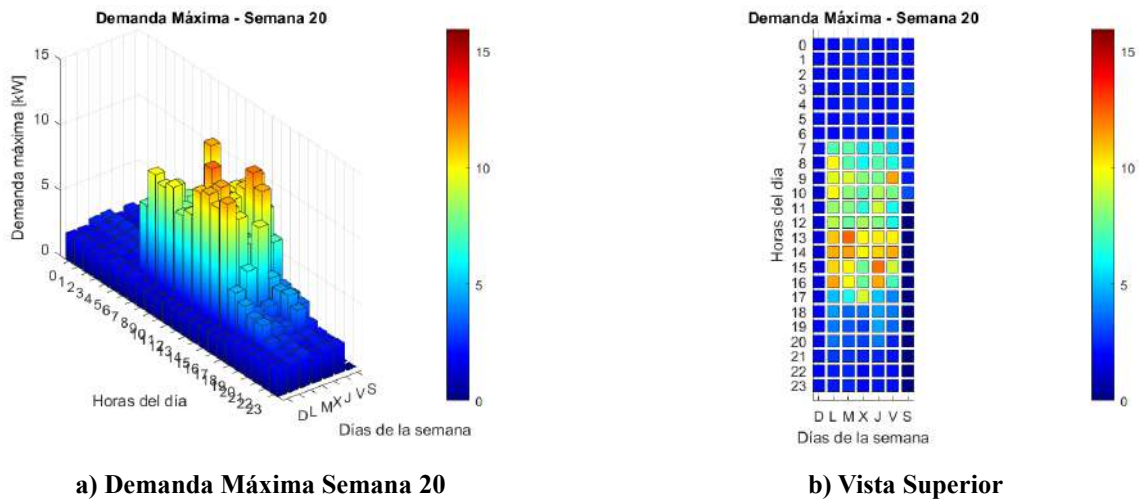


Fig. 5.53 Consumo Semana 20. Casino

En la semana 20, el casino mantuvo altos niveles de consumo durante el bloque de la tarde (9,30 kW) y la mañana (8,70 kW). La madrugada y la noche se mantuvieron por debajo, con promedios de 2,10 kW en ambos bloques. El fin de semana destacó por una disminución casi total de actividad, con valores de consumo igual a 0,00 kW en varios horarios. El valor máximo registrado fue de 12,33 kW a las 13:00 horas del día martes.

C. Gimnasio

A continuación, se analizarán los datos registrados para el gimnasio, los que se presentan a continuación. Es importante destacar que, a diferencia del análisis general asociado al medidor identificado como "Gimnasio", en esta sección se considera exclusivamente el consumo real correspondiente a las instalaciones del gimnasio propiamente tal. Esto permite una evaluación más precisa del comportamiento energético de esta dependencia específica, sin la influencia de otras cargas conectadas al mismo medidor general.

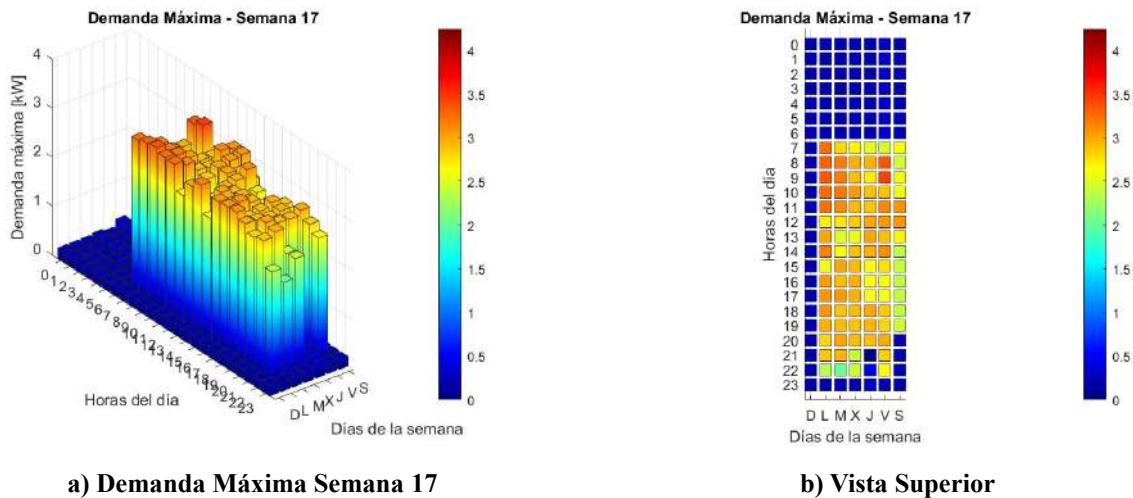


Fig. 5.54 Consumo Semana 17. Gimnasio.

Durante la semana 17 se observa un patrón de funcionamiento regular durante toda la semana, incluyendo sábado y domingo. Los niveles de demanda se incrementan a partir de las 07:00 h, alcanzando su punto máximo entre las 08:00 y 14:00 h, periodo que concentra la mayor carga operativa. El máximo consumo se registra el viernes a las 09:00 h con 3,43 kW, mientras que los valores más bajos se presentan en horas de la madrugada, destacando un mínimo de 0,19 kW el domingo a las 21:00 h. La actividad del fin de semana se mantiene estable, similar a días hábiles, lo que indica una jornada operativa continua.

El gimnasio presenta una operación intensa durante todos los días de la semana 18. El consumo se eleva considerablemente entre las 09:00 y las 18:00 h, con valores superiores a 3 kW. El día de mayor demanda es el martes, cuando se alcanza un máximo de 3,9 kW a las 09:00 h. Por otro lado, los consumos más bajos se mantienen en las primeras horas de la madrugada, con un mínimo de 0,18 kW el domingo a las 06:00 h. La actividad durante el fin de semana continúa, aunque con cargas ligeramente menores. Esta semana refleja un funcionamiento continuo y sostenido del gimnasio.

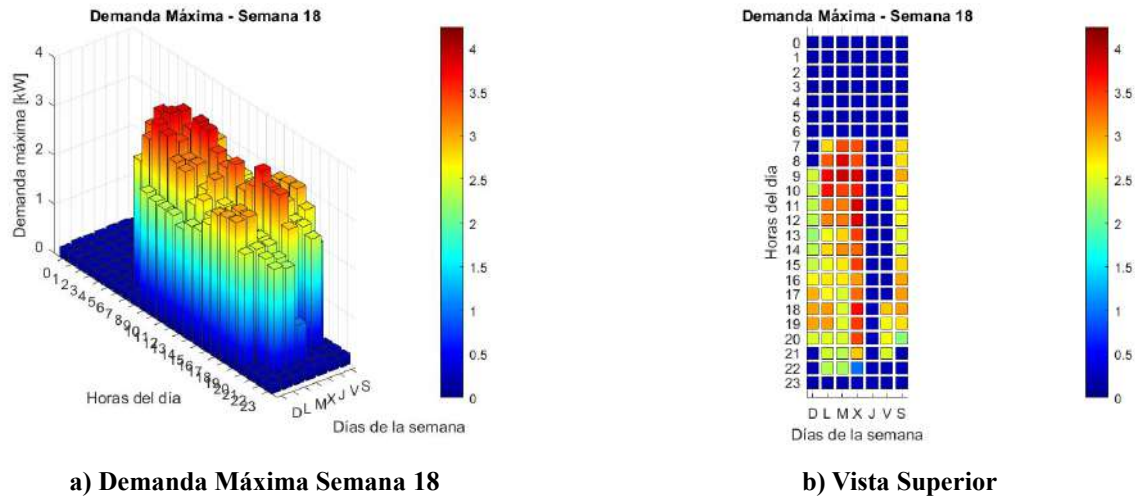


Fig. 5.55 Consumo Semana 18. Gimnasio.

La semana 19 mantiene una tendencia de consumo estable y elevada, muy similar a la semana anterior. Se destaca un uso intensivo de energía entre las 08:00 y las 17:00 h, con consumos constantes por sobre los 3 kW. El máximo registrado corresponde al lunes a las 09:00 h con 3,8 kW, mientras que el valor mínimo se da el domingo a las 03:00 h con 0,19 kW. Durante el fin de semana la operación continúa, especialmente el sábado, lo que sugiere jornadas laborales similares a días hábiles, aunque con un leve descenso en la demanda.

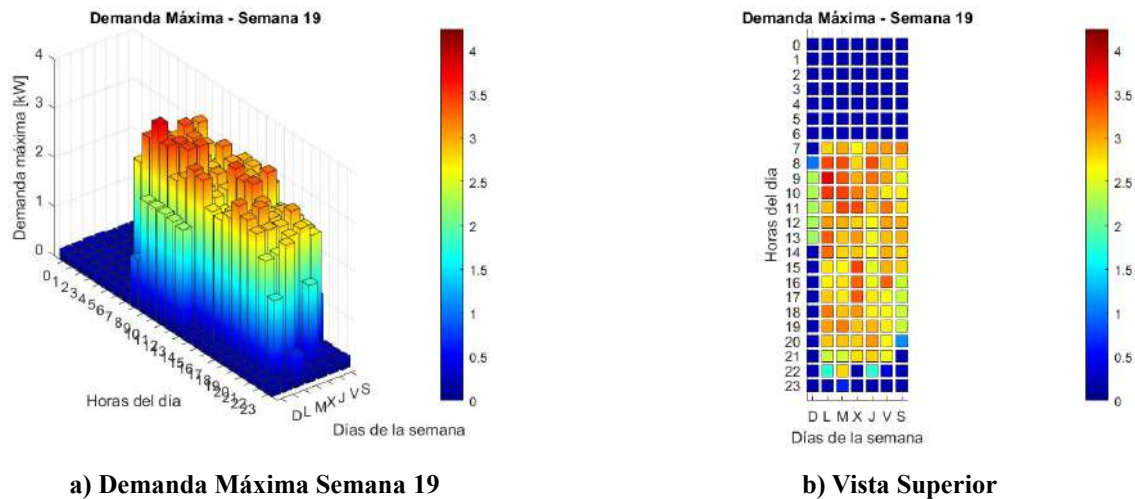


Fig. 5.56 Consumo Semana 19. Gimnasio.

Durante la semana 20 se registra el peak más alto de demanda en comparación con las anteriores. El gimnasio funciona activamente de lunes a sábado, con consumos sobre los 4 kW. El máximo valor se observa el jueves a las 08:00 h con 4,24 kW, indicando un alto nivel de actividad. En contraste, el consumo disminuye progresivamente el domingo, llegando a un mínimo de 0,15 kW a las 06:00 h. Las jornadas de mayor carga se concentran entre las 07:00 y las 14:00 h.

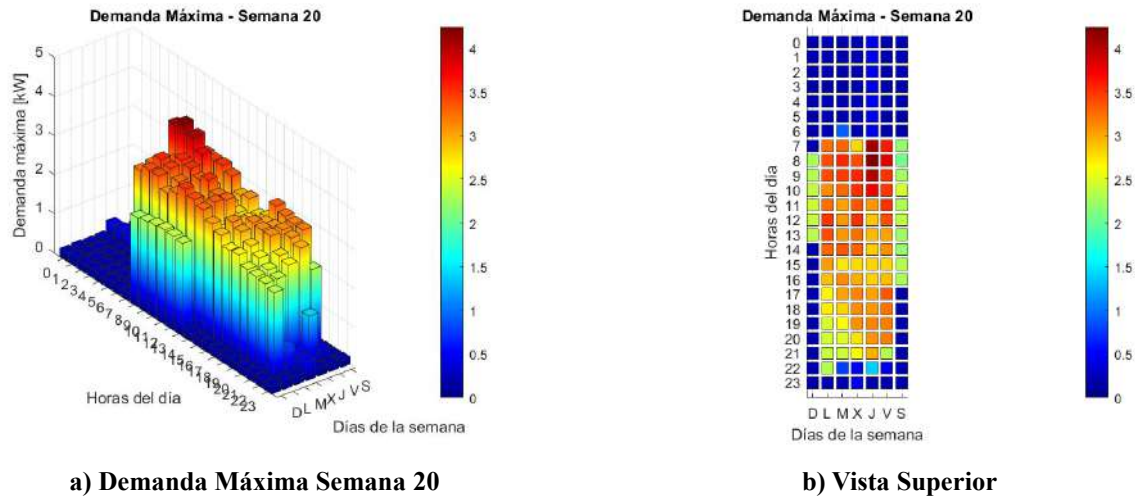


Fig. 5.57 Consumo Semana 20. Gimnasio.

D. Comparación de Consumo

Se realizó una comparación del consumo energético de los tres edificios durante el período comprendido entre el 20 de abril y el 17 de mayo de 2025, con el objetivo de identificar cuál de ellos presenta la mayor demanda energética cada semana. Esta comparación permite visualizar las diferencias en el consumo entre los edificios y proporciona información relevante para futuras decisiones de eficiencia energética y gestión de recursos.

Tabla 5-9 Comparación Consumo Semanal

Año	Semana	Casino (kWh)	% Consumo	FACEA (kWh)	% Consumo	Gimnasio (kWh)	% Consumo
2025	17	866,52	18%	3637,62	76%	276,51	6%
	18	479,86	14%	2726,55	79%	246,57	7%
	19	837,85	15%	4305,69	79%	292,59	5%
	20	703,03	15%	3595,77	78%	294,35	6%

El análisis semanal del consumo muestra que FACEA es consistentemente el mayor consumidor, concentrando entre el 76% y 79% del consumo total. El Casino presenta un consumo intermedio, con porcentajes entre 14% y 18%, mientras que el Gimnasio registra el menor consumo, apenas entre 5% y 7%. La distribución estable del consumo semana a semana indica que las diferencias entre edificios se mantienen constantes, lo que permite identificar a FACEA como la instalación con mayor impacto energético y, por tanto, como la principal candidata para implementar medidas de eficiencia y optimización de recursos.

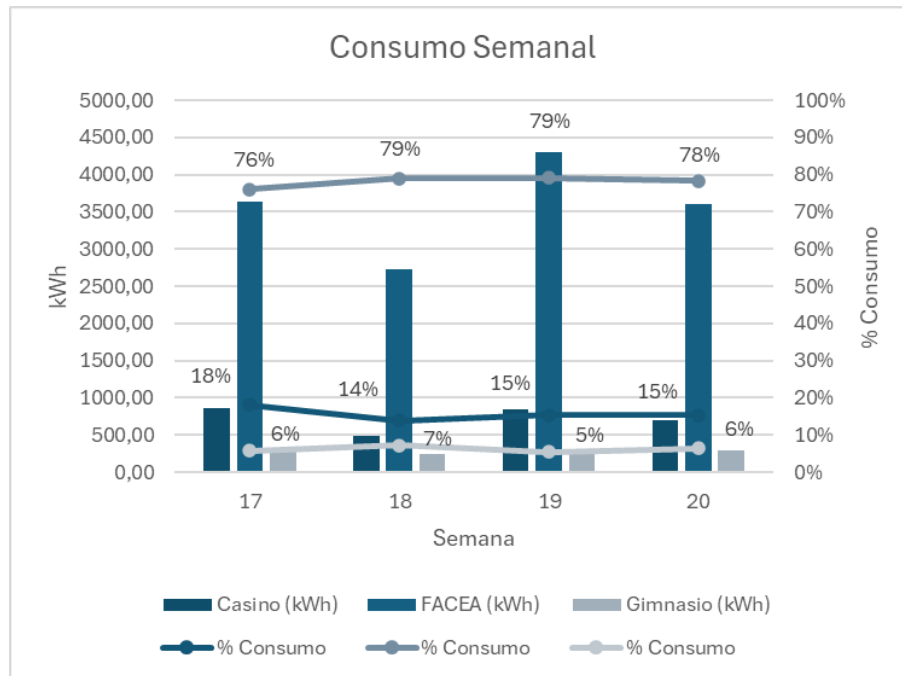


Fig. 5.58 Comparativa Consumo Semanal entre los edificios medidos.

5.4 Discusión y Conclusiones

Los análisis realizados permiten identificar oportunidades concretas de mejora en la eficiencia energética de diversas instalaciones del campus. En particular, la presencia de consumos residuales elevados durante horarios no operativos evidencia una gestión ineficiente de las cargas base. Esta condición es especialmente crítica en recintos como el Gimnasio, la Facultad de Medicina y la Facultad de Ingeniería, donde se registran consumos nocturnos y durante fines de semana que superan los umbrales esperados para infraestructuras sin actividad, lo cual sugiere la existencia de equipos que permanecen encendidos o en modo de espera de manera innecesaria.

En el análisis comparativo del consumo entre el Casino, la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA) y el Gimnasio, se observó una distribución estable a lo largo de las semanas evaluadas. FACEA se posiciona como el principal consumidor, con participaciones cercanas al 79% del consumo total, seguido por el Casino con un 18% y, finalmente, el Gimnasio con un 7%. Este patrón constante indica que FACEA concentra gran parte de la demanda energética del conjunto, lo que la convierte en la instalación con mayor potencial de impacto en la aplicación de medidas de eficiencia y gestión de carga. La diferencia registrada en el Gimnasio se explica en parte porque el medidor asignado inicialmente registraba consumos adicionales de otras dependencias, afectando la precisión de los datos.

En el caso del Gimnasio, el análisis desagregado del consumo permitió identificar que el medidor inicialmente asignado no registraba exclusivamente la carga de dicha instalación, sino que también incluía otras dependencias, afectando la representatividad de los datos recolectados. Una vez instalados medidores independientes, se observó un patrón de operación continua incluso durante los fines de semana, con consumos sostenidos superiores a 3 kW en horarios valle. Este comportamiento apunta a la ausencia de sistemas automáticos de desconexión o al uso de equipamiento con funcionamiento permanente, independiente del nivel de ocupación del recinto.

Por otro lado, edificaciones como la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA) muestra cargas base nocturnas considerables, en el rango de 14 a 20 kW, incluso durante semanas de receso académico. Este patrón sugiere la existencia de equipos o sistemas que operan de forma ininterrumpida, sin una estrategia de gestión horaria ajustada a la actividad real del edificio. Situaciones similares fueron observadas en la Biblioteca Central y en el Edificio de Mecánica de Suelos, donde los sistemas de soporte (como iluminación de emergencia, ventilación o infraestructura TI) no responden dinámicamente a la variabilidad en los niveles de ocupación.

Desde la perspectiva operativa, se identificaron franjas horarias críticas de alta demanda entre las 08:00 y las 14:00 horas en prácticamente todas las dependencias evaluadas. Esto abre la posibilidad de implementar estrategias de gestión de la demanda, tales como la redistribución de cargas, la programación horaria de equipamiento no esencial, o la incorporación de almacenamiento energético local para aplanar los peak de consumo. Además, durante semanas de baja ocupación institucional (como la semana 21) se evidenciaron consumos que no se ajustan a un escenario de actividad reducida, lo cual pone de manifiesto la necesidad de avanzar hacia una gestión centralizada del consumo y de integrar al SMI un agente encargado de realizar las alarmas correspondientes, para así tener un impacto real dentro de la gestión.

Un aspecto adicional relevante fue la influencia de la generación fotovoltaica del campus, que produjo valores negativos en los registros de potencia activa en ciertos horarios, debido a la inyección de excedentes a la red interna. Este fenómeno plantea el desafío de una integración más eficiente de la Microred al sistema de monitoreo energético, con el fin de maximizar el autoconsumo y apoyar una operación energética más equilibrada del campus.

Capítulo 6 Conclusiones

6.1 Sumario

El presente trabajo se enmarca en el análisis y evaluación del sistema de Monitoreo Inteligente de Variables Eléctricas implementado en el Campus San Andrés de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, con el objetivo de proponer medidas de mejora orientadas a la eficiencia energética. La investigación se desarrolla a partir de una revisión teórica y técnica de los Sistemas de Gestión de Energía (SGE), Auditorías Energéticas (AE), y Sistemas de Monitoreo Inteligente (SMI), estableciendo un marco de referencia normativo y metodológico basado en la norma ISO 50001.

Se caracterizó el sistema instalado por la empresa ENERLINK, que incluye medidores inteligentes trifásicos del tipo indirecto, conectados a través de una arquitectura de comunicaciones que permite la recolección de datos eléctricos en tiempo real. Las instalaciones monitoreadas abarcan diversas unidades académicas y operativas del campus, entre ellas las facultades de Medicina, Ingeniería, Ciencias, Comunicación, Historia y Ciencias Sociales, el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Acuicultura, así como el Gimnasio, Biblioteca y Alumbrado Público. Se detalló el funcionamiento del software asociado al sistema y se levantó información estructural y operativa de las instalaciones para identificar consumos específicos.

El trabajo consideró además la planificación energética, la zonificación de consumos, y la obtención de la Línea Base Energética (LBE), permitiendo vincular la información medida con la infraestructura eléctrica instalada. Esta integración de información facilitó la identificación de variables críticas para la eficiencia energética.

Como limitación principal del estudio se reconoce que el sistema de monitoreo, si bien permite visualizar el consumo de energía por edificación, no discrimina aún entre los distintos tipos de cargas internas dentro de cada instalación, lo que restringe la precisión del análisis al momento de proponer acciones específicas. Asimismo, el sistema aún no cuenta con dispositivos de medición de calidad de energía en todos los puntos, lo cual impide una caracterización completa de los perfiles de demanda eléctrica y de los factores que inciden en el rendimiento energético.

6.2 Oportunidades y MMEE

A partir del análisis del consumo registrado mediante el Sistema de Monitoreo Inteligente (SMI), junto con la caracterización de las instalaciones, el levantamiento de información en terreno y la aplicación del análisis de Pareto, se obtuvieron diversas medidas de mejora energética. Estas permiten identificar oportunidades concretas de eficiencia en cada edificio, las cuales se detallan a continuación.

En primer lugar, el análisis detallado de los registros obtenidos mediante el Sistema de Monitoreo Inteligente (SMI) instalado en el Campus San Andrés permitió identificar oportunidades concretas de mejora del desempeño energético en cada instalación, a partir de los patrones de consumo registrados. Dichos patrones evidencian que la mayor concentración de consumo se produce entre las 8:00 y las 14:00 horas, período que coincide con la mayor ocupación de las instalaciones debido al desarrollo de actividades académicas y recreativas. Posteriormente, el consumo presenta una tendencia decreciente hacia la tarde, reflejando la reducción del uso de los espacios.

Durante el periodo analizado, se observa además un incremento asociado al uso de artefactos de calefacción y, en algunos casos, al empleo indiscriminado de artefactos eléctricos. Este comportamiento resalta la necesidad de promover medidas de control y concientización sobre el uso eficiente de la energía en la comunidad universitaria, orientadas a optimizar la gestión del consumo durante las horas de mayor demanda.

Luego, mediante la aplicación del análisis de Pareto al consumo energético de las instalaciones, se determinó que un reducido número de edificios concentra la mayor parte del consumo total. En particular, cuatro de ellos destacan como los de mayor incidencia: el Gimnasio, la Facultad de Medicina, la Biblioteca y la Facultad de Ingeniería, respectivamente. El Gimnasio es el edificio que concentra el mayor consumo (35%), por lo que la implementación de MMEE se focalizaría principalmente en la optimización de la distribución de cargas, considerando que este edificio agrupa el registro de varias instalaciones (detalladas en la sección 4.3.1-H).

Finalmente, a partir de la caracterización de las instalaciones y del levantamiento de información en terreno, se identificó que un alto porcentaje del consumo energético se concentra en determinados tipos de equipamiento. En particular, los sistemas de iluminación fluorescente, los artefactos electrónicos, los equipos de laboratorio y los artefactos de cocina constituyen los principales responsables del consumo registrado. Este hallazgo permite enfocar las acciones de eficiencia

energética en estos sectores, priorizando la optimización, actualización o control de estos equipos para generar un impacto significativo en la reducción del consumo total.

A continuación, se presentan las medidas de eficiencia energética propuestas, destacando las acciones específicas para cada edificio y aquellas de carácter transversal que pueden aplicarse a todo el campus.

6.2.1 Edificio San Agustín – Facultad de Ingeniería

El sistema de iluminación del edificio representa un área prioritaria para la eficiencia energética, ya que la mayor parte del consumo se concentra en pasillos y aulas, principalmente por el uso de luminarias fluorescentes tipo F1, que representan el 83 % de la potencia instalada. Esto evidencia la oportunidad de reemplazar progresivamente estas luminarias por tecnologías más eficientes, como LED, priorizando las zonas de mayor uso, y de implementar controles automáticos y rutinas de mantenimiento preventivo para optimizar el consumo y prolongar la vida útil de los equipos.

En cuanto a los equipos eléctricos, las oficinas presentan el mayor consumo, principalmente por computadores y proyectores, seguidos por la cafetería Castaño con hornos eléctricos y dispensadores de café. La gestión eficiente de estos equipos, mediante políticas de apagado automático, desconexión fuera de horarios y eventual reemplazo por modelos más eficientes, permitirá reducir significativamente la demanda energética.

El sector de kitchenette y otras áreas con climatización también concentra un consumo importante, asociado al uso de aire acondicionado y calefactores. La optimización de estos sistemas mediante controles de temperatura y programación según ocupación contribuirá a disminuir el consumo sin afectar el confort.

Según el análisis de Pareto, oficinas, cafetería y aulas concentran aproximadamente el 72 % del consumo total del edificio, lo que indica que focalizar las medidas de mejora en estos sectores generará el mayor impacto, mientras que los sectores restantes podrían intervenir en una segunda etapa.

6.2.2 Edificio San Alberto Magno – Facultad de Ciencias

El sistema de iluminación del edificio, compuesto principalmente por paneles LED tipo T1, representa una carga significativa, especialmente en laboratorios y pasillos. Aunque ya se trata de tecnología eficiente, la alta participación de estas luminarias en el consumo total sugiere la necesidad

de evaluar alternativas más eficientes, así como la implementación de sistemas de control automático, sensores de presencia o sectorización que permitan reducir el consumo sin afectar la calidad de la iluminación.

Los laboratorios concentran aproximadamente el 80 % del consumo total de equipos, principalmente por hornos eléctricos, autoclaves y campanas de extracción. Las oportunidades de mejora incluyen la programación de funcionamiento según los horarios reales de uso, la sustitución por equipos más eficientes y la gestión del uso simultáneo de equipos de alta potencia, con el fin de disminuir la demanda energética.

En las oficinas, donde la mayor parte del consumo se produce por computadores y pantallas, se recomienda implementar políticas de apagado automático y desconexión fuera de los horarios de operación, así como evaluar la eficiencia de los equipos existentes para reemplazar los de mayor consumo. La capacitación de los usuarios en prácticas de uso racional contribuirá adicionalmente a reducir el consumo.

Finalmente, el análisis de Pareto indica que laboratorios y oficinas concentran aproximadamente el 89 % del consumo total, evidenciando que focalizar las acciones de eficiencia energética en estos sectores generará el mayor impacto, mientras que los demás sectores podrían abordarse en una segunda etapa de intervención.

6.2.3 Edificio San Lucas – Facultad de Medicina

El sistema de iluminación del edificio presenta consumo relevante, concentrado en aulas y oficinas por largas jornadas de funcionamiento y alta densidad de luminarias. En los pasillos, el uso continuo sin automatización sugiere la implementación de sensores de presencia o control horario. Se recomienda además sustituir luminarias obsoletas por LED de menor potencia, ajustadas a los niveles de iluminancia requeridos, optimizando la eficiencia sin afectar la calidad de la luz.

Los laboratorios concentran aproximadamente el 53 % del consumo total, principalmente por autoclaves, hornos, computadores y campanas de extracción. Las medidas de mejora incluyen la programación y automatización del funcionamiento, la sustitución por equipos más eficientes y la gestión del uso simultáneo de equipos de alta potencia, permitiendo reducir significativamente el consumo sin afectar la operación crítica de los laboratorios.

En oficinas y kitchenette, responsables del 22 % y 11 % del consumo respectivamente, se sugiere optimizar el uso de computadores, pantallas y electrodomésticos mediante apagado automático, modos de suspensión, reducción de equipos redundantes y hábitos de uso racional. Estas acciones, junto con la focalización en laboratorios y sectores de iluminación, permitirán generar el mayor impacto en la eficiencia energética del edificio, mientras que los sectores restantes podrían intervenir en una segunda etapa.

6.2.4 Edificio Teresa de Ávila – Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

El sistema de iluminación en ambos edificios presenta un consumo significativo, con predominancia de tecnologías convencionales y alta densidad de luminarias en aulas, oficinas y pasillos. En particular, las aulas y pasillos de la Facultad de Comunicaciones concentran casi el 89 % del consumo total de iluminación, mientras que en la Facultad de Teología los pasillos y oficinas representan el 87 %. Las oportunidades de mejora incluyen la migración hacia tecnologías LED más eficientes, la implementación de sensores de movimiento y temporizadores, y la optimización del diseño lumínico por sector. Estas acciones permitirían reducir el consumo energético sin afectar la calidad de la iluminación necesaria para las actividades académicas y administrativas.

En cuanto a los equipos eléctricos, la Facultad de Comunicaciones concentra aproximadamente el 74 % del consumo total, con aulas y oficinas representando en conjunto el 94 % de esta carga. Los computadores, proyectores, pantallas e impresoras constituyen los principales responsables del consumo. La Facultad de Teología presenta un patrón similar, aunque a menor escala, con el 96 % del consumo concentrado en oficinas. Las medidas de mejora incluyen la optimización del uso de equipos de computación mediante políticas de suspensión automática, apagado fuera del horario laboral y recambio por tecnologías más eficientes. Asimismo, se sugiere reducir la duplicidad de artefactos en zonas compartidas para disminuir la carga sin afectar la operatividad.

El análisis de Pareto evidencia que la Facultad de Comunicaciones representa el 73 % del consumo total combinado de las instalaciones, mientras que la Facultad de Teología aporta el 27 %. Esto indica que focalizar las acciones de eficiencia energética en aulas y oficinas de la Facultad de Comunicaciones generará el mayor impacto, mientras que los sectores de iluminación y kitchenettes podrían intervenir en una segunda etapa, asegurando un enfoque gradual y efectivo en la reducción del consumo energético de los edificios.

6.2.5 Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura

El sistema de iluminación del edificio, compuesto principalmente por tubos fluorescentes (92 %) y en menor proporción por LED (8 %), concentra el mayor consumo en laboratorios (3.433,91 kWh), seguido por pasillos y oficinas. Las oportunidades de mejora incluyen la sustitución de luminarias obsoletas por tecnología LED más eficiente, la implementación de sistemas de control automático y la optimización del diseño lumínico por sector, lo que permitiría reducir significativamente el consumo sin afectar la calidad de la iluminación.

En los equipos eléctricos, los sistemas de Kitchenette representan aproximadamente el 41 % del consumo total, seguidos por iluminación (27 %), oficinas, laboratorios y sistemas térmicos. Entre los equipos de uso común, los hervidores, cafeteras, calefactores y microondas concentran un consumo relevante debido a su uso frecuente y falta de control horario. Los computadores, pantallas e impresoras de oficinas también contribuyen, aunque en menor medida, y presentan oportunidades de ahorro mediante políticas de apagado automático, suspensión y recambio por equipos más eficientes.

Los laboratorios técnicos, aunque consumen menos energía que los sistemas de climatización y Kitchenette, albergan equipos de alta potencia como hornos eléctricos y bombas de vacío, cuyo uso puntual impacta en la demanda máxima. La gestión de estos equipos mediante planificación de uso, programación y sustitución por equipos más eficientes permitirá optimizar la eficiencia energética sin afectar las operaciones críticas del laboratorio.

Finalmente, el análisis de Pareto indica que las acciones de mejora deberían focalizarse en los equipos de Kitchenette y en la iluminación, ya que representan aproximadamente el 68 % del consumo total, mientras que los sectores restantes podrían intervenir en una segunda etapa, asegurando un enfoque gradual y efectivo en la reducción del consumo energético del laboratorio.

6.2.6 Biblioteca Central Antonio Moreno

El sistema de iluminación de los tres sectores presenta un consumo significativo, con predominancia de luminarias fluorescentes en aulas (68 %) y Biblioteca Central (61 %). Las oportunidades de mejora incluyen la sustitución por tecnologías LED más eficientes, implementación de sistemas de control automático, temporizadores y optimización del diseño lumínico por sector, especialmente en áreas de alta ocupación como pasillos, aulas y salas de lectura, lo que permitiría reducir el consumo sin afectar la calidad de iluminación requerida.

En cuanto a los equipos eléctricos, el análisis de Pareto evidencia que la mayor parte del consumo se concentra en un reducido grupo de equipos: computadores y proyectores en las aulas (71 % del consumo de Aulas), computadores en áreas comunes de la Biblioteca Central (72 %) y computadores en oficinas de la Dirección de Formación Continua y Servicios (76 %). Estos equipos representan más del 95 % del consumo de las áreas de mayor demanda, lo que indica que focalizar las acciones de eficiencia energética en ellos, mediante políticas de apagado automático, suspensión, recambio por equipos más eficientes y reducción de duplicidad de aparatos, generará el mayor impacto en la reducción del consumo total.

Sectores como iluminación general y kitchenettes, aunque presentan menor contribución relativa al consumo, podrían abordarse en una segunda etapa para complementar las acciones de eficiencia, asegurando un enfoque gradual y estratégico que permita optimizar el desempeño energético de todo el campus.

6.2.7 Gimnasio

El sistema de iluminación del edificio, con un consumo semestral estimado de 16.916,49 kWh y potencia instalada de 10,92 kW, concentra la mayor parte del gasto en proyectores LED de las canchas y gradas (14.492,80 kWh, más del 80 % del total). Aunque el uso de LED implica mayor eficiencia respecto a tecnologías antiguas, el alto número de unidades y su uso intensivo generan un consumo significativo. Se recomienda optimizar el aprovechamiento de la luz natural durante el día, explorar recambios por luminarias más eficientes y considerar sistemas de control horario o automatización para reducir el consumo en horarios de baja ocupación.

En cuanto a los equipos eléctricos, el mayor consumo se concentra en trotadoras (4.370,60 kWh), calefactores (3.168,00 kWh) y computadores (1.962,00 kWh), mientras que el análisis de Pareto muestra que iluminación (61 %), sala de musculación (18 %) y Kitchenette (14 %) representan en conjunto aproximadamente el 78 % del consumo total. Las medidas de eficiencia energética incluyen la optimización del uso de equipos de musculación y calefacción, implementación de políticas de apagado o programación horaria, y recambio por equipos más eficientes. Los sectores restantes, aunque presentan menor contribución, podrían considerarse en una segunda etapa para complementar los ahorros logrados.

6.3 Conclusiones

El análisis realizado permitió cumplir satisfactoriamente con todos los objetivos específicos planteados. En primer lugar, el estudio del estado del arte de los sistemas de monitoreo de energía eléctrica online demostró que, cuando estos se integran bajo un Sistema de Gestión de la Energía (SGE) alineado con la norma ISO 50001, se convierten en herramientas estratégicas para la caracterización del consumo, la detección de ineficiencias y la planificación de mejoras continuas. La revisión comparativa permitió establecer diferencias claras entre un sistema de monitoreo y un sistema de gestión: mientras el primero se orienta a la recolección y análisis de datos en tiempo real, el segundo incorpora un enfoque integral de planificación, control y mejora que facilita la reducción sostenida del consumo y de las emisiones de gases de efecto invernadero. La complementariedad de ambos es esencial para avanzar hacia un modelo energético sostenible.

En relación con la comprensión del Sistema de Monitoreo Inteligente (SMI) del campus San Andrés, el análisis integral evidenció una alta heterogeneidad en los perfiles de consumo entre las distintas instalaciones, identificando al Gimnasio, la Facultad de Medicina y la Biblioteca Central como principales centros de carga. Asimismo, se detectaron consumos residuales significativos en horarios no operativos, especialmente en el Gimnasio, la Facultad de Ingeniería y FACEA, lo que refleja la ausencia de políticas de gestión de cargas base y de sistemas automáticos de desconexión. El monitoreo también permitió observar patrones de alta demanda concentrados entre las 08:00 y las 14:00 horas, así como consumos constantes durante semanas de baja ocupación, indicando una falta de ajuste operativo frente a la variabilidad de uso de las instalaciones.

Finalmente, el trabajo permitió establecer oportunidades de mejora concretas para el SMI y la gestión energética del campus. Entre ellas destaca la posibilidad de evaluar una migración tarifaria desde AT3 a BT4.3, la cual, según la simulación entregada por la plataforma Enerlink, podría generar ahorros mensuales entre un 5% y un 30%. No obstante, dicha estimación se basa en notas de cobro individuales por edificio, mientras que la facturación real del campus corresponde al consumo total registrado por la estación medida por la compañía distribuidora, por lo que los resultados deben considerarse como una aproximación referencial. Esta medida podría complementarse con la modernización de tableros eléctricos, la actualización de diagramas unifilares, la instalación de sensores de presencia y la sustitución progresiva de luminarias obsoletas por tecnología LED.

También se propone incorporar mediciones de calidad de energía, segmentación de cargas y una integración más eficiente de la Microred fotovoltaica, maximizando el autoconsumo. Estas acciones, sumadas a la implementación de programas de auditoría energética, mantenimiento preventivo y capacitación del personal, permitirán consolidar un modelo de gestión energética eficiente, sostenible y alineado con los objetivos estratégicos institucionales.

6.4 Trabajo Futuro

- Ampliación del sistema de monitoreo inteligente: Incorporar mediciones en todas las dependencias del campus para contar con un registro integral del consumo eléctrico.
- Modelado predictivo para indicadores de desempeño energético: Aplicar algoritmos de aprendizaje automático y análisis masivo de datos para predecir patrones de consumo, detectar anomalías y simular escenarios futuros. Este enfoque permitirá obtener y actualizar en tiempo real los Indicadores de Desempeño Energético (IDE) asociados a los Usos Significativos de Energía (USE), facilitando la toma de decisiones y el seguimiento del progreso hacia los objetivos de eficiencia energética establecidos en el SGE.
- Implementación de una política energética institucional y fortalecimiento de la cultura energética: Diseñar e implementar una política energética alineada con los objetivos estratégicos de la UCSC y con la norma ISO 50001, que establezca compromisos claros de reducción del consumo y emisiones. Esta política debe ir acompañada de programas permanentes de capacitación y campañas de concientización para estudiantes, docentes y personal administrativo, orientadas a fomentar un uso responsable de la energía y una participación activa en las iniciativas de eficiencia energética.

Capítulo 7 Bibliografía

- [1] País Circular, “Eficiencia Energética: Las iniciativas que llevan a Chile a la carbono neutralidad”, 2021. [En línea]. Disponible en : [Eficiencia energética: las iniciativas que llevan a Chile a la carbono neutralidad - País Circular \(paiscircular.cl\)](https://paiscircular.cl/eficiencia-energetica-las-iniciativas-que-llevan-a-chile-a-la-carbono-neutralidad).
- [2] Grupo Banco Mundial, “Eficiencia energética”, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/energy-efficiency>
- [3] Ministerio de Energía, “Energía 2050: Política Energética de Chile”, 2016. [En línea]. Disponible en: [Energía 2050 - Política Energética de Chile | Ministerio de Energía \(energia.gob.cl\)](https://energia.gob.cl/energia-2050-politica-energetica-de-chile).
- [4] Atia Consultores Ltda., “Guía Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía basados en ISO 50001”, 2022. Agencia de Sostenibilidad Energética.
- [5] M. Hidalgo, M. Moreno y G. Salinas, Eficiencia Energética en la Estrategia: Identificando Oportunidades de Valor. AChEE, Ministerio de Energía, pp. 15, 2018
- [6] R. Balderrama, S. Gopel, J. Lobo, P. Meneses y K. Pérez, Edificación: Guía Metodológica de Auditoria Energética. Energuías, Ministerio de Energía, pp. 5, 2019.
- [7] M. S. H. Nizami, M. J. Hossain and E. Fernandez, "Multiagent-Based Transactive Energy Management Systems for Residential Buildings With Distributed Energy Resources," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 16, no. 3, pp. 1836-1847, March 2020, doi: 10.1109/TII.2019.2932109.
- [8] U. Mir, U. Abbasi, T. Mir, S. Kanwal and S. Alamri, "Energy Management in Smart Buildings and Homes: Current Approaches, a Hypothetical Solution, and Open Issues and Challenges," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 94132-94148, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3092304.
- [9] L. Martirano *et al.*, "Assessment for a Distributed Monitoring System for Industrial and Commercial Applications," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 55, no. 6, pp. 7320-7327, Nov.-Dec. 2019, doi: 10.1109/TIA.2019.2939507.
- [10] L. Mendoza-Pitti, H. Calderón-Gómez, M. Vargas-Lombardo, J. M. Gómez-Pulido and J. L. Castillo-Sequera, "Towards a Service-Oriented Architecture for the Energy Efficiency of Buildings: A Systematic Review," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 26119-26137, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3057543.

- [11] L. Martirano et al., "Energy Management Information Systems for Energy Efficiency," 2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Palermo, Italy, 2018, pp. 1-7, doi: 10.1109/EEEIC.2018.8493712.
- [12] F. Etedadi Aliabadi, K. Agbossou, S. Kelouwani, N. Henao and S. S. Hosseini, "Coordination of Smart Home Energy Management Systems in Neighborhood Areas: A Systematic Review," in IEEE Access, vol. 9, pp. 36417-36443, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3061995.
- [13] H. S. V. S. K. Nunna and D. Srinivasan, "Multiagent-based transactive energy framework for distribution systems with smart microgrids," in IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 13, no. 5, pp. 2241-2250, Oct. 2017, doi: 10.1109/TII.2017.2679808.
- [14] Chile. (2007). Ley General de Servicios Eléctricos, en Materia de Energía Eléctrica (Ley 20.018). Diario Oficial, 12 de mayo de 2006.
- [15] Chile. (2016). Decreto N°11T, sobre fija formulas tarifarias aplicables a los suministros sujetos a precios regulados que se señalan, efectuados por las empresas concesionarias de distribución que se indican. Diario Oficial, 24 de agosto de 2017.
- [16] Chile. (2024). Decreto N°5, Fija formulas tarifarias aplicables a los suministros sujetos a precios regulados que se señalan, efectuados por las empresas concesionarias de distribución que se indican. Diario Oficial, 7 de junio de 2024.
- [17] Chile. (2024). Decreto N°3T, FIJA PRECIOS DE NUDO PARA SUMINISTROS DE ELECTRICIDAD. Diario Oficial, 13 de febrero de 2024.

Anexo.A Facturación Energética

A.1 Facturación Tarifa Eléctrica CGE AT3 presente en punta

¿Problemas con el servicio de electricidad?

Si tienes alguna consulta o reclamo con respecto al servicio, puedes contactarnos a través de nuestros distintos canales.

Fono Cliente 800 800 767

www.cge.cl | @CGE_Chile

¿Qué hago si mi problema no se ha resuelto?

Contactate con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), entidad que vigila que las personas cuenten con un servicio seguro y de calidad en los sistemas de electricidad y combustibles.

2 2712 7800 800 6000 732 www.sec.cl

Datos de mi suministro

Dirección sumistradora: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850 CONCEPCION

Subestación: Loma Colorado 0615 Kv

Sector Tarifario: Concepción Sma-2-a

Potencia Contratada: 415-08

Fecha último de tarifa: 31/03/2025

Fecha límite para cambio de tarifa: 01/03/2025

Tipo de tarifa contratada: AT 3 PRESENTE EN PUNTA

PAGO PRESENCIAL

Banco de Chile • Banco Estado • Scotiabank BCI • Coplanca • BICE • Santander • Itaú Security • Banco Falabella • BBVA

PAGOS POR INTERNET

www.bancostado.cl • www.bancochile.cl • www.santander.cl • www.unimed.cl • www.servipag.com

PAGO AUTOMÁTICO CUENTAS (PAC)

Banco de Chile • Banco Estado • Scotiabank BCI • Coplanca • BICE • Santander • Itaú Security • Banco Falabella • BBVA

PAGO EN OFICINA VIRTUAL

www.cge.cl

OFICINAS COMERCIALES

Mapa de oficinas de CGE en Chile

COMPANIA GENERAL DE ELECTRICIDAD S.A.

RUT: 76.411.321-7

GIRO: Distribución de energía eléctrica

CASA MATRIZ: Av. Presidente Riesco 5561, Piso 12, Las Condes.

R.U.T.: 76.411.321-7

FACTURA ELECTRÓNICA

N° 21525562

S.I. SANTIAGO ORIENTE

N° CLIENTE: 2070468

Fecha de emisión: 02 May 2024

Sr. (a) U. Católica Strm. Concepción

Rut: 71.915.800-5

Giro: Enseñanza Superior en Universidades Priv

Dirección de Envío: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850 CONCEPCION

Ruta: G4524010-0006 | Var.

Corresp: CWEB

Observaciones de reparto:

Dirección Comercial: AV ALONSO DE RIBERA 2850 CONCEPCION

¿Cuánto debo? Total a pagar \$16.599.900

Minuto del Período: 29 MAR - 30 ABR

¿Hasta cuándo puedo pagar? Fecha de vencimiento 17 May 2024

(A partir de esta fecha se originarán intereses y se te cobrará un cargo adicional por pago fuera de plazo)

Cupón de pago

N° Cliente: 2070468

Fecha de vencimiento: 17 May 2024

Total a pagar \$ 16.599.900

Último Pago: el 23 Abr 2024 por un monto de \$ 12.731.700 vía Servipag

Detalle de mi cuenta

Servicio Eléctrico	
Administración del Servicio	\$ 1.340
Transporte de Electricidad	\$ 1.802.993
Cargo por Servicio Público	\$ 60.906
Cargo Fondo de Estabilización Ley 21.472	\$ 273.391
Electricidad Consumida (91.875 kWh)	\$ 7.961.428
Cargo por Potencia Presente en Punta (368,25 kW)	\$ 3.786.241
Pago de la Cuenta Fuera de Plazo	\$ 264
Interés	\$ 109.252
Otros Cargos	
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior	\$ 9
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual	\$ -14
Total debito	\$ 13.001.398
Total credito	\$ 342.877
Total a pagar	\$ 13.001.398
10% IVA	\$ 2.505.600
Total Emisión	\$ 16.599.995
Otros	\$ -5
Saldo anterior	\$ 0

Total a pagar \$ 16.599.900

Resumen de Inyecciones y Remanentes

Remanente del mes anterior (no liquidado)	\$ 0
Inyecciones del mes actual (reintegradas)	\$ 0
Descuentos del mes por Generación Distribuida	\$ 0
Remanente acumulado para el mes siguiente	\$ 0

(*) Los montos informados en el Resumen de Inyecciones y Remanentes corresponden a montos en pesos. Para mayor detalle, revisa el anexo disponible en nuestro sitio web.

Cliente suscriptor a envío electrónico

Valores van sus individualidades fijas según decreto 17.111/2016 (publicado en diario oficial el 24-05-2017)

¿Qué significa lo que estoy pagando?

Transporte de la electricidad: Monto que se paga por el uso de las torres y subestaciones que llevan la electricidad desde donde se genera hasta los alambres de la ciudad y que depende de la cantidad de electricidad consumida.

Ajuste para facilitar el pago en efectivo, mes anterior: Monto que se ajusta a la cuenta actual y que se descontará del monto anterior para evitar pagar o recibir saldo con intereses de 3% o 5%.

Mi consumo en el mes actual

Para determinar cuánto electricidad consumiste en el mes se consideró lo que marca tu medidor en la lectura actual y se le resta lo que marcó en la lectura anterior.

Período de lectura: 29/03/2024 - 30/04/2024. Fecha estimada próxima lectura: 30/05/2024

Medidor	Propiedad	Lectura	Constante	Consumo medidor
4255120	Cliente	Actual: 15.268 kWh Anterior: -14.798 kWh	168	91.875 kWh
4255120	Cliente	Actual: 480 kWh Anterior: -4.817 kWh	168	0 kWh (inyecciones)
Consumo total del mes = 91.875 kWh				

Demanda máxima leída: 368,25 kW

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?

Bar chart showing monthly consumption in kWh from May 2023 to April 2024. The consumption fluctuates between approximately 100 kWh and 200 kWh, with a notable peak in April 2024 reaching nearly 300 kWh.

Mismo mes del año pasado

Este mes consumiste aproximadamente 26% más energía que el mismo mes del año pasado.

Mes pasado

Este mes consumiste aproximadamente 42% más energía que el mes pasado.

Lavadora

Utiliza tu lavadora siempre con carga completa y de preferencia con agua fría. Cúrrala según la regla, profunde, seque al sol y no en la secadora.

Refrigeración

No introduces alimentos calientes en tu refrigerador. Así evitas que la refrigeración consuma energía adicional.

Fig. A. 1 Factura Eléctrica, Abril 2024.

¿Problemas con el servicio de electricidad?

Si tienes alguna consulta o reclamo con respecto al servicio, puedes contactarnos a través de nuestros distintos canales.

www.cge.cl | @CGE_Clientes

¿Qué hago si mi problema no se ha resuelto?
Contactate con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), entidad que vigila que las personas cuenten con un servicio seguro y de calidad en los sistemas de electricidad y combustibles.

2 2712 7000 | 800 6000 732 | www.sec.cl

Fono Cliente
800 800 767

www.cge.cl

R.U.T.: 76.411.321-7
FACTURA ELECTRÓNICA
Nº 21740677

S.I. SANTIAGO ORIENTE

Nº CLIENTE: 2070468
Fecha de emisión: 02 Jun 2024

COMPANIA GENERAL DE ELECTRICIDAD S.A.
RUT: 76.411.321-7
GIR: Distribución de energía eléctrica
CASA MATRIZ: Av. Presidente Ríos 3561, Piso 17, Las Condes.

Sr. (a) U. Católica Stma. Concepcion
Rut: 71.915.800-5
Giro: Enseñanza Superior en Universidades
Dirección de Envío: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850 CONCEPCION

Observaciones de reparto:
Dirección Comercial: AV ALONSO DE RIVERA 2850 CONCEPCION

Ruta: G4524010-0006 | **Var:**
Corresp: CIVEB

¿Cuánto debo? **Total a pagar** **\$33.747.800**

Monto del Periodo: 01 MAY - 30 MAY incluye saldo anterior

¿Hasta cuándo puedo pagar? **Fecha de vencimiento** **17 Jun 2024**

(A partir de esta fecha se originarán intereses y se te cobrará un cargo adicional por pago fuera de plazo)

Corte a partir de **02 Jul 2024**
(Módulo: No pago: saldo anterior)

Cupón de pago **Nº Cliente** **2070468** **Fecha de vencimiento** **17 Jun 2024**

Total a pagar **\$ 33.747.800**

0491073537999130704680033747800X

Último Pago: el 23 Abr 2024 por un monto de \$ 12.731.700 vía Servipag

Detalle de mi cuenta

Servicio Eléctrico	
Administración del Servicio	\$ 1.340
Transporte de Electricidad	\$ 1.854.374
Cargo por Servicio Público	\$ 70.895
Cargo Fondo de Estabilización Ley 21.472	\$ 261.790
Electricidad Consumida (94.500 kWh)	\$ 8.186.898
Cargo por Potencia Presente en Punta (369,658 kW)	\$ 3.786.211
Pago de la Cuenta Fuera de Plazo	\$ 123
Interés	\$ 282.091
Otros Cargos	
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior	\$ 14
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual	\$ -52
Saldo Anterior Vencido	
Saldo Anterior Servicio Eléctrico (Implica corte después del 02/07/2024)	\$ 16.469.600
Otro Saldo Anterior	\$ 130.300
Total exento	\$ 352.674
Total neto	\$ 14.113.692
10% IVA	\$ 2.681.597
Total Emisión	\$ 17.147.938
Otros	\$ -30
Saldo anterior	\$ 16.599.900
Total a pagar	\$ 33.747.800

Resumen de Inyecciones y Remanentes

Formante del mes anterior liquidado	\$ 0
Inyecciones del mes actual valorizadas	\$ 0
Descuentos del mes por Generación Distribuida	\$ 0
Remanente acumulado para el mes siguiente	\$ 0

(*) Los montos informados en el cuadro Resumen de Inyecciones y Remanentes corresponden a montos exentos. Para mayor detalle, revisa el anexo disponible en nuestro sitio web.

Cliente suscrito a envío electrónico

Valores sin IVA individualizados fijados según decreto 18°117/2016 (publicado en diario oficial el 24-08-2017)

¿Qué significa lo que estoy pagando?

Transporte de la electricidad: Monto que se paga por el uso de las líneas y subestaciones que hacen la distribución desde donde se produce hasta los afijos de la ciudad y que depende de la cantidad de electricidad consumida.

Ajuste para facilitar el pago en efectivo, mes anterior: Monto correspondiente a ajuste actual y que se imputará al mes anterior para evitar pagar el menor costo con respecto de \$7 a \$5.

Mi consumo en el mes actual

Para determinar cuánto electricidad consumiste en el mes se consideró lo que marca tu medidor en la "lectura actual" y se le resta lo que marcó en la "lectura anterior".

Periodo de lectura: 01/05/2024 - 30/05/2024 **Fecha estimada próxima lectura:** 26/06/2024

Medidor	Propiedad	Lecturas	Constante	Consumo medidor
4255120	Cliente	Actual: 15.762 kWh Anterior: -15.268 kWh	168	94.500 kWh
4255120	Cliente	Actual: 4.617 kWh Anterior: -4.617 kWh	168	0 kWh (inyecciones)

Consumo total del mes = 94.500 kWh

Demanda máxima leída: 369,75 kW

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?

May - Jun - Jul - Ago - Sep - Oct - Nov - Dic - Ene - Feb - Mar - Abr - May
Mes actual

Mismo mes del año pasado

Este mes consumiste aproximadamente 5% más energía que el mismo mes del año pasado.

Mes pasado

Este mes consumiste aproximadamente 5% más energía que el mes pasado.

Lavadora
Utiliza tu lavadora siempre con carga completa y de preferencia con agua fría. Cuando necesites la ropa, prefiere lavarla al sol y no en la lavadora.

Refrigeración
No introduzcas alimentos calientes en tu refrigerador. Así reducirás que la refrigeración consuma más energía de la adecuada.

Fig. A. 2 Factura Eléctrica, Mayo 2024.

¿Problemas con el servicio de electricidad?

Si tienes alguna consulta o reclamo con respecto al servicio, puedes contactarnos a través de nuestros distintos canales.

www.cge.cl | @CGE_Clientes

2 2712 7000 | 800 6000 732 | www.sec.cl

¿Qué hago si mi problema no se ha resuelto?

Contactate con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), entidad que vigila que las personas cuenten con un servicio seguro y de calidad en los sistemas de electricidad y combustibles.

2 2712 7000 | 800 6000 732 | www.sec.cl

Datos de mi suministro

Dirección suministro: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850
CONCEPCION
Subestación: Loma Colorado 6015 Kv
Sector Tarifario: Concepción Siva-2 e
Potencia Conectada: 415.08
Fecha término de tarifa: 31/03/2025
Fecha límite para cambio de tarifa: 01/03/2025
Tipo de tarifa contratada: AT 3 PRESENTE EN PUNTA

Verificar documento: www.si.cl

PAGO PRESENCIAL

PAGO AUTOMÁTICO CUENTAS (PAC)

Banco de Chile • Banco Estado • Scotiabank
BCI • Copiadora y BICE • Santander • Itaú
Security • Banco Falabella • BBVA

PAGOS POR INTERNET

www.bancostado.cl | www.sencito.com
www.bancochile.cl | www.santander.cl
www.united.cl | www.senipag.com

PAGO EN OFICINA VIRTUAL

www.cge.cl

OFICINAS COMERCIALES

San Bernardo: Avenida 180, La Piedad, Barrio Nuevo 1800, Talagante, Guzmán 1800, Puente Alto, Juan Pablo Montiel 1800, La Serena, Bello, San Martín 800, Magallanes, Plaza 370, Recoque, Av. O'Higgins 800, San Fernando, Av. L. S. O'Higgins 470, Curile, Plaza 257, Talca, Plaza 100, Chillán, Avenida 170, Concepción, Los Careros 300, Local 410, San Pedro de Atacama, Calle 500, Local 3, Curruarín, Manuel Montt 1800, Local 110, San Antonio, J. Muñoz de Guzmán 380, Temuco, Manuel Montt 600, Villarrica, Plaza de los Andes 180, San José de Maipo, General 1800, Curruarín, Av. Antártica 1800, Rengo, Avenida 180, San Vicente, General Riquelme 180, Las Colinas, San Martín 800, Salvo San Francisco, Local 510, Santa Cruz 21, de los Ríos 180, Rancagua, Av. 11 de Septiembre 180, Pichilemu, J. Aguirre 240, Mallea, Luro y Mañá 180, Local 17, San Javier, Sergio J. J. 2010, Llaneros, Manuel Rodríguez 600, San Clemente, Huamachuco 170, Quellón, O'Higgins 150, Copiadora, Tingo 150, Pared, General Pinochet 150, San Carlos, J. J. Plaza 150, Pichilemu, Sergio J. J. 2010, Curruarín, Pichilemu 410, Tumb, Riquelme 380, Pared, General Urrutia 410, Local 150.

Peñuelas: General Urrutia 410, Local 150.

Quilicura: General Urrutia 410, Local 150.

Colopenco: Manuel Montt 1800, Local 110, General Urrutia 410, Local 150.

San Martín: General Urrutia 410, Local 150.

¿Cuánto debo?

Total a pagar \$17.815.900

Moneda del Periodo: 31 MAY - 28 JUN

Revisa el detalle de tu cuenta al reverso de esta página.

¿Hasta cuándo puedo pagar?

Fecha de vencimiento 18 Jul 2024

(A partir de esta fecha se originarán intereses y se te cobrará un cargo adicional por pago fuera de plazo)

Cupón de pago

Nº Cliente: 2070468
Fecha de vencimiento: 18 Jul 2024

Total a pagar \$17.815.900

0401083226209207046800178159004

Ótalo Pago: el 19 Jun 2024 por un monto de \$ 17.147.900 vía Seripag

Detalle de mi cuenta

Servicio Eléctrico	\$	821
Administración del Servicio	\$	1.755.032
Transporte de Electricidad	\$	67.048
Cargo por Servicio Público	\$	266.703
Cargo Fondo de Estabilización Ley 21.472	\$	7.653.345
Electricidad Consumida (89.437,5 kWh)	\$	5.246.368
Cargo por Potencia Presente en Punta (380,375 kW)	\$	35.288
Indicador	\$	52
Otros Cargos	\$	-49
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior	\$	52
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual	\$	-49
Total exento	\$	333.781
Total neto	\$	14.690.894
10% IVA	\$	2.791.262
Total Emisión	\$	17.815.897
Otros	\$	3
Saldo anterior	\$	0
Total a pagar	\$	17.815.900

Resumen de Inyecciones y Remanentes

Remanente del mes anterior revalorizado	\$	0
Inyecciones del mes actual revalorizadas	\$	0
Descuentos del mes por Generación Distribuida	\$	0
Remanente acumulado para el mes siguiente	\$	0

(*) Los montos informados en el cuadro Resumen de Inyecciones y Remanentes corresponden a montos exentos. Para mayor detalle, revisa el anexo disponible en nuestro sitio web.

Cliente suscrito a envío electrónico

Valores sin IVA incluido. Tarifas fijas según Decreto 11/ST. (Publicado en Diario Oficial el 07-06-2024)

¿Qué significa lo que estoy pagando?

Transporte de la electricidad: Monto que se paga por el uso de las líneas y subestaciones que llevan la electricidad desde donde se produce hasta los afijos de la red y que depende de la cantidad de electricidad consumida.

Ajuste para facilitar el pago en efectivo, mes anterior: Monto correspondiente a la cuenta actual y que se descontará del anterior para facilitar el pago en efectivo, mes anterior.

Mi consumo en el mes actual

Para determinar cuánto electricidad consumiste en el mes se consideró lo que marca el medidor en la lectura actual y se le resta lo que marcó en la lectura anterior.

Periodo de lectura: 31/05/2024 - 28/06/2024. Fecha estimada próxima lectura: 31/07/2024

Medidor	Propiedad	Lecturas	Constante	Consumo medidor
4255120	Cliente	Actual: 16.269 kWh Anterior: -10.782 kWh	168	89.437,5 kWh
4255120	Cliente	Actual: 4.817 kWh Anterior: -4.817 kWh	168	0 kWh (inyecciones)
Consumo total del mes = 89.437,5 kWh				
Demanda máxima leída: 380,375 kW				

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?

Mes	Consumo (kWh)
Jun 2024	89.437,5
May 2024	89.437,5
Abr 2024	89.437,5
Mar 2024	89.437,5
Feb 2024	89.437,5
Ene 2024	89.437,5
Dic 2023	89.437,5
Nov 2023	89.437,5
Oct 2023	89.437,5
Sep 2023	89.437,5
Ago 2023	89.437,5
Jul 2023	89.437,5
Jun 2023	89.437,5

Mismo mes del año pasado

Este mes consumiste aproximadamente 10% menos energía que el mismo mes del año pasado.

Mes pasado

Este mes consumiste aproximadamente 5% menos energía que el mes pasado.

Lavadora

Utiliza tu lavadora siempre con carga completa y de preferencia con agua fría. Cuando te lavas, prefiere bañarte al sol y no en la ducha.

Refrigeración

No introduzcas alimentos calientes en tu refrigerador. Así reducirás que tu refrigerador consuma más energía de la necesaria.

Fig. A. 3 Factura Eléctrica, Junio 2024

¿Problemas con el servicio de electricidad?

Si tienes alguna consulta o reclamo con respecto al servicio, puedes contactarnos a través de nuestros distintos canales.

www.cge.cl | @CGE_Clientes

2 2712 7000 | 800 6000 732 | www.sec.cl

¿Qué hago si mi problema no se ha resuelto?

Contactate con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), entidad que vigila que las personas cuenten con un servicio seguro y de calidad en los sistemas de electricidad y combustibles.

2 2712 7000 | 800 6000 732 | www.sec.cl

Datos de mi suministro

Dirección suministro: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850
CONCEPCION
Subestación: Loma Colorado 6015 Kv
Sector Tarifario: Concepción Siva-2 e
Potencia Conectada: 415.08
Fecha término de tarifa: 31/03/2025
Fecha límite para cambio de tarifa: 01/03/2025
Tipo de tarifa contratada: AT 3 PRESENTE EN PUNTA

Verificar documento: www.via.cl

PAGO PRESENCIAL

servibanco | cajeros | servitile

PAGO AUTOMÁTICO CUENTAS (PAC)

Banco de Chile • Banco Estado • Scotiabank
BIC • Copiabanco • BICE • Santander • Itaú
Security • Banco Falabella • BBVA

PAGOS POR INTERNET

www.bancostado.cl | www.sencillo.com
www.bancochile.cl | www.santander.cl
www.unimed.cl | www.servipag.com

PAGO EN OFICINA VIRTUAL

www.cge.cl

servibanco | SERVIPAG

OFICINAS COMERCIALES

Local a valores de \$800 a \$3.000 IVA
San Bernardo: Avenida 800, La Piedad, Retiro 1000, Talagante: Guzmán 1800, Puente Alto: Juan Pablo Montiel 100, La Serena: Bolívar, Bío Bío: San Martín 800, Magallanes: Olave 370, Región de O'Higgins: O'Higgins 600, San Fernando: Av. L. S. O'Higgins 470, Santa Rosa: 257, Talca: 1ª y 2ª Pintas 100, Chillan: Avenida 270, Concepción: Los Carrera 280, Los Ríos: San Pablo 800, Valparaíso: Calle 500, Lota: J. González, Manuel Montt 1800, Iquique: 119, San Antonio: J. Muñoz de Sotomayor 380, Temuco: Manuel Montt 600, Valdivia: Pío de Cárdenas 800, San José de Maipo: General 2040, Casapue: Av. Andrés Bello 1800, Rengo: Avenida 102, San Vicente: General Riquelme 100, Los Cillos: San Martín 800, Salta: San Francisco, Iquique: 119, Santa Cruz: 21, de los Ríos: 180, Rancagua: Av. 11 de Septiembre 100, Pichilemu: J. Aguirre 240, Maiten: Luro y Maipo 1800, Iquique: 119, San Javier: Santiago Jofre 2070, Llaneros: Manuel Rodríguez 600, San Clemente: Huamacho 170, Quellón: O'Higgins 250, Copiapo: Tercera 100, Pared: General Pinochet 100, San Carlos: 11, Norte 100, Pichilemu: Santiago Jofre 2070, Curicó: Palmar 410, Tumb: Requena 390, Pucón: General Urrutia 670, Norte 100.
Prestar los otros servicios
Quilicura: General 400, Lumb: a punto de \$800 a \$3.000 IVA, Colopaco: Mariana Latorre 580, Iquique: \$800 a \$3.000 IVA, Navidad: Av. Juan Montalvo 87, Iquique: \$800 a \$3.000 IVA.

R.U.T.: 76.411.321-7
FACTURA ELECTRÓNICA
Nº 22085667
S.I. SANTIAGO ORIENTE

Nº CLIENTE: 2070468
Fecha de emisión: 01 Ago 2024

COMPANIA GENERAL DE ELECTRICIDAD S.A.
RUT: 76.411.321-7
GIR: Distribución de energía eléctrica
CASA MATRIZ: Av. Presidente Riquelme 5861, Piso 17, Los Cordes.

Sr. (a) U. Católica Sma. Concepción
Rut: 71.915.800-5
Giro: Enseñanza Superior en Universidades
Pdv
Dirección de Envío: AVENIDA ALONSO DE RIVERA 2850 CONCEPCION
Ruta: G4524010-0006 | Var.
Corresp: CIVIB

Observaciones de reparto:
Dirección Comercial:
AV ALONSO DE RIVERA 2850
CONCEPCION

¿Cuánto debo?

Total a pagar \$39.016.800

Moneda del Periodo: 29 JUN - 31 JUL, Incluye saldo anterior

Revisa el detalle de tu cuenta al reverso de esta página.

¿Hasta cuándo puedo pagar?

Fecha de vencimiento 19 Ago 2024
(A partir de esta fecha se originarán intereses y se te cobrará un cargo adicional por pago fuera de plazo)

Corte a partir de 02 Sep 2024
(Módulo: No pago, saldo anterior)

Cupón de pago

Nº Cliente 2070468
Fecha de vencimiento 19 Ago 2024
Total a pagar \$ 39.016.800

0401060599936207046800390168004

Ótalo Pago: el 19 Jun 2024 por un monto de \$ 17.147.900 vía Servipag

Detalle de mi cuenta

Servicio Eléctrico	\$	834
Administración del Servicio	\$	2.256.000
Transporte de Electricidad	\$	69.250
Cargo por Servicio Público	\$	277.326
Cargo Fondo de Estabilización Ley 21.472	\$	10.132.443
Electricidad Consumida (93.000 kWh)	\$	4.880.508
Cargo por Potencia Presente en Punta (380,719 kW)	\$	252.429
Interés	\$	49
Otros Cargos	\$	-28
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior	\$	49
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual	\$	-28
Saldo Anterior Vencido	\$	17.773.904
Saldo Anterior Servicio Eléctrico (Implica corte después del 02/09/2024)	\$	41.006
Otro Saldo Anterior	\$	
Total exento	\$	347.076
Total neto	\$	17.524.204
10% IVA	\$	3.329.590
Total Emisión	\$	21.200.879
Otros	\$	21
Saldo anterior	\$	17.816.900
Total a pagar	\$	39.016.800

Resumen de Inyecciones y Remanente

Remanente del mes anterior liquidado	\$	0
Inyecciones del mes actual valorizadas	\$	0
Descuentos del mes por Generación Distribuida	\$	0
Remanente acumulado para el mes siguiente	\$	0

(*) Los montos informados en cuadro Resumen de Inyecciones y Remanentes corresponden a montos exentados. Para mayor detalle, revisa el anexo disponible en nuestro sitio web.
Cámbiate suscribiendo a envío electrónico.
Valores en IVA incluido/Tarifa Especial según Decreto 1051.
(Publicado en Diario Oficial el 02-06-2024)

¿Qué significa lo que estoy pagando?

Transporte de la electricidad:
Monto que se paga por el uso de las líneas y subestaciones que llevan la electricidad desde donde se produce hasta los aparatos de la casa y que depende de la cantidad de electricidad consumida.

Ajuste para facilitar el pago en efectivo, mes anterior:
Monto correspondiente a ajuste y que las compañías nos ofrecen para facilitar el pago y evitar el corte de suministro.

¿Cuál fue mi consumo en los últimos 13 meses?

Mismo mes del año pasado vs Mes pasado

Este mes consumiste aproximadamente 10% más energía que el mismo mes del año pasado.

Este mes consumiste aproximadamente 4% más energía que el mes pasado.

Lavadora: Utiliza tu lavadora siempre con carga completa y de preferencia con agua fría. Cuando sepales la ropa, prefiere sacarla al sol y no en la secadora.

Refrigeración: No introduzcas alimentos calientes en la refrigerador. Así evitarás que la refrigeración consuma más energía de la necesaria.

Fig. A. 4 Factura Eléctrica, Julio 2024.

A.2 Desglose Notas de Cobro ENERLINK

Tabla A. 4 Desglose Notas de Cobro para cada Medidor. Junio 2024

[illegible]

Tabla A. 5 Desglose Notas de Cobro para cada Medidor. Julio 2024

[illegible]

Anexo.B Consumo por Instalación

B.1 Edificio San Agustín – Facultad de Ingeniería

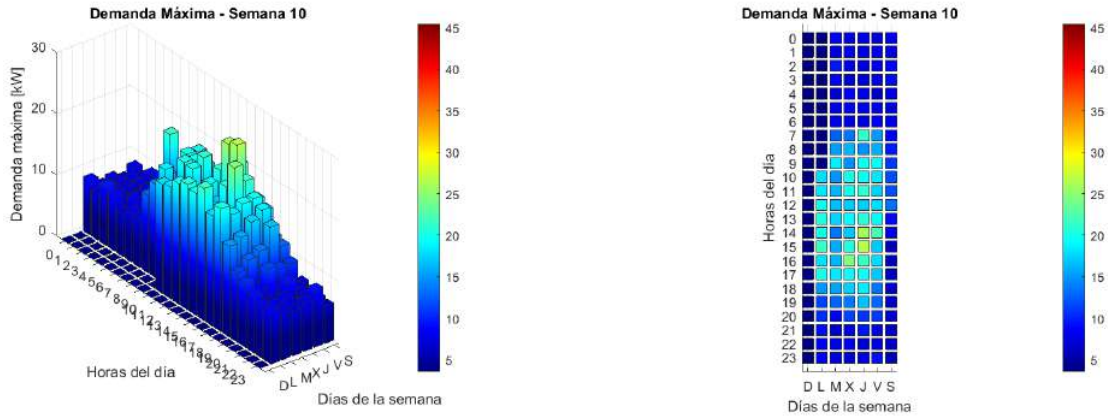


Fig. B. 1 Consumo Semana 10. Edificio San Agustín.

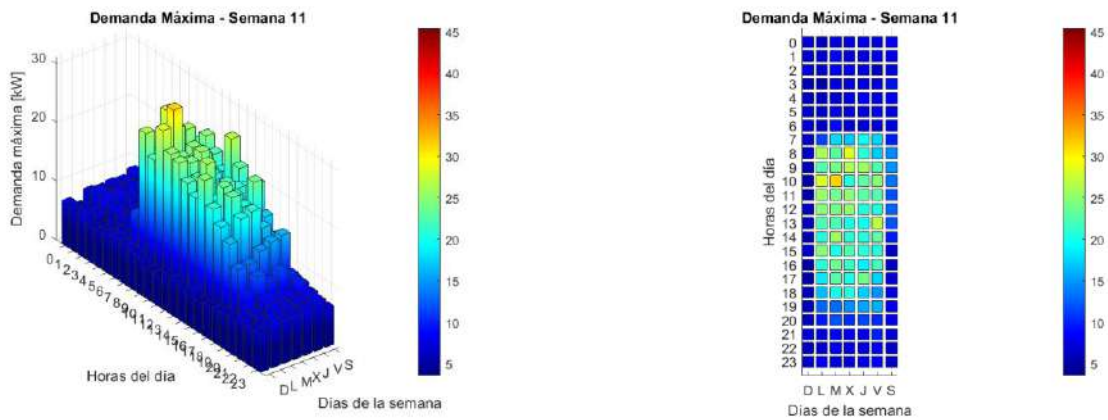


Fig. B. 2 Consumo Semana 11. Edificio San Agustín.

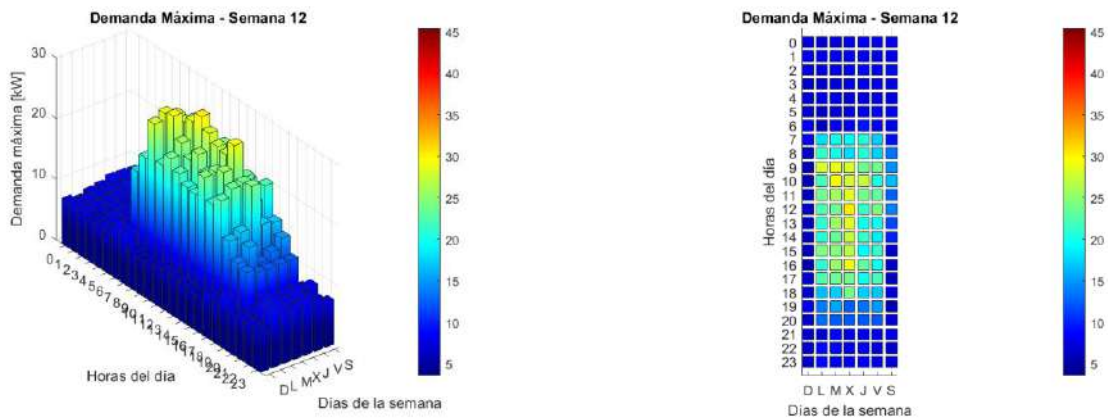


Fig. B. 3 Consumo Semana 12. Edificio San Agustín.

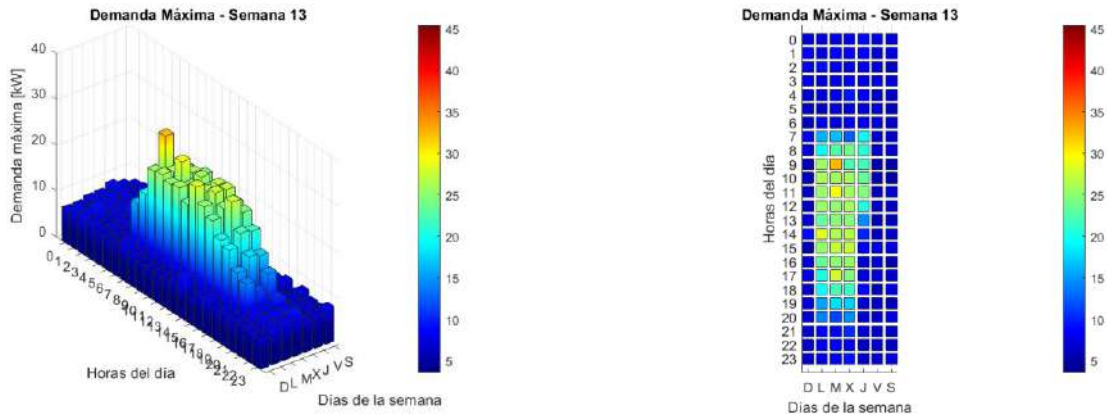


Fig. B. 4 Consumo Semana 13. Edificio San Agustín.

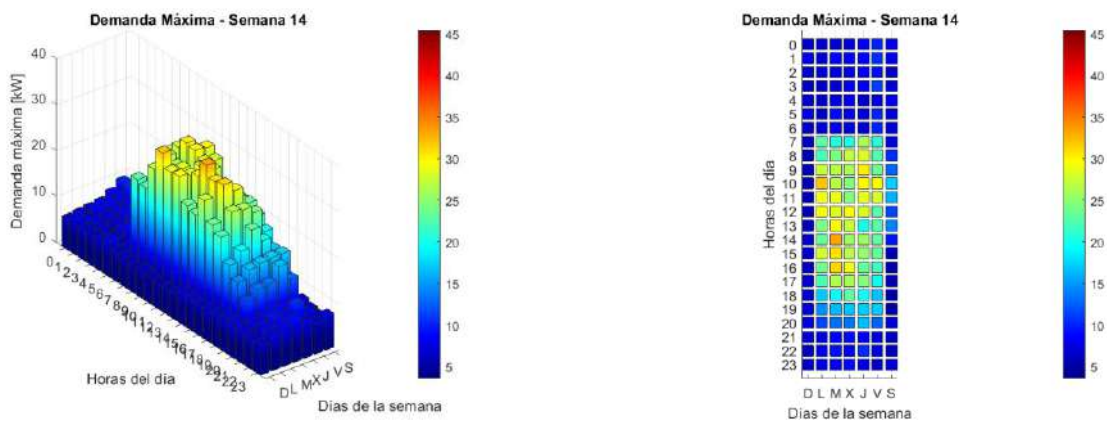


Fig. B. 5 Consumo Semana 14. Edificio San Agustín.

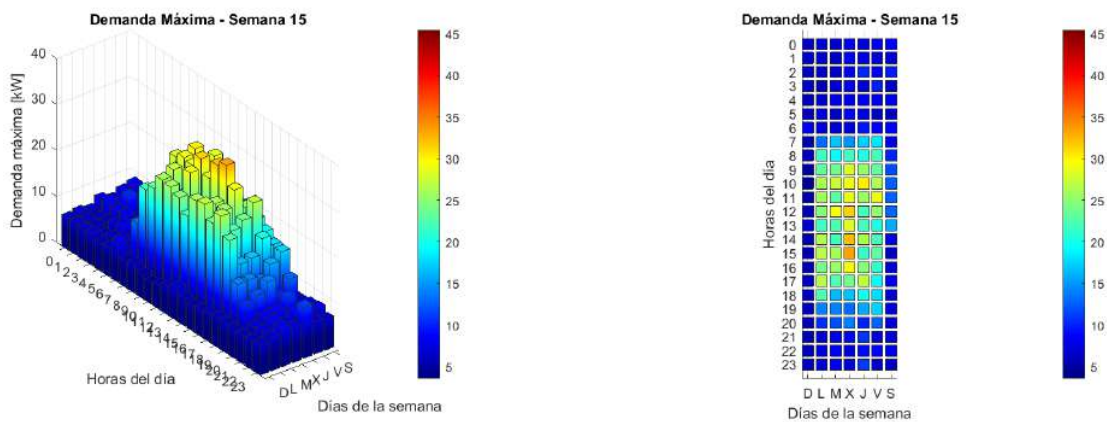


Fig. B. 6 Consumo Semana 15. Edificio San Agustín.

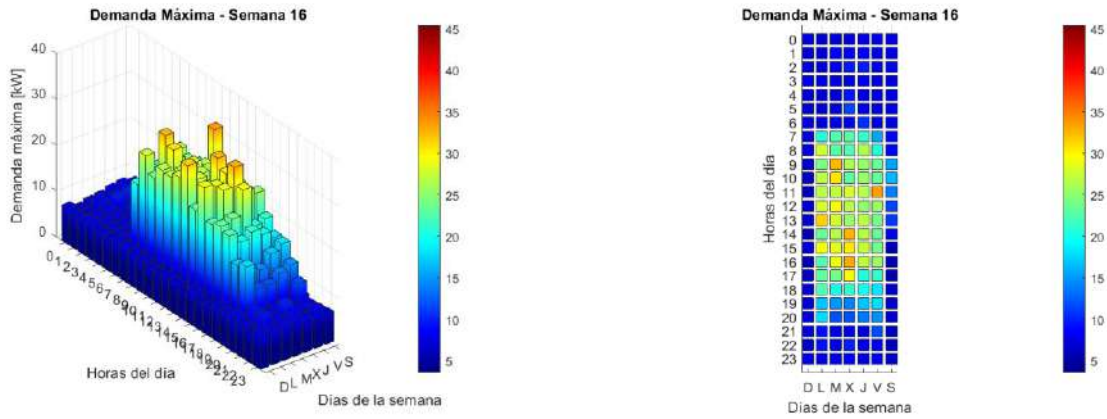


Fig. B. 7 Consumo Semana 16. Edificio San Agustín.

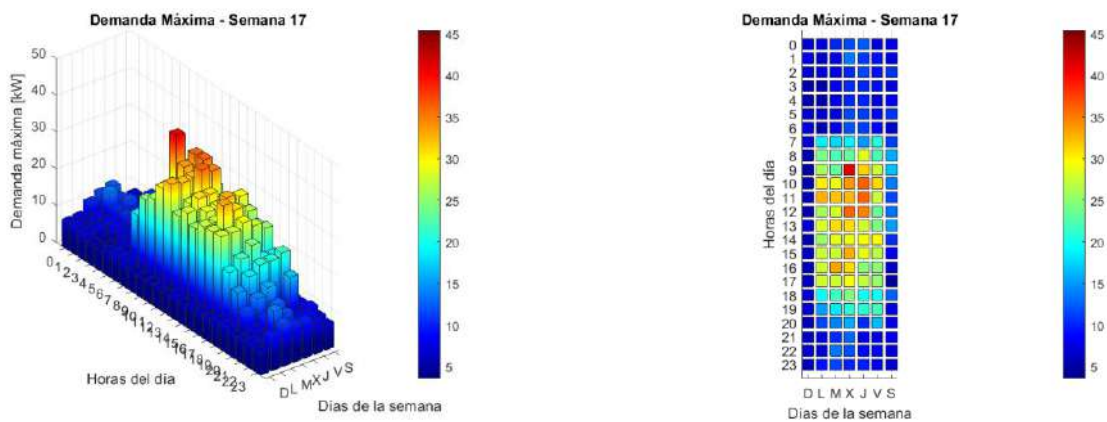


Fig. B. 8 Consumo Semana 17. Edificio San Agustín.

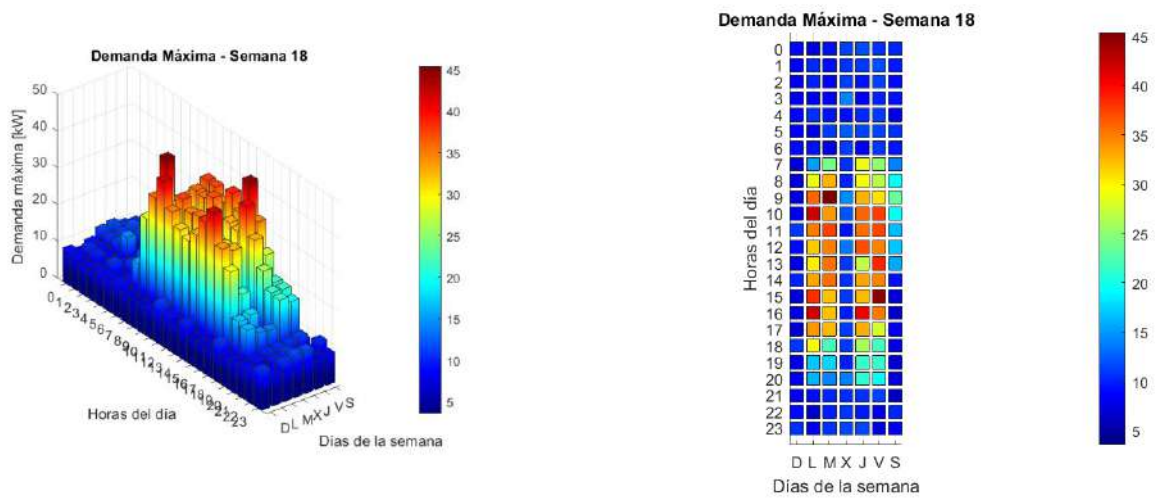


Fig. B. 9 Consumo Semana 18. Edificio San Agustín.

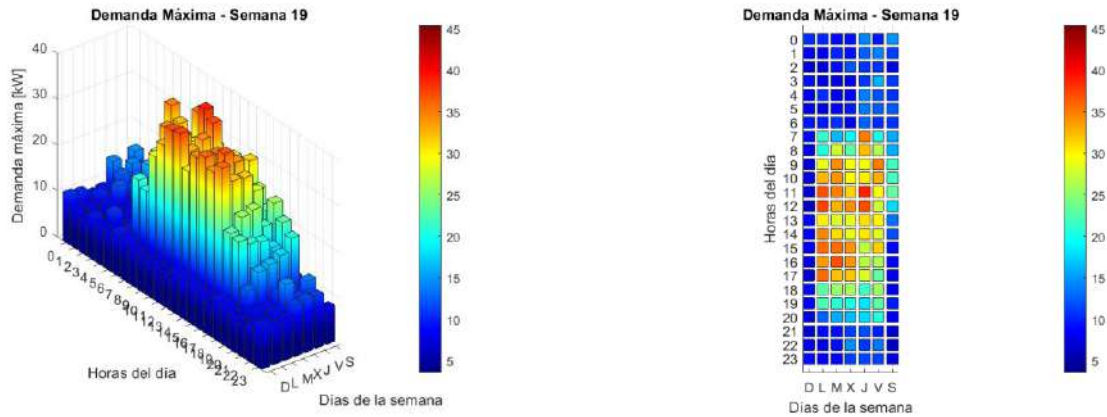


Fig. B. 10 Consumo Semana 19. Edificio San Agustín.

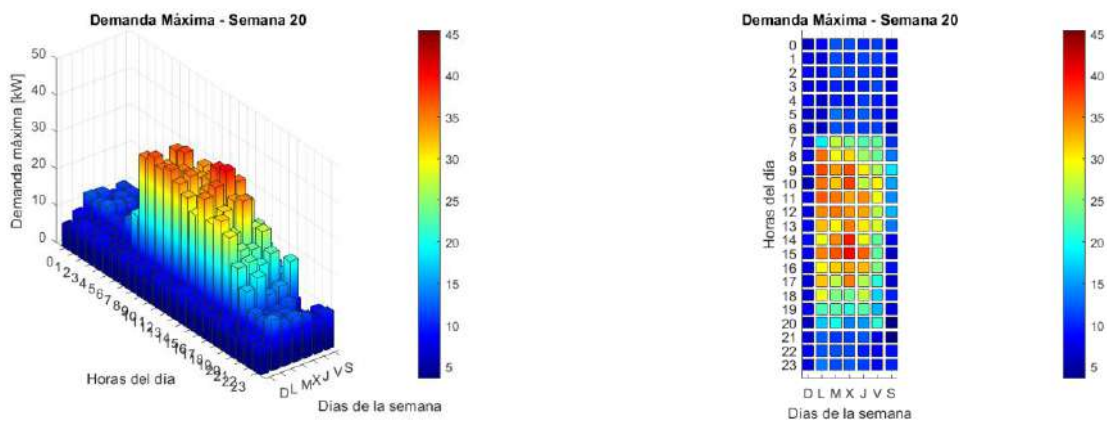


Fig. B. 11 Consumo Semana 20. Edificio San Agustín.

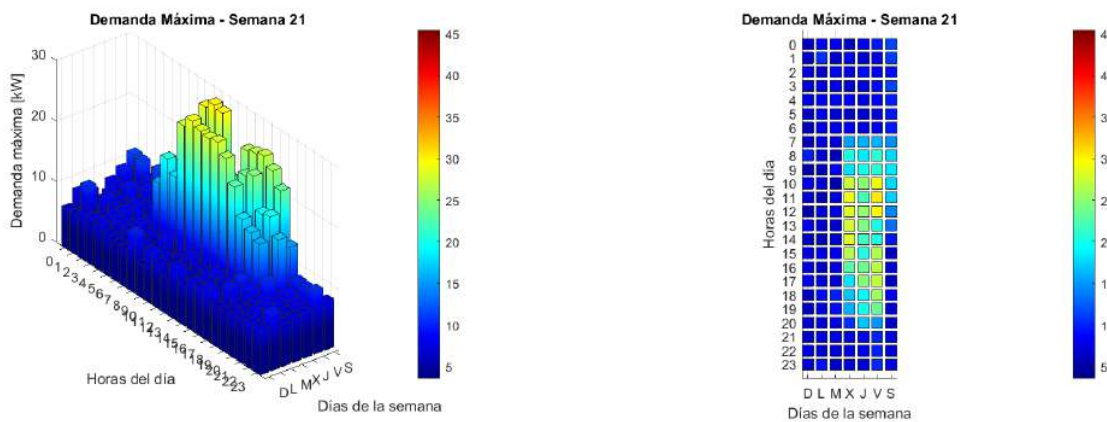


Fig. B. 12 Consumo Semana 21. Edificio San Agustín.

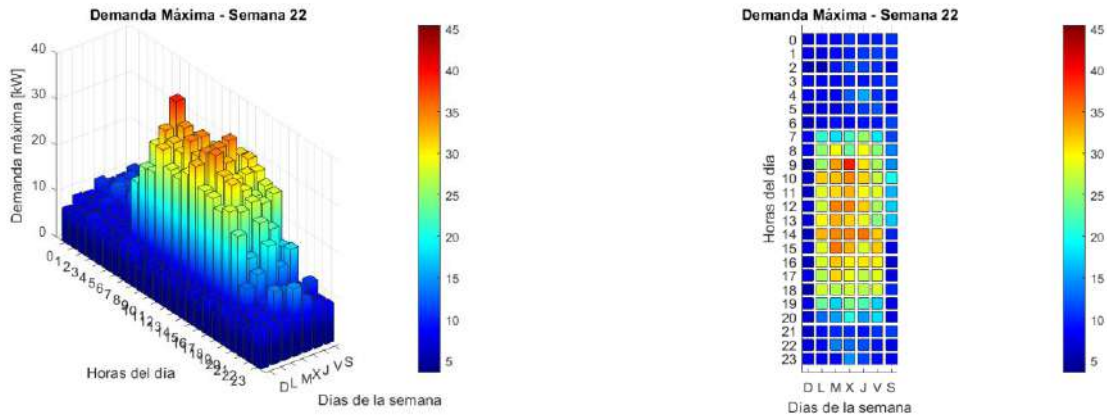


Fig. B. 13 Consumo Semana 22. Edificio San Agustín.

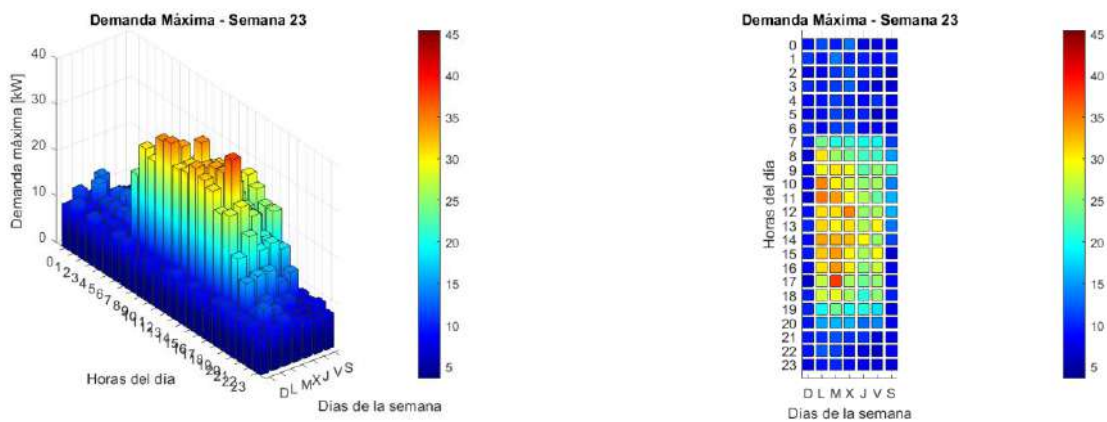


Fig. B. 14 Consumo Semana 23. Edificio San Agustín.

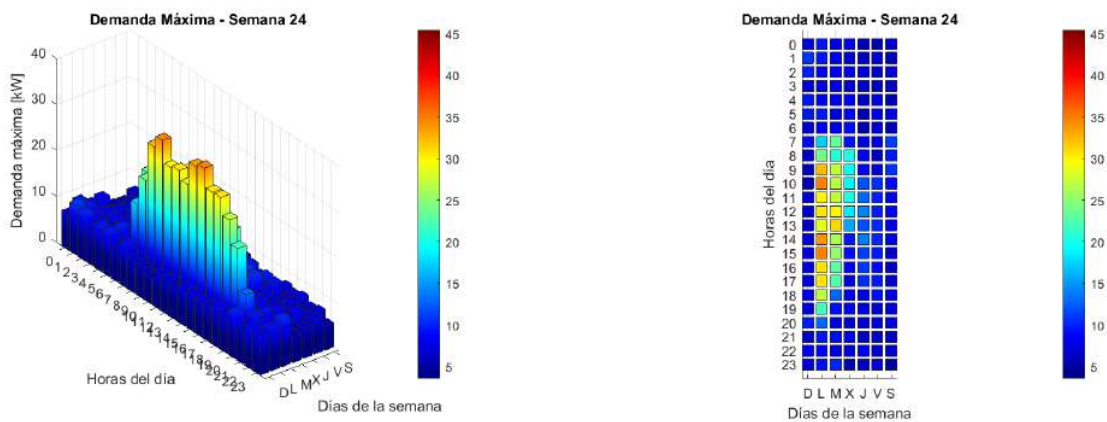


Fig. B. 15 Consumo Semana 24. Edificio San Agustín.

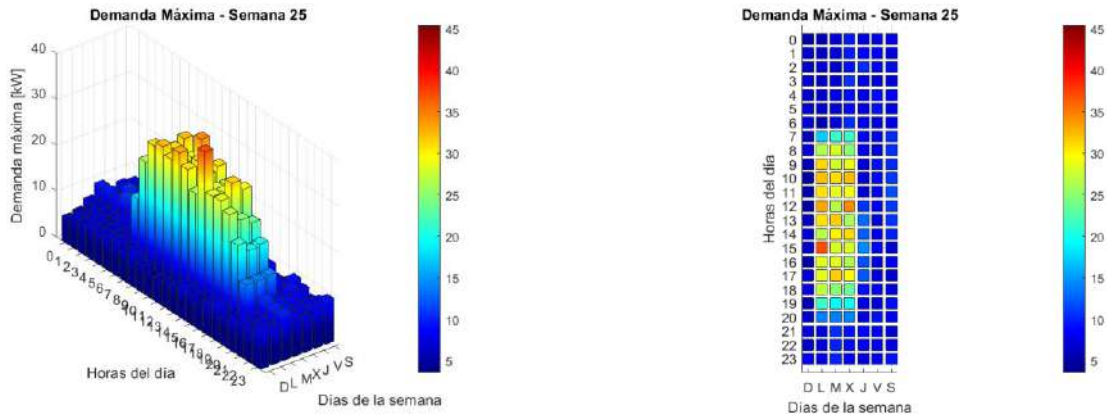


Fig. B. 16 Consumo Semana 25. Edificio San Agustín.

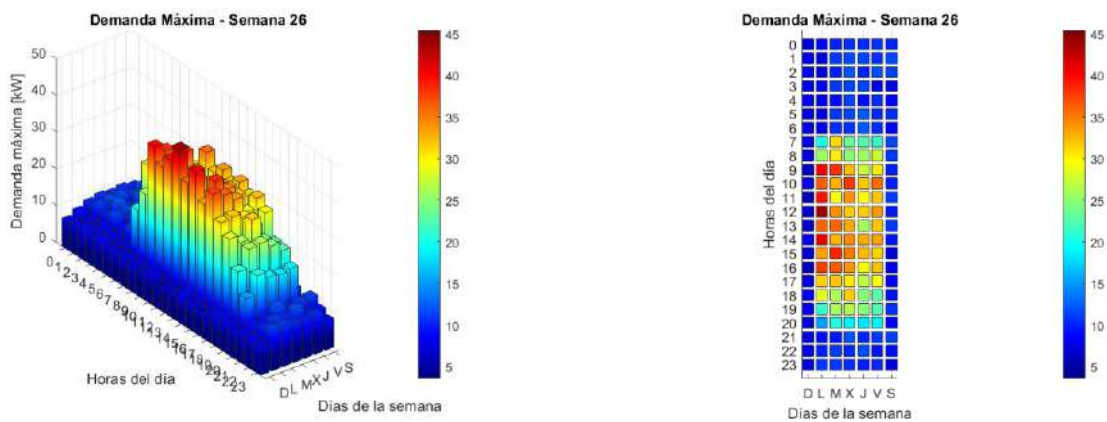


Fig. B. 17 Consumo Semana 26. Edificio San Agustín.

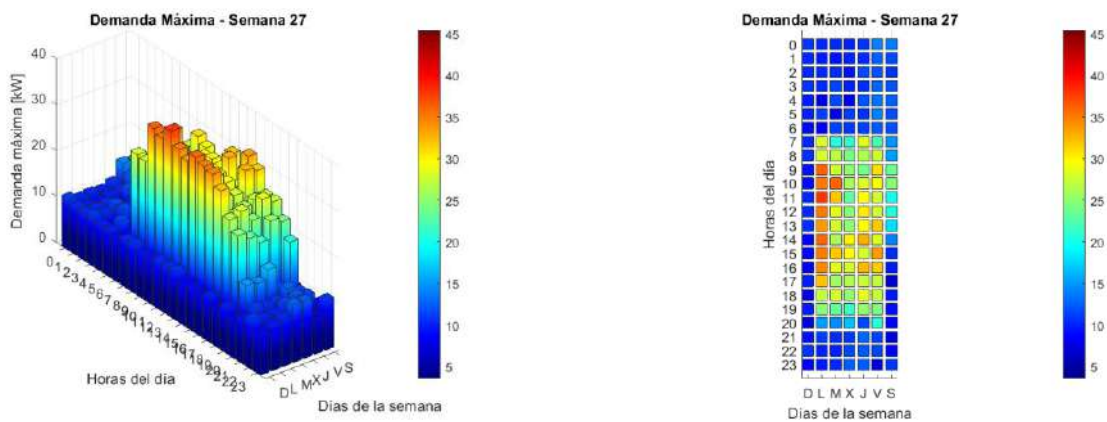


Fig. B. 18 Consumo Semana 27. Edificio San Agustín.

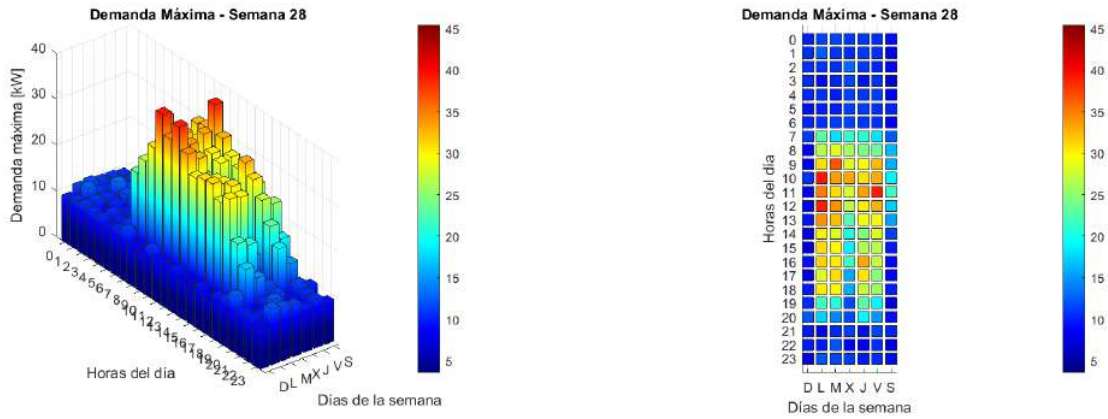


Fig. B. 19 Consumo Semana 28. Edificio San Agustín.

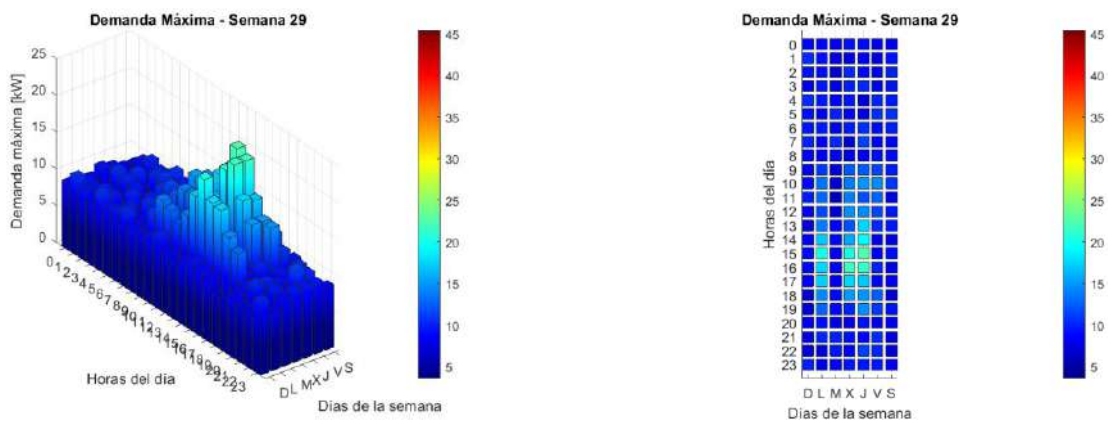


Fig. B. 20 Consumo Semana 29. Edificio San Agustín.

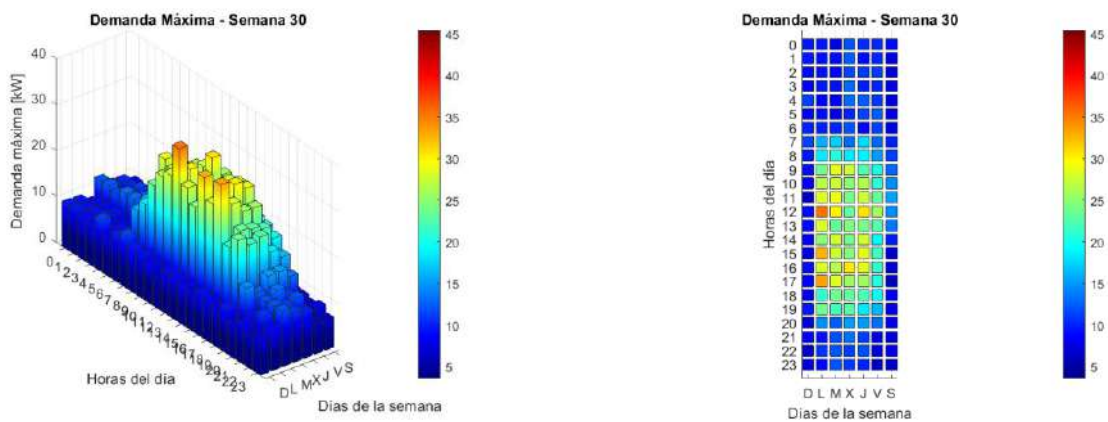


Fig. B. 21 Consumo Semana 30. Edificio San Agustín.

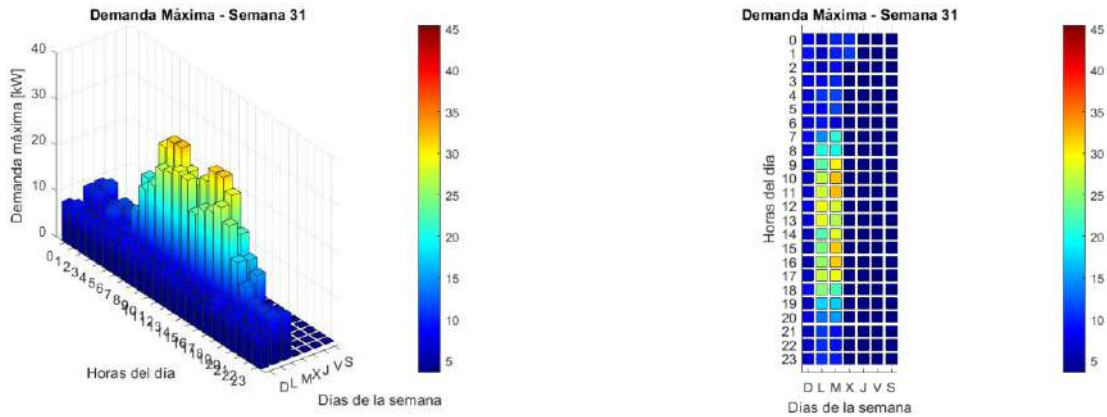


Fig. B. 22 Consumo Semana 31. Edificio San Agustín.

B.2 Edificio San Alberto Magno – Facultad de Ciencias

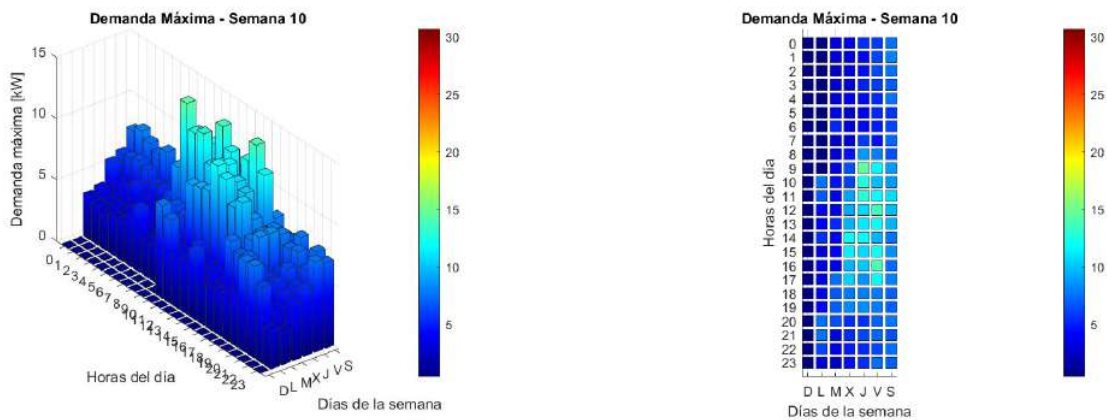


Fig. B. 23 Consumo Semana 10. Facultad de Ciencias.

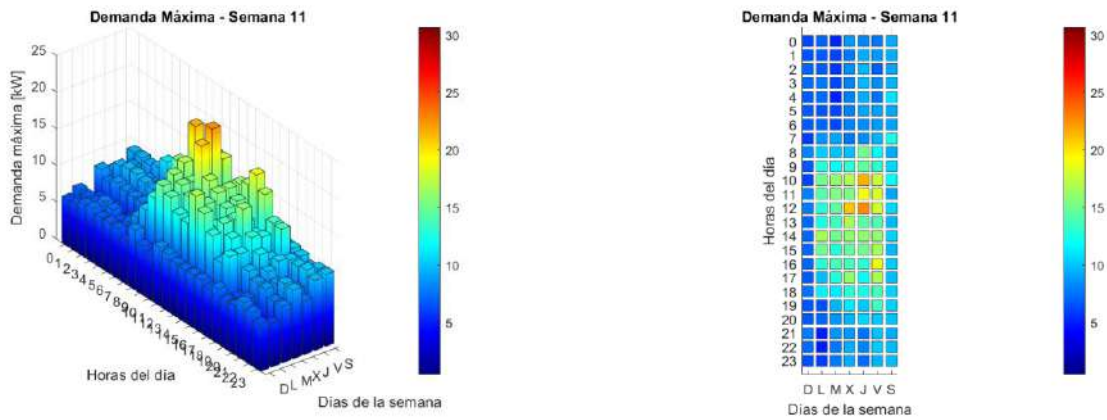


Fig. B. 24 Consumo Semana 11. Facultad de Ciencias.

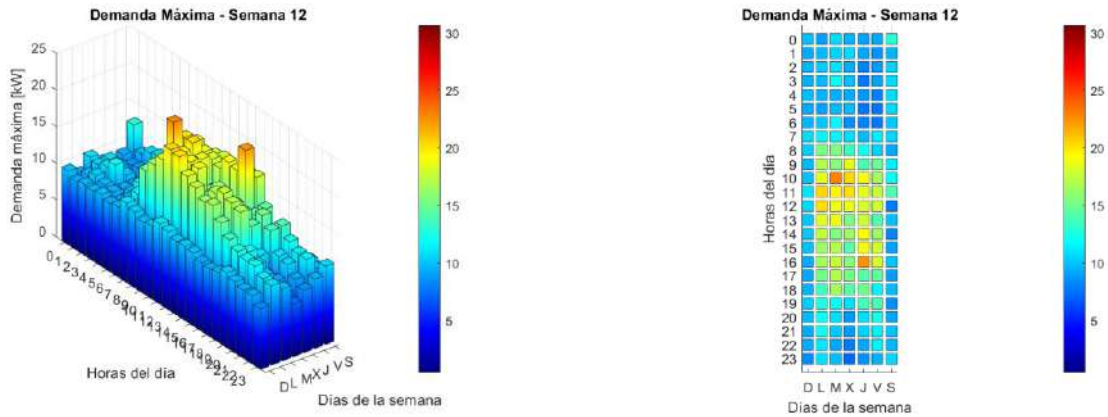


Fig. B. 25 Consumo Semana 12. Facultad de Ciencias.

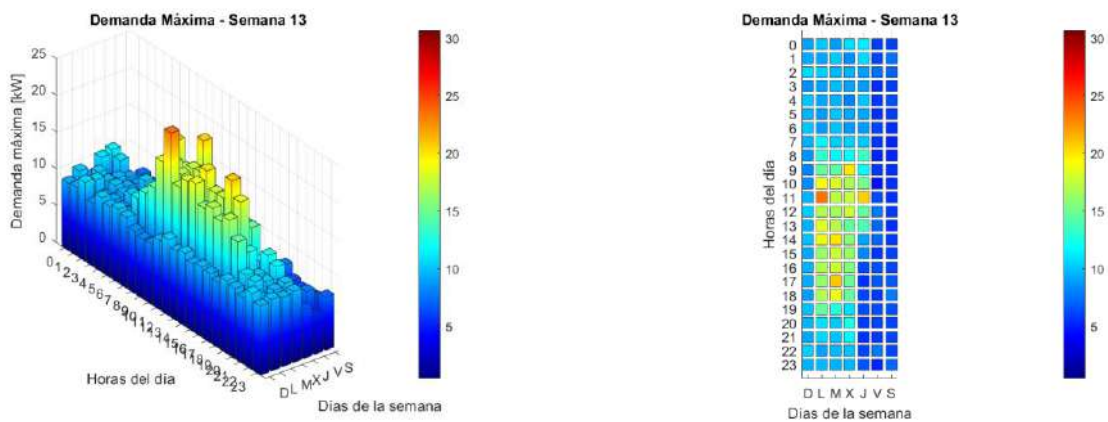


Fig. B. 26 Consumo Semana 13. Facultad de Ciencias.

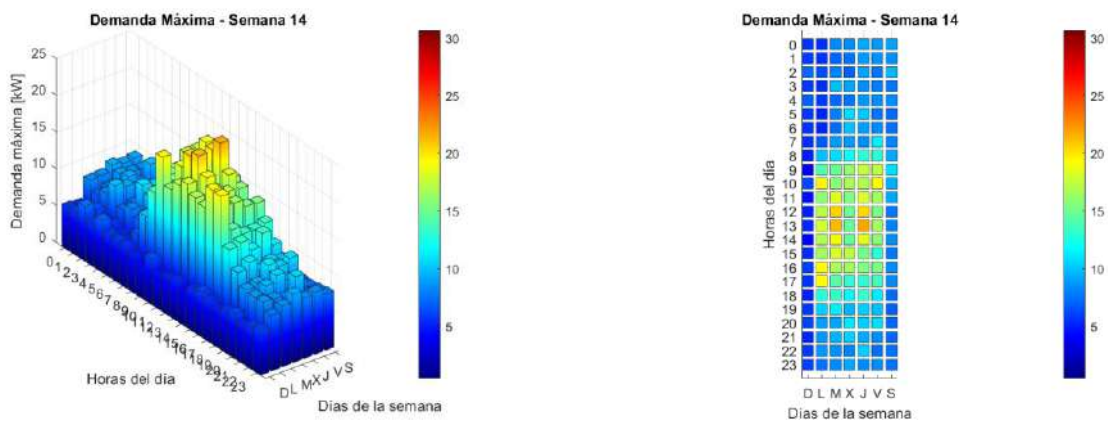


Fig. B. 27 Consumo Semana 14. Facultad de Ciencias.

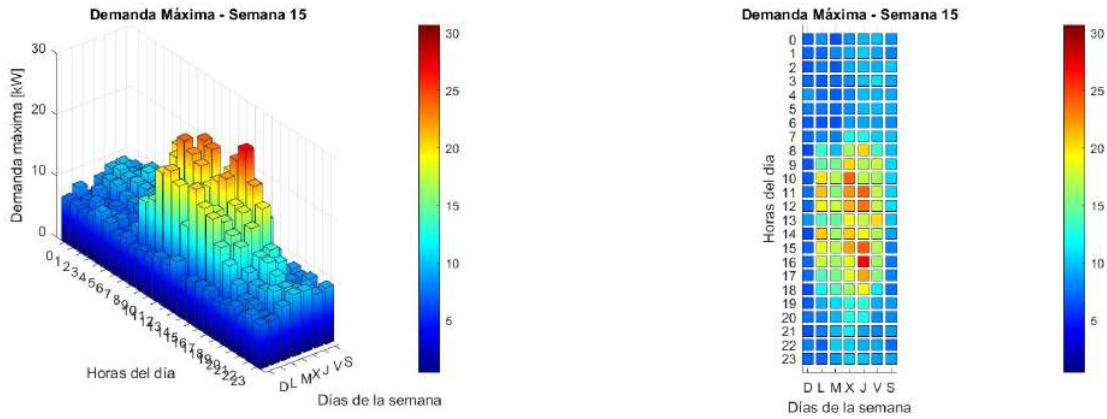


Fig. B. 28 Consumo Semana 15. Facultad de Ciencias.

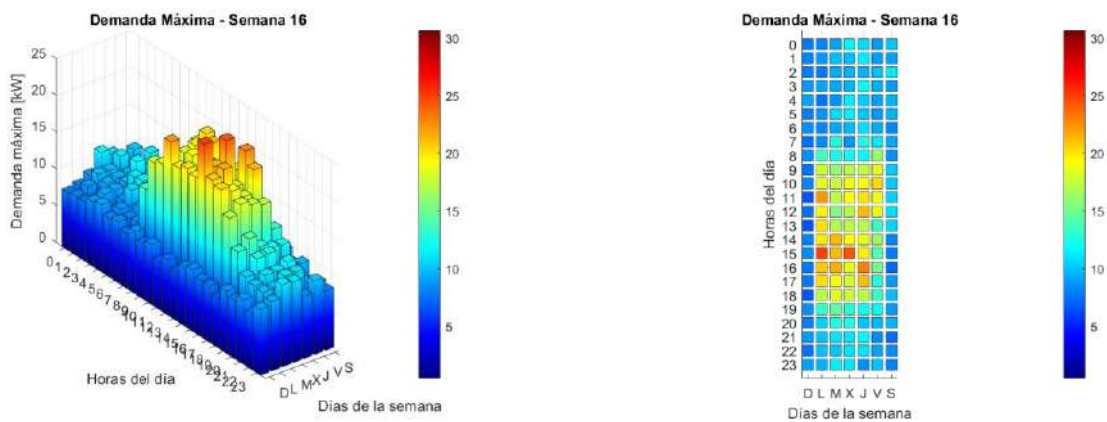


Fig. B. 29 Consumo Semana 16. Facultad de Ciencias.

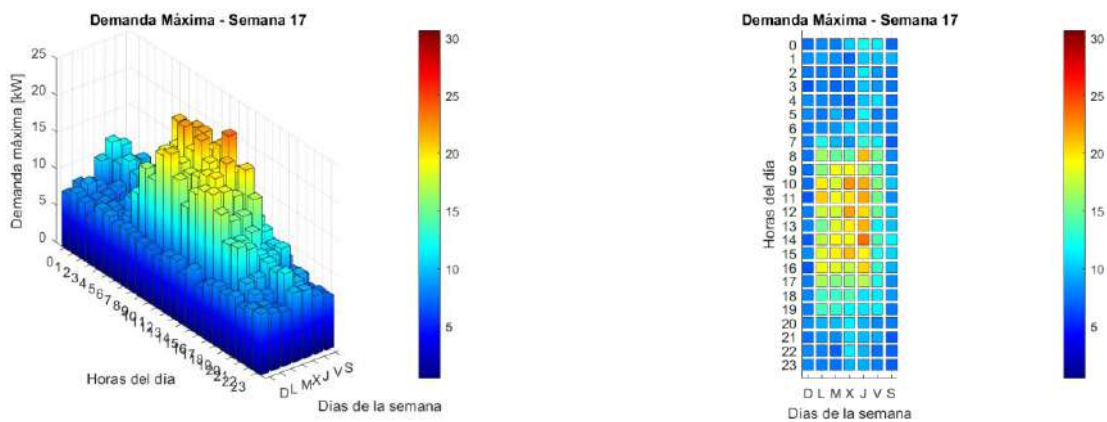


Fig. B. 30 Consumo Semana 17. Facultad de Ciencias.

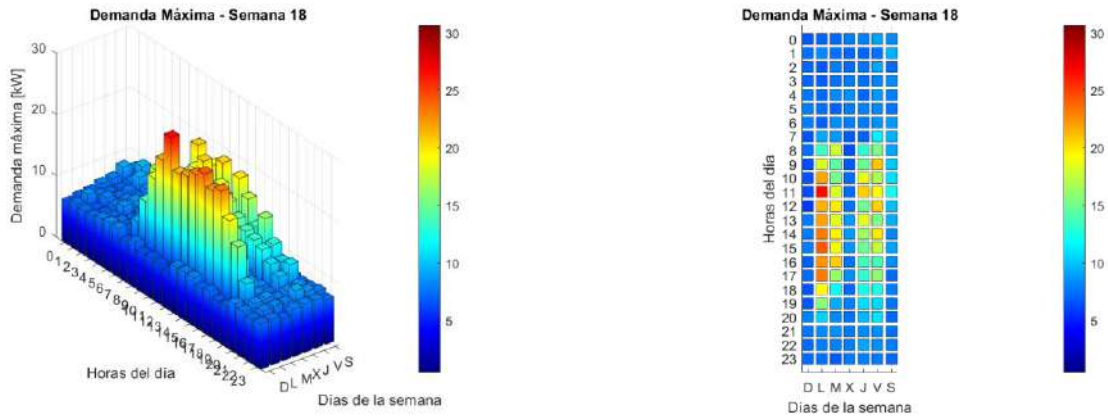


Fig. B. 31 Consumo Semana 18. Facultad de Ciencias.

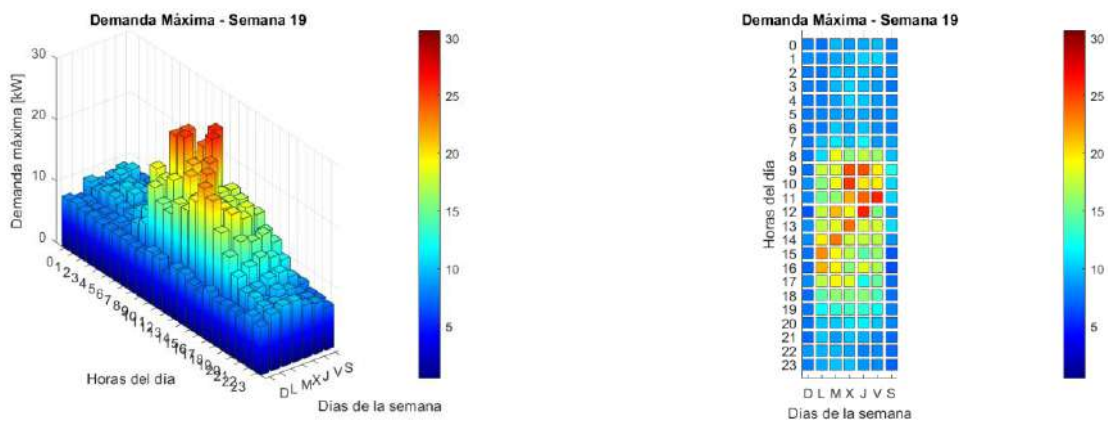


Fig. B. 32 Consumo Semana 19. Facultad de Ciencias.

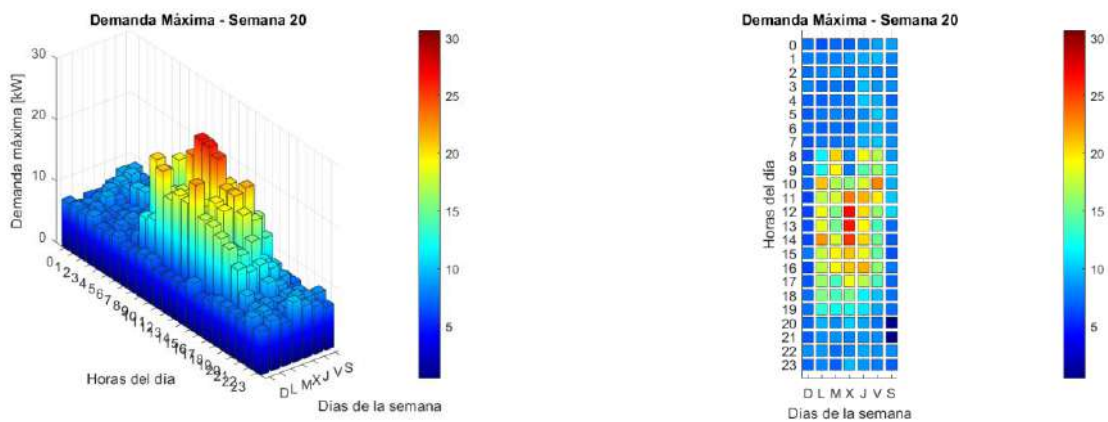


Fig. B. 33 Consumo Semana 20. Facultad de Ciencias.

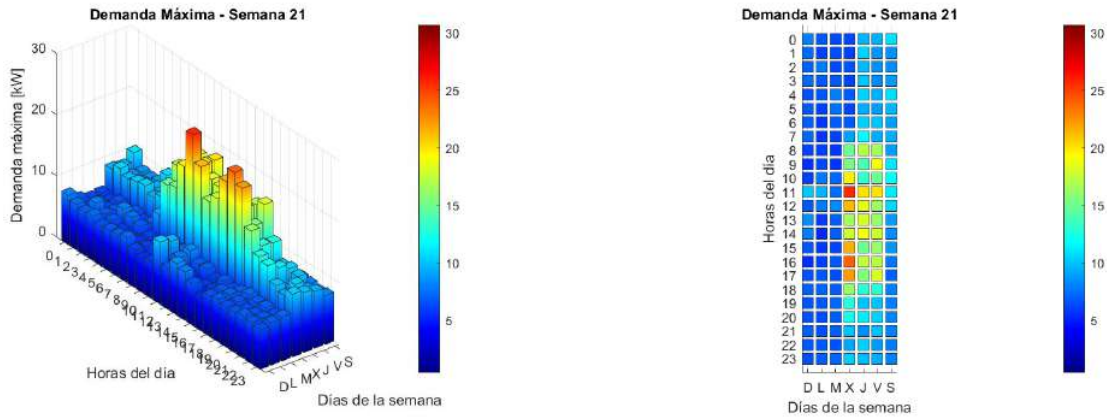


Fig. B. 34 Consumo Semana 21. Facultad de Ciencias.

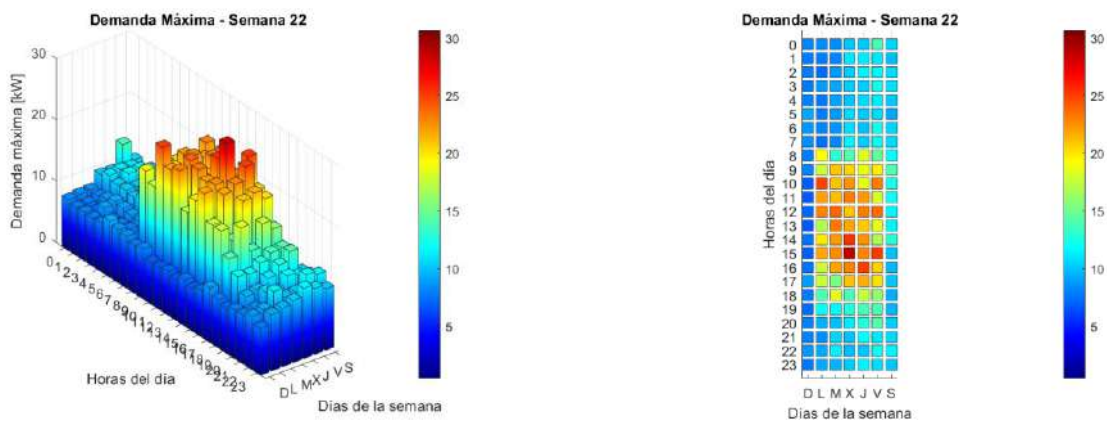


Fig. B. 35 Consumo Semana 22. Facultad de Ciencias.

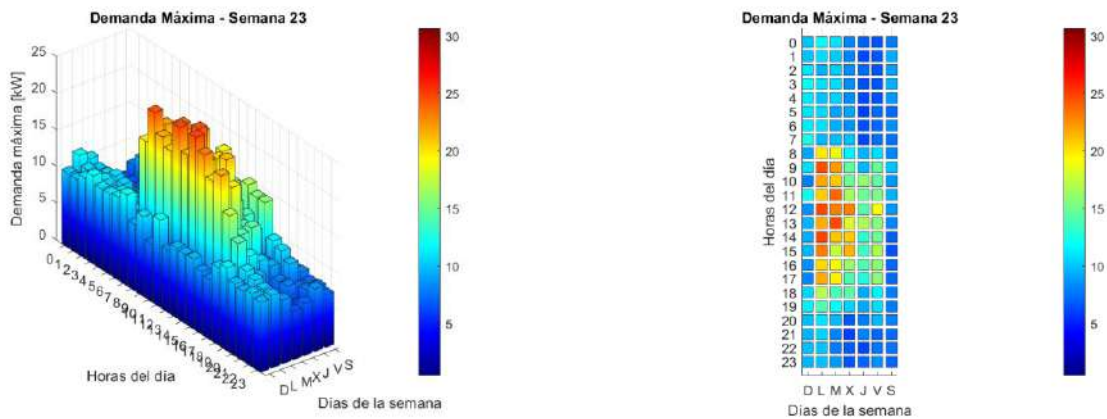


Fig. B. 36 Consumo Semana 23. Facultad de Ciencias.

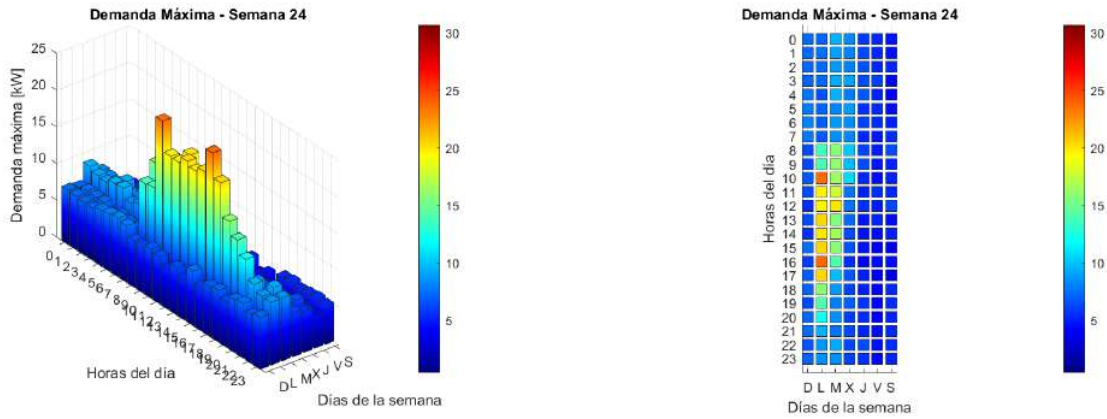


Fig. B. 37 Consumo Semana 24. Facultad de Ciencias.

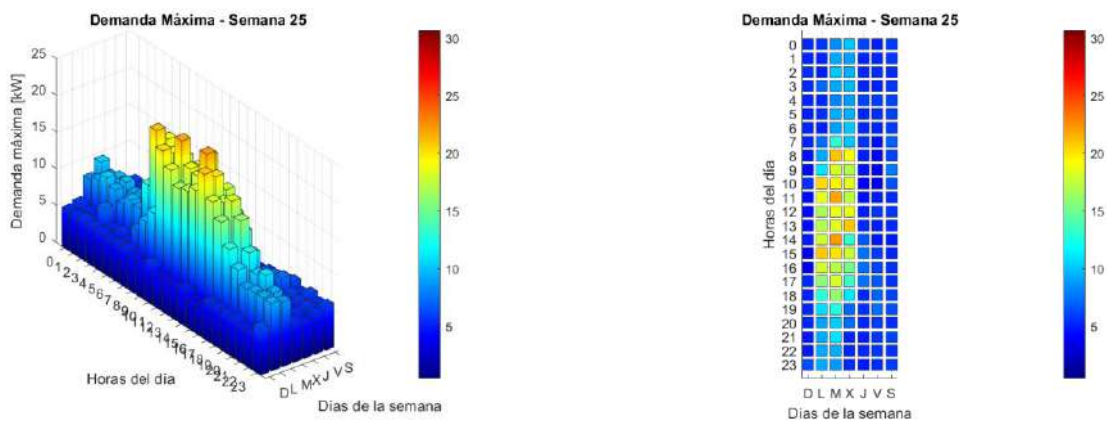


Fig. B. 38 Consumo Semana 25. Facultad de Ciencias.

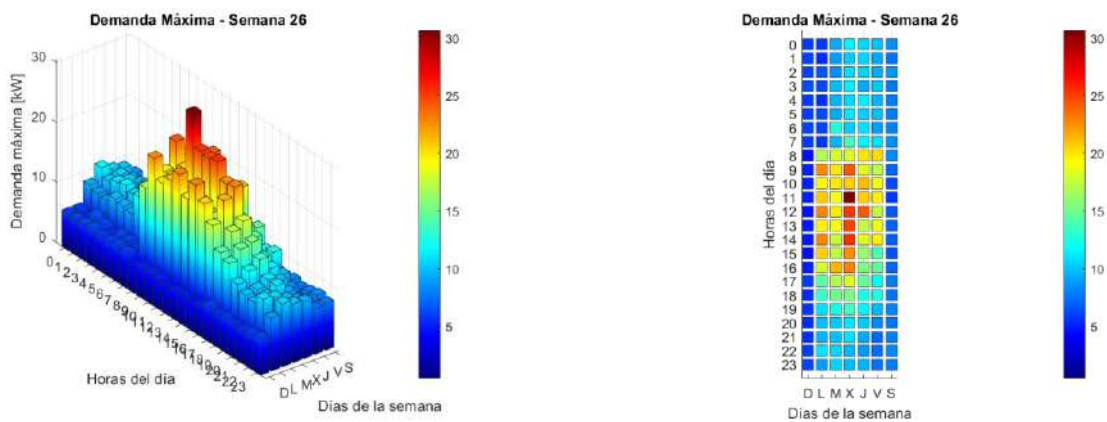


Fig. B. 39 Consumo Semana 26. Facultad de Ciencias.

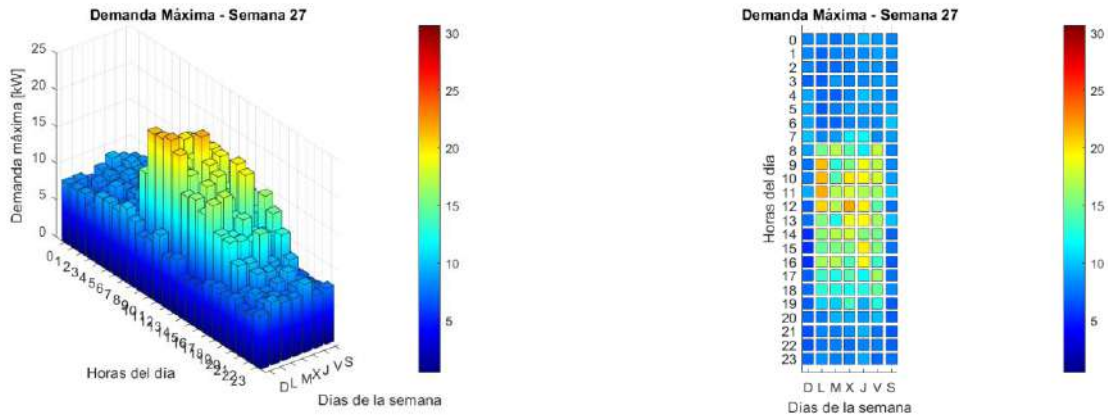


Fig. B. 40 Consumo Semana 27. Facultad de Ciencias.

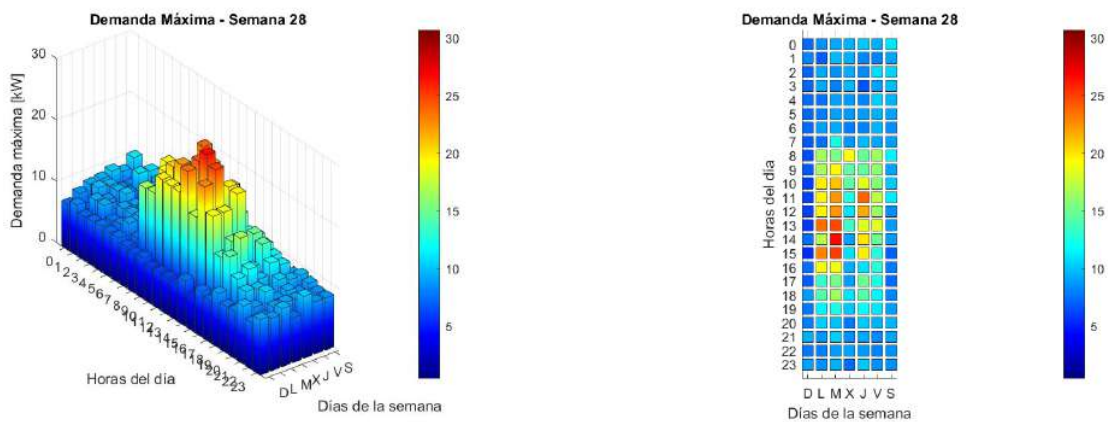


Fig. B. 41 Consumo Semana 28. Facultad de Ciencias.

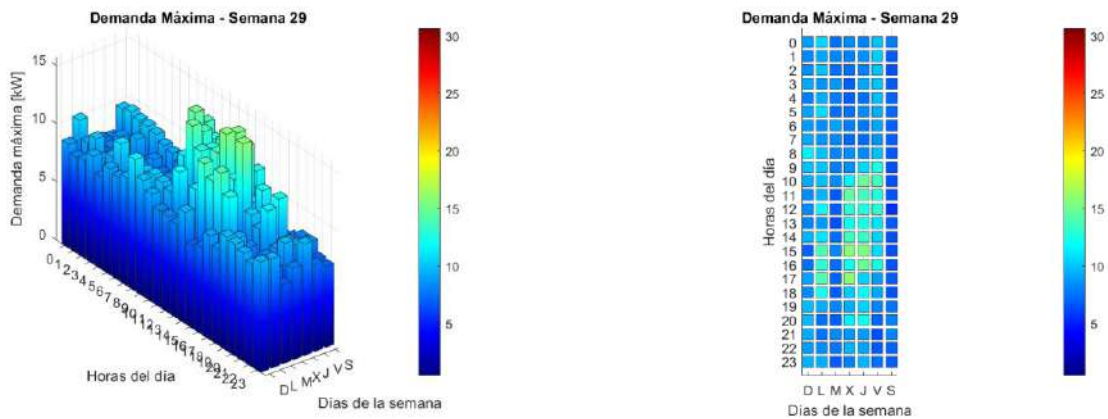


Fig. B. 42 Consumo Semana 29. Facultad de Ciencias.

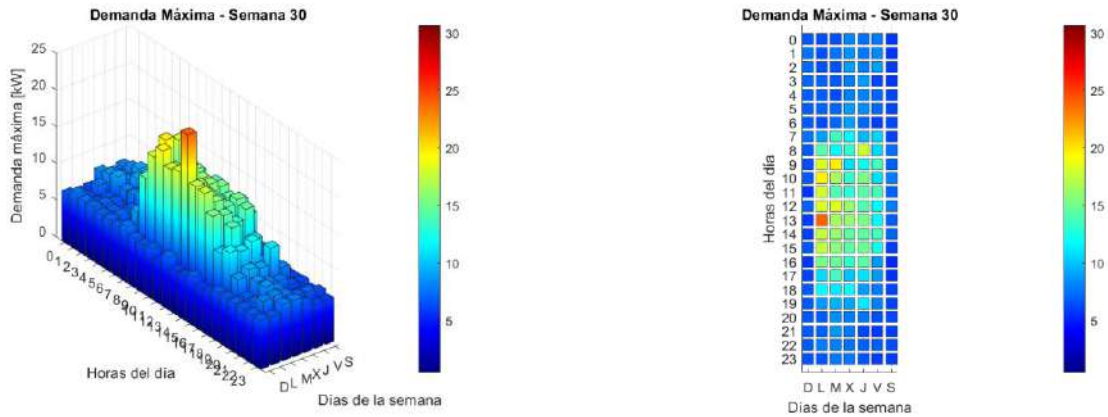


Fig. B. 43 Consumo Semana 30. Facultad de Ciencias.

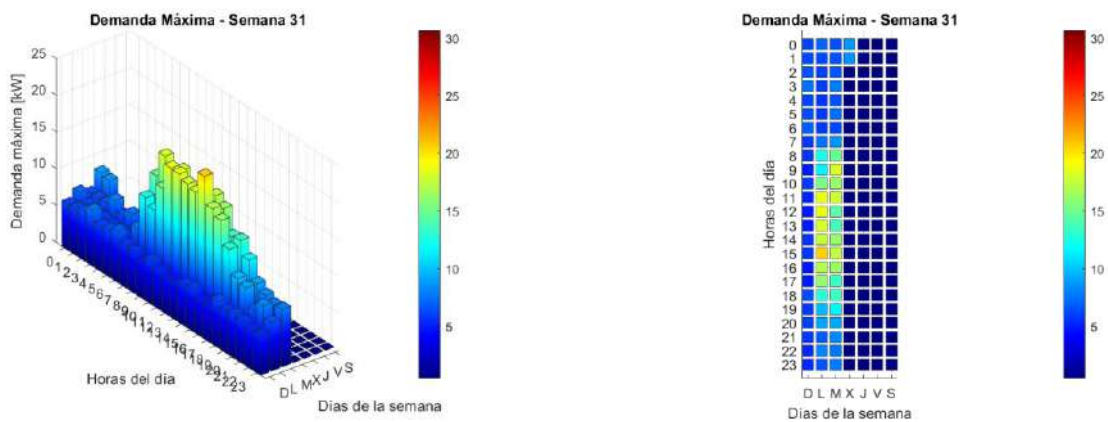


Fig. B. 44 Consumo Semana 31. Facultad de Ciencias.

B.3 Edificio San Lucas – Facultad de Medicina

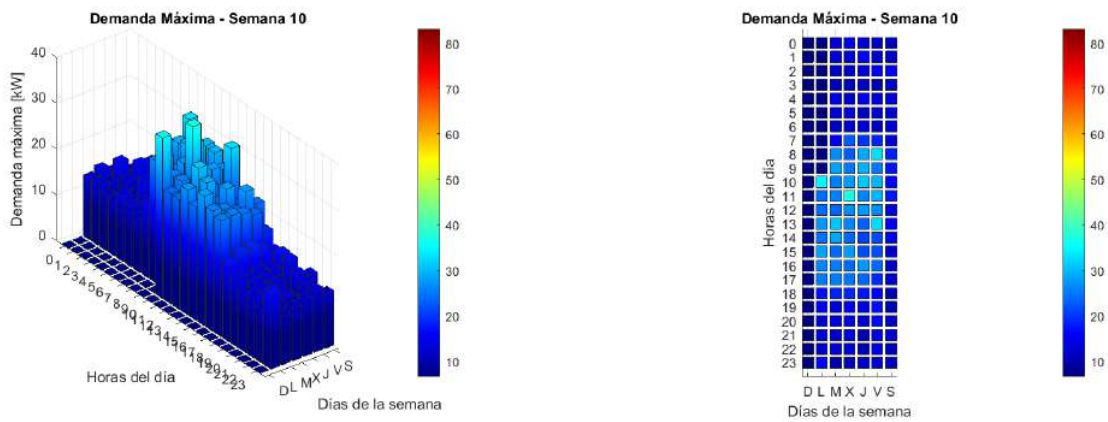


Fig. B. 45 Consumo Semana 10. Facultad de Medicina.

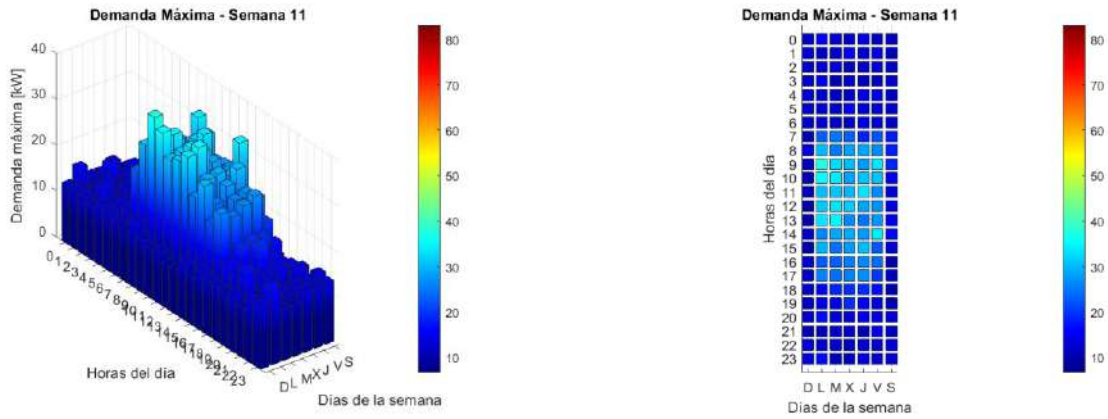


Fig. B. 46 Consumo Semana 11. Facultad de Medicina.

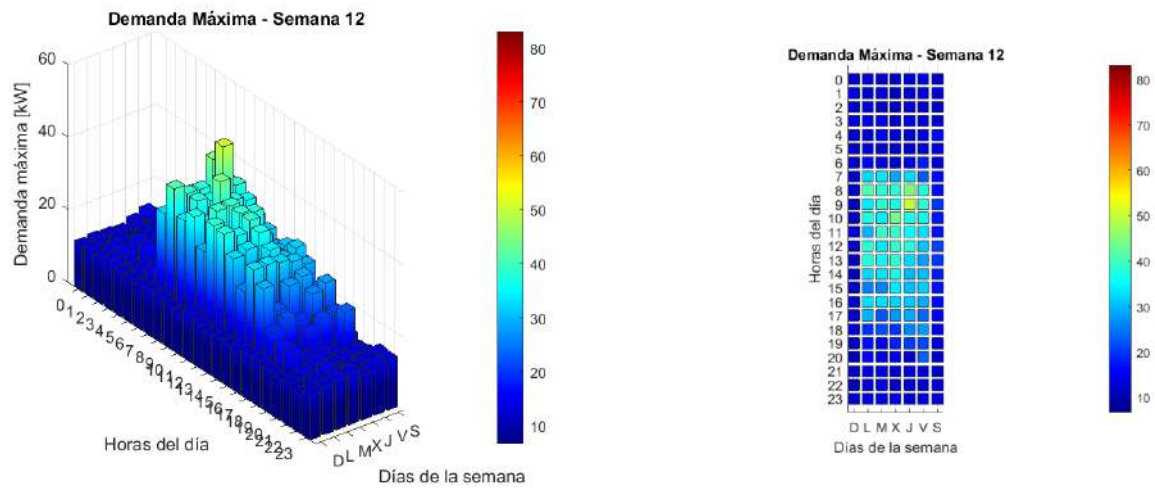


Fig. B. 47 Consumo Semana 12. Facultad de Medicina.

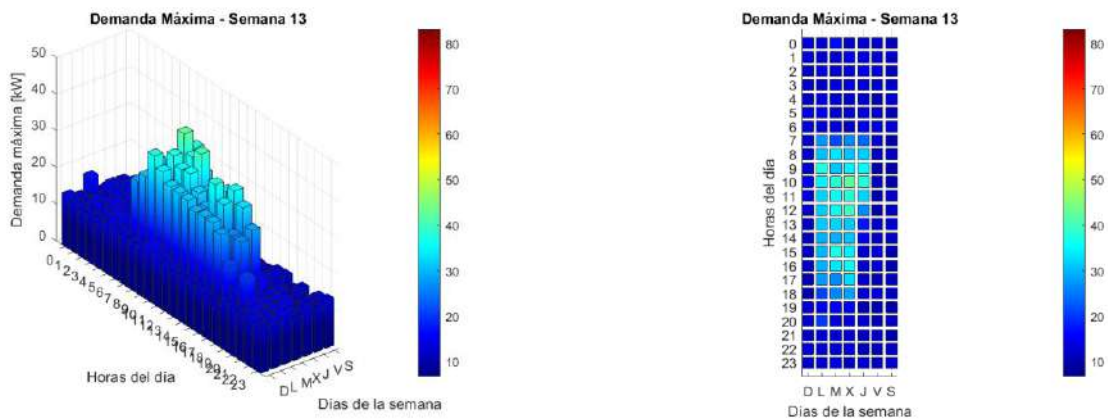


Fig. B. 48 Consumo Semana 13. Facultad de Medicina.

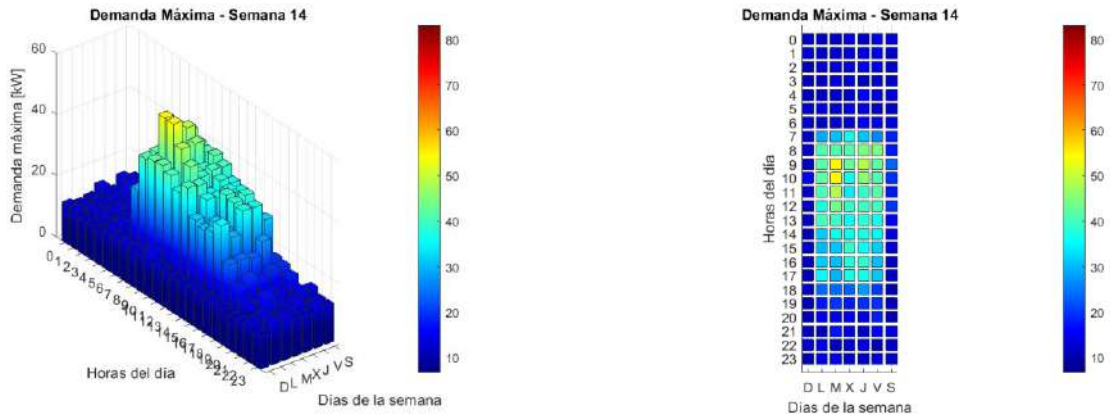


Fig. B. 49 Consumo Semana 14. Facultad de Medicina.

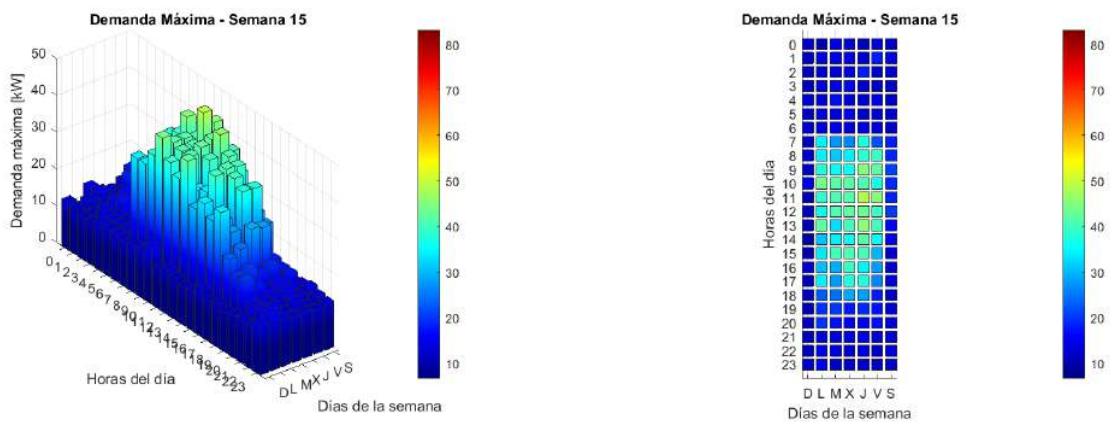


Fig. B. 50 Consumo Semana 15. Facultad de Medicina.

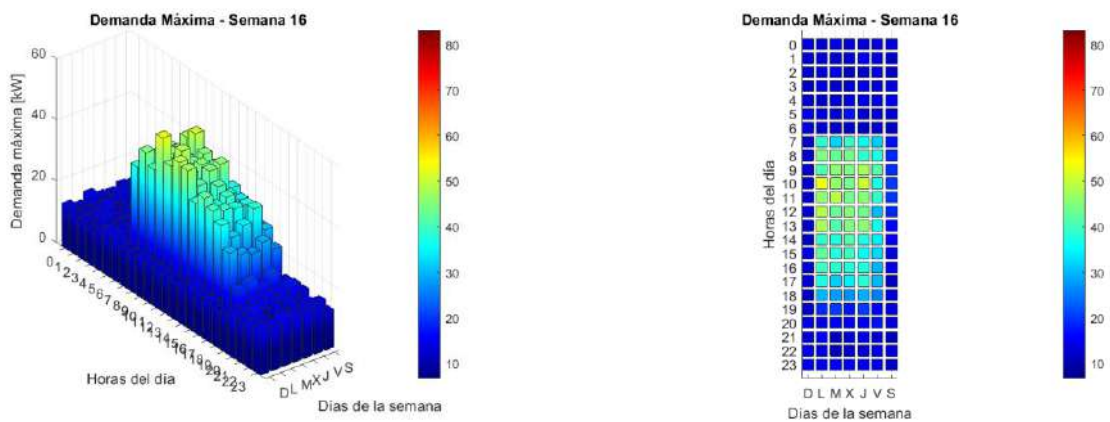


Fig. B. 51 Consumo Semana 16. Facultad de Medicina.

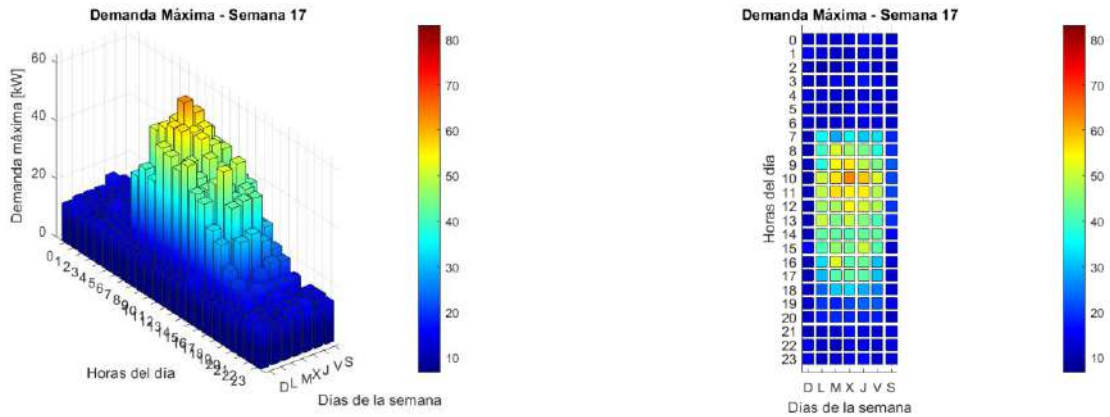


Fig. B. 52 Consumo Semana 17. Facultad de Medicina.

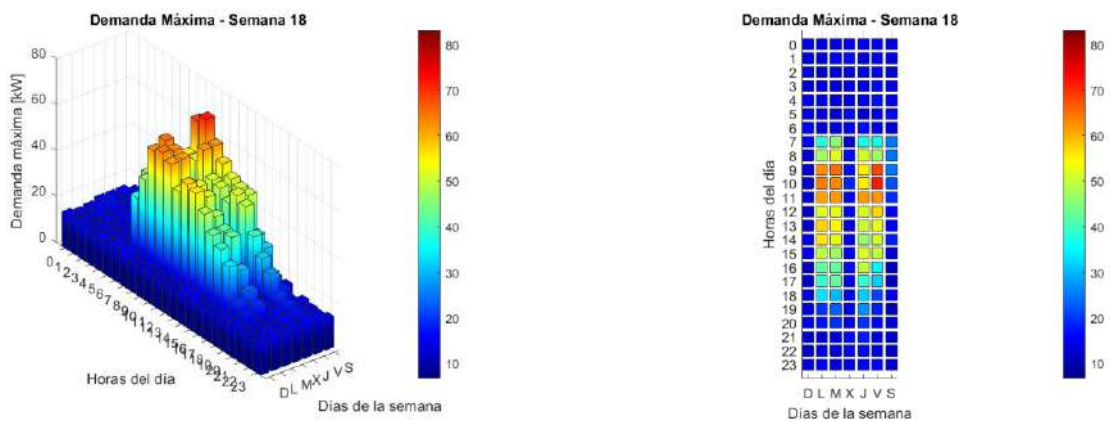


Fig. B. 53 Consumo Semana 18. Facultad de Medicina.

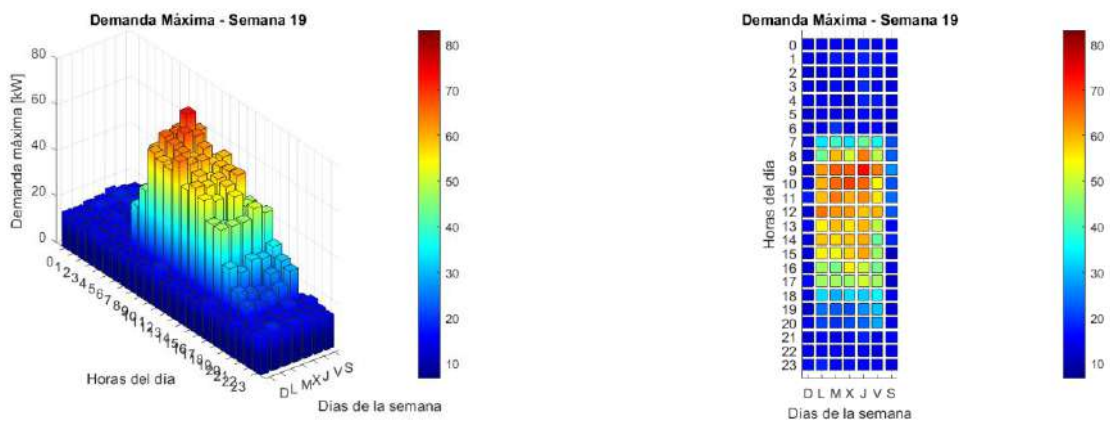


Fig. B. 54 Consumo Semana 19. Facultad de Medicina.

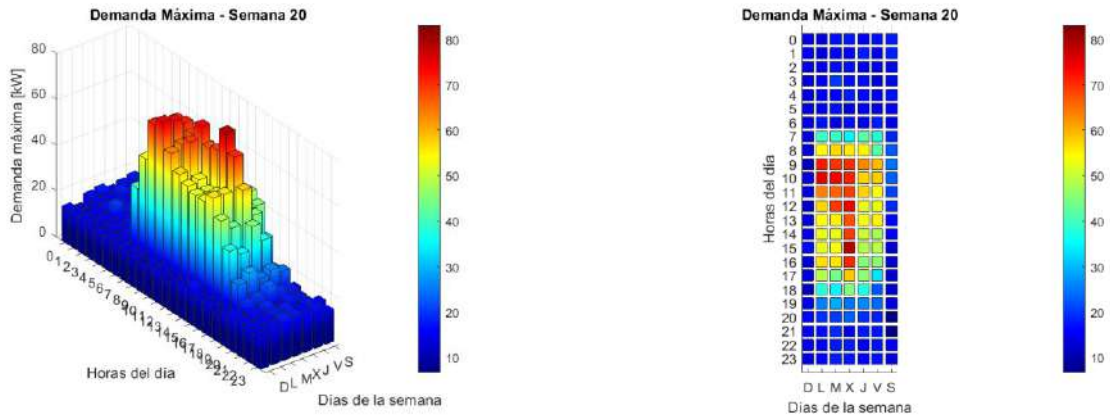


Fig. B. 55 Consumo Semana 20. Facultad de Medicina.

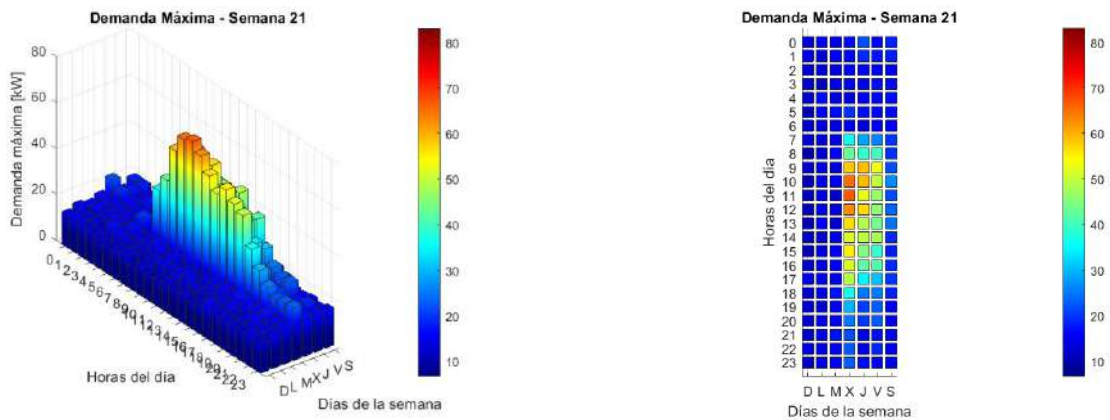


Fig. B. 56 Consumo Semana 21. Facultad de Medicina.

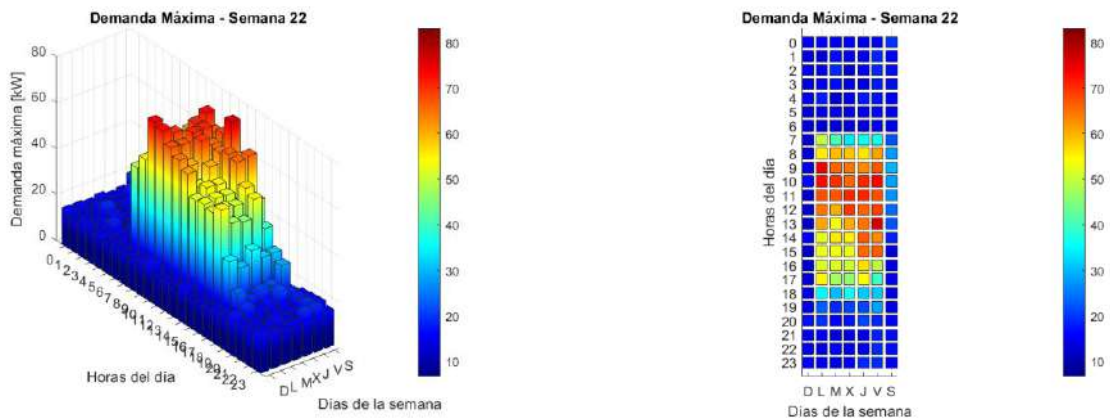


Fig. B. 57 Consumo Semana 22. Facultad de Medicina.

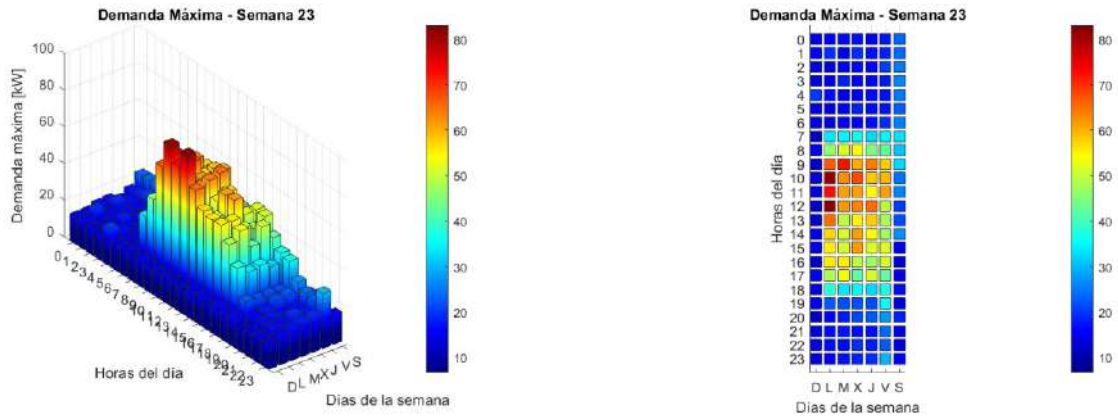


Fig. B. 58 Consumo Semana 23. Facultad de Medicina.

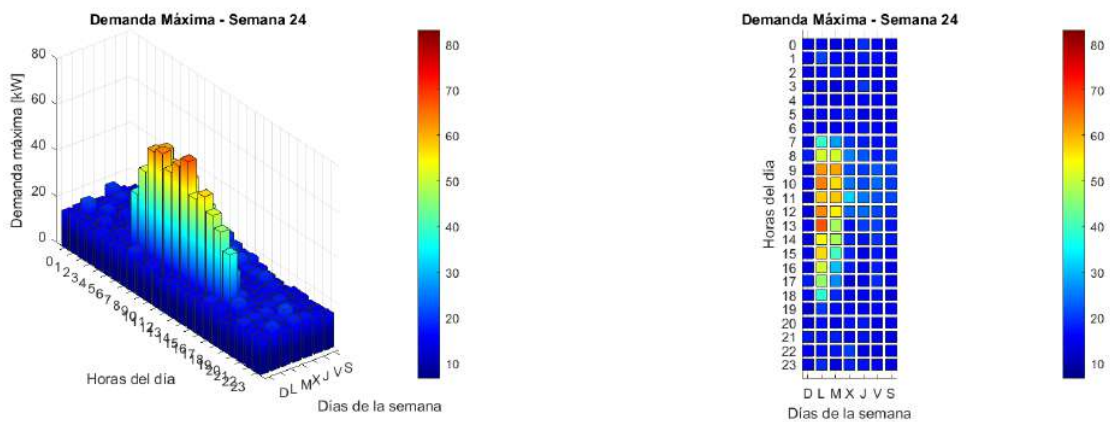


Fig. B. 59 Consumo Semana 24. Facultad de Medicina.

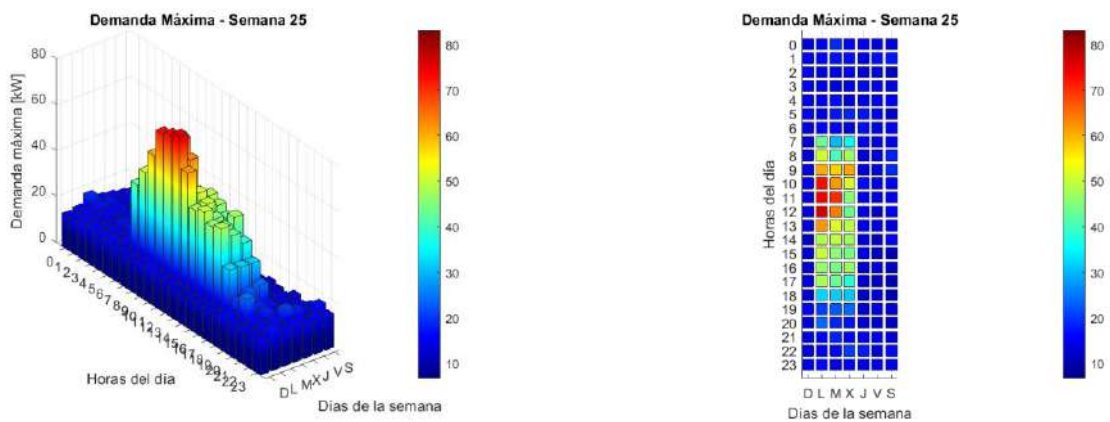


Fig. B. 60 Consumo Semana 25. Facultad de Medicina.

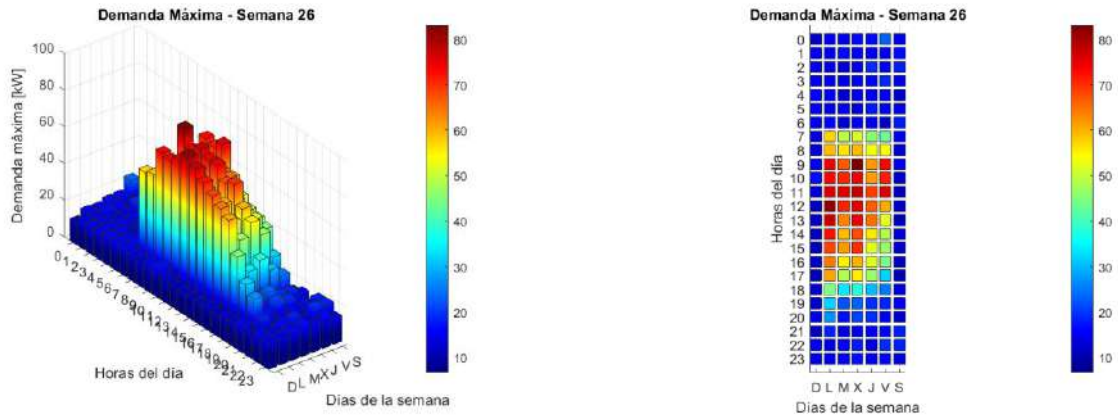


Fig. B. 61 Consumo Semana 26. Facultad de Medicina.

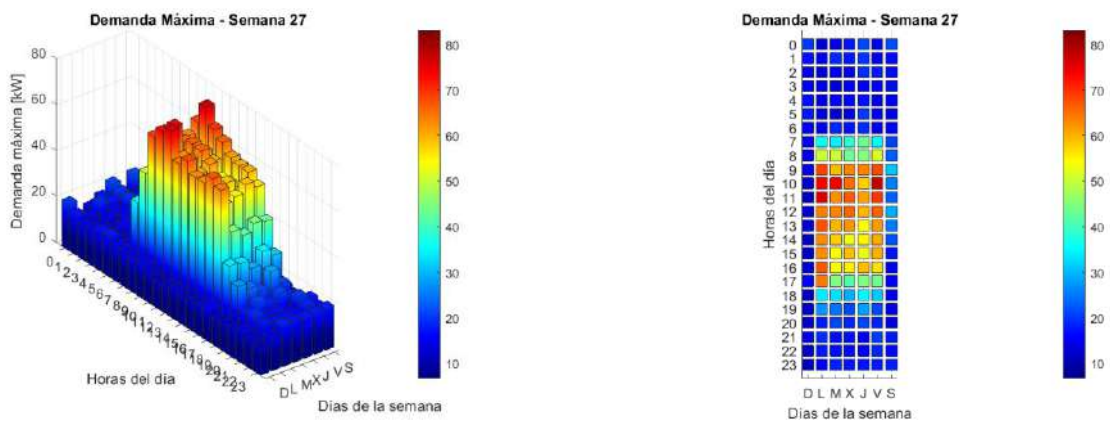


Fig. B. 62 Consumo Semana 27. Facultad de Medicina.

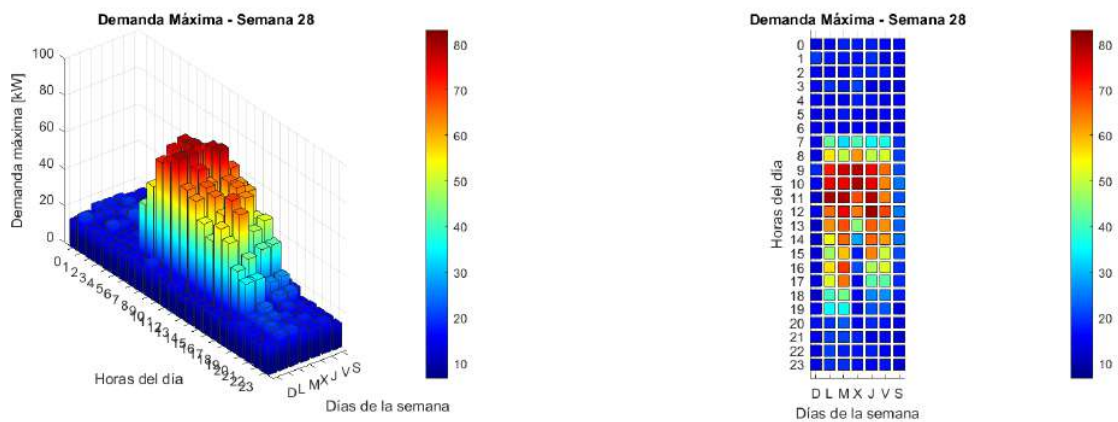


Fig. B. 63 Consumo Semana 28. Facultad de Medicina.

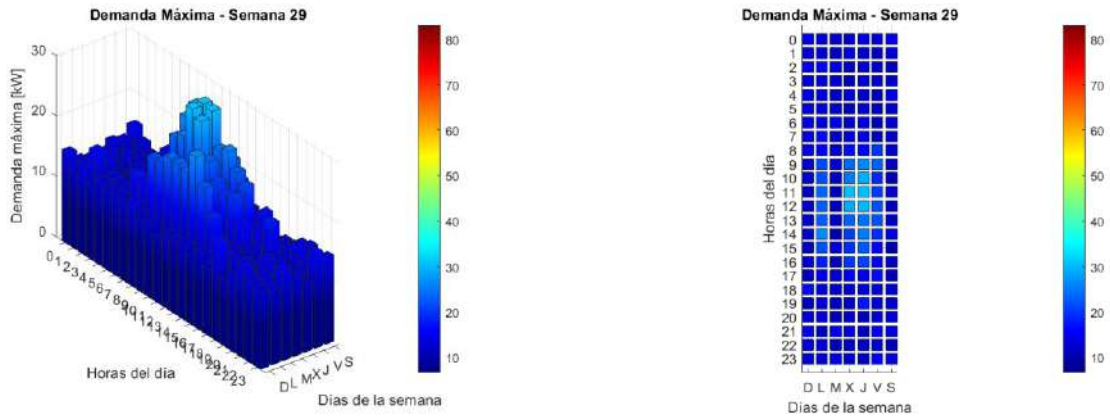


Fig. B. 64 Consumo Semana 29. Facultad de Medicina.

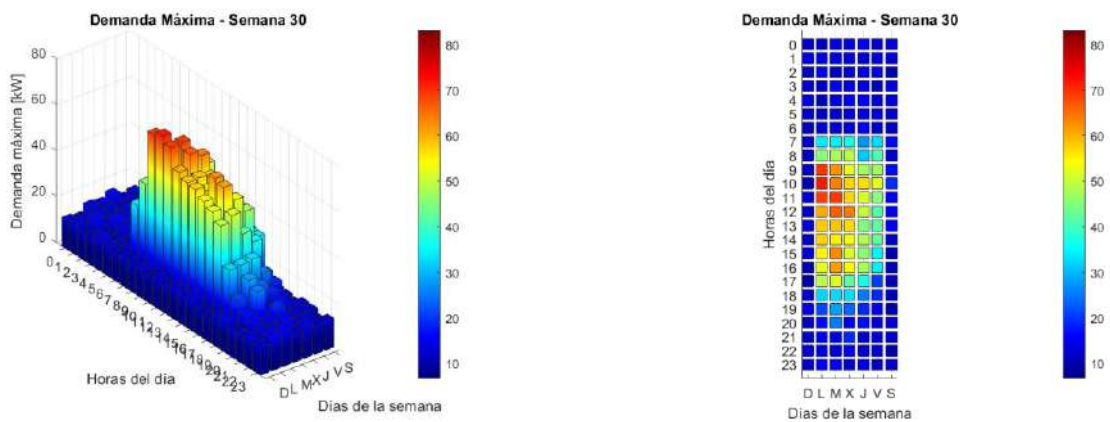


Fig. B. 65 Consumo Semana 30. Facultad de Medicina.

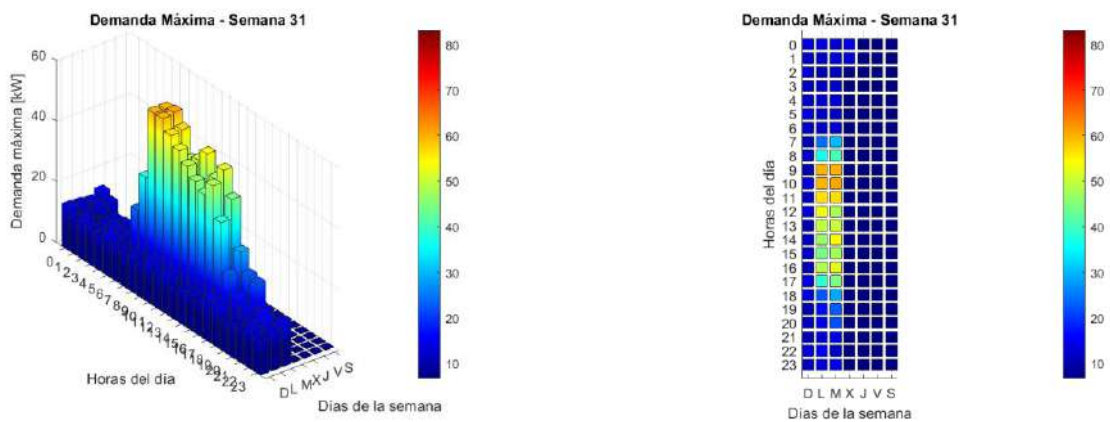


Fig. B. 66 Consumo Semana 31. Facultad de Medicina.

B.4 Edificio Teresa de Ávila – Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

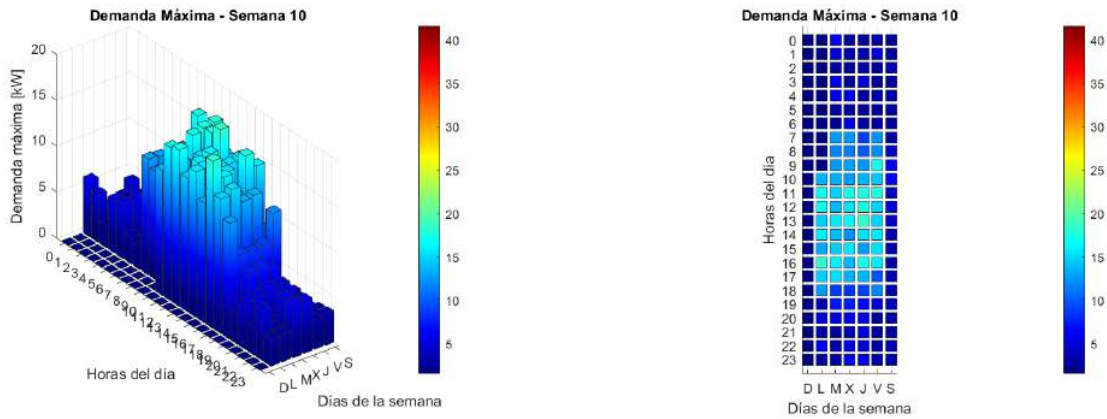


Fig. B. 67 Consumo Semana 10. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

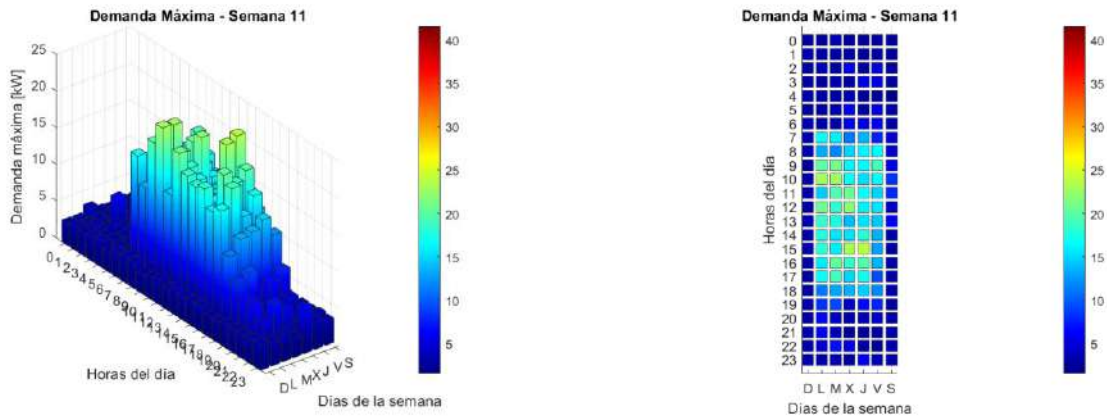


Fig. B. 68 Consumo Semana 11. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

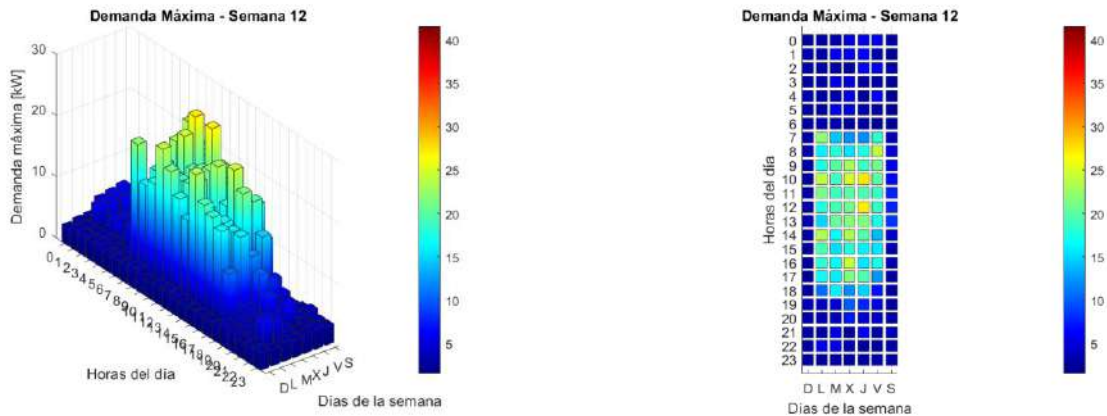


Fig. B. 69 Consumo Semana 12. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

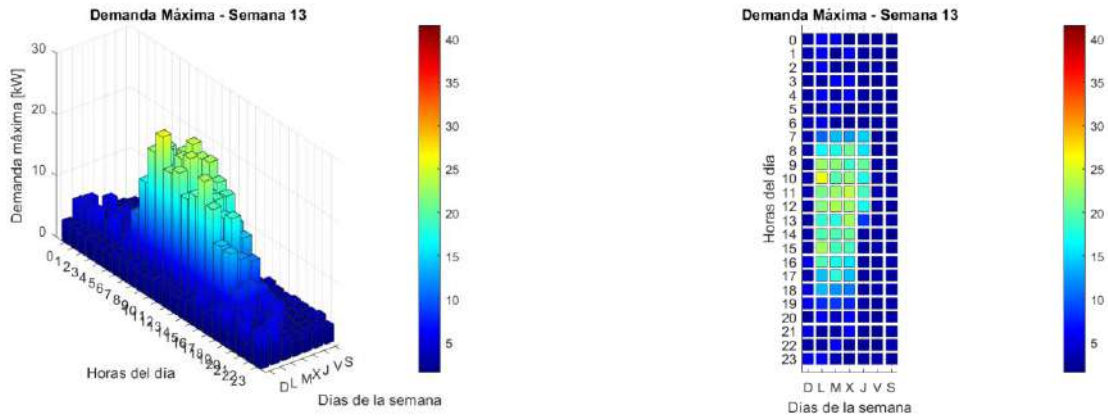


Fig. B. 70 Consumo Semana 13. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

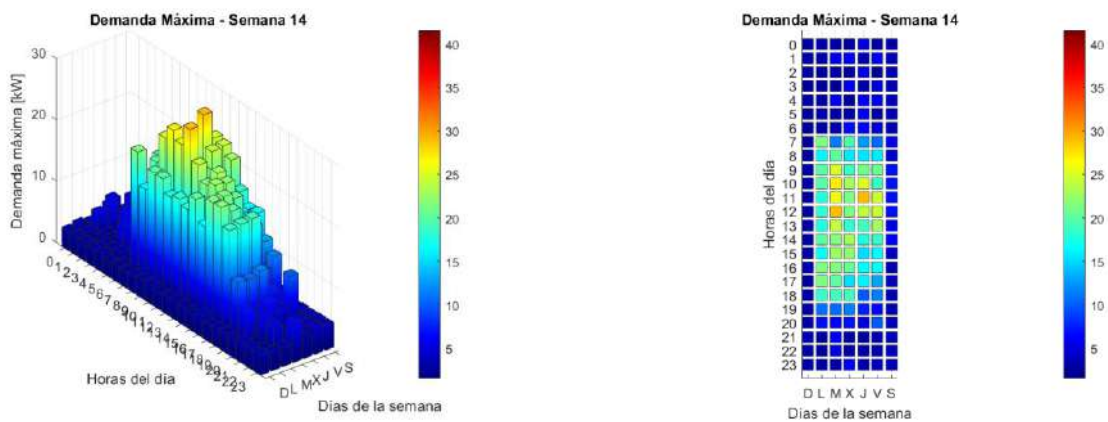


Fig. B. 71 Consumo Semana 14. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

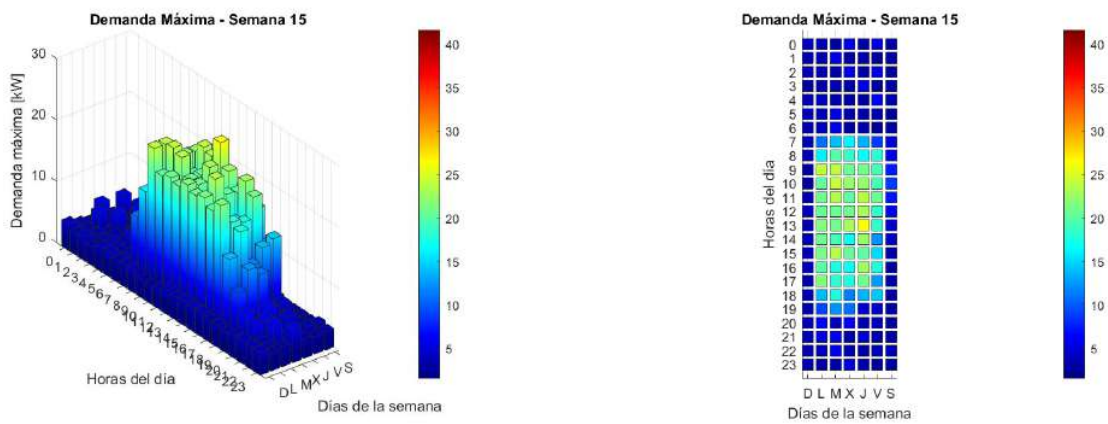


Fig. B. 72 Consumo Semana 15. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

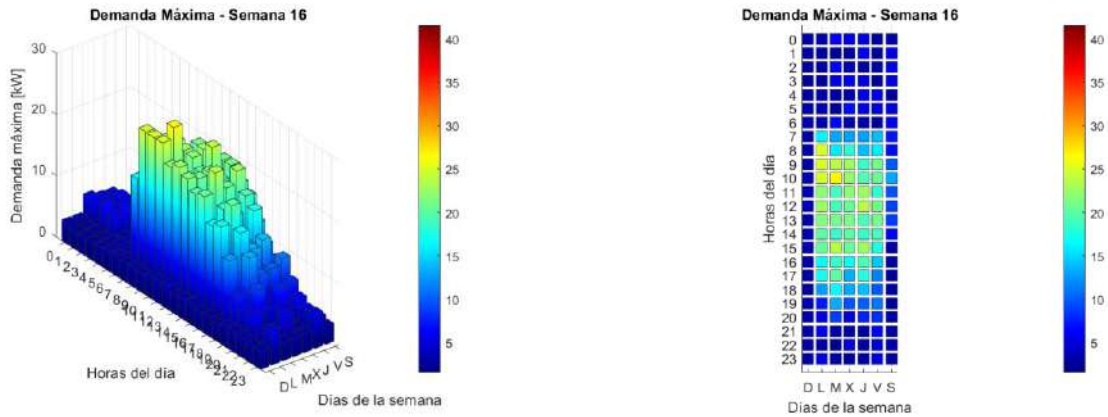


Fig. B. 73 Consumo Semana 16. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

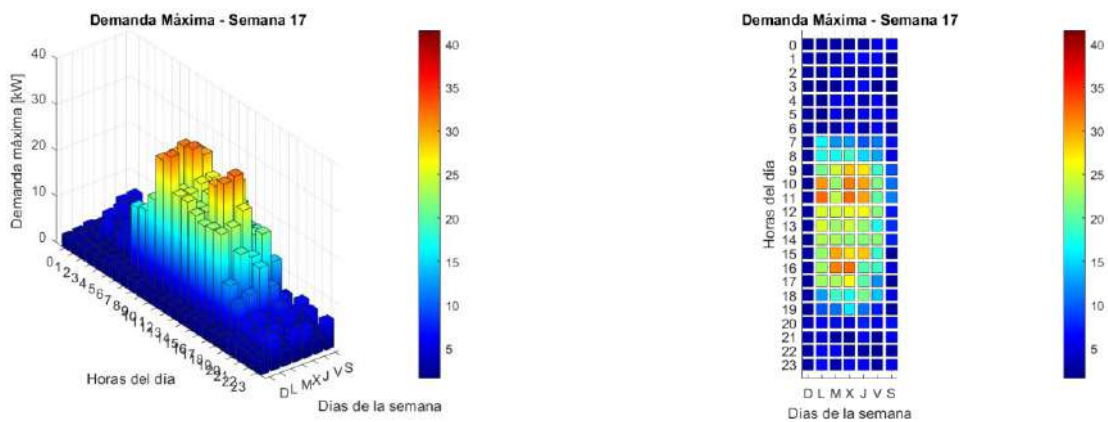


Fig. B. 74 Consumo Semana 17. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

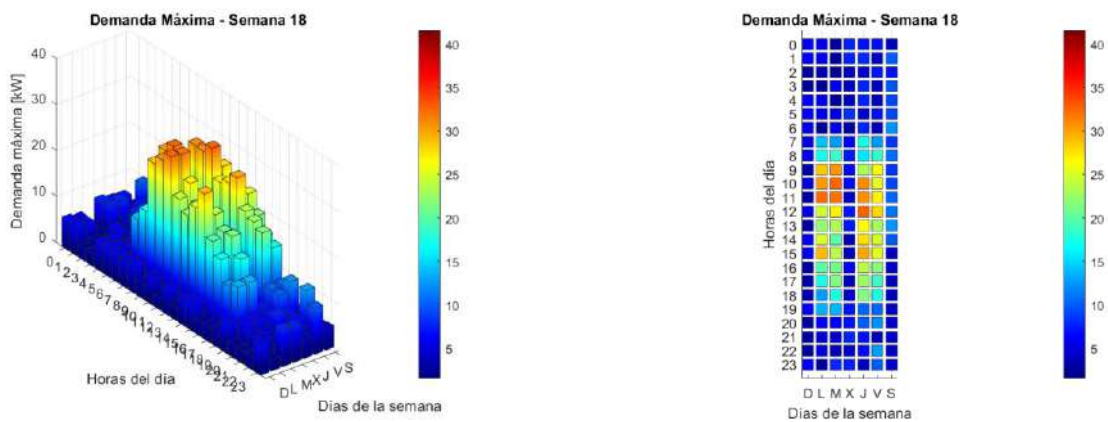


Fig. B. 75 Consumo Semana 18. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

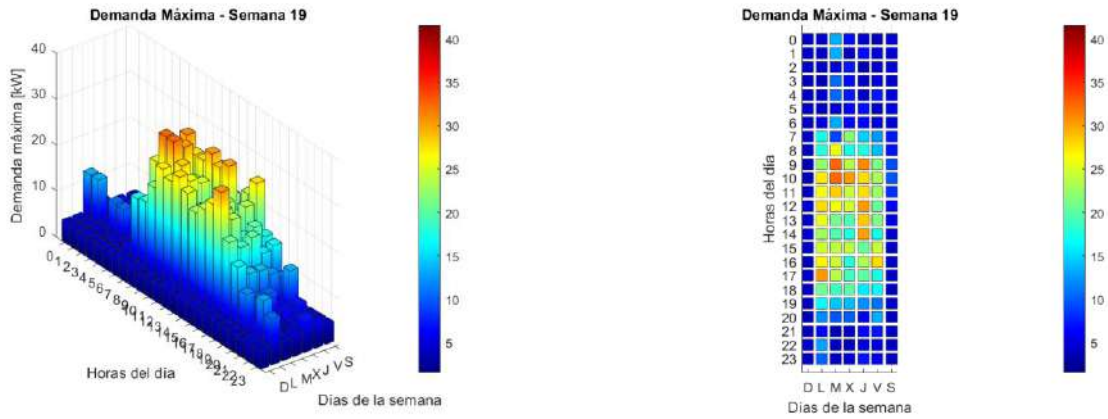


Fig. B. 76 Consumo Semana 19. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

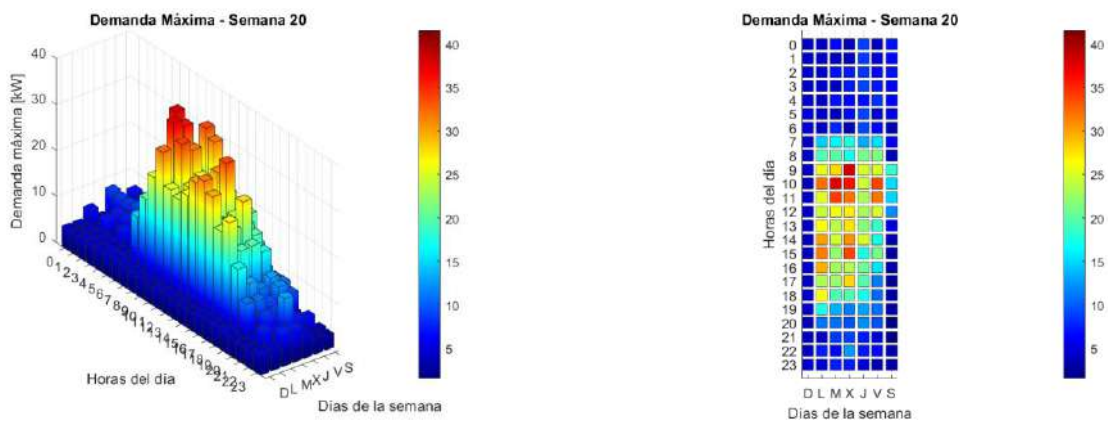


Fig. B. 77 Consumo Semana 20. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

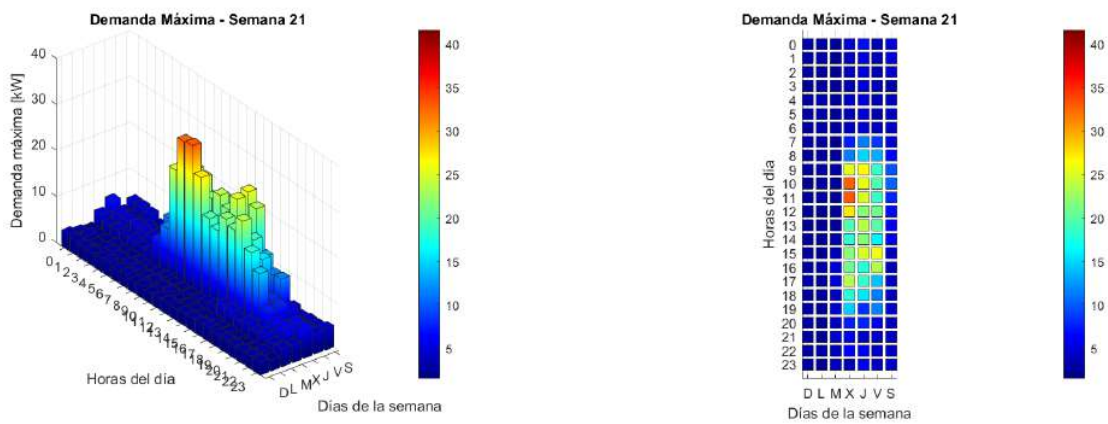


Fig. B. 78 Consumo Semana 21. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

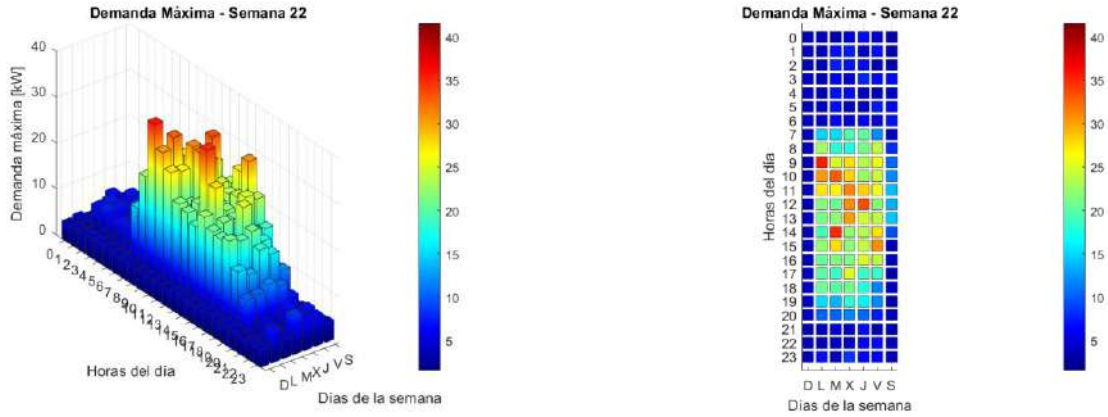


Fig. B. 79 Consumo Semana 22. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

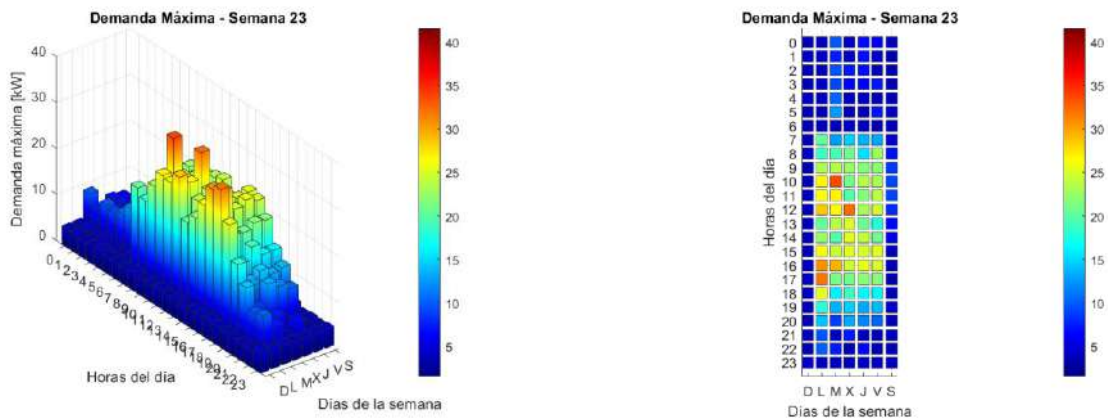


Fig. B. 80 Consumo Semana 23. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

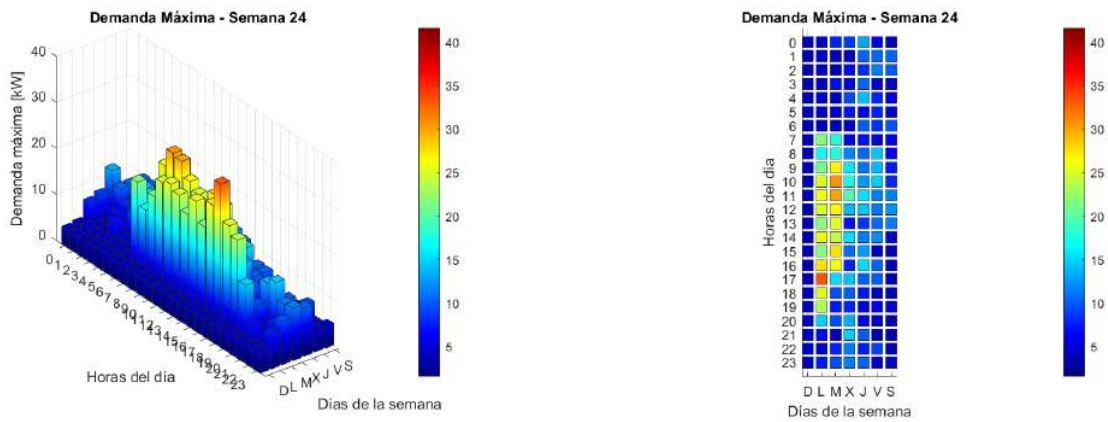


Fig. B. 81 Consumo Semana 24. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

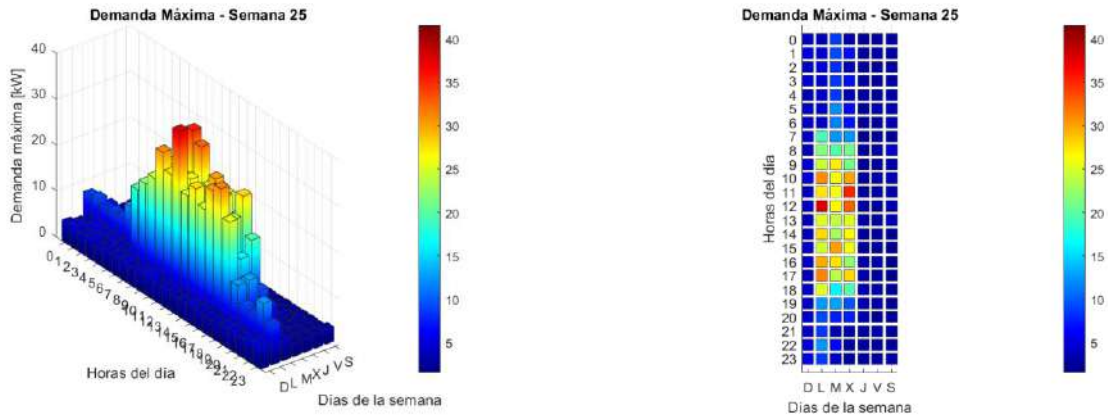


Fig. B. 82 Consumo Semana 25. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

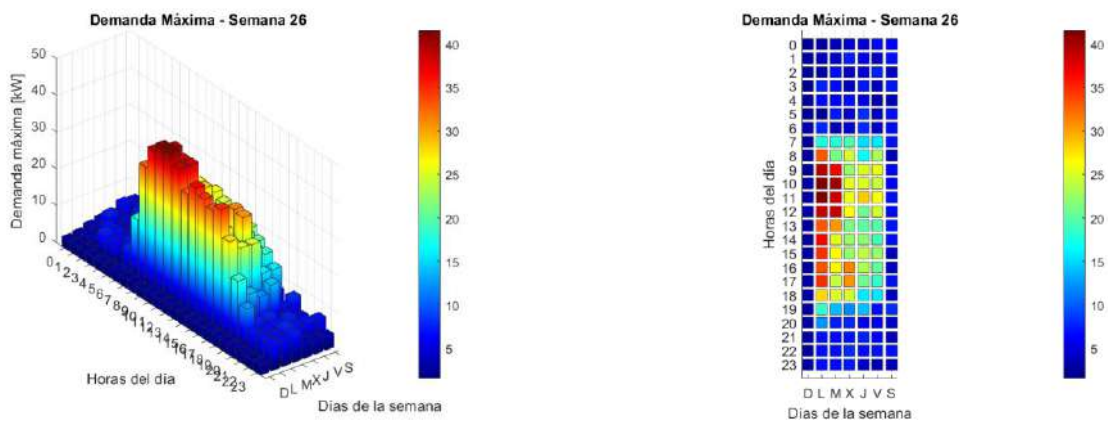


Fig. B. 83 Consumo Semana 26. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

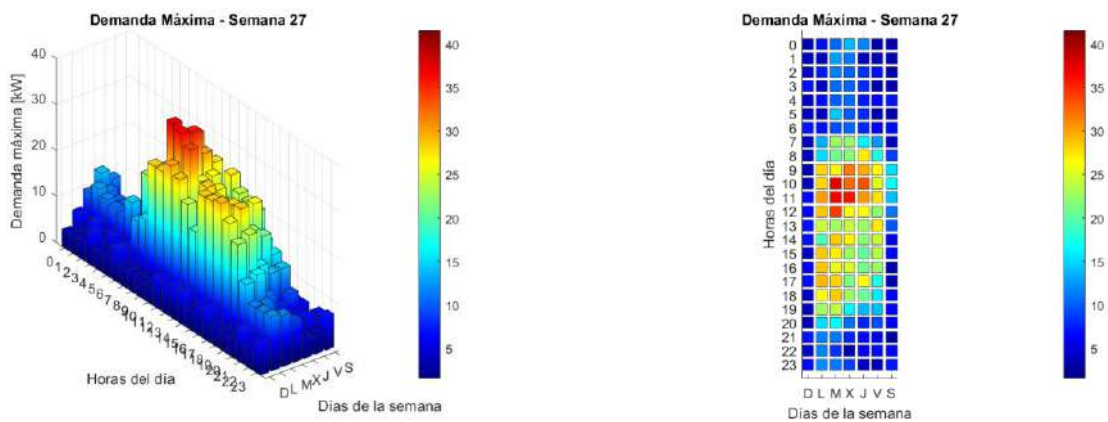


Fig. B. 84 Consumo Semana 27. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

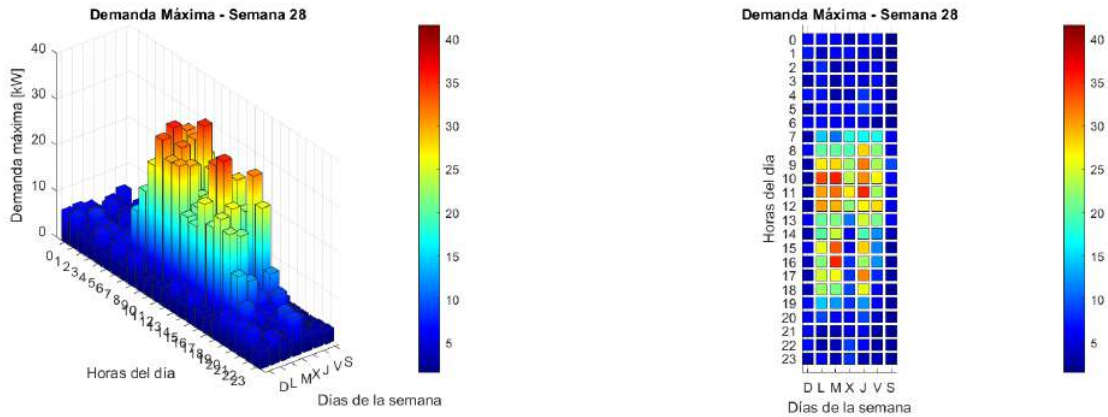


Fig. B. 85 Consumo Semana 28. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

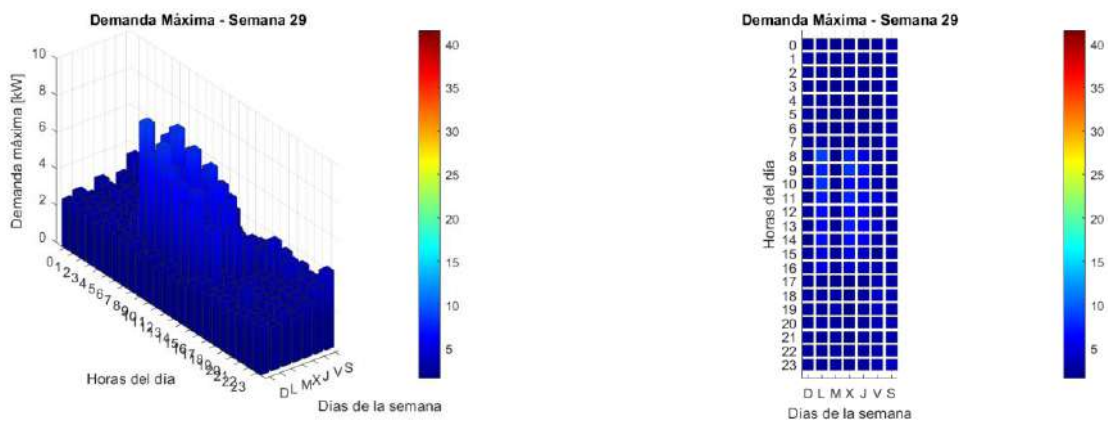


Fig. B. 86 Consumo Semana 29. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

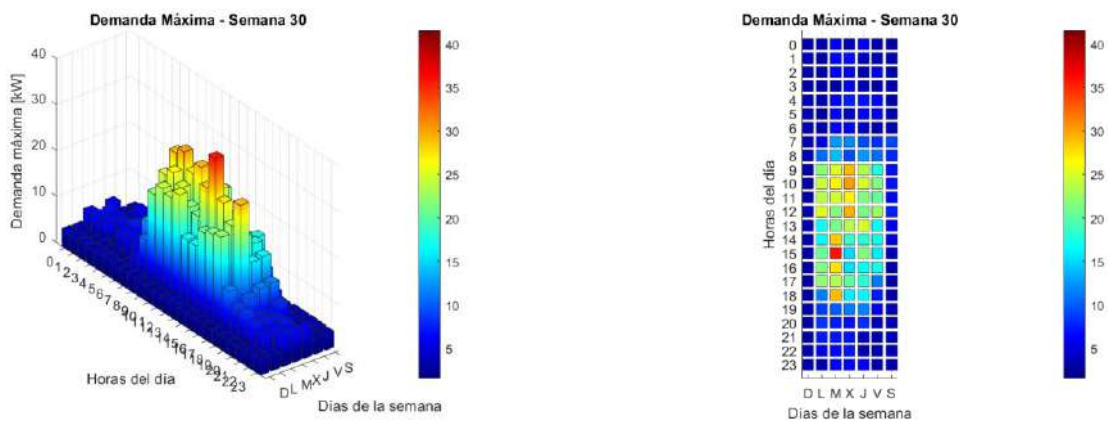


Fig. B. 87 Consumo Semana 30. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

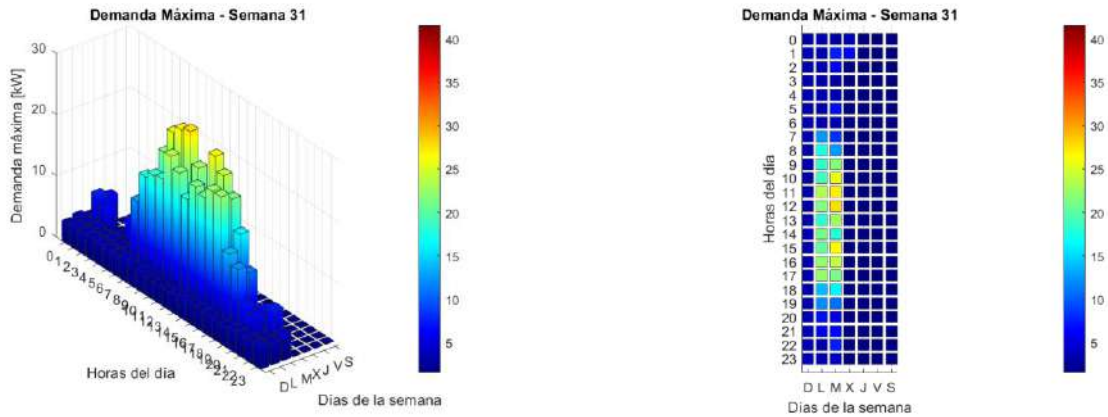


Fig. B. 88 Consumo Semana 31. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

B.5 Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura

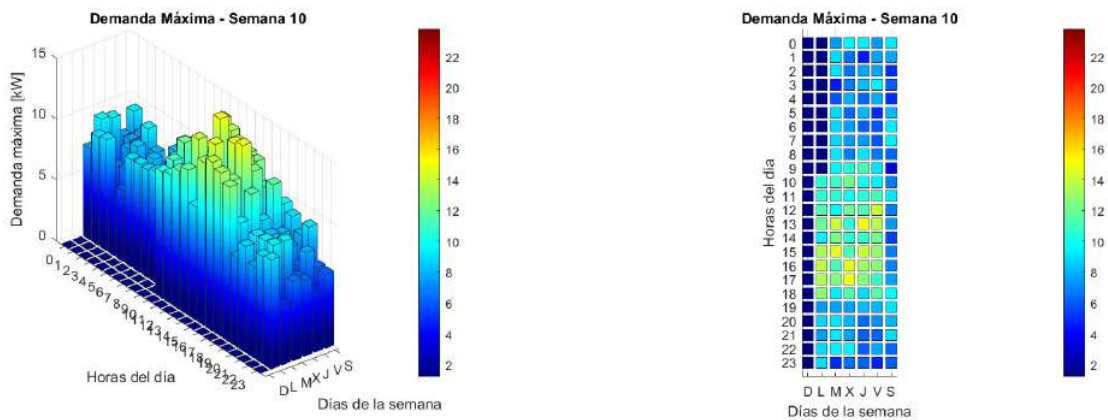


Fig. B. 89 Consumo Semana 10. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

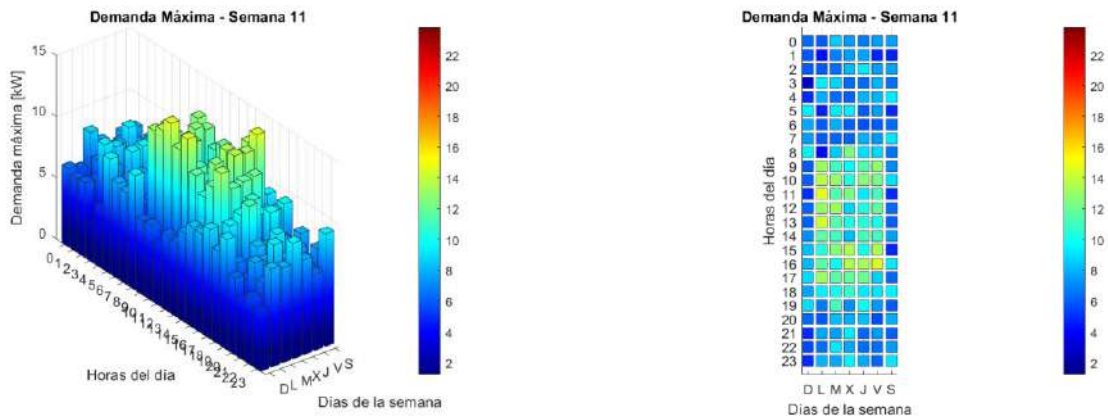


Fig. B. 90 Consumo Semana 11. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

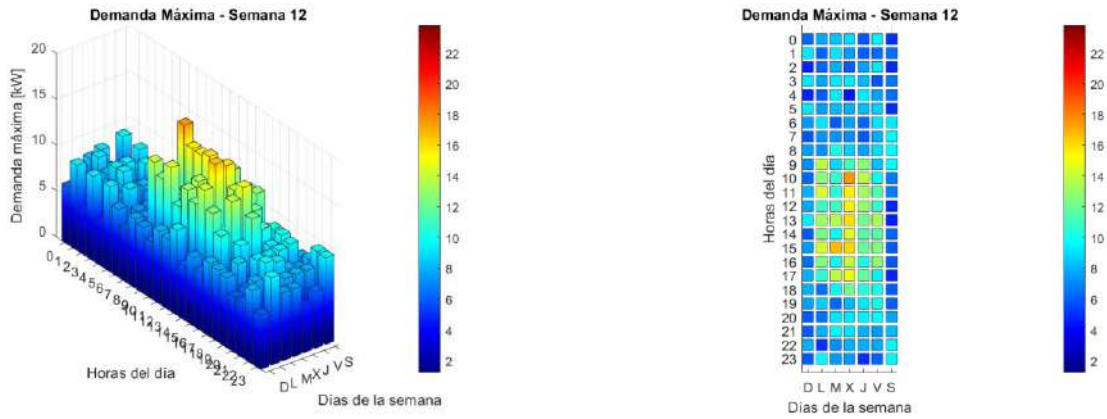


Fig. B. 91 Consumo Semana 12. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

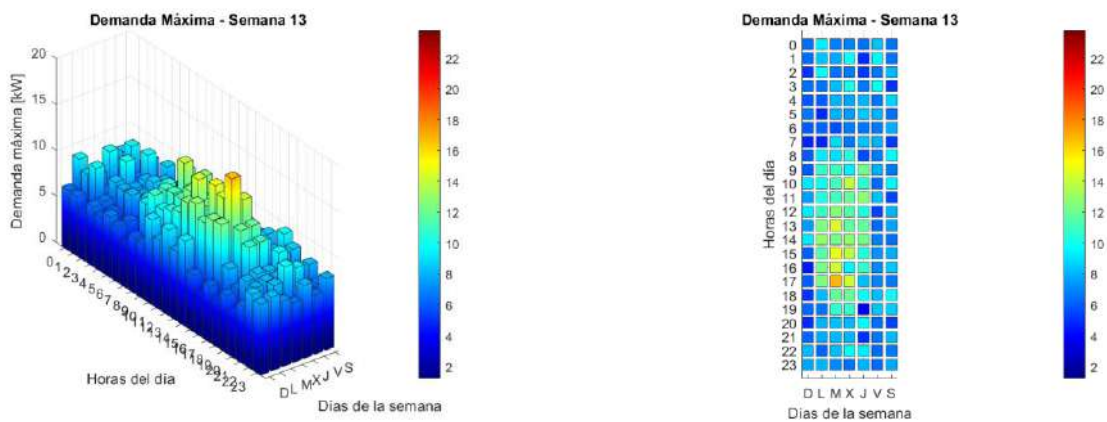


Fig. B. 92 Consumo Semana 13. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

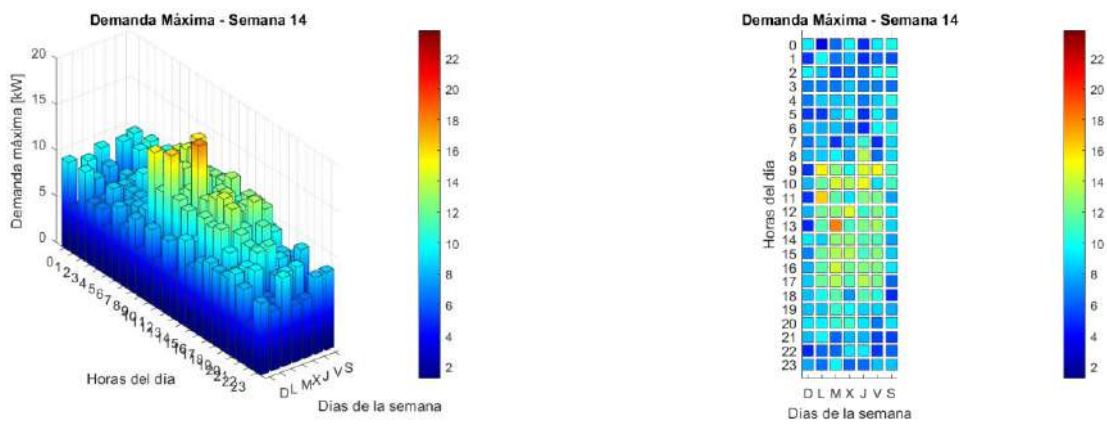


Fig. B. 93 Consumo Semana 14. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

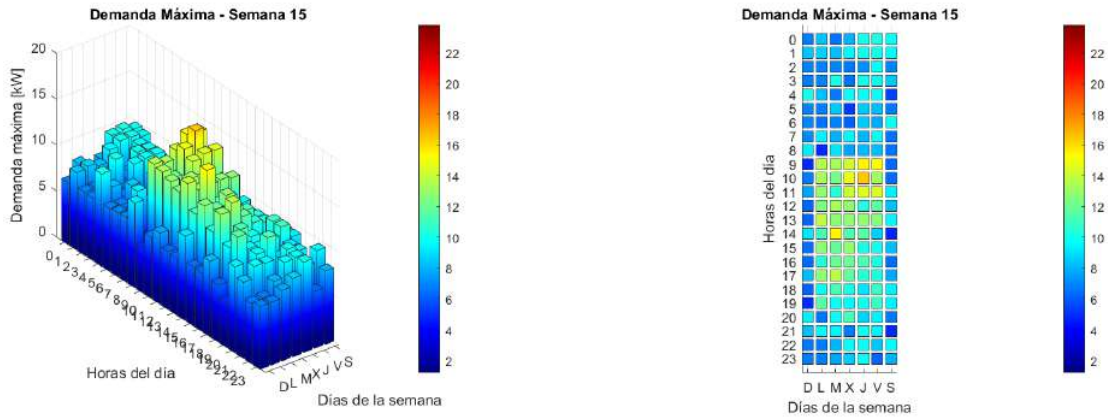


Fig. B. 94 Consumo Semana 15. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

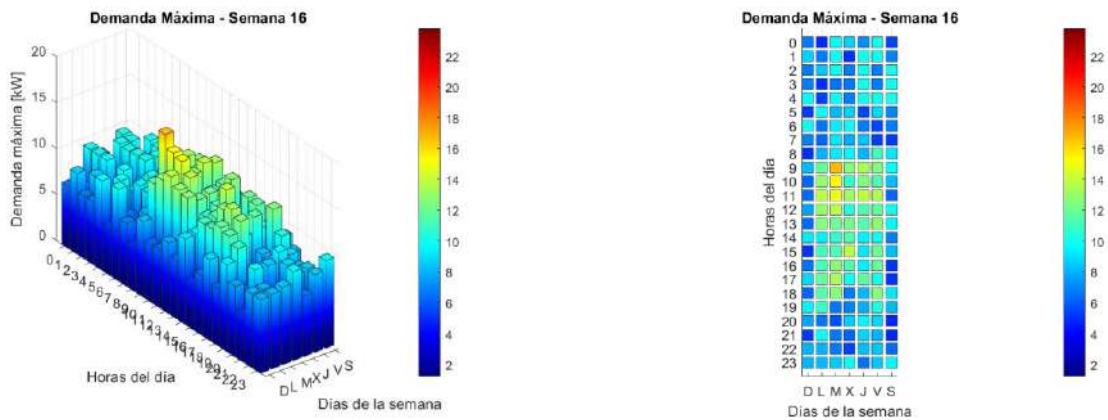


Fig. B. 95 Consumo Semana 16. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

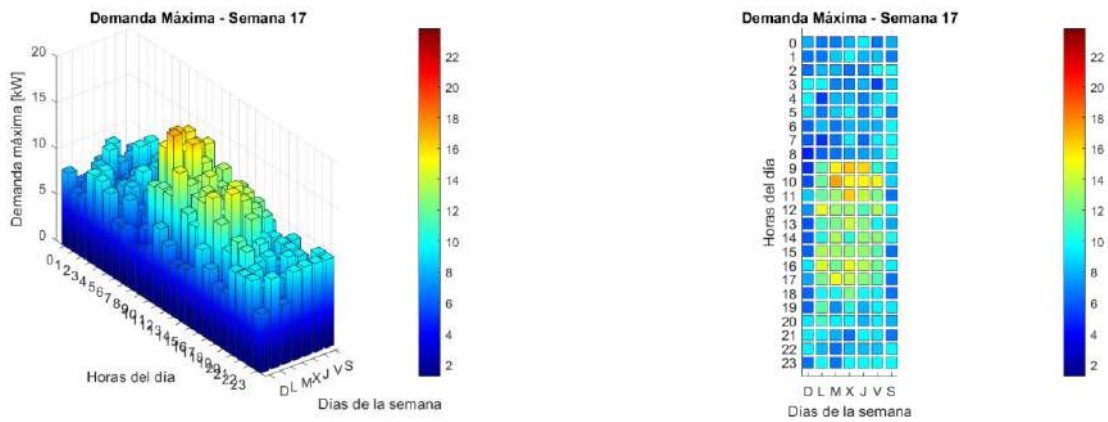


Fig. B. 96 Consumo Semana 17. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.



Fig. B. 97 Consumo Semana 18. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

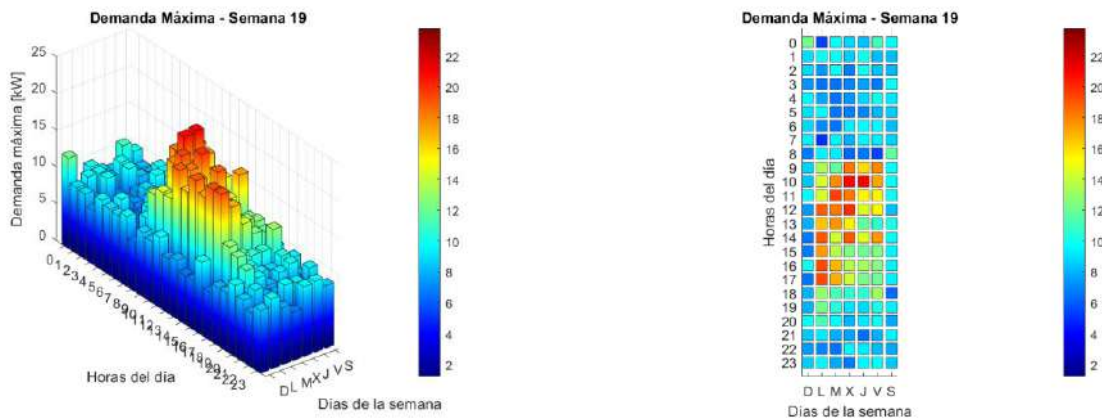


Fig. B. 98 Consumo Semana 19. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

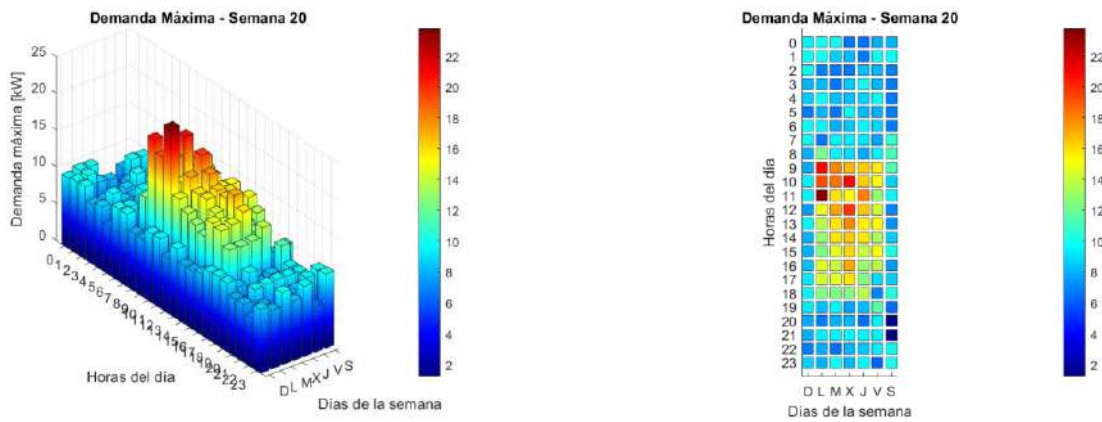


Fig. B. 99 Consumo Semana 20. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

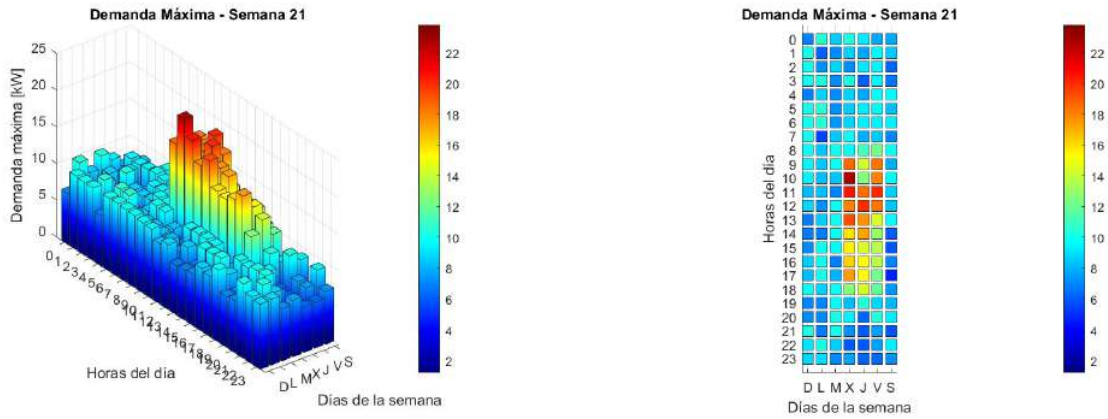


Fig. B. 100 Consumo Semana 21. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

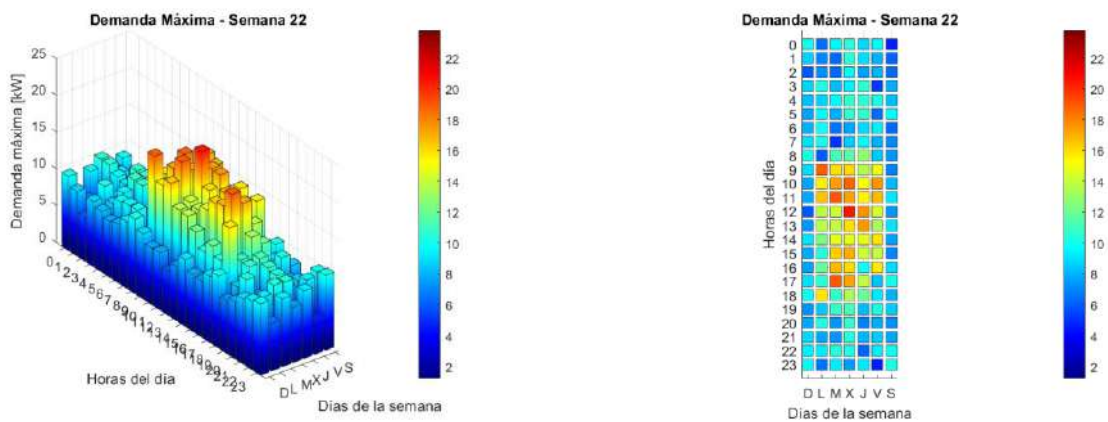


Fig. B. 101 Consumo Semana 22. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

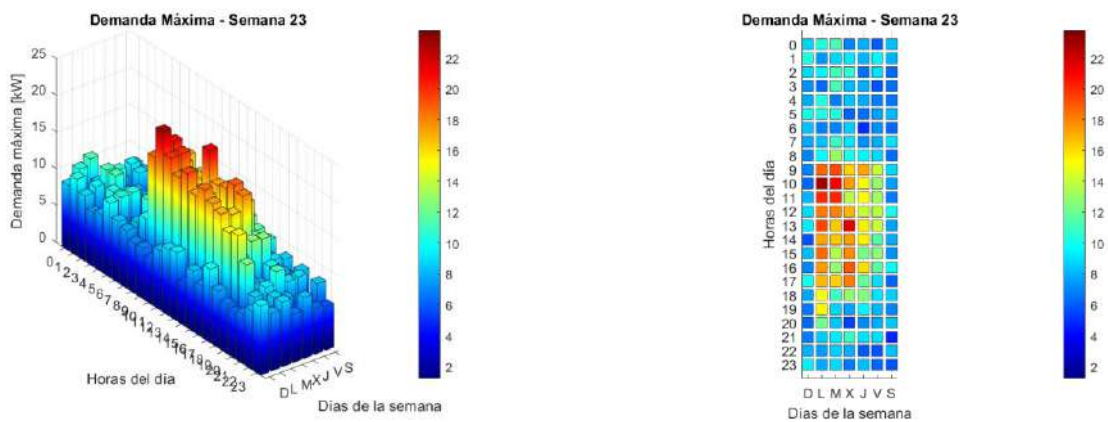


Fig. B. 102 Consumo Semana 23. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

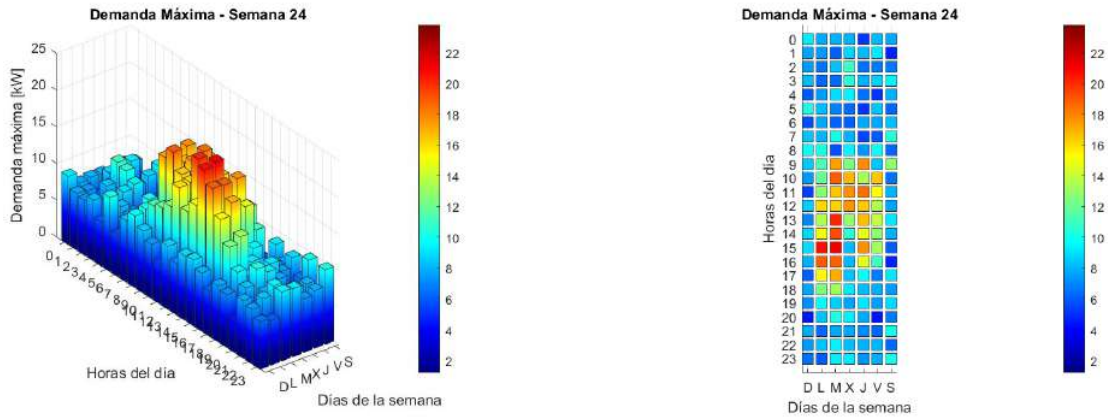


Fig. B. 103 Consumo Semana 24. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

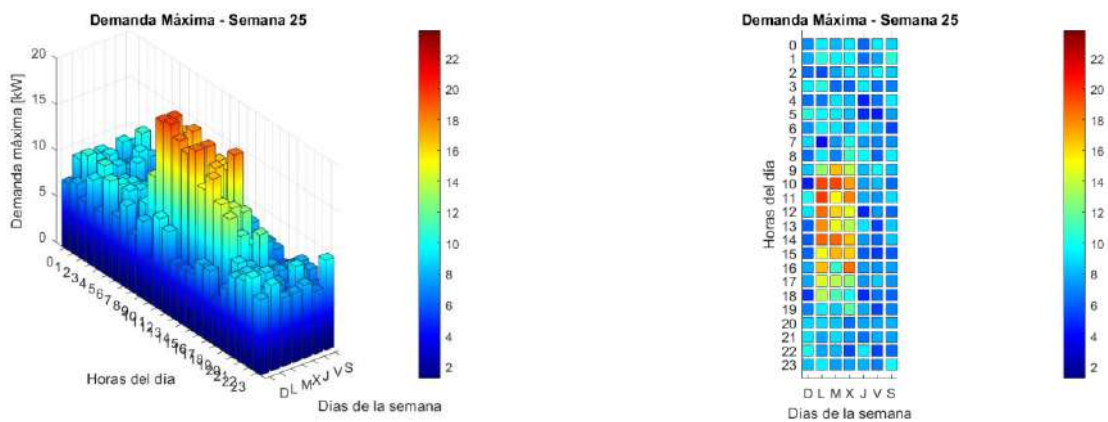


Fig. B. 104 Consumo Semana 25. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

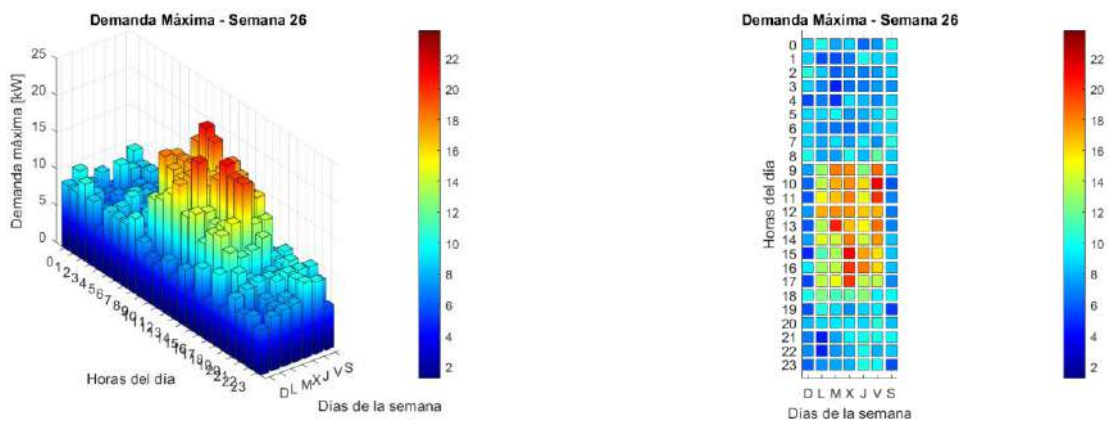


Fig. B. 105 Consumo Semana 26. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

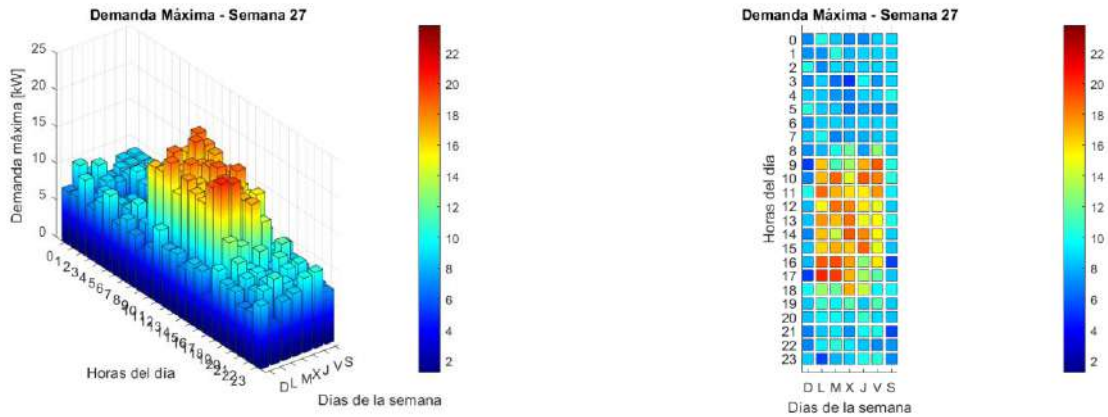


Fig. B. 106 Consumo Semana 27. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

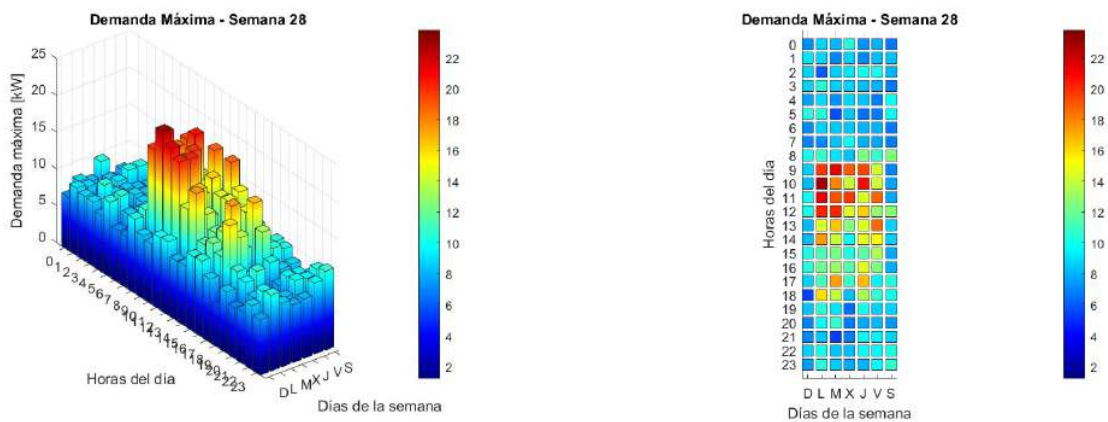


Fig. B. 107 Consumo Semana 28. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

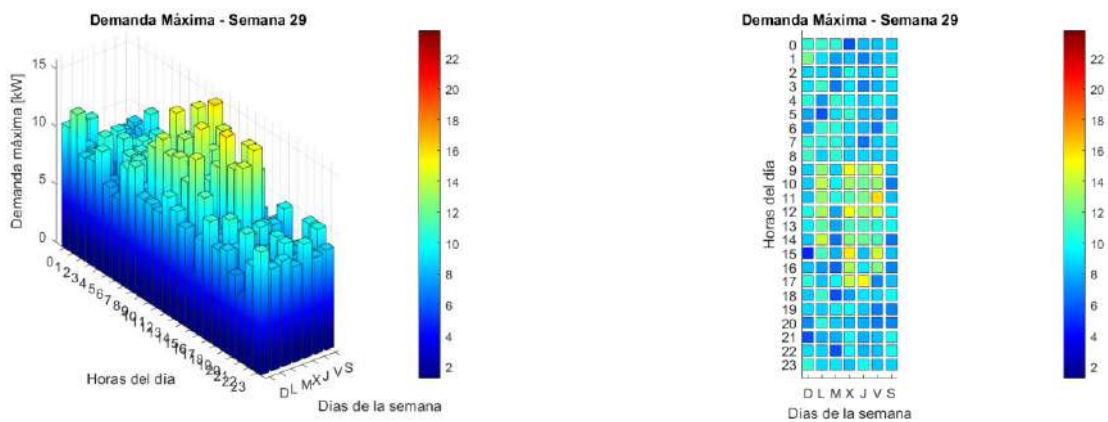


Fig. B. 108 Consumo Semana 29. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

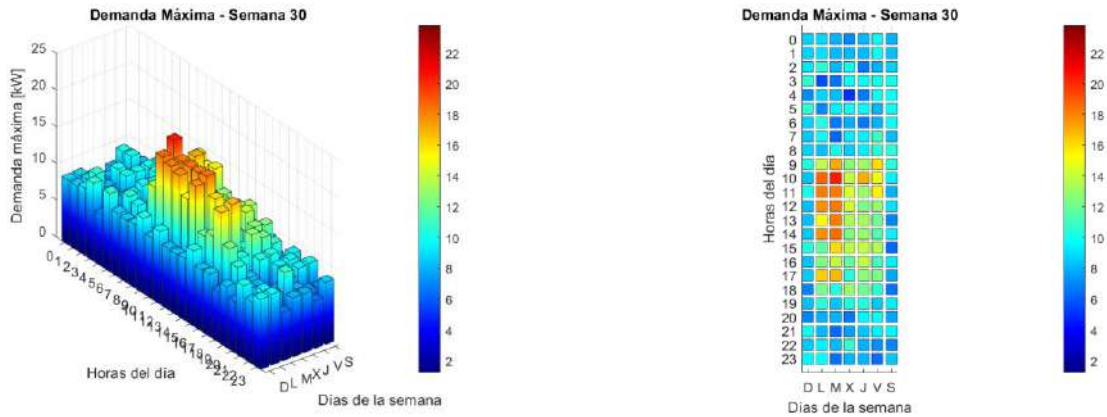


Fig. B. 109 Consumo Semana 30. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

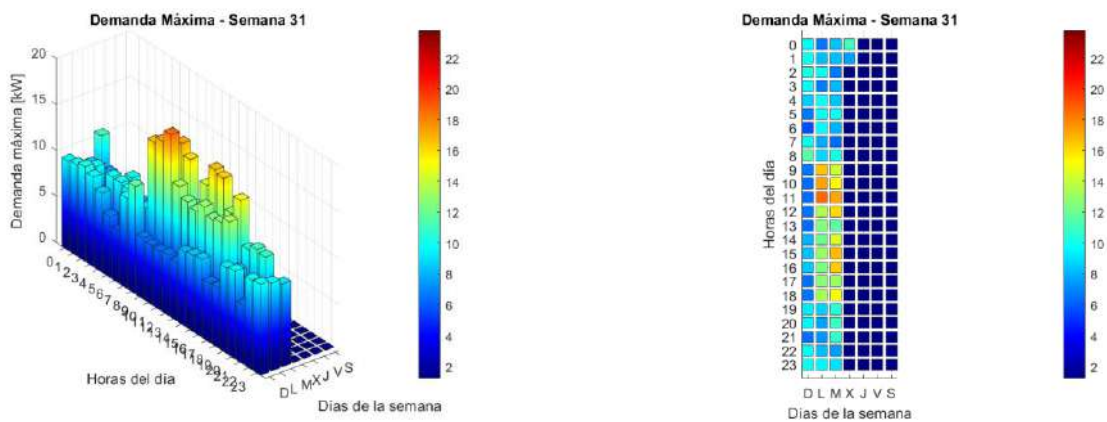


Fig. B. 110 Consumo Semana 31. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

B.6 Biblioteca Central Antonio Moreno

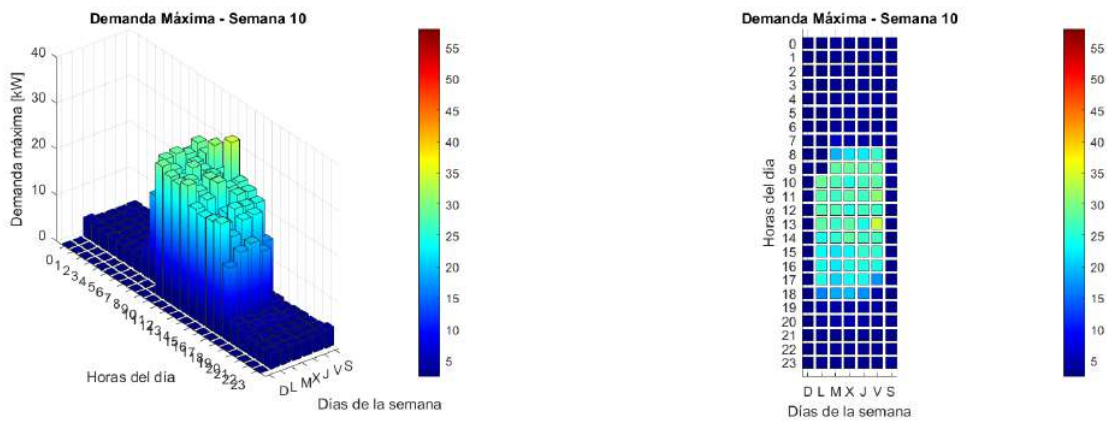


Fig. B. 111 Consumo Semana 10. Biblioteca Central.

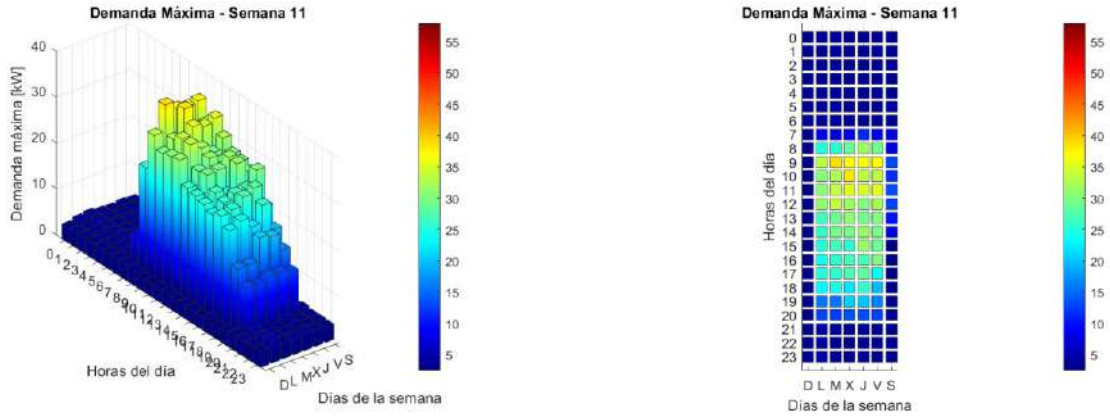


Fig. B. 112 Consumo Semana 11. Biblioteca Central.

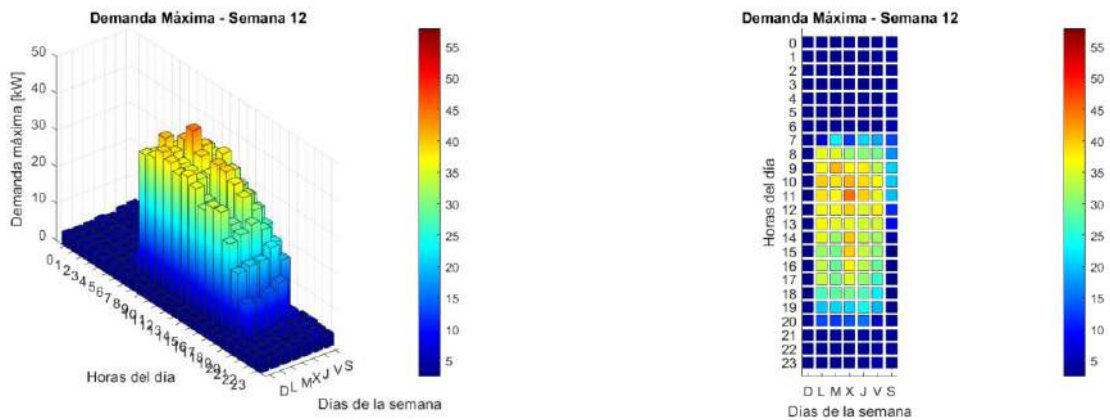


Fig. B. 113 Consumo Semana 12. Biblioteca Central.

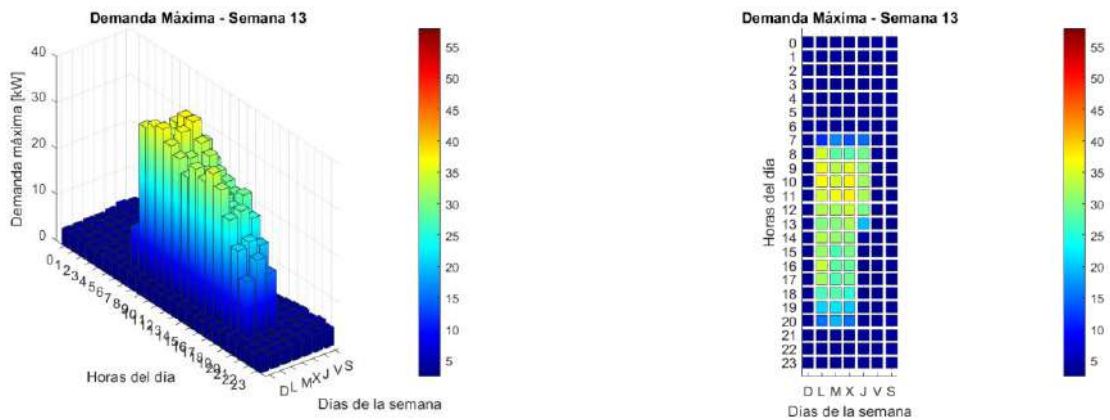


Fig. B. 114 Consumo Semana 13. Biblioteca Central.

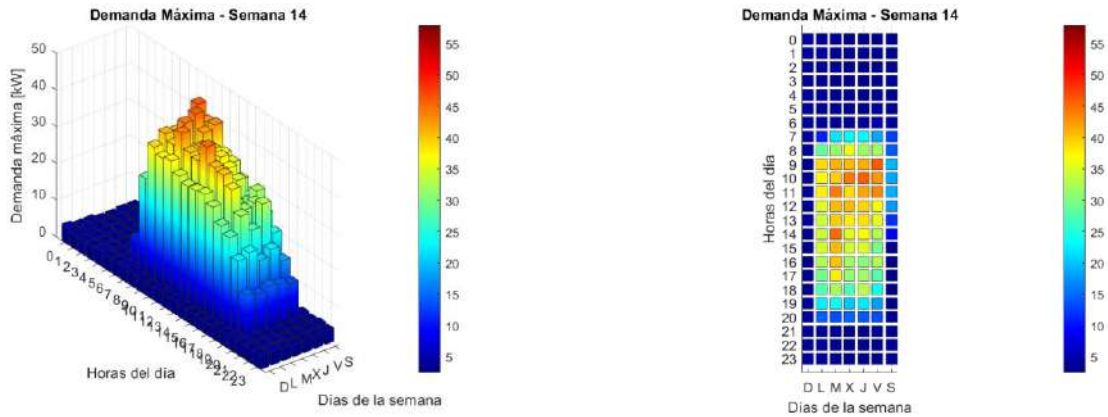


Fig. B. 115 Consumo Semana 14. Biblioteca Central.

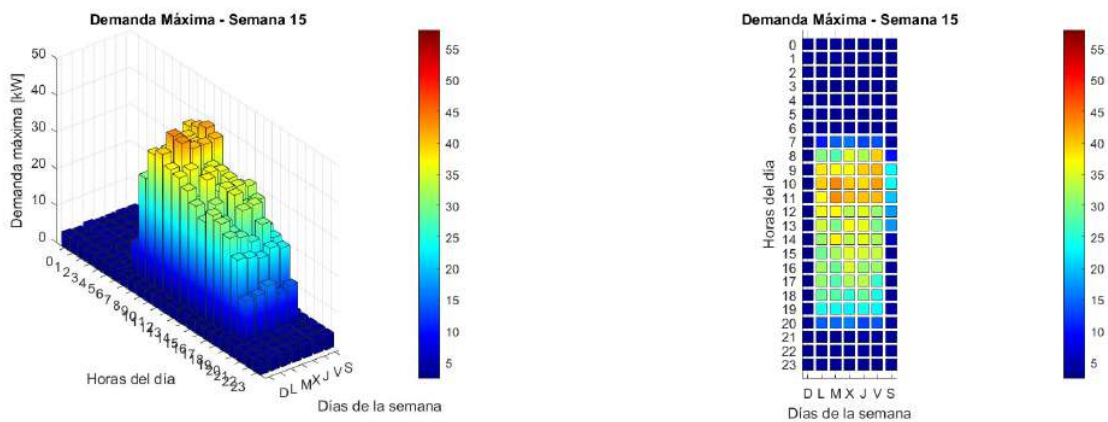


Fig. B. 116 Consumo Semana 15. Biblioteca Central.

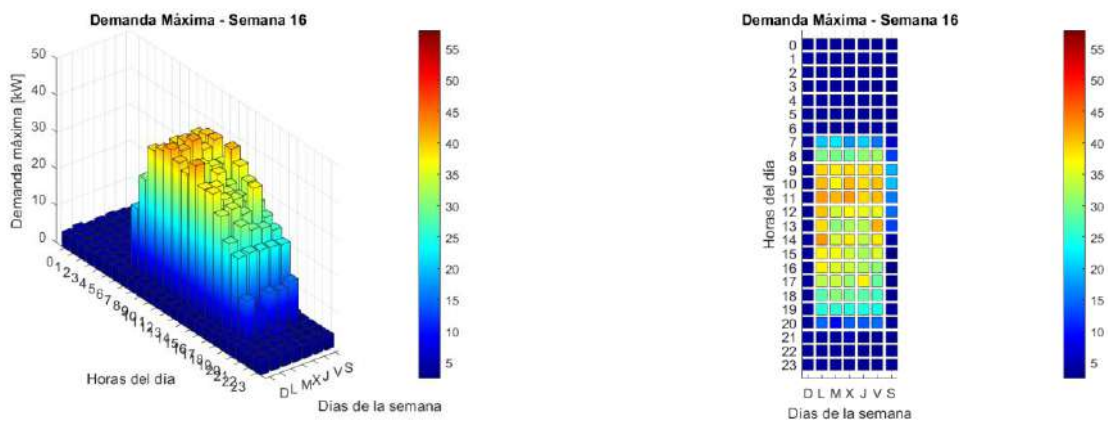


Fig. B. 117 Consumo Semana 16. Biblioteca Central.

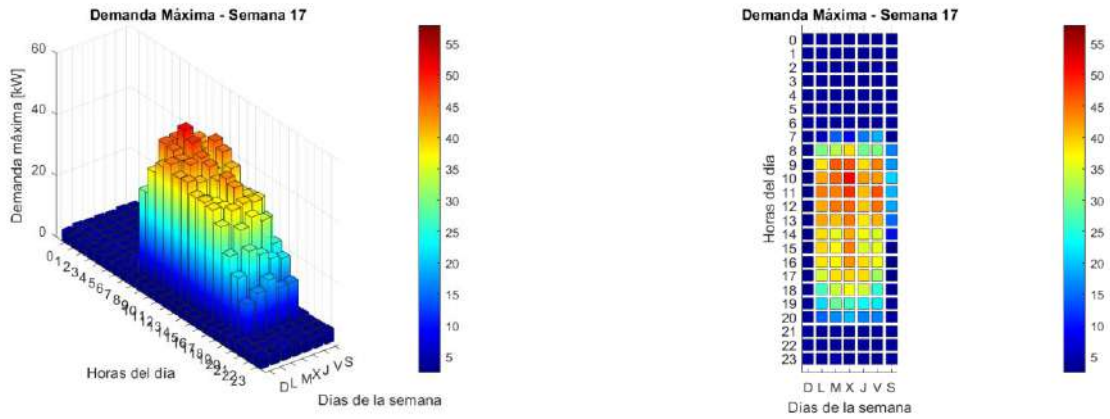


Fig. B. 118 Consumo Semana 17. Biblioteca Central.

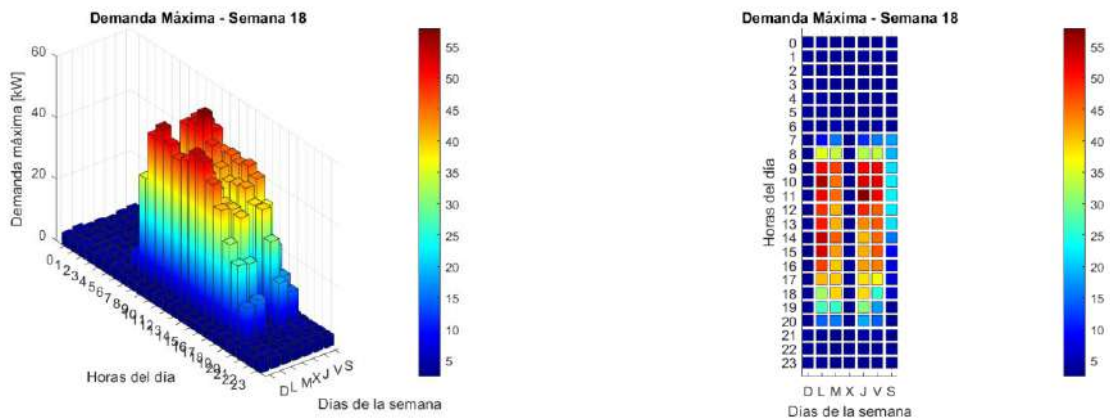


Fig. B. 119 Consumo Semana 18. Biblioteca Central.

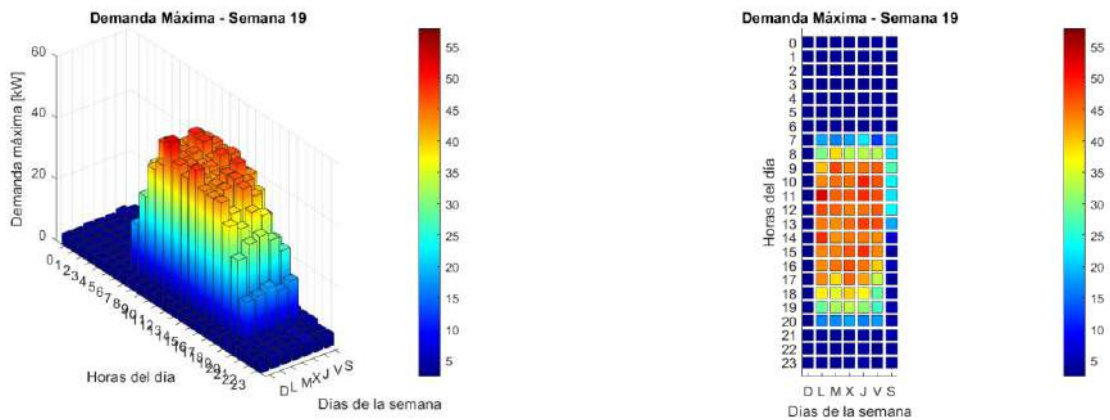


Fig. B. 120 Consumo Semana 19. Biblioteca Central.

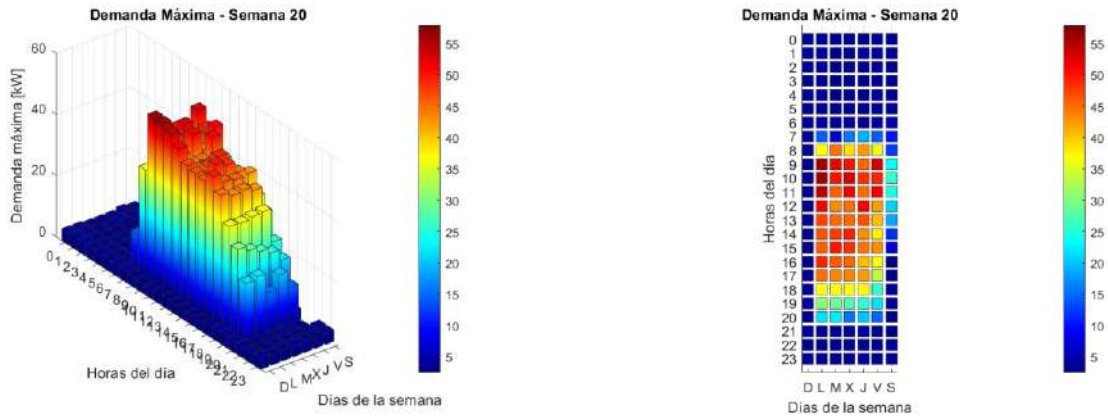


Fig. B. 121 Consumo Semana 20. Biblioteca Central.

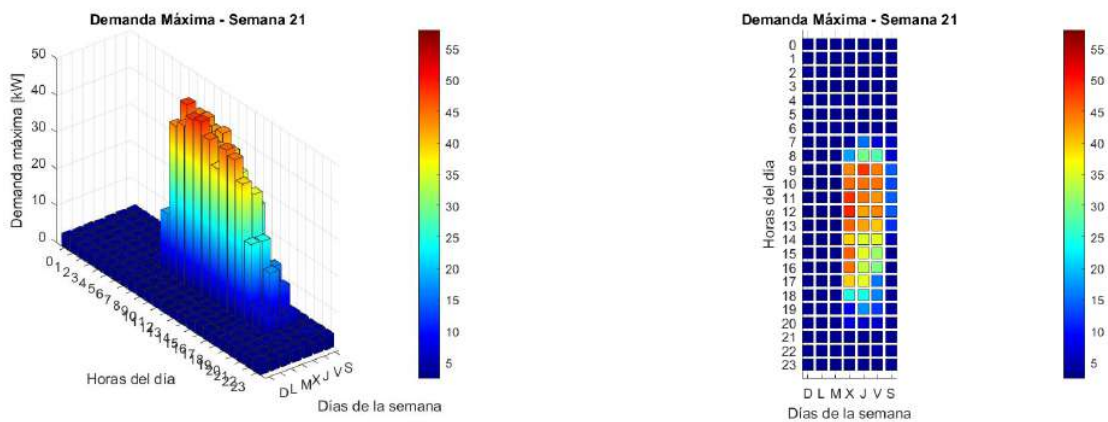


Fig. B. 122 Consumo Semana 21. Biblioteca Central.

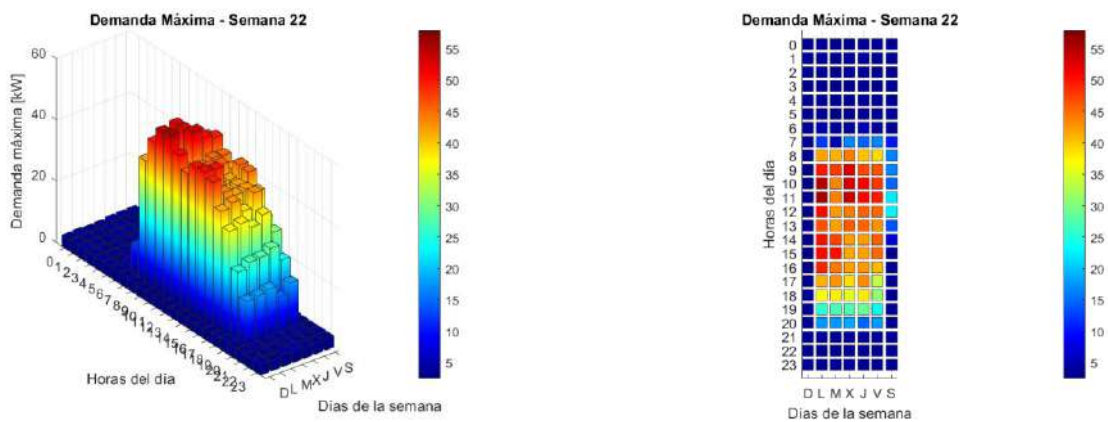


Fig. B. 123 Consumo Semana 22. Biblioteca Central.

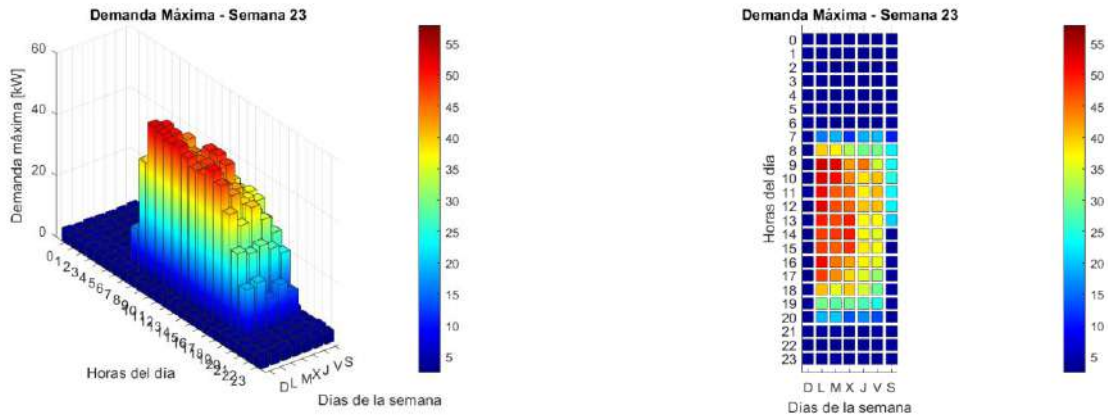


Fig. B. 124 Consumo Semana 23. Biblioteca Central.

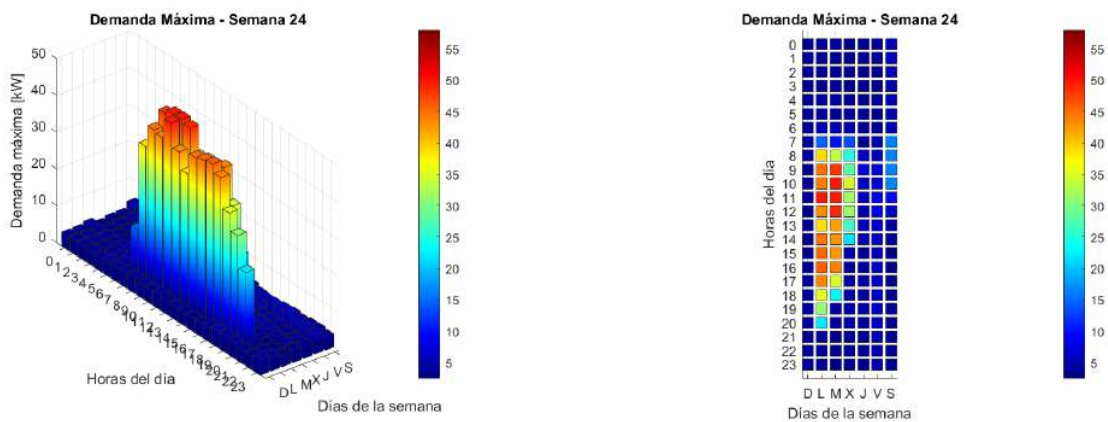


Fig. B. 125 Consumo Semana 24. Biblioteca Central.

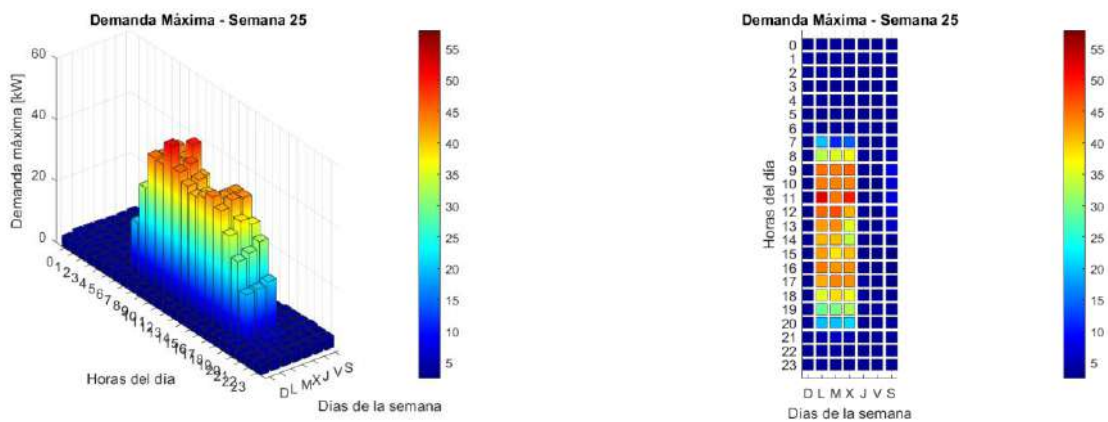


Fig. B. 126 Consumo Semana 25. Biblioteca Central.

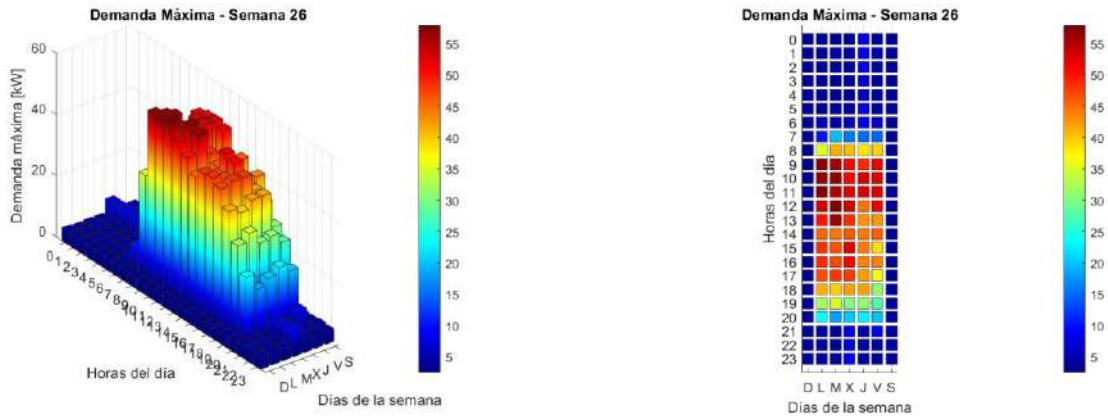


Fig. B. 127 Consumo Semana 26. Biblioteca Central.

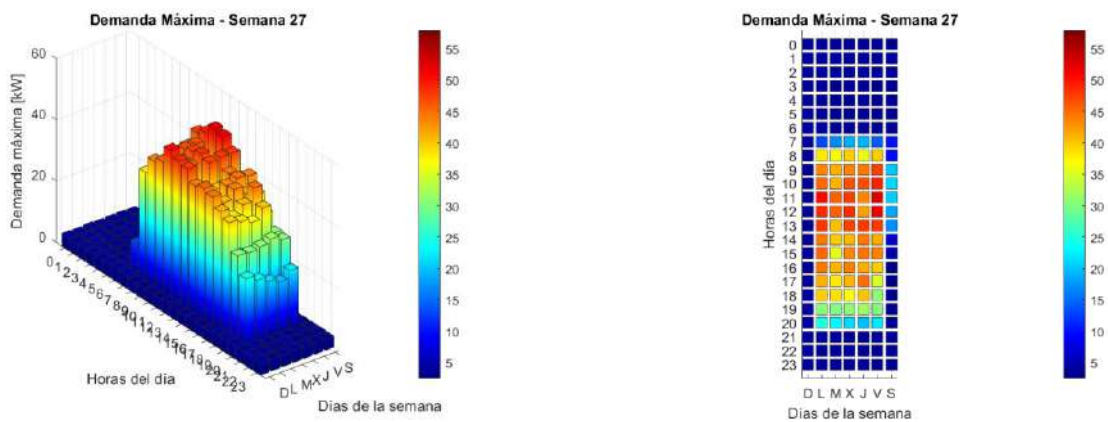


Fig. B. 128 Consumo Semana 27. Biblioteca Central.

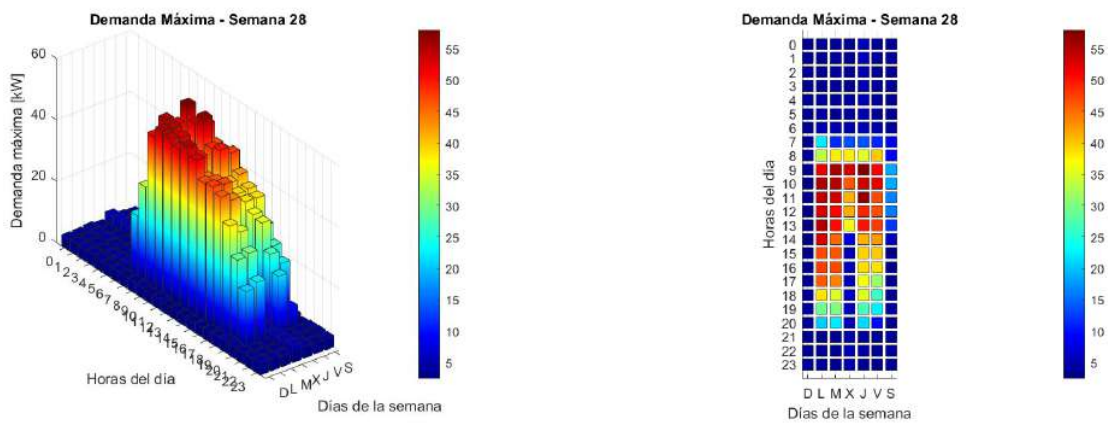


Fig. B. 129 Consumo Semana 28. Biblioteca Central.

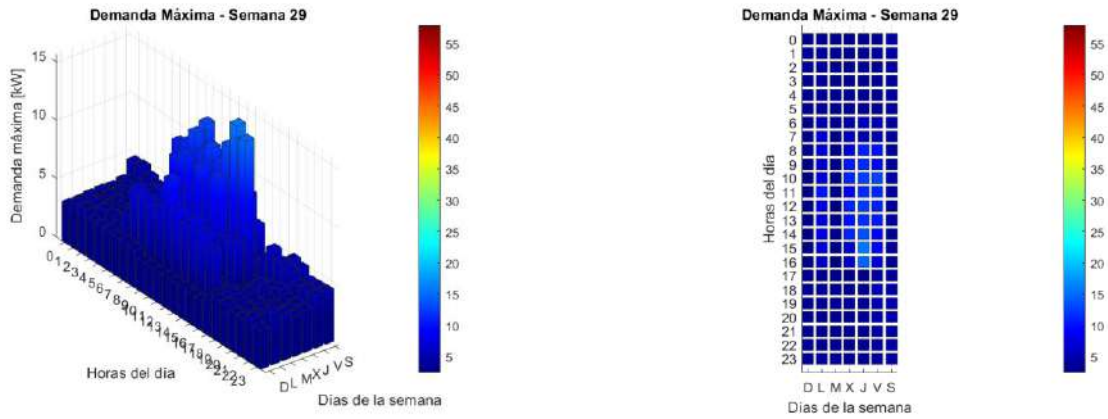


Fig. B. 130 Consumo Semana 29. Biblioteca Central.

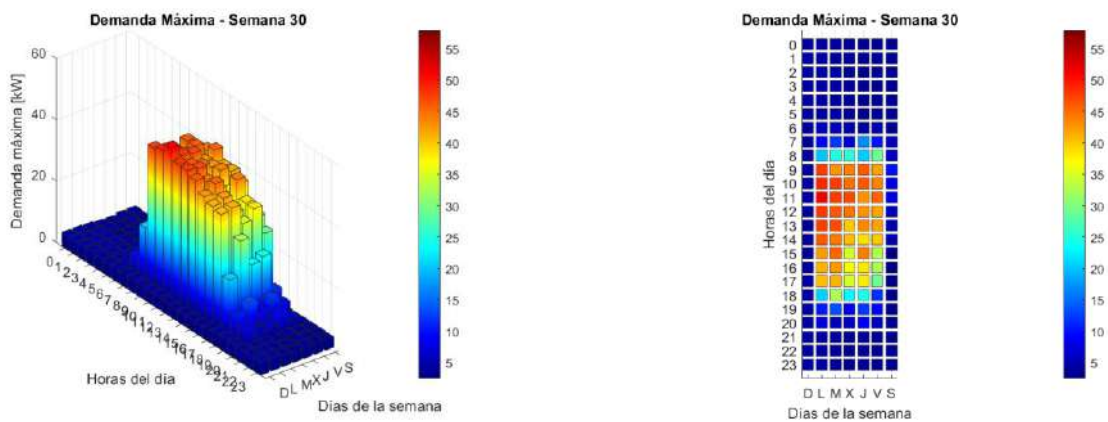


Fig. B. 131 Consumo Semana 30. Biblioteca Central.

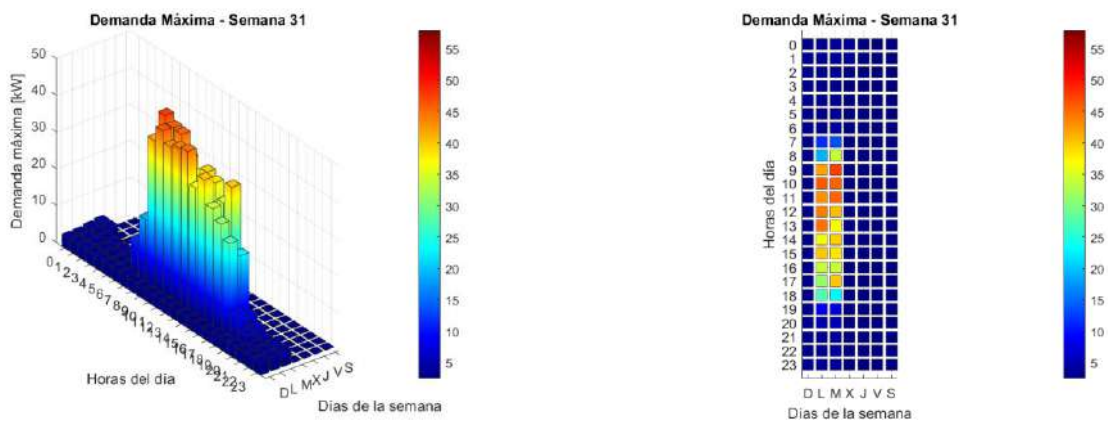


Fig. B. 132 Consumo Semana 31. Biblioteca Central.

B.7 Alumbrado Público

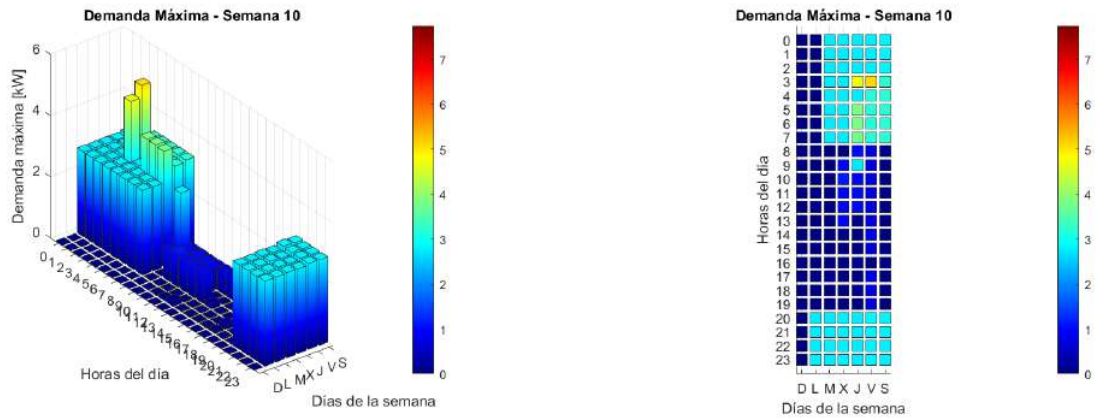


Fig. B. 133 Consumo Semana 10. Alumbrado Público.

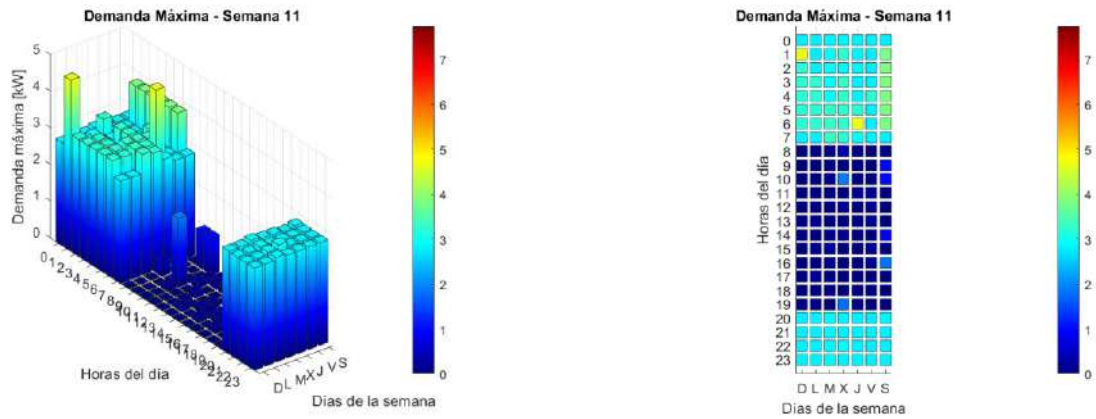


Fig. B. 134 Consumo Semana 11. Alumbrado Público.

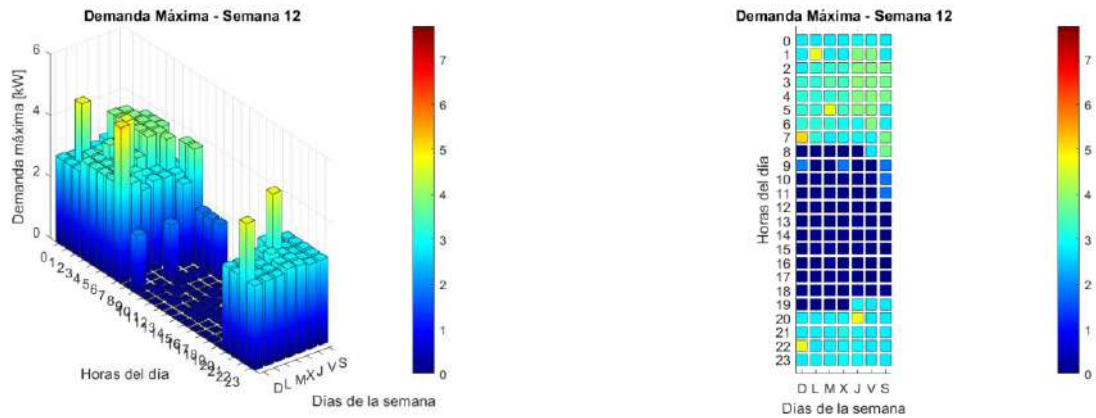


Fig. B. 135 Consumo Semana 12. Alumbrado Público.

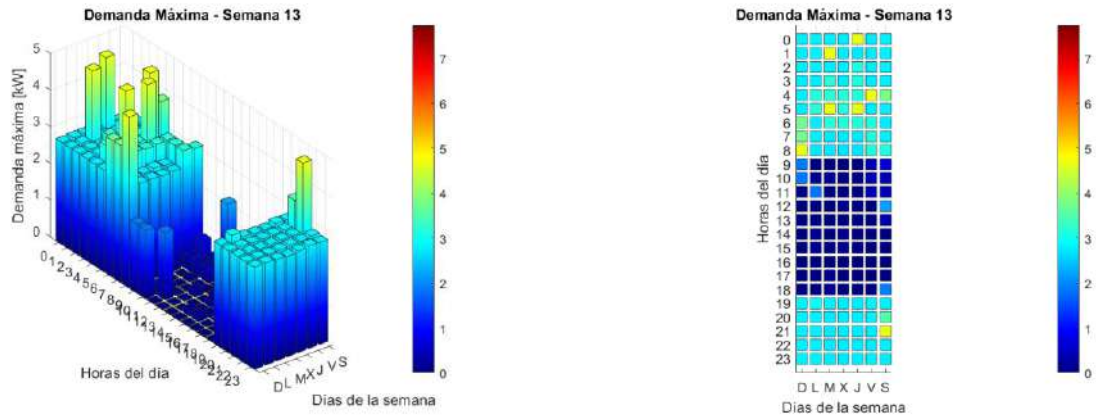


Fig. B. 136 Consumo Semana 13. Alumbrado Público.

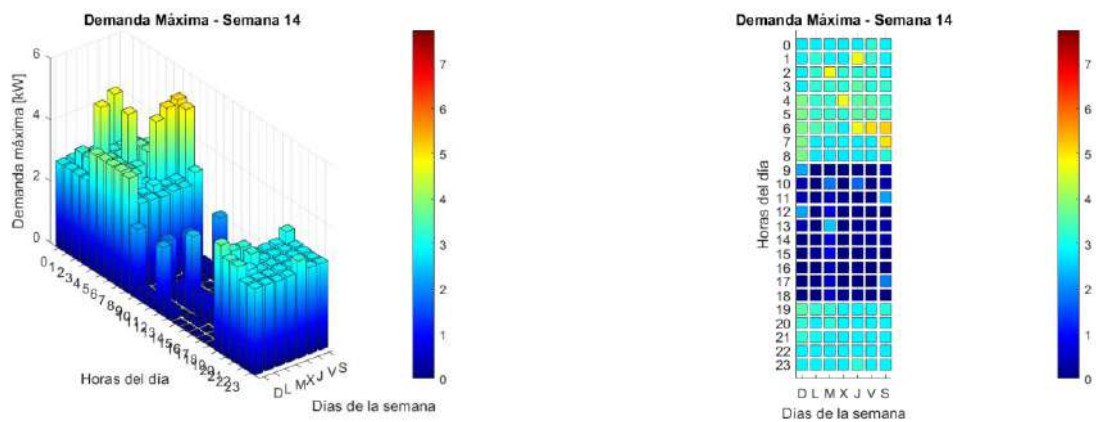


Fig. B. 137 Consumo Semana 14. Alumbrado Público.

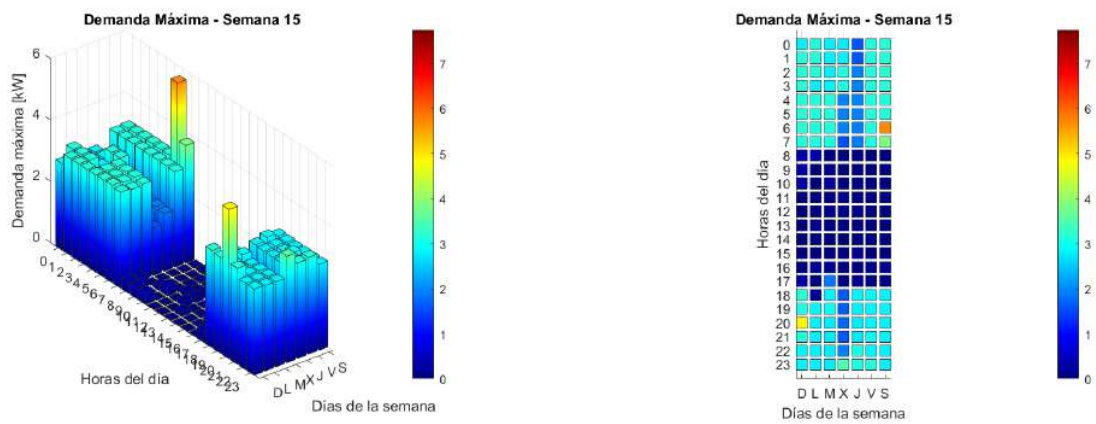


Fig. B. 138 Consumo Semana 15. Alumbrado Público.

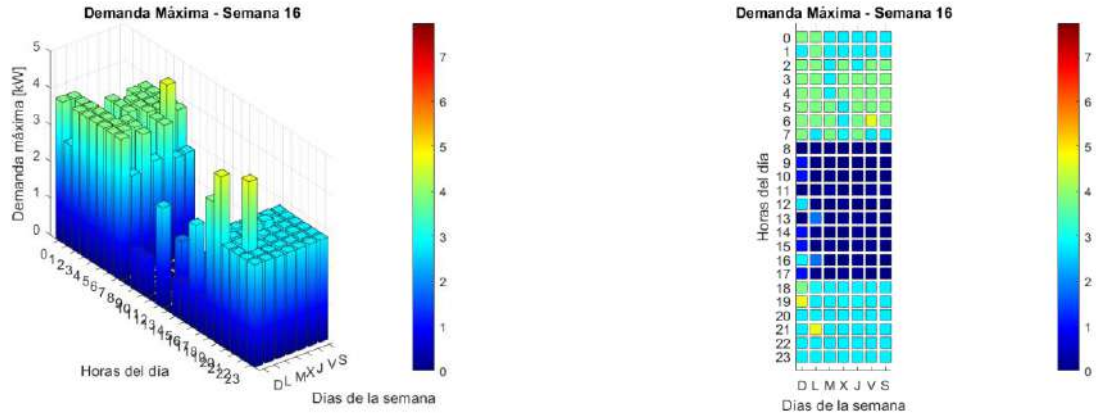


Fig. B. 139 Consumo Semana 16. Alumbrado Público.

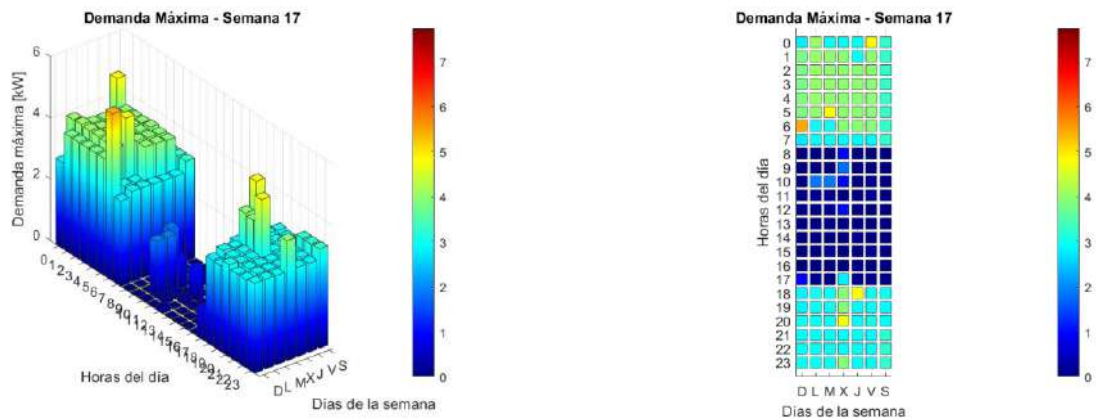


Fig. B. 140 Consumo Semana 17. Alumbrado Público.

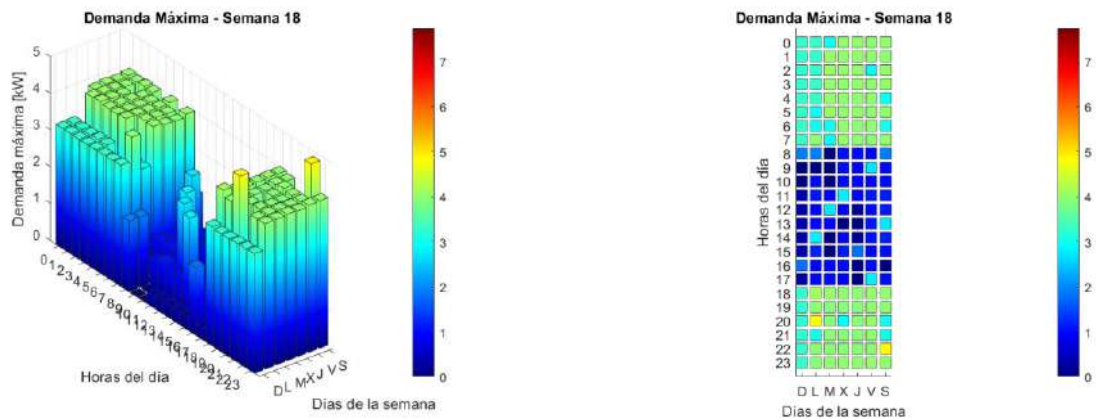


Fig. B. 141 Consumo Semana 18. Alumbrado Público.

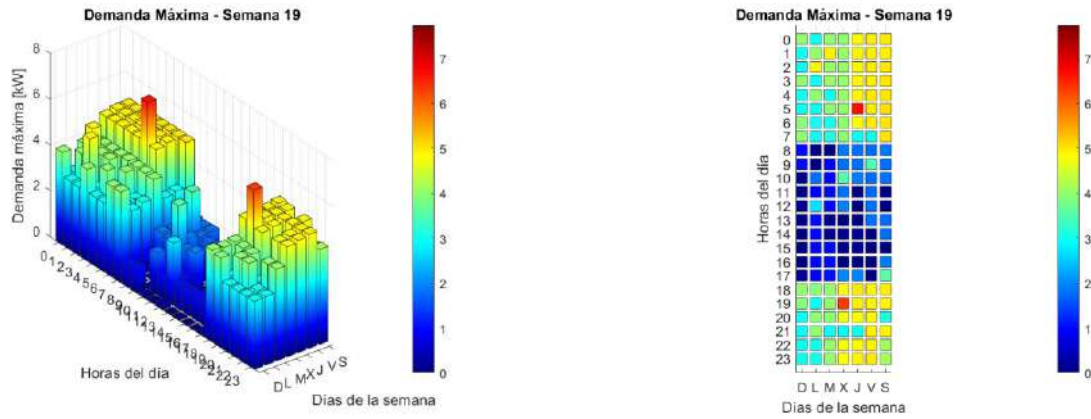


Fig. B. 142 Consumo Semana 19. Alumbrado Público.

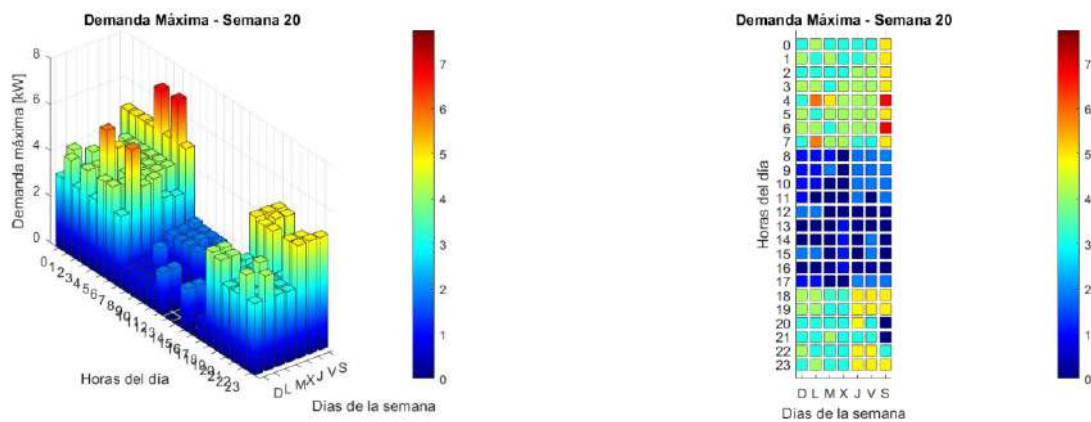


Fig. B. 143 Consumo Semana 20. Alumbrado Público.

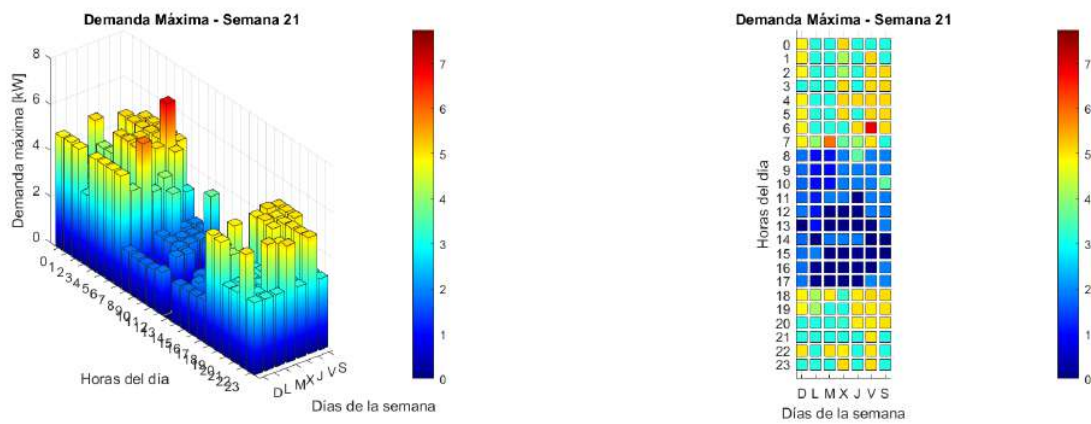


Fig. B. 144 Consumo Semana 21. Alumbrado Público.

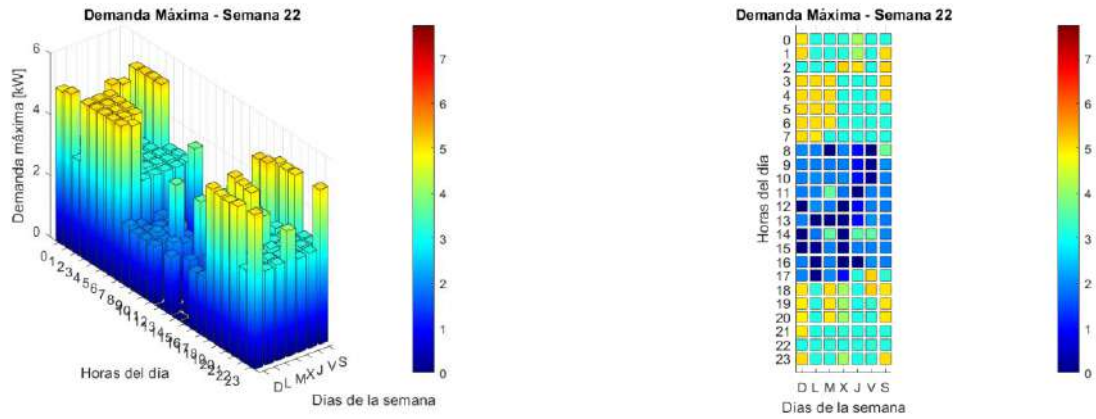


Fig. B. 145 Consumo Semana 22. Alumbrado Público.

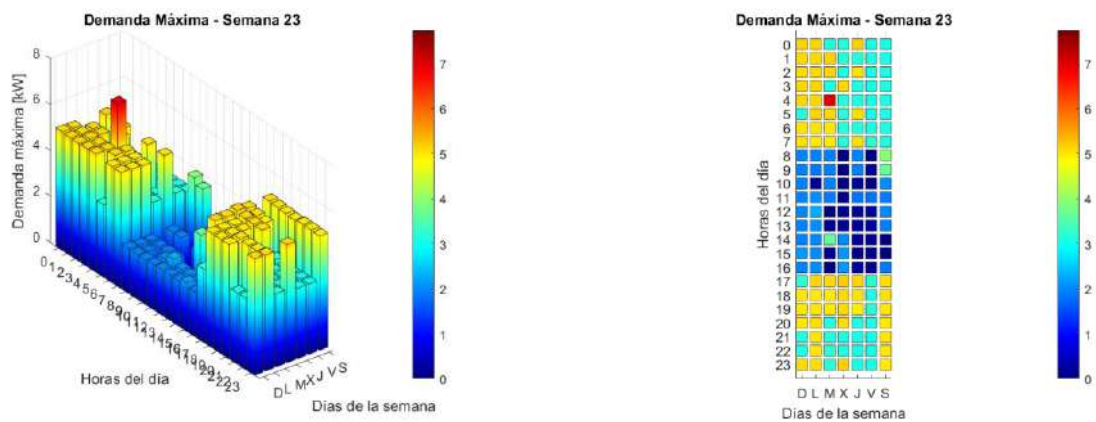


Fig. B. 146 Consumo Semana 23. Alumbrado Público.

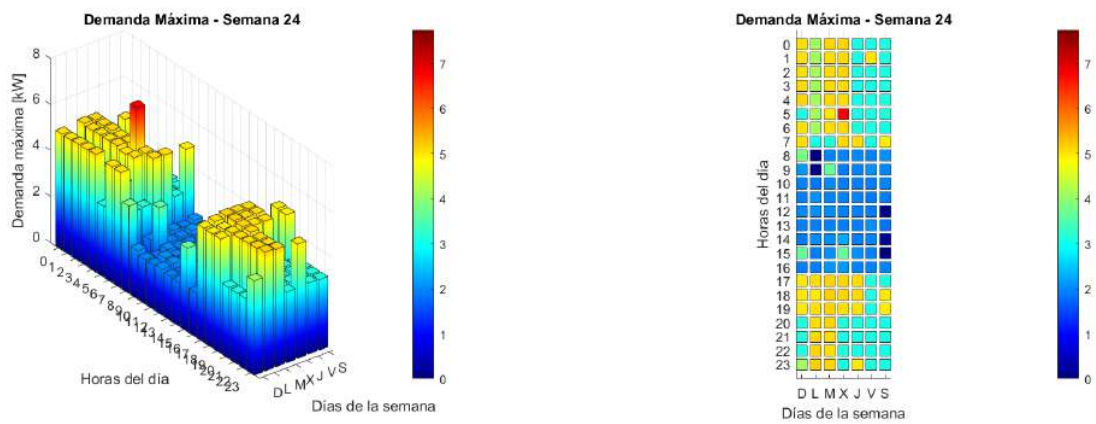


Fig. B. 147 Consumo Semana 24. Alumbrado Público.

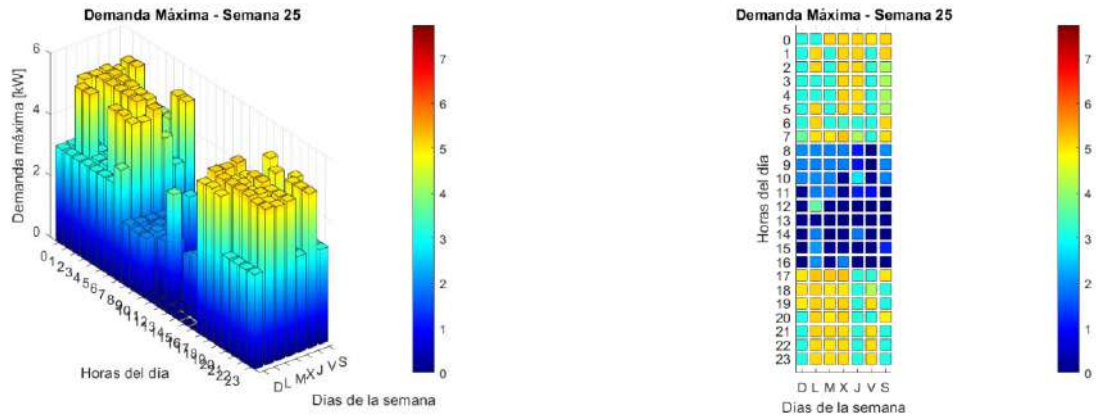


Fig. B. 148 Consumo Semana 25. Alumbrado Público.

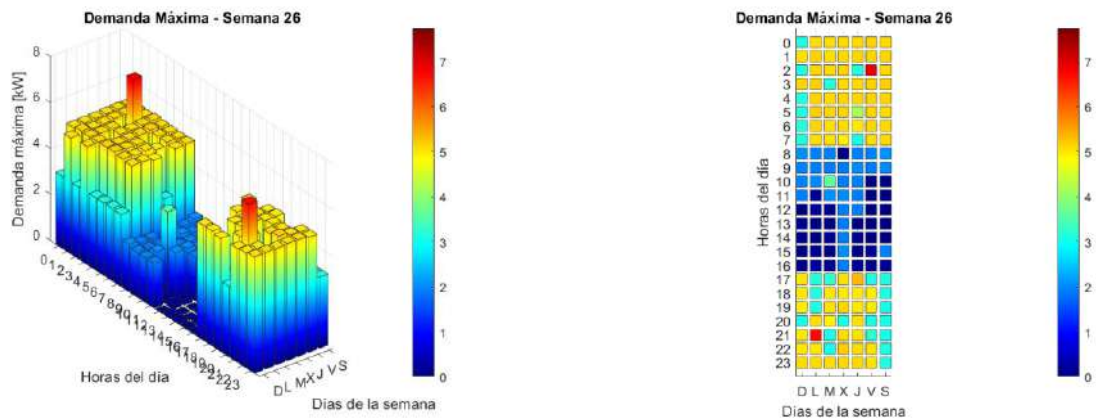


Fig. B. 149 Consumo Semana 26. Alumbrado Público.

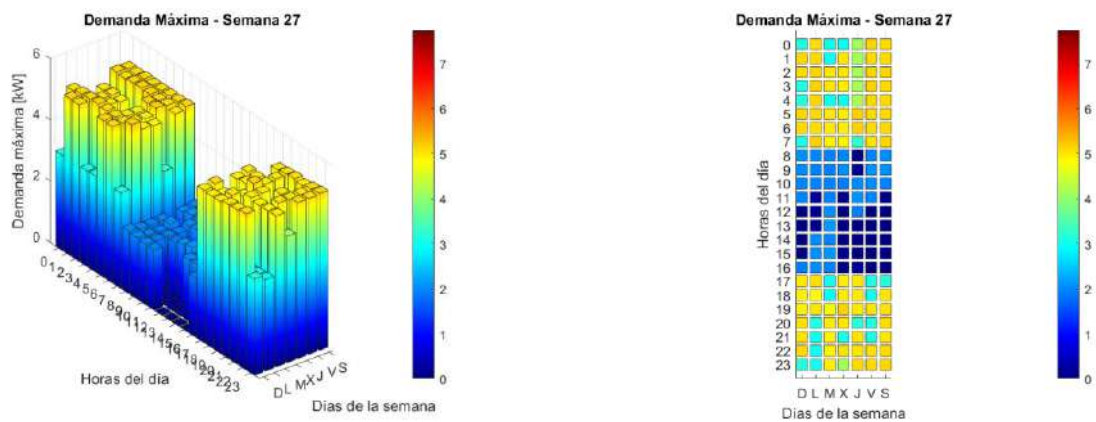


Fig. B. 150 Consumo Semana 27. Alumbrado Público.

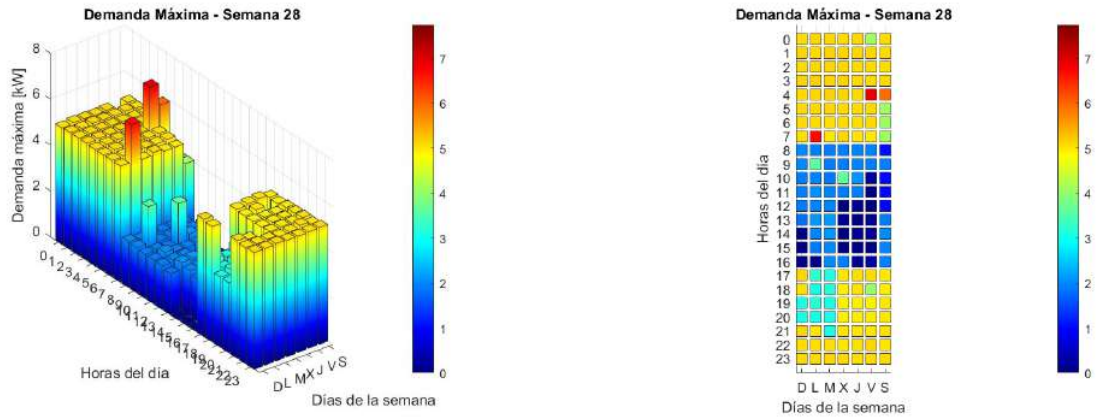


Fig. B. 151 Consumo Semana 28. Alumbrado Público.

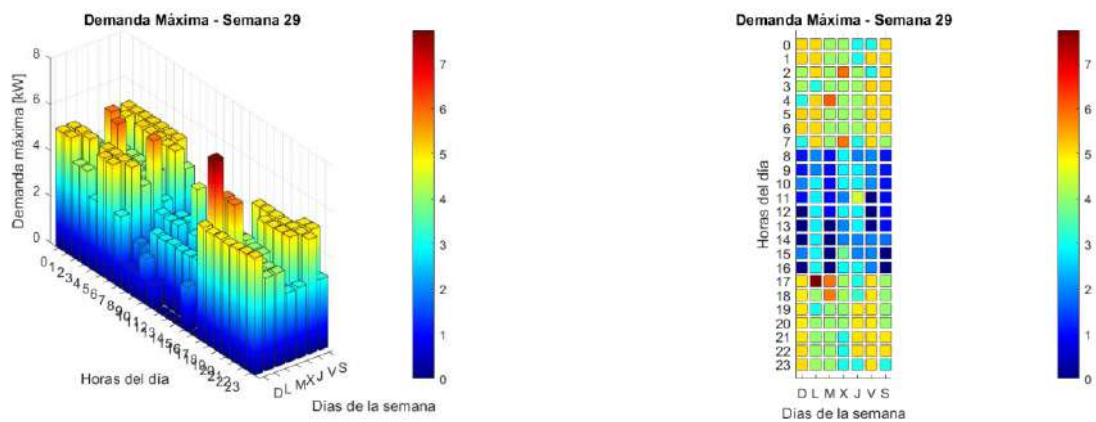


Fig. B. 152 Consumo Semana 29. Alumbrado Público.

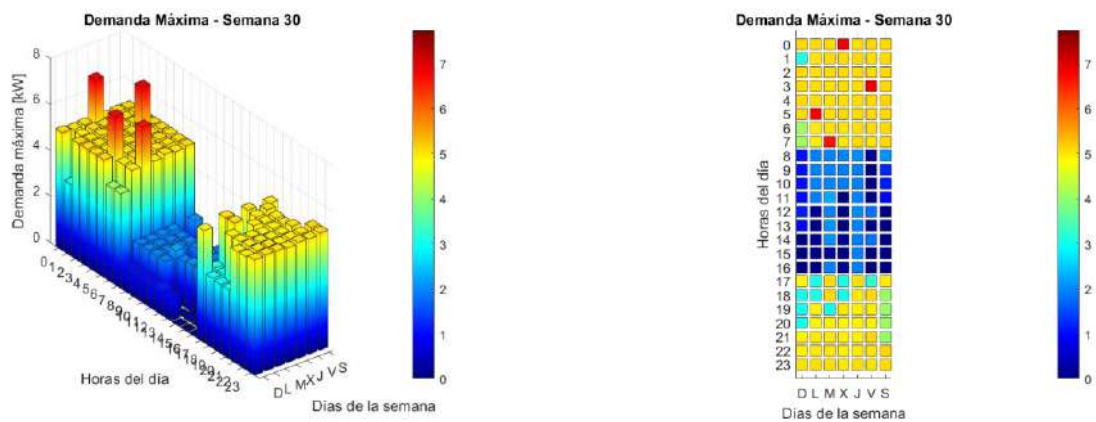


Fig. B. 153 Consumo Semana 30. Alumbrado Público.

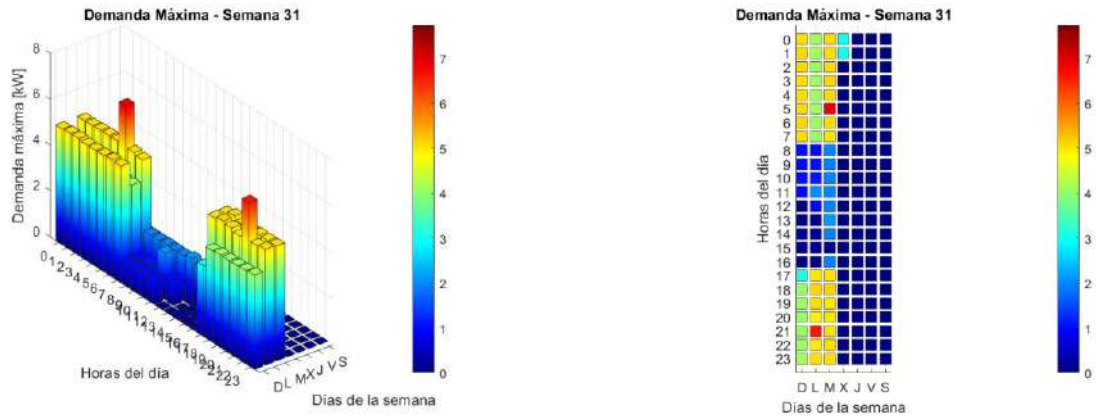


Fig. B. 154 Consumo Semana 31. Alumbrado Público.

B.8 Gimnasio

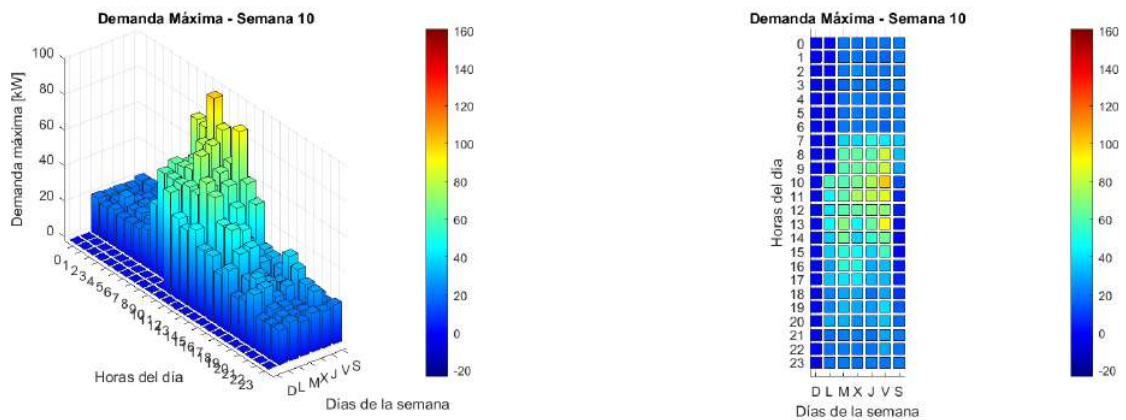


Fig. B. 155 Consumo Semana 10. Gimnasio.

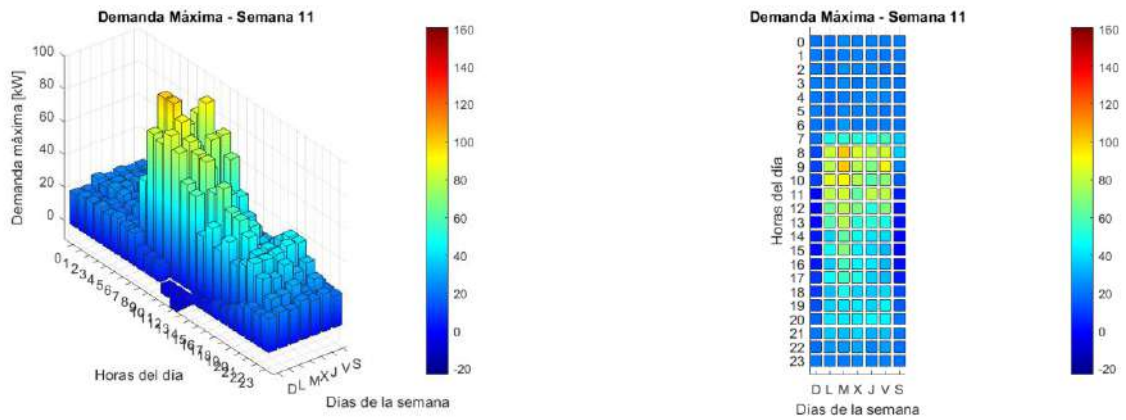


Fig. B. 156 Consumo Semana 11. Gimnasio.

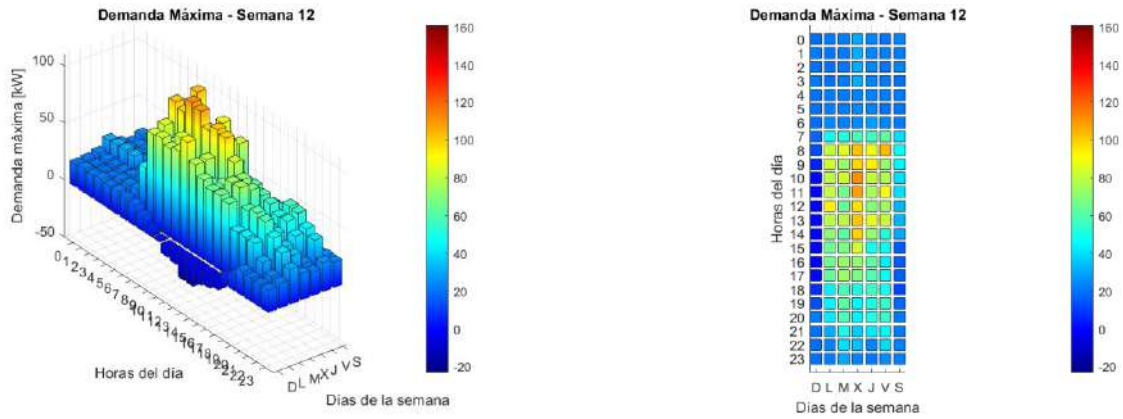


Fig. B. 157 Consumo Semana 12. Gimnasio.

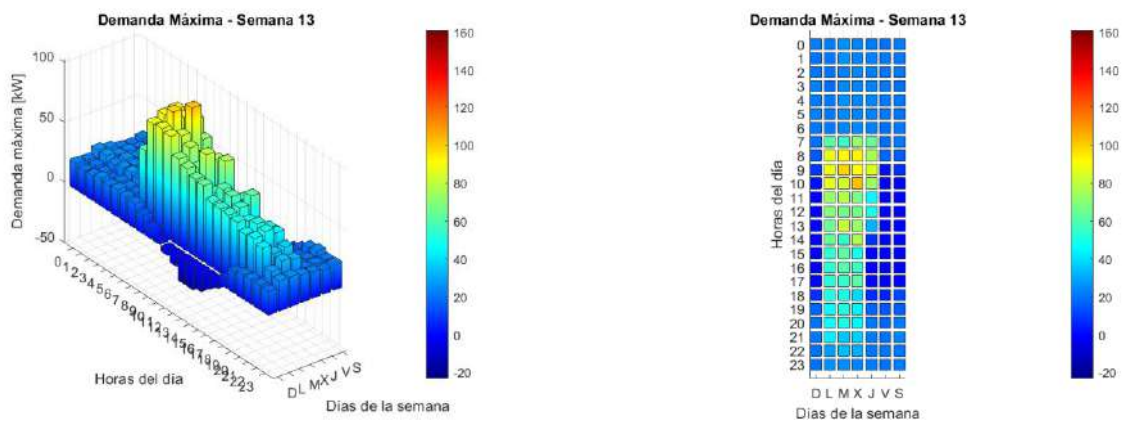


Fig. B. 158 Consumo Semana 13. Gimnasio.

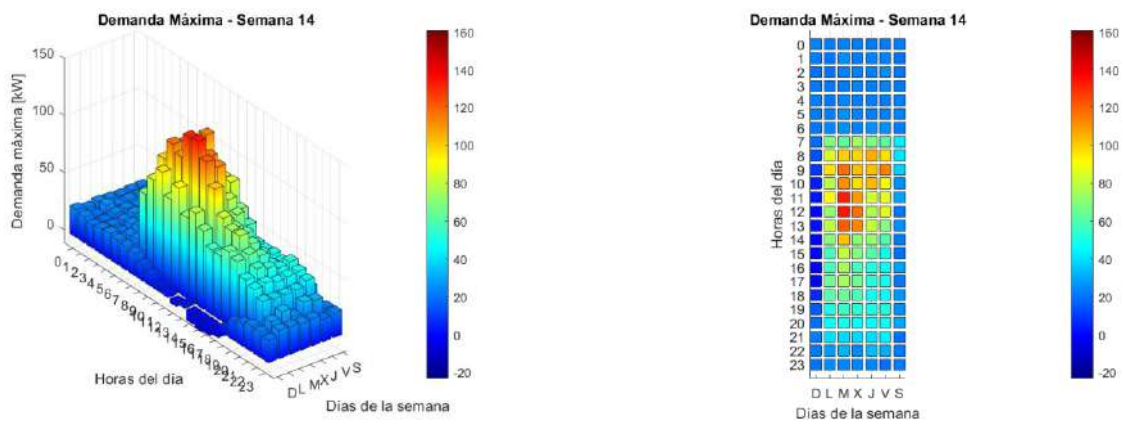


Fig. B. 159 Consumo Semana 14. Gimnasio.

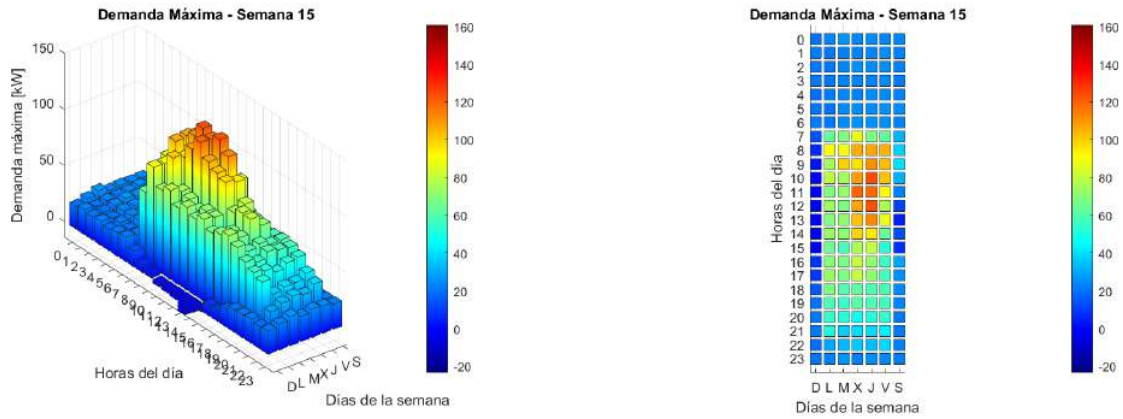


Fig. B. 160 Consumo Semana 15. Gimnasio.

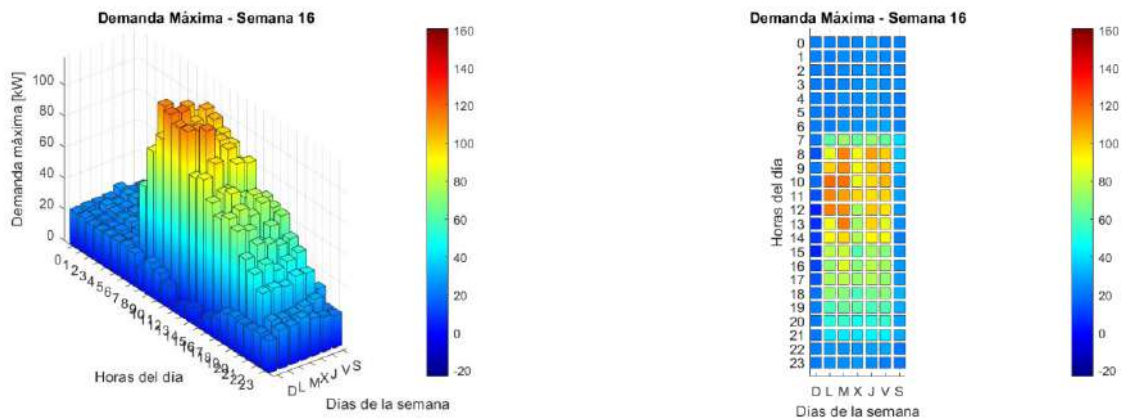


Fig. B. 161 Consumo Semana 16. Gimnasio.

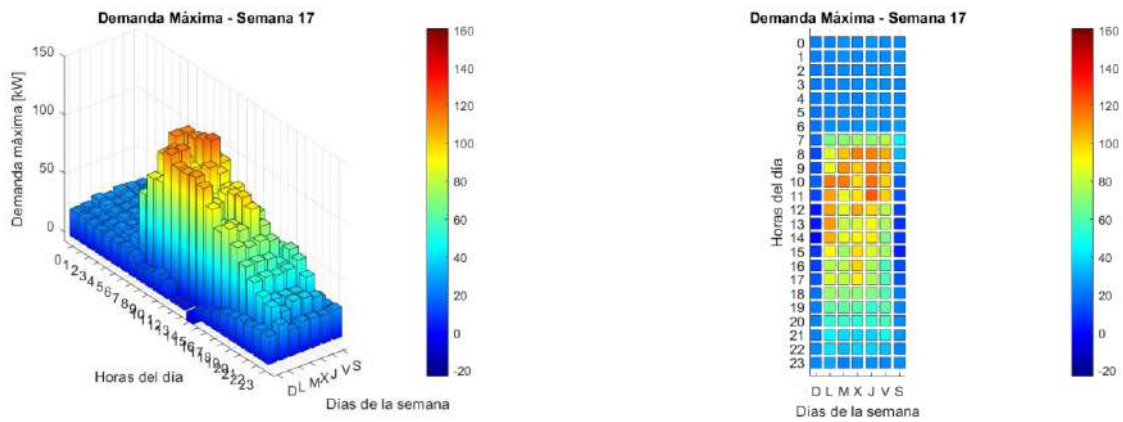


Fig. B. 162 Consumo Semana 17. Gimnasio.

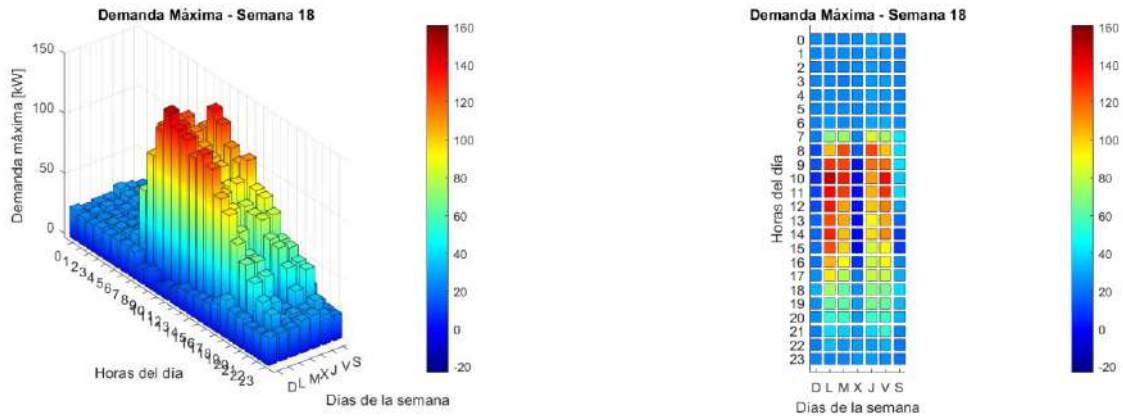


Fig. B. 163 Consumo Semana 18. Gimnasio.

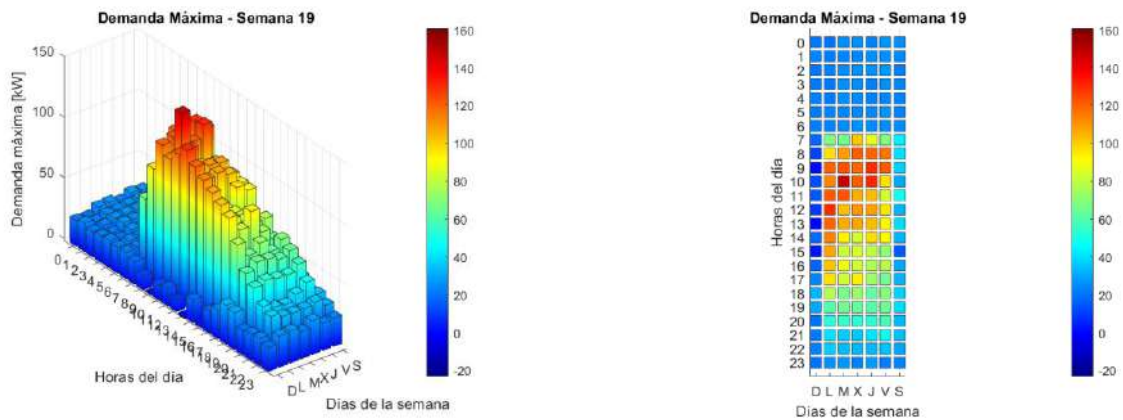


Fig. B. 164 Consumo Semana 19. Gimnasio.

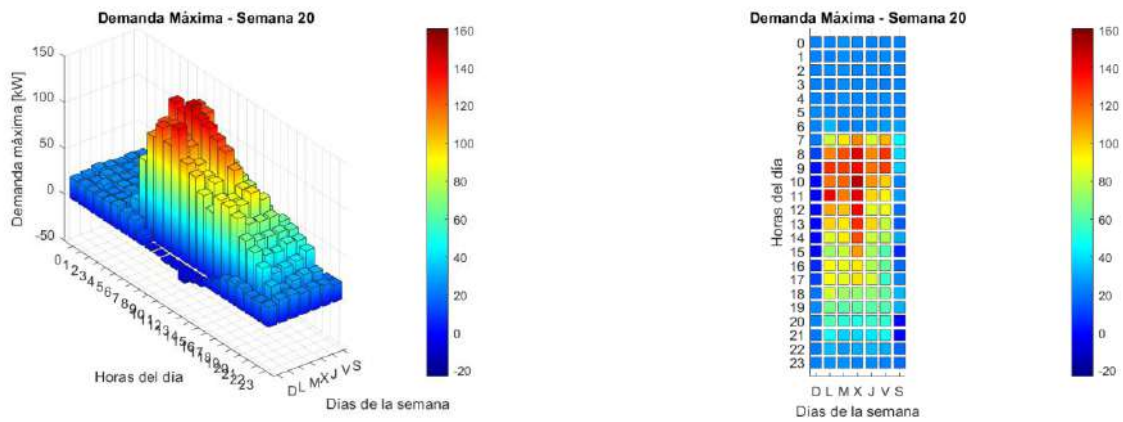


Fig. B. 165 Consumo Semana 20. Gimnasio.

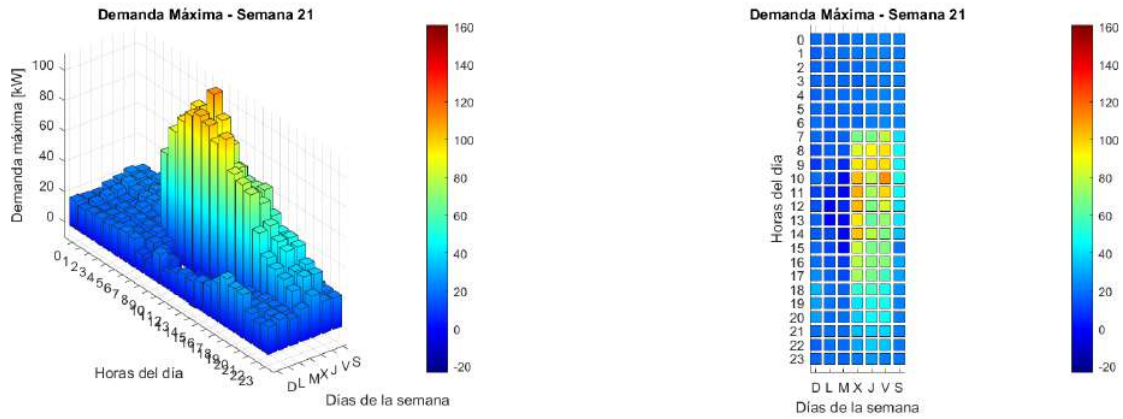


Fig. B. 166 Consumo Semana 21. Gimnasio.

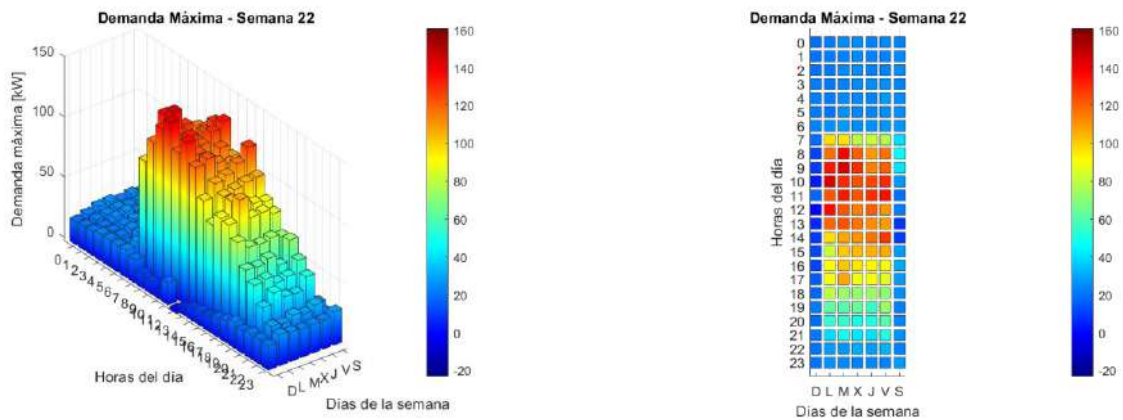


Fig. B. 167 Consumo Semana 22. Gimnasio.

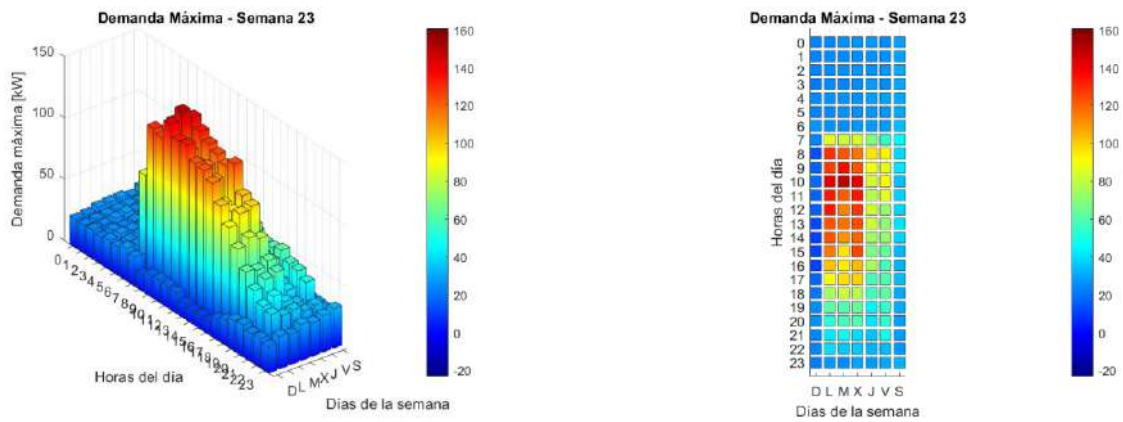


Fig. B. 168 Consumo Semana 23. Gimnasio.

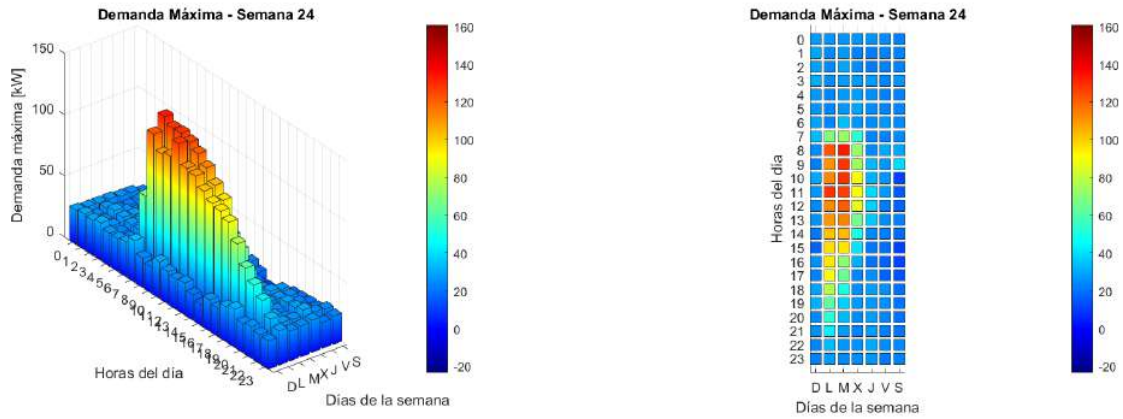


Fig. B. 169 Consumo Semana 24. Gimnasio.

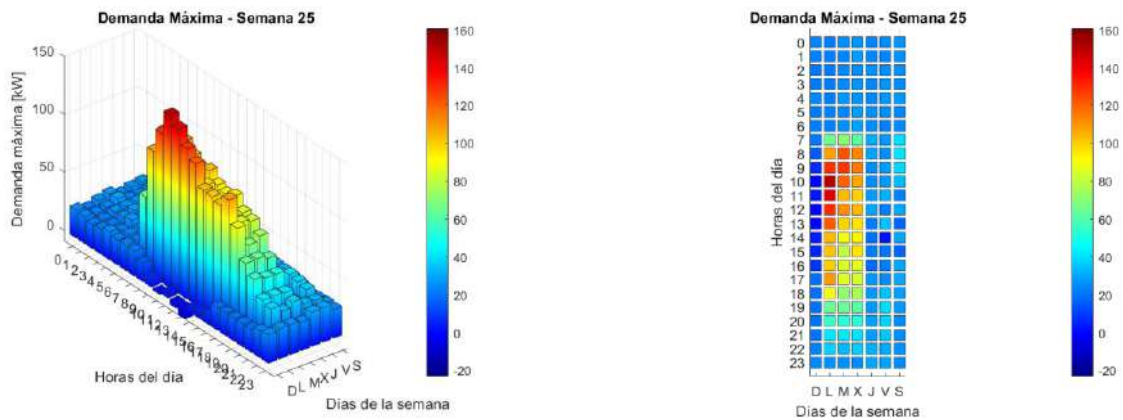


Fig. B. 170 Consumo Semana 25. Gimnasio.

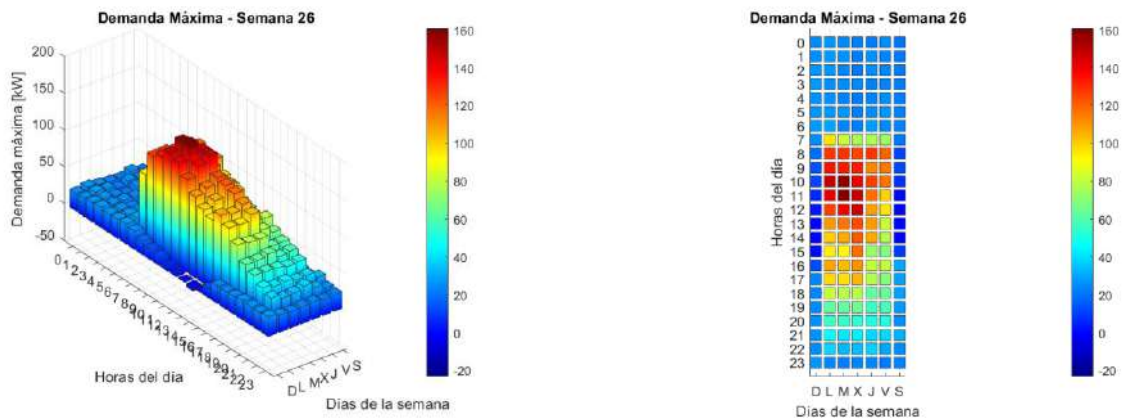


Fig. B. 171 Consumo Semana 26. Gimnasio.

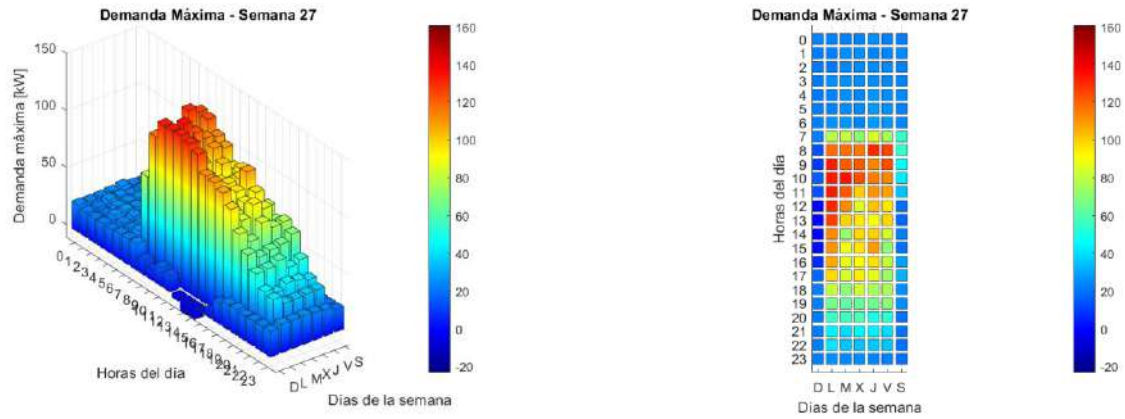


Fig. B. 172 Consumo Semana 27. Gimnasio.

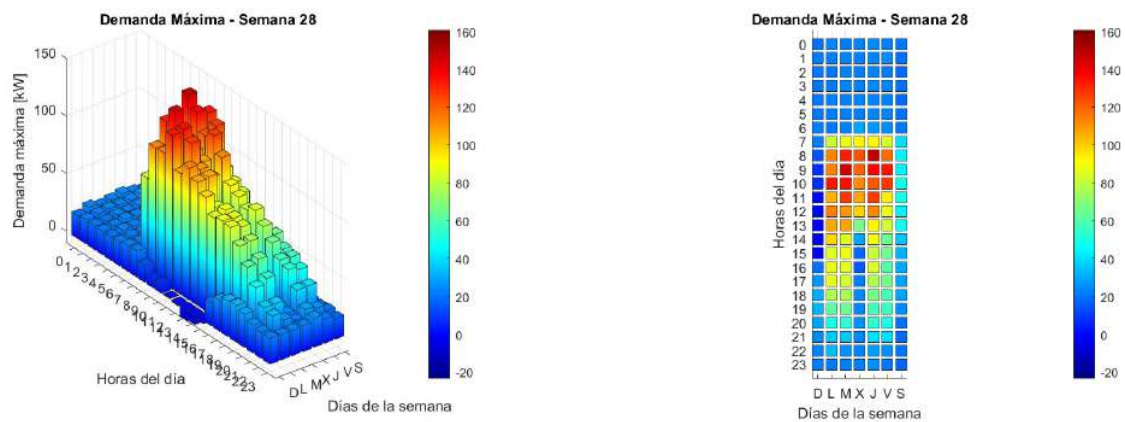


Fig. B. 173 Consumo Semana 28. Gimnasio.

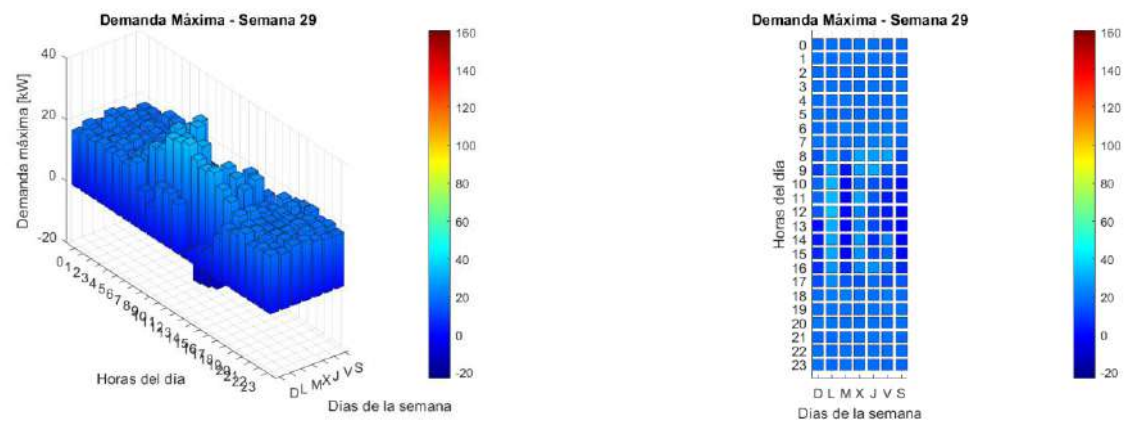


Fig. B. 174 Consumo Semana 29. Gimnasio.

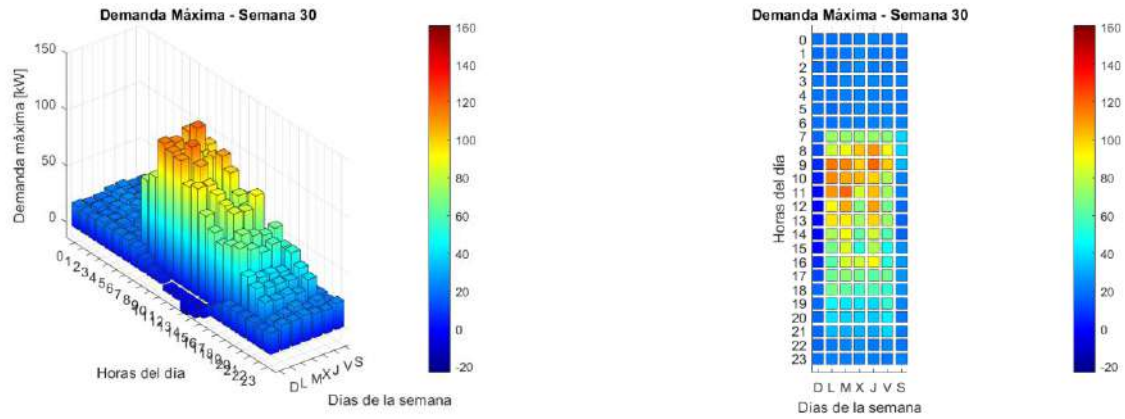


Fig. B. 175 Consumo Semana 30. Gimnasio.

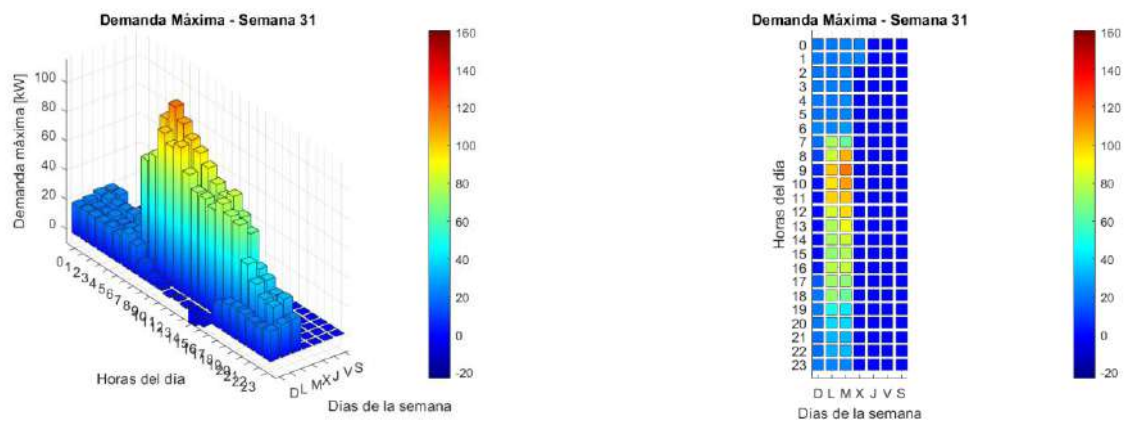


Fig. B. 176 Consumo Semana 31. Gimnasio.

Anexo.C Diagrama Unilineal

C.1 Edificio San Agustín – Facultad de Ingeniería

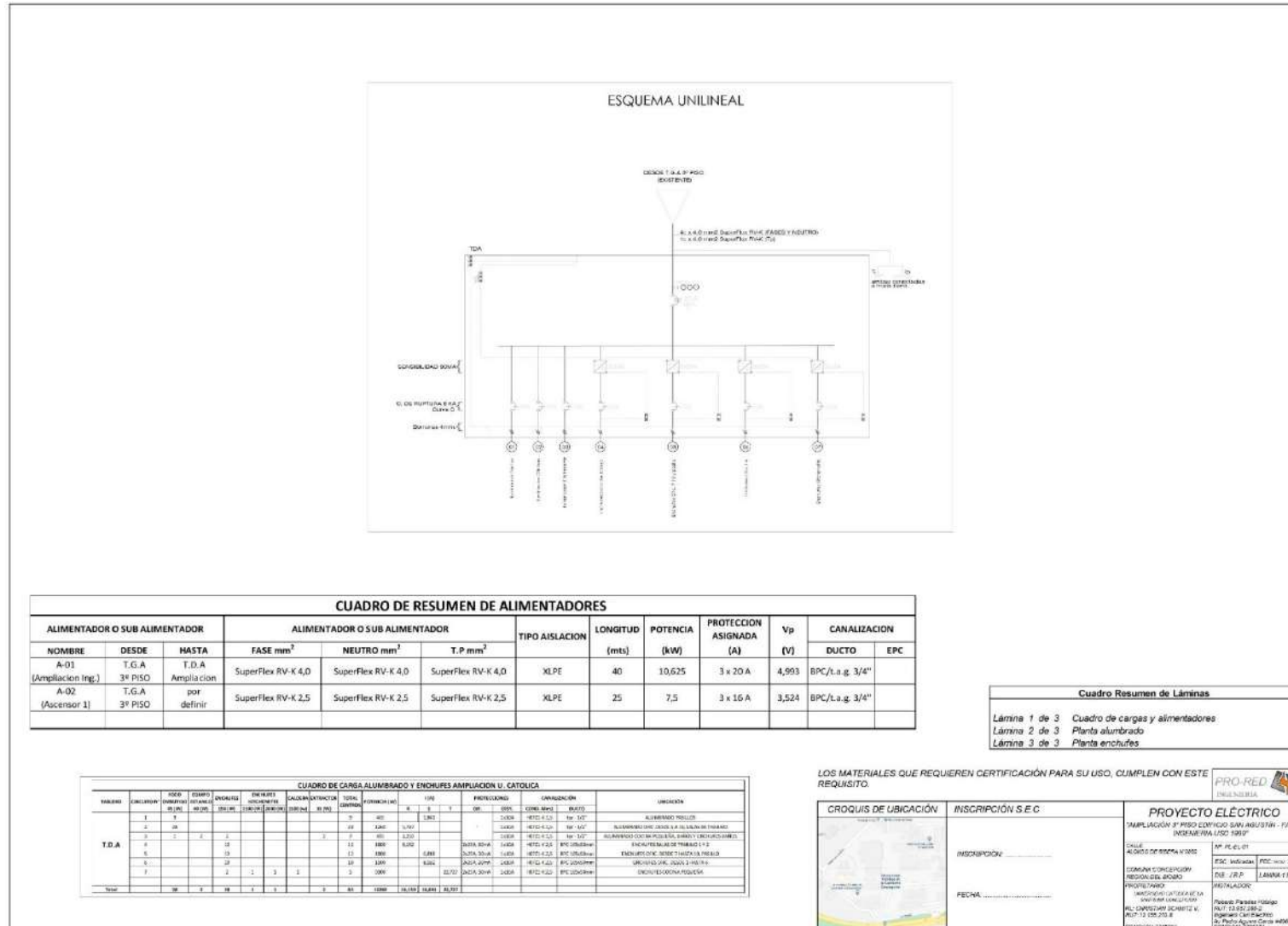


Fig. C. 1 Diagrama Unilineal Ampliación Piso 3. Facultad de Ingeniería.

C.2 Edificio San Alberto Magno – Facultad de Ciencias

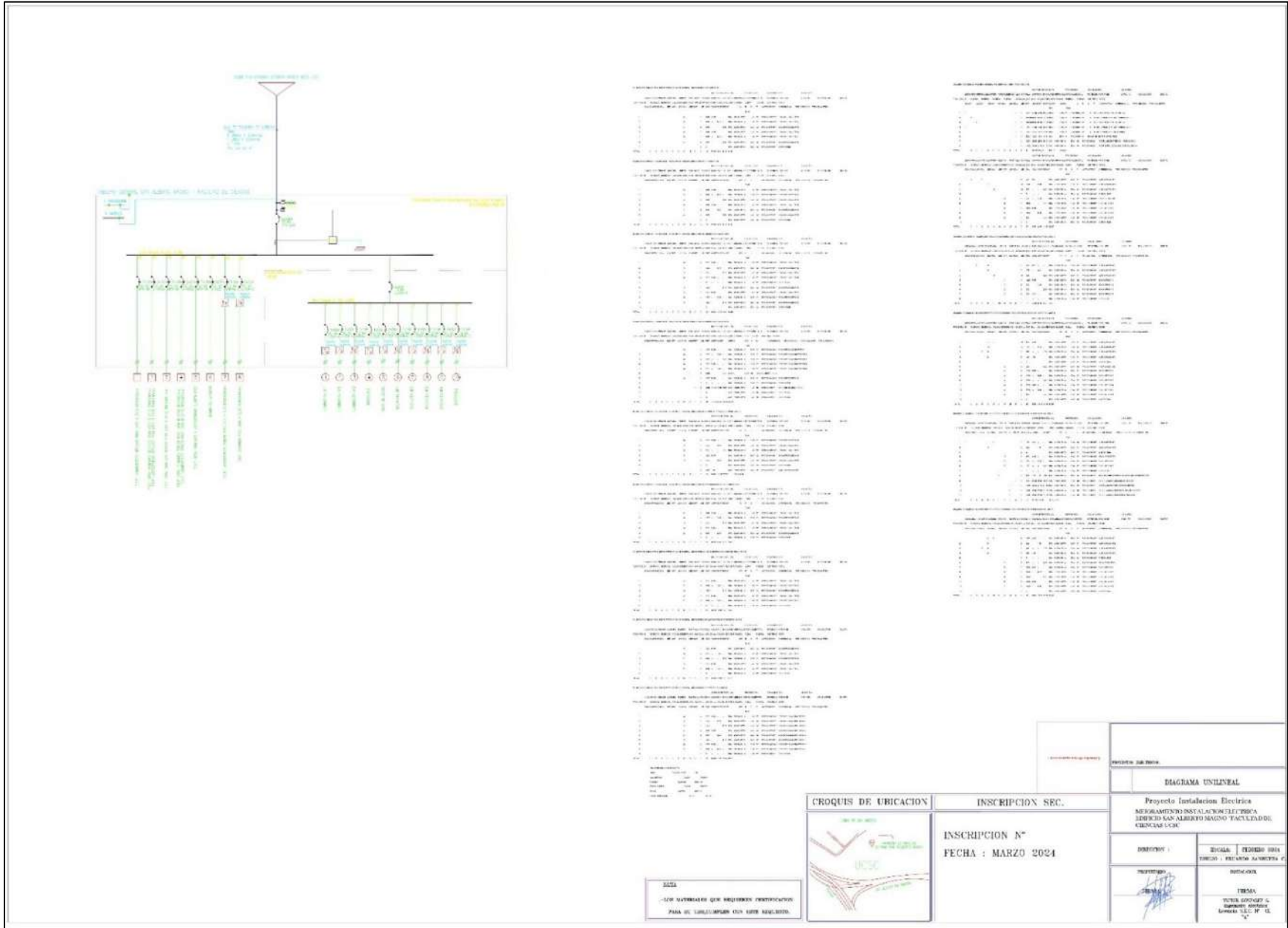
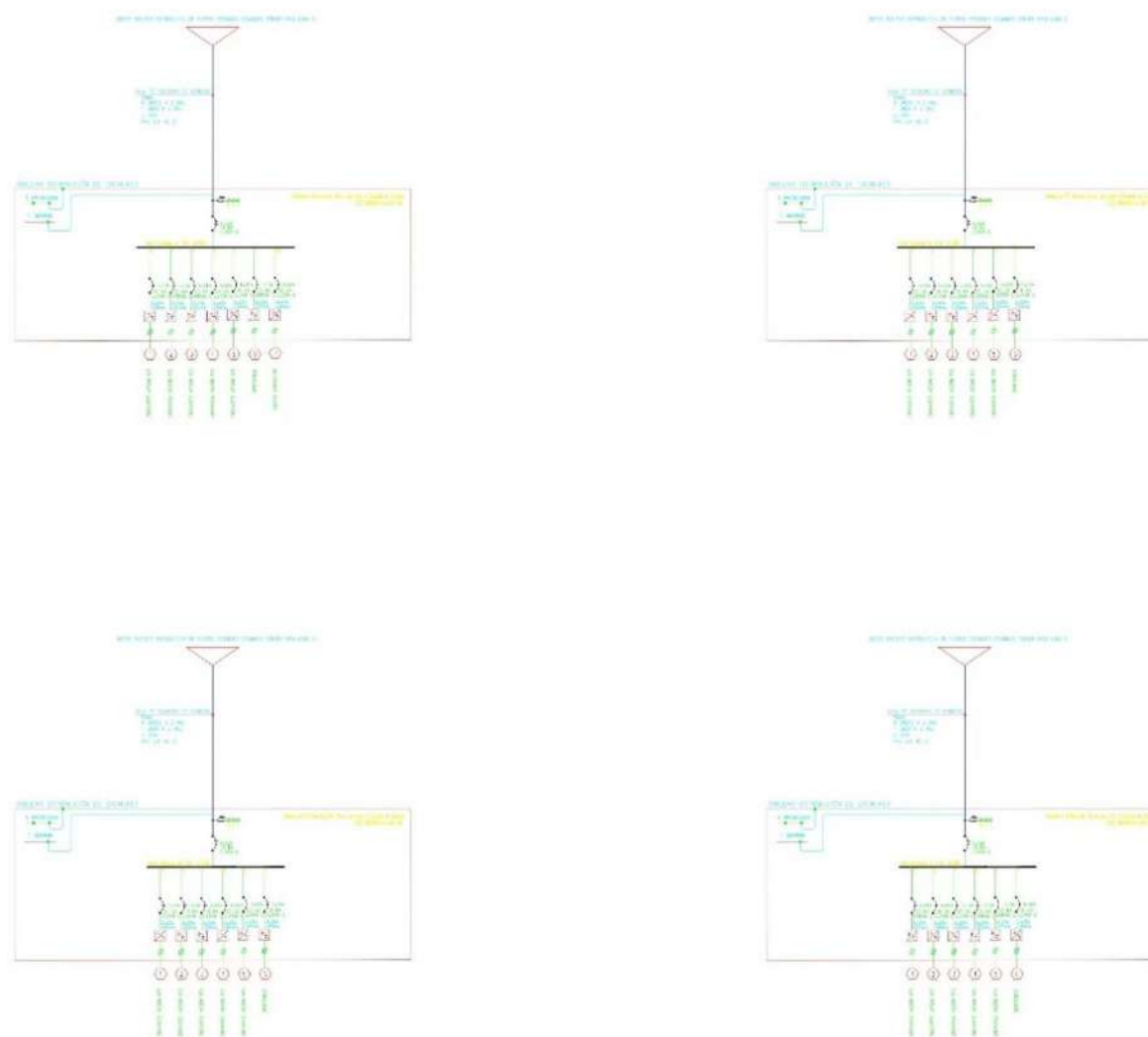
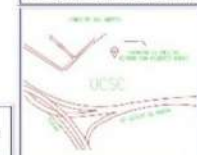


Fig. C. 2 Diagrama unilineal Tablero General - Cuadro de cargas. Facultad de Ciencias.

Fig. C. 4 Diagrama Unilineal Servicios Comunes Piso 1, 2 y 3. Facultad de Ciencias.



CROQUIS DE UBICACION



INSCRIPCION SEC.

INSCRIPCION N°
FECHA : MARZO 2024

LABORATORIOS PISO 3 LADO A

PARTES DE LAS PARTES

DIAGRAMA UNILINEAL

Proyecto Instalacion Electrica
MEJORAMIENTO INSTALACION ELECTRICA
DE LA FCS SAN ALBERTO MAGNO TACUADA DE
CIENCIAS UCR

DIRECCION :

DISEÑO :

REVISOR :

PROYECTADO :

AUTORIZADO :

FIRMA :

FIRMA :

FIRMA :

FIRMA :

FECHA

...LAS MATERIALES QUE REQUIEREN CERTIFICACION
PARA SU USO, CUMPLIRAN CON ESTE REQUISITO.

Fig. C. 5 Diagrama Unilineal Labratorios Piso 3 Lado A. Facultad de Ciencias.



PROYECTO "NORMALIZACIÓN DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA EDIFICIO SAN ALBERTO MAGNO"
FACULTAD DE CIENCIAS UCSC
CONCEPCIÓN
ESPECIALIDAD ELÉCTRICA
CUADRO DE CARGAS ELÉCTRICAS



REV.0

CUADRO DE CARGAS TABLERO GENERAL PRIMER PISO - SERVICIOS COMUNES																								
T.G.	C.T.O. N°	LUMINARIA FUERZA 960W	ARRANQUE FUERZA 1200W	LAMPARA FUERZA 3500W	ARRANQUE FUERZA 3500W	PANTALLA 300x20 cm LED 40W	PANTALLA 60x130 cm LED 60W	CAMPANA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 30W	ARRANQUE FUERZA 630W	ARRANQUE FUERZA 350W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO 30V	DIFERENCIAL	TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1	3									1	3	9600	43,64	43,64	43,64	300A		EVA	3	PVC SCHRO	2"	T.D.F. LABORATORIOS 2° PISO LADO A	
	2		1									3	12000	54,55	54,55	54,55	300A		EVA	3	PVC SCHRO	2"	T.D.F. SERV. COMUNES Y LAB. 2° PISO LADO B	
	3			1							1	3	35000	81,82	81,82	81,82	300A		EVA	3	PVC SCHRO	2"	T.D.F. LABORATORIOS 2° PISO LADO A	
	4	3										3	9600	43,64	43,64	43,64	300A		EVA	3	PVC SCHRO	2"	T.D.F. SERV. COMUNES Y LAB. 2° PISO LADO B	
	5									1		3	3500	35,91	35,91	35,91	300A		EVA	3	PVC SCHRO	2"	T.D.F. SERV. COMUNES Y LAB. 4° PISO	
	6									1		3	3500	35,91	35,91	35,91	25A		EVA	8	PVC SCHRO	2"	BOMBA EN EXTERIOR EDIFICIO	
7									1		3	6300	26,64	26,64	26,64	40A	400MA-30MA	EVA	30	PVC SCHRO	2"	T.D.F. LABORATORIOS 1° PISO LADO A		
8											3	4626	21,03	21,03	21,03	40A	400MA-30MA	EVA	30	PVC SCHRO	2"	T.D.F. SERV. COMUNES 2° PISO LADO A		
TOTAL		2	1	1	0	0	0	0	0	2	4	8	67126	305,12	305,12	305,12								
T.D.F.	C.T.O. N°	LUMINARIA DIOXICA 360W	LUMINARIA DIOXICA 600W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 80W	PANTALLA 300x20 cm LED 40W	PANTALLA 60x130 cm LED 60W	CAMPANA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 30W	ARRANQUE OMBIA 300W	ARRANQUE FUERZA 350W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1	3	1		4							6	214	0,87	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°1	
	2					12						12	480	-	2,38	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°2	
	3						16					16	960	-	-	4,36	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°3	
	4											8	0	-	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
	5								3			3	900	-	-	4,09	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	RACE DE DATOS	
	6								6			6	1800	-	-	8,18	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°1	
	7								6			6	1800	8,18	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°2	
	8								6			6	1800	-	-	8,18	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°3	
	9								3			3	600	-	-	2,73	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°4	
	10											8	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
	TOTAL		1	1	0	4	12	16	0	23	0	0	57	8554	9,15	14,45	15,27							

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SERVICIOS COMUNES SEGUNDO PISO LADO A																								
T.D.F.	C.T.O. N°	LUMINARIA DIOXICA 360W	LUMINARIA DIOXICA 600W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 80W	PANTALLA 300x20 cm LED 40W	PANTALLA 60x130 cm LED 60W	CAMPANA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 30W	ARRANQUE OMBIA 300W	ARRANQUE FUERZA 350W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1			1		6						5	200	0,92	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°1	
	2	1				6						5	178	-	0,85	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°2	
	3						16					16	960	-	-	4,36	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°3	
	4								4			4	1200	5,45	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°1	
	5								3			3	900	-	-	4,09	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°2	
	6								3			3	900	-	-	2,73	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°3	
	7								3			3	600	-	-	2,73	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°4	
	8								8			8	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
TOTAL		1	0	1	0	8	16	0	11	0	0	37	4638	9,09	4,90	7,09								

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SERVICIOS COMUNES SEGUNDO PISO LADO B																								
T.D.F.	C.T.O. N°	LUMINARIA DIOXICA 360W	LUMINARIA DIOXICA 600W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 80W	PANTALLA 300x20 cm LED 40W	PANTALLA 60x130 cm LED 60W	CAMPANA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 30W	ARRANQUE OMBIA 300W	ARRANQUE FUERZA 350W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1					30	2					10	530	2,36	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°1	
	2					38						14	560	-	2,55	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°2	
	3				2	6						6	240	-	-	1,09	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°3	
	4					6						6	240	1,08	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	LUMINACION N°3	
	5											8	0	-	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
	6								3			3	900	-	-	4,09	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	RACE DE DATOS	
	7								4			4	1200	5,45	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°1	
	8								4			4	1200	-	-	5,45	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°2	
	9								4			4	1200	-	-	5,45	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°3	
	10								4			4	1200	5,45	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°4	
	11								4			4	1200	-	-	5,45	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°5	
	12								3			3	600	-	-	2,73	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°6	
13											8	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE		
TOTAL		0	0	0	2	34	2	0	25	0	0	61	9090	14,36	13,45	13,36								

Fig. C. 6 Cuadro de cargas UCSC – Parte 1. Facultad de Ciencias.

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SERVICIOS COMUNES TERCER PISO LADO A																								
T.D.F.	C/O. N°	LUMINARIA BIODRICA 360W	LUMINARIA BIODRICA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 60W	PANTALLA 300x20 cm LED 60W	PANTALLA 60x120 cm LED 60W	CAMPAÑA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 300W	ARRANQUE CLIMA 300W	ARRANQUE FUERZA 3000W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION GRUPO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO			
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1	1										3	318	1,45	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	ILUMINACIÓN N°1	
	2					4						8	333	-	1,45	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	ILUMINACIÓN N°2	
	3											0	0	-	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
	4								3			3	900	4,08	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	RACK DE DATOS	
	5								2			2	600	-	2,73	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°1	
	6								2			2	600	-	-	2,73	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°2	
	7											0	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
	8									1		1	300	1,36	1,36	1,36	32A	4000A-30mA	EVA	30	PVC SCHRO	1"	EQUIPO AIRE ACONDICIONADO LAB. COMPUTACION	
	9										1	1	600W	26,64	26,64	26,64	32A	4000A-30mA	EVA	30	PVC SCHRO	1"	T.D.F. LABORATORIO COMPUTACION	
	10										1	1	480W	21,60	21,60	21,60	32A	4000A-30mA	EVA	30	PVC SCHRO	1"	T.D.F. LABORATORIO N°1 DOCENTES	
	11										1	1	480W	21,60	21,60	21,60	32A	4000A-30mA	EVA	30	PVC SCHRO	1"	T.D.F. LABORATORIO N°30 INVESTIGACION	
	12										1	1	480W	21,60	21,60	21,60	32A	4000A-30mA	EVA	30	PVC SCHRO	1"	T.D.F. LABORATORIO POLAROGRAFIA	
TOTAL		1	0	0	0	4	2	1	7	3	1	23	23738	100,99	99,64	96,18								

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA SERVICIOS COMUNES TERCER PISO LADO B																								
T.D.F.	C/O. N°	LUMINARIA BIODRICA 360W	LUMINARIA BIODRICA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 60W	PANTALLA 300x20 cm LED 60W	PANTALLA 60x120 cm LED 60W	CAMPAÑA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 300W	ARRANQUE CLIMA 300W	ARRANQUE FUERZA 3000W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION GRUPO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO			
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1					8	2					8	640	2,06	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	ILUMINACIÓN N°1	
	2					8						8	333	-	1,45	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	ILUMINACIÓN N°2	
	3					2	8					6	240	-	-	1,08	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	ILUMINACIÓN N°3	
	4					8						6	240	1,08	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	ILUMINACIÓN N°4	
	5											0	0	-	-	-	10A	2025A-30mA	EVA	35	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
	6								3			3	900	-	-	4,08	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	RACK DE DATOS	
	7								5			5	1500	6,82	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°1	
	8								5			5	1500	-	6,82	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°2	
	9								5			5	1500	-	-	6,82	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°3	
	10								5			5	1500	6,82	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°4	
	11								4			4	1200	-	5,45	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES N°5	
	12											0	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
TOTAL		0	0	0	2	26	2	0	27	0	0	59	9340	16,73	13,73	12,00								

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIO 3 PRIMER PISO																								
T.D.F.	C/O. N°	LUMINARIA BIODRICA 360W	LUMINARIA BIODRICA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 60W	PANTALLA 300x20 cm LED 60W	PANTALLA 60x120 cm LED 60W	CAMPAÑA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 300W	ARRANQUE CLIMA 300W	ARRANQUE FUERZA 3000W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION GRUPO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO			
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1								3			3	900	4,08	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 1	
	2								3			3	900	-	4,08	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 2	
	3								3			3	900	-	-	4,08	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 3	
	4								3			3	900	4,08	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 4	
	5								3			3	900	-	4,08	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 5	
	6								3			3	900	-	-	4,08	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 6	
	7								0			0	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18	5400	8,18	8,18	8,18								

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIO 4 PRIMER PISO																								
T.D.F.	C/O. N°	LUMINARIA BIODRICA 360W	LUMINARIA BIODRICA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 60W	PANTALLA 300x20 cm LED 60W	PANTALLA 60x120 cm LED 60W	CAMPAÑA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 300W	ARRANQUE CLIMA 300W	ARRANQUE FUERZA 3000W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION GRUPO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO			
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1								3			3	900	4,08	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 1	
	2								3			3	900	-	4,08	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 2	
	3								3			3	900	-	-	4,08	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 3	
	4								3			3	900	4,08	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 4	
	5								3			3	900	-	4,08	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 5	
	6								3			3	900	-	-	4,08	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 6	
	7								0			0	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18	5400	8,18	8,18	8,18								

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIOS SEGUNDO PISO LADO A																								
T.D.F.	C/O. N°	LUMINARIA BIODRICA 360W	LUMINARIA BIODRICA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 60W	EQUIPO ESTANCO LED 60W	PANTALLA 300x20 cm LED 60W	PANTALLA 60x120 cm LED 60W	CAMPAÑA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 300W	ARRANQUE CLIMA 300W	ARRANQUE FUERZA 3000W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL W	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION GRUPO		CANALIZACION				UBICACION	
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO			
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO		
	1								4			4	1200	5,45	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 1	
	2								4			4	1200	-	5,45	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 2	
	3								4			4	1200	-	-	5,45	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 3	
	4								4			4	1200	5,45	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 4	
	5								0			0	0	-	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	DISPONIBLE	
	6								4			4	1200	-	-	5,45	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 5	
	7								4			4	1200	5,45	-	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 6	
	8								4			4	1200	-	5,45	-	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 7	
	9								4			4	1200	-	-	5,45	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 8	
	10								4			4	1200	-	-	5,45	16A	2025A-30mA	EVA	32	PVC SCHRO	3/4"	ENCHUFES MESÓN 9	
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32	9600	16,36	10,91	16,36								

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIOS SEGUNDO PISO LADO B																							
I.D.F.	COT. N°	LUMINARIA DORADA 360W	LUMINARIA DORADA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 40W	EQUIPO ESTANCO LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	CAMARA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 180W	ARRANQUE ULMA 100W	ARRANQUE FUERZA 1500W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL KW	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO		
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO	
	1											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 1
	2											8	1200	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 2
	3											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 3
	4											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 4
	5											8	1200	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 5
	6											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 6
	7											8	1200	0,45	-	-	200A	2025A-300A	EVA	20	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 7
	8											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 8
	9											8	1200	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 9
	10											8	1200	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 10
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	24	1	1	26	12700	32,37	26,82	30,45							

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIO COMPUTACIÓN TERCER PISO LADO A																							
I.D.F.	COT. N°	LUMINARIA DORADA 360W	LUMINARIA DORADA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 40W	EQUIPO ESTANCO LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	CAMARA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 180W	ARRANQUE ULMA 100W	ARRANQUE FUERZA 1500W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL KW	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO		
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO	
	1											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 1
	2											8	1200	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 2
	3											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 3
	4											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 4
	5											8	1200	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 5
	6											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 6
	7											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 7
	8											8	1200	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 8
	9											8	1200	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 9
	10											8	1200	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 10
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	20	1	0	21	6900	12,272727	10,91	5,45							

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIO N°6 DOCENCIA TERCER PISO LADO A																							
I.D.F.	COT. N°	LUMINARIA DORADA 360W	LUMINARIA DORADA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 40W	EQUIPO ESTANCO LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	CAMARA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 180W	ARRANQUE ULMA 100W	ARRANQUE FUERZA 1500W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL KW	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO		
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO	
	1											2	600	2,73	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 1
	2											2	600	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 2
	3											2	600	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 3
	4											2	600	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 4
	5											2	600	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 5
	6											2	600	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 6
	7											2	600	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 7
	8											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 8
	9											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 9
	10											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 10
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16	4800	8,18	8,18	5,45							

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIO N°29 INVESTIGACIÓN TERCER PISO LADO A																							
I.D.F.	COT. N°	LUMINARIA DORADA 360W	LUMINARIA DORADA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 40W	EQUIPO ESTANCO LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	CAMARA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 180W	ARRANQUE ULMA 100W	ARRANQUE FUERZA 1500W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL KW	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO		
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO	
	1											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 1
	2											2	600	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 2
	3											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 3
	4											2	600	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 4
	5											2	600	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 5
	6											2	600	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 6
	7											2	600	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 7
	8											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 8
	9											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 9
	10											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 10
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16	4800	10,91	8,18	2,73							

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIO POLAROGRAFÍA TERCER PISO LADO A																							
I.D.F.	COT. N°	LUMINARIA DORADA 360W	LUMINARIA DORADA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 40W	EQUIPO ESTANCO LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	CAMARA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 180W	ARRANQUE ULMA 100W	ARRANQUE FUERZA 1500W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL KW	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO		
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO	
	1											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 1
	2											2	600	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 2
	3											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 3
	4											2	600	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 4
	5											2	600	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 5
	6											2	600	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 6
	7											2	600	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 7
	8											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 8
	9											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 9
	10											2	600	-	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES SEÑAL 10
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16	4800	10,91	8,18	2,73							

CUADRO DE CARGAS TABLERO DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LABORATORIOS TERCER PISO LADO B																							
I.D.F.	COT. N°	LUMINARIA DORADA 360W	LUMINARIA DORADA 60W	LAMPARA COLGANTE LED 40W	EQUIPO ESTANCO LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	PANTALLA 800X120 cm LED 40W	CAMARA COLGANTE LED 150W	ENCHUFES COMPUTACION 180W	ARRANQUE ULMA 100W	ARRANQUE FUERZA 1500W	TOTAL CENTROS	POTENCIA TOTAL KW	CORRIENTE TOTAL (A) POR FASE			PROTECCION CIRCUITO		CANALIZACION				UBICACION
														R	S	T	AUTOMATICO	DIFERENCIAL	CONDUCTOR		DUCTO		
																			TIPO	SECCION MM2	TIPO	DIAMETRO	
	1											8	1200	0,45	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 1
	2											8	1200	-	0,45	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 2
	3											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 3
	4											2	600	0,08	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 4
	5											2	600	-	-	0,08	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 5
	6											8	1200	-	-	0,45	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	ENCHUFES LABORATORIO 6
	7											8	1200	0,83	-	-	16A	2025A-300A	EVA	10	PVC SCH40	3/4"	

C.3 Edificio Teresa de Ávila – Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.

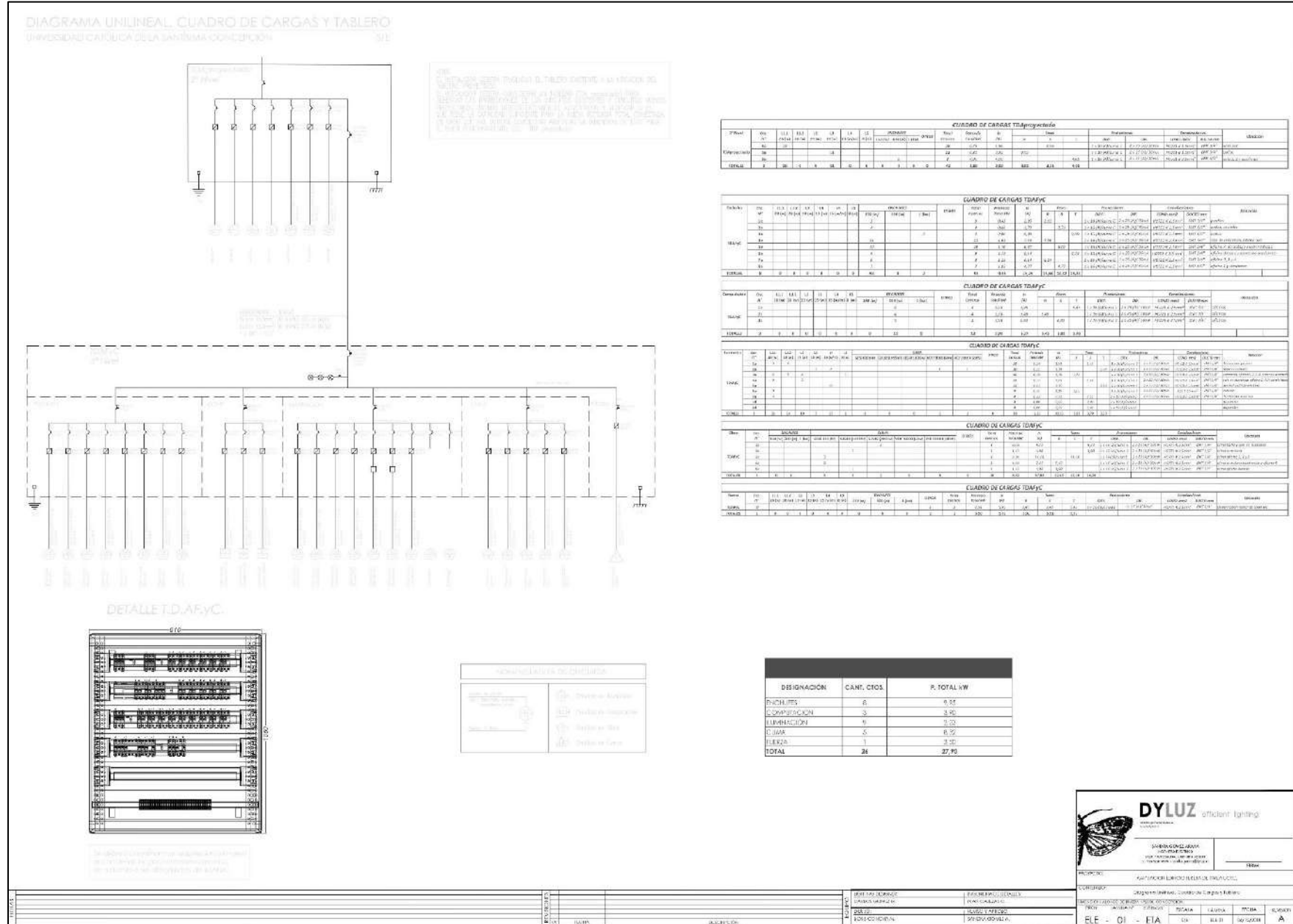
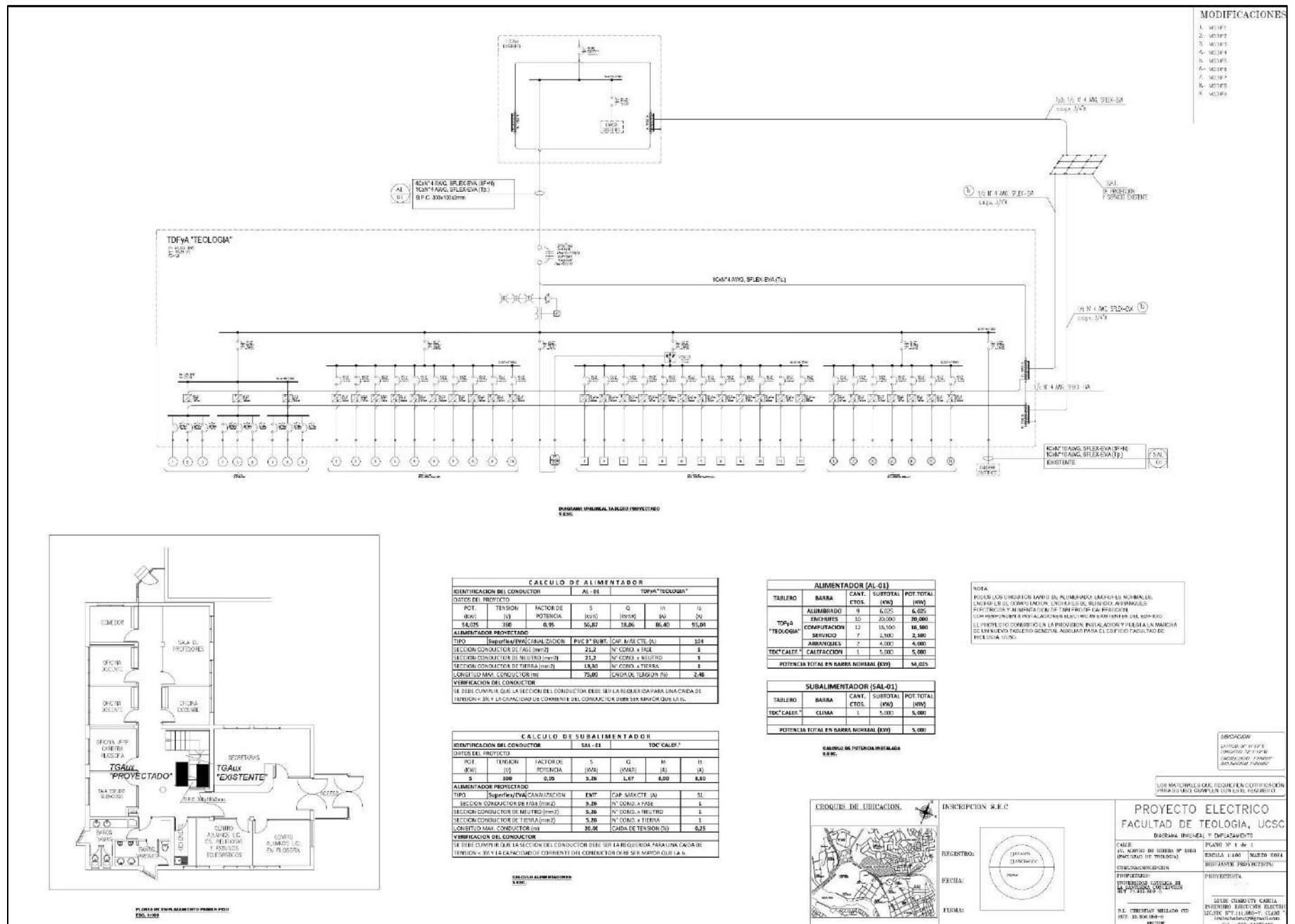


Fig. C. 9 Diagrama Unilineal Ampliación. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.



Fig. C. 10 Diagrama Unilineal y Planta Arranque. Facultad de Comunicaciones, Historia y Cs.



C.4 Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura

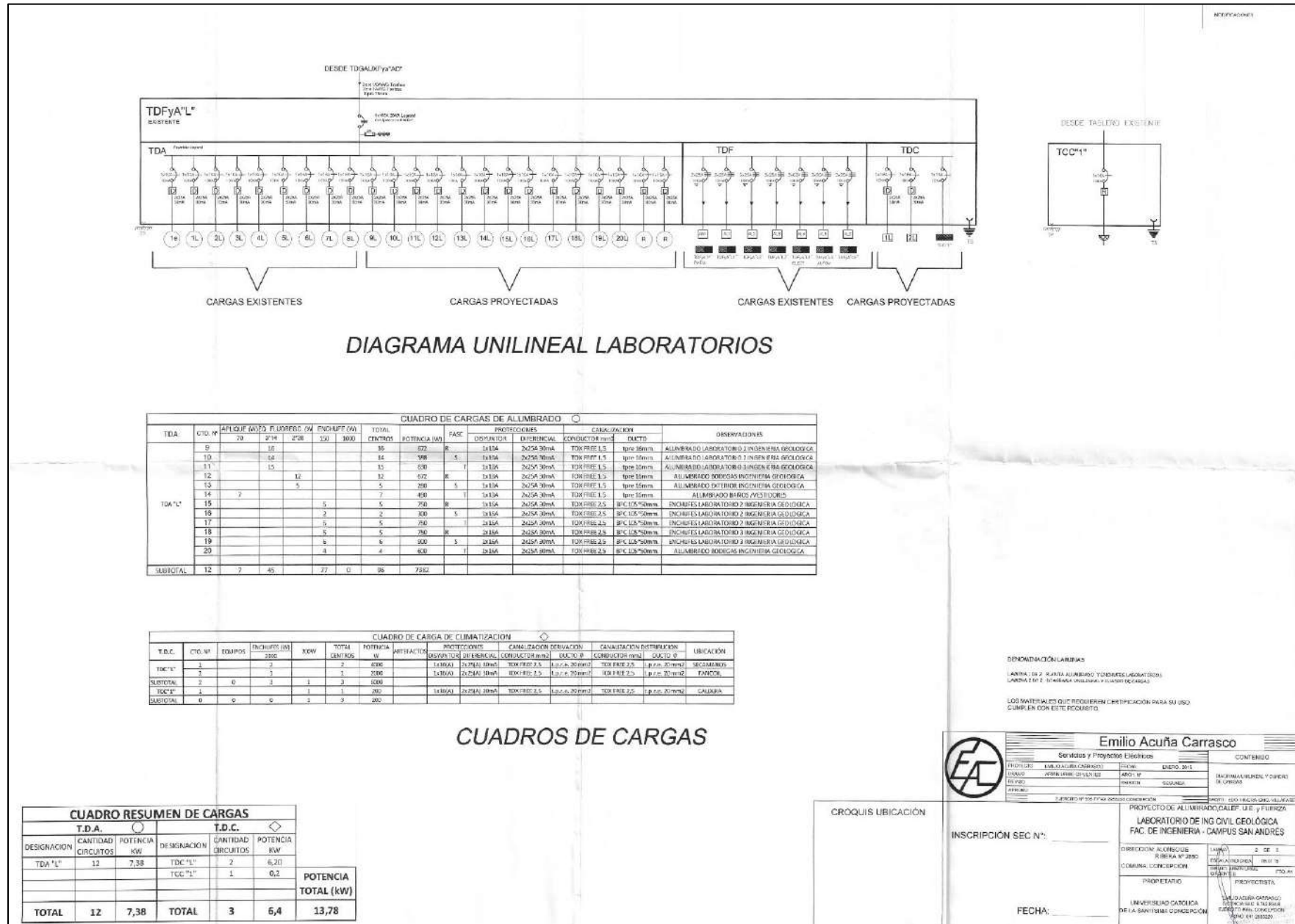


Fig. C. 12 Diagrama Unilineal y Cuadro de Cargas. Edificio Mecánica de Suelos y Acuicultura.

C.5 Campus San Andrés – Universidad Católica de la Santísima Concepción.

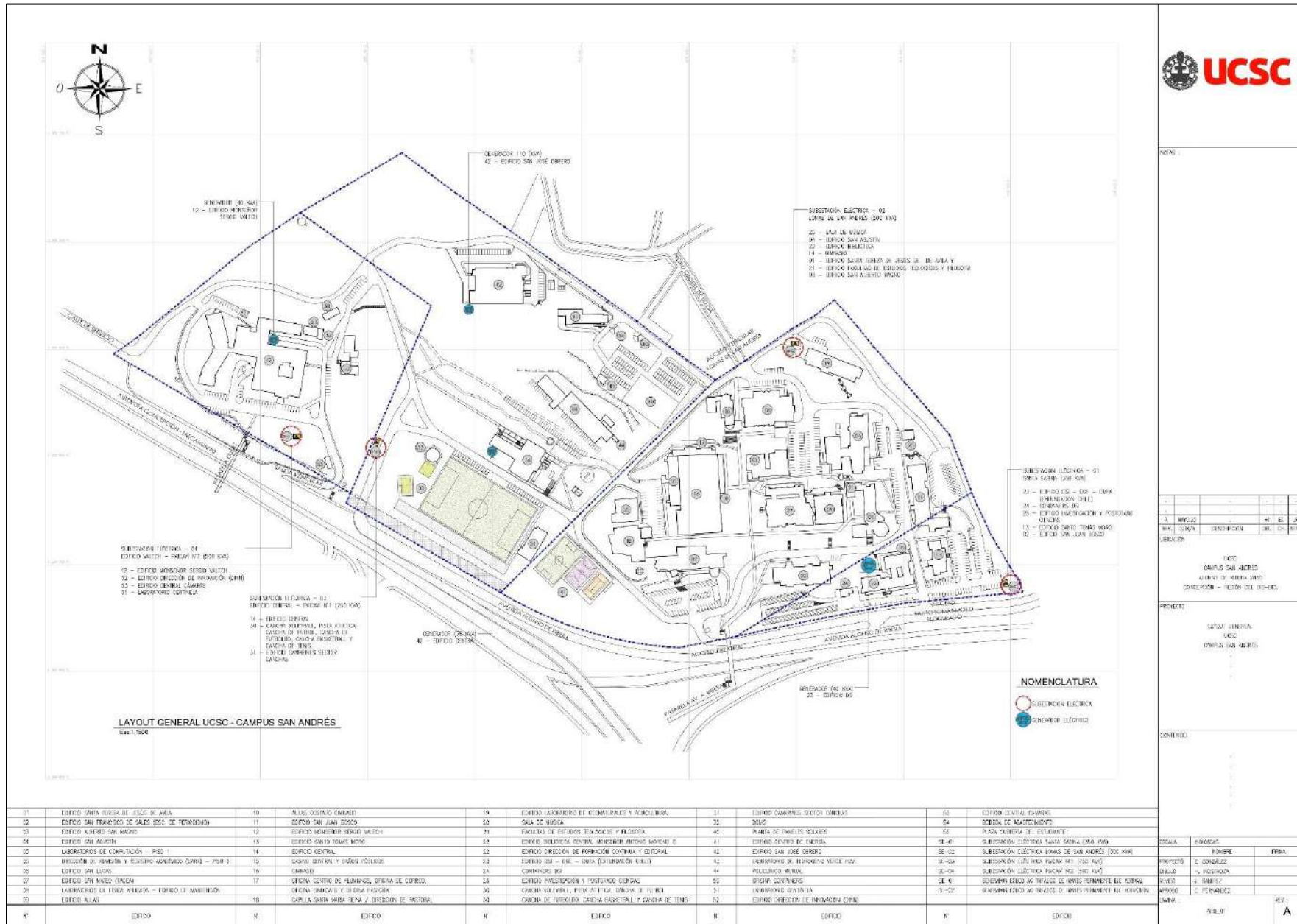


Fig. C. 13 SSEE-LAYOUT UCSC - INSTALACIONES ELÉCTRICAS. Campus San Andrés.