

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS
INSTALACIONES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
(CUNORI), CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2019



HEDWARD KENNETH CHEGÜÉN ACOSTA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, AGOSTO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS
INSTALACIONES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
(CUNORI), CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2019

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

HEDWARD KENNETH CHEGUÉN ACOSTA

Al conferírsele el título de

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, AGOSTO 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**RECTOR EN FUNCIONES
M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Representante de Estudiantes:	Br. Juan Carlos Lemus López
Secretaria:	M.Sc. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M.A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.A. Marlon Alcides Valdez Velásquez

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. David Horacio Estrada Jerez
Secretaria:	Inga. Magda Irene Medrano Guerra
Vocal:	M.Sc. José Ramiro García Álvarez

TERNA EVALUADORA

M.Sc. José Ramiro García Álvarez
M.Sc. Rolando Darío Chávez Valverth
M.Sc. Victor Augusto Sandoval Roque

Chiquimula, Junio de 2021

Señores:

Consejo Directivo

Centro Universitario de Oriente

Ciudad de Chiquimula

Honorables Miembros

De conformidad con las normas establecidas por la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el Honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: **"CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI), CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2019"**. Como requisito previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios de aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hedward Kenneth Chegüén Acosta', enclosed within a large, loopy oval scribble.

Hedward Kenneth Chegüén Acosta

REF. FSCL/EALP-GAL-01-2021

Chiquimula, 2 de junio de 2021.

Ing. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

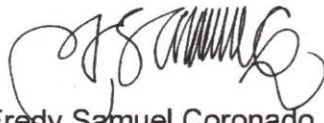
Respetable Ingeniero Coy:

En atención a la designación efectuada por el programa de Trabajos de Graduación de la carrera de Gestión Ambiental Local, para asesorar al estudiante **HEDWARD KENNETH CHEGÜÉN ACOSTA** en el trabajo de investigación denominado **“CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI), CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2019”**, tenemos el agrado de dirigirnos a usted para informarle que se ha procedido a asesorar y orientar al sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En nuestra opinión, el trabajo reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomendamos la aprobación del informe final para discusión en el examen general público, previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de licenciado.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. Fredy Samuel Coronado López
Asesor Principal



Ing. Civil. Edwin Adalberto Lemus Pazos
Asesor Adjunto

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **HEDWARD KENNETH CHEGÜÉN ACOSTA** titulado **“CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS INSTALACIONES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI), CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2019”**, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Gestión Ambiental Local. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a uno de junio del dos mil veintiuno.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon
DIRECTOR
CUNORI – USAC



ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Diseñador de mi vida, que por su amor y misericordia he llegado a este momento. Gracias por la sabiduría, fortaleza y el don de la vida para cumplir esta meta anhelada.

A MIS PADRES:

Héctor de Jesús Chegüén González y Lidia Judith Acosta Jacobo, por su amor incondicional, son y siempre serán mi ejemplo. Gracias por sus esfuerzos, por apoyarme y guiarme en todo tiempo. Hoy, lo hemos logrado, los amo.

A MI HERMANO:

Willmer Chegüén, por acompañarme y estar presente apoyándome en cada una de las etapas de mi vida.

A MIS ABUELOS:

Virginia y Eduardo (QEPD), Jesús (QEPD) y Martina (QEPD) gracias por su cariño, historias y consejos. Los llevaré a dondequiera que vaya.

A MI FAMILIA EN GENERAL:

Gracias primos y tíos por compartir esos momentos en familia.

A IGLESIA EVANGÉLICA EMBAJADORES AMIGOS:

Por mostrar e instruirme en el camino de la fe, la verdad y la vida.

A MIS AMIGOS:

Gracias por su apoyo, cariño y consejos. Siempre tendrán un lugar especial en mi corazón, esos momentos especiales que compartimos son únicos e inolvidables, su amistad para mí es un tesoro invaluable.

A MIS COMPAÑEROS:

Por compartir tantas experiencias estos años de universidad. Por esos momentos de alegrías, tristezas, bromas y aventuras. Más que compañeros, amigos.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

**AL CENTRO UNIVERSITARIO DE
ORIENTE - CUNORI - CARRERA DE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
LOCAL:**

Por ser la casa de estudios que me abrió sus puertas para mi formación como profesional. Por brindarme los conocimientos necesarios en el campo de la gestión ambiental.

A MIS CATEDRÁTICOS:

Por su preparación y transmitirme sus conocimientos durante mi formación profesional y como persona.

A MIS ASESORES:

M.Sc. Fredy Coronado e Ing. Edwin Lemus, por su tiempo invertido, dedicación, orientación, consejos y palabras de ánimo durante la realización de esta investigación. Mi más sincera admiración y agradecimientos.

A MIS EVALUADORES:

M.Sc. Ramiro García, M.Sc. Darío Chávez y M.Sc. Victor Sandoval, por sus observaciones y recomendaciones para enriquecer esta investigación.

A:

Vanessa Morán, Amílcar Samayoa, Anna Ruiz, Diego Casasola, Linda Recinos y en especial, a Cecibel Cerón y Alejandro Calderón. Gracias por su amistad y apoyo incondicional durante la fase de campo. Son parte fundamental y especial de esta investigación.

A PROF. JULIO BRIZUELA:

Por su motivación para superarme académicamente.

A LA FAMILIA PADILLA RAMÍREZ:

Por su apoyo y consejos durante mi estadía en Esquipulas. Mis más sinceros agradecimientos. Son una familia especial.

A LA FAMILIA SANCÉ CERVANTES

En especial a Deysi Sancé (QEPD) y Marvin Sancé (QEPD) por su motivación durante mi proceso de formación profesional y como persona.

**AL PERSONAL DOCENTE Y
ADMINISTRATIVO DE CUNORI:**

Quienes me permitieron ingresar a sus oficinas y diferentes espacios para medir los equipos eléctricos durante la fase de campo de la investigación.

A TODOS LOS PRESENTES:

Gracias por acompañarme en este día.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
4. JUSTIFICACIÓN	4
5. OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo general	5
5.2 Objetivos específicos	5
6. MARCO TEÓRICO	6
6.1 Energía eléctrica	6
6.1.1 Fuentes de energía eléctrica no renovable	6
6.1.2 Fuentes de energía eléctrica renovables	7
6.1.3 Magnitudes y unidades eléctricas	8
6.1.4 Ley de Ohm y ley de Watt	8
6.1.5 Potencia eléctrica	9
6.2 Demanda de energía eléctrica	10
6.2.1 Demanda máxima estimada	11
6.2.2 Factor de demanda	11
6.3 Consumo de energía eléctrica	11

6.3.1 Potencia instalada	11
6.3.2 Hipótesis de uso	12
6.3.3 Consumo teórico de energía	12
6.3.4 Consumo real de energía	12
6.3.5 Distribución del consumo de energía eléctrica en instalaciones	13
6.3.6 Factores que influyen en el consumo de energía eléctrica	13
6.4 Eficiencia energética	14
6.4.1 Diagnóstico energético	14
6.4.2 Gestión de la energía	15
6.4.3 Uso racional de la energía	15
7. MARCO REFERENCIAL	17
7.2 Ubicación del área de estudio	17
7.2 Descripción del área de estudio	18
7.3 Zonas de vida y clima	19
7.4 Investigaciones relacionadas con el tema	19
7.4.1 Investigaciones realizadas a nivel nacional	19
7.4.2 Investigaciones realizadas a nivel internacional	20
8. MARCO METODOLÓGICO	22
8.1 Caracterización de las instalaciones por tipología de uso	22
8.1.1 Delimitación del área de estudio	22
8.1.2 Clasificación de las áreas de estudio por tipología de uso	22
8.1.3 Análisis de la información	23
8.2 Caracterización del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica	24
8.2.1 Inventario eléctrico	24
8.2.2 Horario de uso efectivo	25

8.2.3 Medición de tensión e intensidad	25
8.2.4 Cálculo de potencia instalada	25
8.2.5 Cálculo de consumo teórico de energía eléctrica	26
8.2.6 Indicadores para el consumo teórico de energía eléctrica	27
8.2.7 Historial del consumo real de energía eléctrica	27
8.2.8 Consumo real de energía eléctrica y su relación con la temperatura	28
8.2.9 Estimación de las emisiones de dióxido de carbono	28
8.3 Análisis del consumo teórico y real de energía eléctrica	28
8.3.1 Análisis del consumo teórico de energía eléctrica de CUNORI	28
8.3.2 Análisis de la discrepancia entre el consumo teórico y real de energía	28
8.3.3 Lineamientos generales para proponer estrategias sobre el uso racional de la energía eléctrica	29
8.4 Estrategias para el uso racional de la energía eléctrica	29
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
9.1 Caracterización de las áreas de estudio por tipología de uso	31
9.1.1 Áreas de estudio	31
9.1.2 Material de construcción de las áreas de estudio	33
9.1.3 Áreas de estudio según su tipología de uso	34
9.2 Caracterización del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica	46
9.2.1 Consumo teórico de energía eléctrica de CUNORI	46
9.2.2 Intensidad energética por ocupación en CUNORI	48
9.2.3 Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos	50
9.2.4 Consumo teórico de energía eléctrica por tipología de uso	51
9.2.5 Consumo teórico de energía eléctrica por carreras	52
9.2.6 Consumo de energía eléctrica per cápita	53

9.2.7 Consumo teórico de energía eléctrica en el edificio 1	54
9.2.8 Consumo teórico de energía eléctrica en el edificio 2	66
9.2.9 Consumo teórico de energía eléctrica en el área de módulos	78
9.2.10 Consumo teórico en el área de uso común	98
9.2.11 Consumo teórico de energía eléctrica en el sector de la granja	102
9.2.12 Consumo teórico de energía eléctrica en el sector de parqueo	106
9.2.13 Consumo real de energía eléctrica de CUNORI	109
9.2.14 Consumo real de energía eléctrica y temperatura	110
9.2.15 Emisión de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica	112
9.3 Análisis del consumo teórico y consumo real energía eléctrica	114
9.3.1 Análisis del consumo teórico	114
9.3.2 Análisis de la discrepancia entre el consumo teórico y consumo real	115
9.3.3 Lineamientos generales para proponer estrategias sobre el uso racional de la energía eléctrica en CUNORI	116
9.4 Estrategias para el uso racional de la energía eléctrica en CUNORI	119
9.4.1 Lineamientos para el sistema de iluminación	120
9.4.2 Lineamientos para equipos de aire acondicionado y ventiladores	121
9.4.3 Lineamientos para los equipos de cómputo, audiovisuales y de oficina	122
9.4.4 Lineamientos para los equipos electrodomésticos	123
9.4.5 Lineamientos para los equipos de bombeo y distribución de agua	124
9.4.6 Lineamientos estratégicos para el aprovechamiento de una fuente de energía renovable	125
10. CONCLUSIONES	126
11. RECOMENDACIONES	128
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

13. ANEXOS	136
14. APÉNDICES	141

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Clasificación de áreas según su tipología de uso	23
2	Categorías de sistema de iluminación y equipos eléctricos	24
3	Indicadores de consumo de energía eléctrica en CUNORI	27
4	Porcentaje de superficie de las áreas de estudio en su sector	31
5	Materiales de construcción en las áreas de estudio	33
6	Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el edificio 1	34
7	Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el edificio 2	36
8	Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el área de módulos	38
9	Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el área de uso común	40
10	Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en las áreas del sector de la granja	42
11	Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el área del sector de parqueo	44
12	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio	46
13	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio	48
14	Consumo de energía eléctrica per cápita por carrera	53
15	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 1	54
16	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 1	55
17	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 1	58
18	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 1	59

Cuadro	Descripción	Página
19	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 1	62
20	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 1	63
21	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 2	66
22	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 2	67
23	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del segundo nivel edificio 2	70
24	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 2	71
25	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 2	74
26	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 2	75
27	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo D	78
28	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo D	79
29	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo E	82
30	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo E	83
31	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo F	86
32	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo F	87

Cuadro	Descripción	Página
33	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo G	90
34	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo G	91
35	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo L	94
36	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo L	95
37	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del área de uso común	98
38	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del área de uso común	99
39	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del sector de la granja	102
40	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del sector de la granja	103
41	Consumo teórico de energía eléctrica de las áreas de estudio del sector del parqueo	106
42	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del sector de parqueo	106
43	Consumo real de energía eléctrica de CUNORI, 2019	109
44	Estimación de las emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica de CUNORI en el ciclo 2019	112
45	Comparativa del total del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica en CUNORI	115
46	Lineamientos generales para proponer las estrategias sobre el uso racional de la energía eléctrica en CUNORI	117
47	Lineamientos estratégicos para el uso racional del sistema de iluminación	120

Cuadro	Descripción	Página
48	Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos de aire acondicionado	121
49	Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos de cómputo, audiovisuales y de oficina	122
50	Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos electrodomésticos	123
51	Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos de bombeo y distribución de agua	124
52	Lineamientos estratégicos para el aprovechamiento de una fuente de energía renovable y otras medidas de reducción	125

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Descripción	Página
1	Porcentaje de áreas por tipología de uso en el edificio 1	35
2	Porcentaje de áreas por tipología de uso en el edificio 2	37
3	Porcentaje de áreas según su tipología de uso en el área de módulos	39
4	Porcentaje de áreas según su tipología de uso en el área de uso común	41
5	Porcentaje de áreas según su tipología de uso en las áreas del sector de la granja	43
6	Porcentaje de áreas según su tipología de uso en las áreas del sector de parqueo	45
7	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en CUNORI	50
8	Consumo teórico de energía eléctrica según tipología de uso en las áreas de estudio de CUNORI	51
9	Consumo teórico de energía eléctrica por carreras de CUNORI	52

Gráfica	Descripción	Página
10	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el primer nivel del edificio 1	57
11	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el segundo nivel del edificio 1	61
12	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el tercer nivel del edificio 1	65
13	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el primer nivel del edificio 2	69
14	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el segundo nivel del edificio 2	73
15	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el tercer nivel del edificio 2	77
16	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo D	81
17	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo E	85
18	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo F	89
19	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo G	93
20	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo L	97
21	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el área de uso común	101
22	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas del sector de la granja	105
23	Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas del sector del parqueo	108
24	Historial de consumo real de energía eléctrica de CUNORI, 2019	110

Gráfica	Descripción	Página
25	Relación consumo de energía eléctrica por elevación de temperatura, 2019	111
26	Historial de emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica de CUNORI en el ciclo 2019	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Triángulo y fórmulas fundamentales de la ley de Ohm	8
2	Triángulo y fórmulas fundamentales de la ley de Watt	9
3	Triángulo de potencias	10
4	Ecuación de factor de potencia	10
5	Esquema general del análisis del consumo de energía eléctrica	12
6	Ubicación de CUNORI en el casco urbano de Chiquimula	17
7	Sectores del CUNORI	18
8	Ubicación de las áreas de estudio en los sectores de CUNORI	32
9	Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio de los sectores de CUNORI	47
10	Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio de los sectores de CUNORI	49
11	Intensidad energética por ocupación en el primer nivel del edificio 1	56
12	Intensidad energética por ocupación en el segundo nivel del edificio 1	60
13	Intensidad energética por ocupación en el tercer nivel del edificio 1	64
14	Intensidad energética por ocupación en el primer nivel del edificio 2	68
15	Intensidad energética por ocupación en el segundo nivel del edificio 2	72

Figura	Descripción	Página
16	Intensidad energética por ocupación en el tercer nivel del edificio 2	76
17	Intensidad energética por ocupación en el módulo D	80
18	Intensidad energética por ocupación en el módulo E	84
19	Intensidad energética por ocupación en el módulo F	88
20	Intensidad energética por ocupación en el módulo G	92
21	Intensidad energética por ocupación en el módulo L	96
22	Intensidad energética por ocupación en las áreas de uso común	100
23	Intensidad energética por ocupación en las áreas del sector de la granja	104
24	Intensidad energética por ocupación en las áreas del sector del Parqueo	107

RESUMEN

La investigación titulada “Caracterización del consumo de energía eléctrica en las instalaciones del Centro Universitario de Oriente (CUNORI), Chiquimula, Guatemala 2019”, se llevó a cabo en los sectores de edificaciones, granja y parqueo del mismo. Dicho centro universitario se ubica en la Finca El Zapotillo de la zona 5 del casco urbano del municipio de Chiquimula, del departamento de Chiquimula.

El objetivo de la investigación fue el de generar información detallada sobre el consumo de energía eléctrica mediante la caracterización del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica en las instalaciones del Centro Universitario de Oriente, para proponer lineamientos estratégicos sobre el uso racional de la energía en el campus universitario, con la finalidad de que la información generada a través de la investigación contribuya a formular e implementar proyectos que tiendan a hacer un campus más sostenible, y se reduzcan aquellos impactos ambientales derivados de dicha problemática.

La metodología utilizada se fundamenta en el procedimiento propuesto por la Universidad Politécnica de Cataluña para el análisis del consumo teórico de energía en centros universitarios, a partir de visitas programadas a cada una de las edificaciones que se encuentran en los sectores seleccionados para la investigación donde se consume energía eléctrica. La metodología se basó en cuatro apartados principales, los cuales son caracterización de las instalaciones por tipología de uso, determinar el consumo teórico y consumo real de energía eléctrica en periodo de un año, analizar los resultados obtenidos del consumo teórico y la discrepancia que se presenta con el consumo real, para finalmente proponer estrategias con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica y mejorar la gestión energética en el campus universitario.

De acuerdo a la caracterización sobre el consumo de energía eléctrica, el Centro Universitario de Oriente tiene un consumo teórico de 34,292.83 KWh/mes, el cual se distribuye en los sistemas de iluminación y equipos eléctricos que se encuentran instalados, se estimó que los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con el equivalente al 41.35%, seguidos por los electrodomésticos con el 12.18% y la iluminación con el 9.75% del consumo total en las instalaciones. Según la clasificación por tipología de uso, las oficinas administrativas son las áreas de mayor consumo, en su

totalidad consumen 16,178.76 KWh/mes, debido a los equipos instalados, donde la mayor cantidad son equipos de aire acondicionado y electrodomésticos. También se estimó la intensidad energética con ocupación, la cual mide la cantidad de energía eléctrica consumida en un espacio determinado en un periodo de tiempo definido, el centro universitario tiene una intensidad energética de 31.6 KWh/año/m², pero la instalación de bombeo para distribución de agua ubicada en el sector de parqueo es el área de mayor intensidad energética en el campus universitario, siendo un área de menor tamaño que los edificios, demostrando que las áreas con cargas eléctricas altas en espacios con menor área tienen una mayor intensidad energética.

Así mismo, en la investigación se procedió a determinar la carrera que consume las mayores proporciones de energía eléctrica, con este indicador se determinó que la carrera de Ingeniería en Administración de Tierras consume un total de 2,693 KWh/mes, seguido por las carreras de Licenciatura en Zootecnia, Ingeniería en Agronomía, Ingeniería en Gestión Ambiental Local y Médico y Cirujano, estas carreras consumen la mayor cantidad de energía debido a sus oficinas administrativas y laboratorios. Posteriormente, se estimó el consumo de energía eléctrica per cápita, en el cual la carrera de mayor consumo per cápita, es Ingeniería en Administración de Tierras con 26.40 KWh/persona, mientras que la carrera de Sociología con una menor cantidad de población consume 19.94 KWh/mes.

De acuerdo al estudio, el consumo real de energía eléctrica para el año 2019 fue de 416,807 KWh/año, y según el historial de consumo de energía eléctrica de CUNORI, los meses de mayor consumo para el año 2019 fueron marzo con 43,040 KWh/mes, mayo con 42,100 KWh/mes, y octubre con 41,343 KWh/mes. En el estudio se realizó una comparativa entre el comportamiento del consumo real de energía eléctrica mensual con los datos de temperatura para analizar la relación entre ambos, debido a que CUNORI se encuentra ubicado en una región cálida, denominada corredor seco; a través de este análisis se determinó que existe una influencia de la temperatura sobre el consumo de energía eléctrica en el campus universitario. Posteriormente, se determinó que CUNORI emite una cantidad 119.21 Tn-CO₂/al año derivadas del consumo de energía eléctrica.

En la investigación se analizaron los resultados obtenidos del consumo teórico de energía eléctrica para realizar una comparativa con los datos de consumo real. Se determinó que la metodología utilizada para analizar el consumo teórico alcanza el 90.5% del total del consumo real de energía eléctrica, demostrando que la metodología utilizada para la investigación se encuentra entre el rango establecido de $\pm 10\%$ por García y Flores (2016).

La discrepancia entre el consumo teórico y consumo real de energía eléctrica se debe a posibles aspectos que se presentaron durante y posterior a la fase de campo de la investigación, entre las cuales se puede relacionar al equipo utilizado para en la investigación, las pérdidas de energía no medidas en el sistema eléctrico, la aproximación en los datos obtenidos del horario de uso de la iluminación y equipos eléctricos, y la cantidad de los mismos que se instalaron posterior a la fase de campo.

Para mejorar la sostenibilidad en el campus universitario de CUNORI, se propuso una serie de lineamientos estratégicos para el uso racional de la energía eléctrica, orientados a los equipos de aire acondicionado, electrodomésticos, iluminación, equipo de cómputo, audiovisual, ofimáticos, equipo de bombeo para la distribución de agua, y medidas para el aprovechamiento de una fuente de energía renovable.

1. INTRODUCCIÓN

El Centro Universitario de Oriente (CUNORI) es una unidad académica fundada por la Universidad de San Carlos de Guatemala que contribuye a formar profesionales calificados según las demandas locales. CUNORI dispone de recursos humanos, físicos y energéticos, para desarrollar adecuadamente las actividades planificadas en las instalaciones del campus universitario.

En las instalaciones de CUNORI se desarrollan actividades académicas, productivas y de investigación, las cuales requieren una serie de recursos físicos como aparatos y equipos que demandan energía eléctrica para su funcionamiento, convirtiéndose la energía eléctrica en una fuente energética importante. Sin embargo, la unidad académica no dispone de mecanismos que monitoreen y evalúen el consumo de energía eléctrica de forma específica, presentando un déficit de información que permita elaborar un perfil sobre el consumo en las instalaciones del campus universitario y dificulta la elaboración de propuestas que implementen medidas de reducción y manejo de la energía eléctrica.

Para gestionar la problemática mencionada anteriormente, la presente investigación tiene como finalidad caracterizar el consumo teórico y real de energía eléctrica, generando información que permita elaborar un perfil de las instalaciones de CUNORI, la cual consistió en analizar el consumo teórico partiendo de los siguiente indicadores: consumo general en las áreas de estudio, uso de la energía por sistema de luminarias y equipos, según la tipología de uso en las áreas de estudio, de acuerdo a las carreras que operan, consumo per cápita, e intensidad energética por ocupación. El análisis del consumo real de la energía eléctrica se realizó durante los meses de enero a diciembre del año 2019, incluyendo su relación con la temperatura y las emisiones de dióxido de carbono. Los resultados obtenidos permitieron formular lineamientos estratégicos de reducción y aprovechamiento de la energía eléctrica, orientados a minimizar costos y disminuir los impactos negativos hacia el ambiente, contribuyendo a mejorar la sostenibilidad de la unidad académica.

2. ANTECEDENTES

Los estudios que caracterizan el consumo de energía eléctrica en Guatemala son escasos, dentro de los cuales a nivel nacional se pueden mencionar, la caracterización energética de Guatemala realizada por García en el 2010, en el estudio se observa el consumo de energía por tipo de energético, en la gráfica de consumo por tipo de energético, la leña es consumida en un 48.11%, seguido por el diésel oil con 16.3%, la gasolina con 11.8% y la electricidad es consumida en un 8.9%. También en él estudio se obtuvieron resultados sobre la distribución de la energía eléctrica, siendo distribuido 39% al sector industrial, 29% para el sector residencial y 24% para el sector comercial y servicios.

En el municipio de Esquipulas del departamento de Chiquimula, la investigación realizada por Martínez (2015), titulada “Caracterización del consumo energético del proceso productivo en la Finca El Cascajal”, la investigación comprendió el periodo de la temporada de cosecha del año 2012 y la temporada de mantenimiento del 2013. Para realizar la investigación se adaptó la metodología propuesta por el Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de México para desarrollar un diagnóstico energético en inmuebles del año 2011. Durante la investigación se identificaron a la electricidad, combustibles y biomasa como las tres fuentes energéticas para el proceso productivo. Mediante la investigación se obtuvieron resultados del total de consumo de energía, la distribución del consumo energético en los sectores que integran la finca, la demanda de energía eléctrica por luminarias y equipo eléctricos.

En el año 2018 se presenta el informe de generación eléctrica de Centroamérica y Panamá, 2017, realizado por el Ministerio de Energía y Minas, determinando que en el territorio nacional se consumieron aproximadamente 10,120.95 GWh provenientes de fuentes renovables y no renovables, de las cuales la energía hidráulica es el tipo de fuente energética que genera una mayor cantidad de electricidad. También, en el informe se presentan los resultados sobre el total de la generación de energía eléctrica, la cual es generada aproximadamente en un 69.89% a partir de recursos renovables, mientras que fuentes no renovables aportan el 30.11%.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para desarrollar sus actividades cotidianas CUNORI utiliza energía eléctrica, la cual es consumida por sus usuarios en diferentes espacios. Actualmente, cuenta con una población de 5,200 estudiantes inscritos en los diferentes grados de técnico, licenciatura y postgrado, según los datos del departamento de Registro y Estadística la población incrementa anualmente (USAC, 2019). Además de la población estudiantil, en el campus universitario, cuenta con el personal administrativo y personal docente para cada carrera.

Cada usuario dentro de CUNORI tiene sus propios hábitos de consumo, los cuales se demuestran cuando utilizan los equipos y luminarias, al momento de desarrollar actividades académicas, productivas y de investigación en los diferentes espacios. Si los hábitos de los usuarios son inadecuados, tienden a incrementar la demanda de energía eléctrica, producto del uso ineficiente de equipos y luminarias.

Los factores climáticos influyen en el incremento del consumo de energía eléctrica, según Fernández (2016), la temperatura es el factor que tiene más relevancia en la demanda de energía eléctrica. CUNORI se encuentra dentro de una zona semiárida denominada corredor seco, cuyas temperaturas cálidas pueden influir en el consumo de energía eléctrica, ya que es necesario utilizar aparatos eléctricos para disminuir la temperatura en el interior de los salones.

CUNORI tiene un déficit de información sobre el consumo de energía eléctrica, su única fuente más cercana son las facturas por el pago mensual del servicio de energía eléctrica, pero no dispone de una investigación que provea información a un mayor nivel de detalle, esto genera un desconocimiento sobre el consumo de electricidad de las luminarias, aparatos y equipos eléctricos.

El desconocer el consumo de energía eléctrica de forma detallada, dificulta una adecuada gestión ambiental tendiente a una eficiencia energética que contribuya a disminuir costos y a un menor impacto ambiental, buscando la optimización de los recursos y reduciendo los gases de efecto invernadero emitidos de forma indirecta hacia la atmósfera.

4. JUSTIFICACIÓN

El Centro Universitario de Oriente ubicado en el municipio de Chiquimula es la unidad académica que provee el servicio de educación superior a varios departamentos de la región oriente (CUNORI, 2019). Para realizar sus actividades de forma adecuada dispone de cargas eléctricas, que abastecen a equipos de computación, aires acondicionados, ventiladores, cañoneras, impresoras, equipos especializados e iluminación, ubicados en el interior y exterior de las áreas según el uso designado en las instalaciones.

El centro universitario posee una población estudiantil considerable y que incrementa con nuevos estudiantes inscritos cada año, lo cual representa para el futuro una mayor demanda de infraestructura, energía eléctrica y recursos financieros para satisfacerla. Es por ello que mediante la realización del estudio la unidad académica contará con información fidedigna para planificar proyectos que reduzcan el consumo de energía eléctrica bajo un enfoque de desarrollo sostenible.

Actualmente, CUNORI no dispone con información detallada sobre el consumo de energía eléctrica. Por tal motivo, se realizó una investigación que permita caracterizar el consumo de energía eléctrica. En el estudio se desarrolló un diagnóstico energético en el cual se realizó un inventario sobre la iluminación y los equipos eléctricos para analizar el consumo teórico, y se analizó el comportamiento del consumo real de la energía eléctrica del año 2019.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la caracterización del consumo de energía eléctrica se formularon lineamientos estratégicos para reducir dicho consumo en las instalaciones de CUNORI, permitiendo disminuir los impactos ambientales negativos por el alto consumo de energía eléctrica y además de la disminución de costos.

Se esperaría, con la información generada, contribuir a implementar proyectos que tiendan a hacer un campus sostenible, en especial a través de propuestas de proyectos relacionadas a proveer energía eléctrica a través de una fuente renovable de energía, y la aplicación de medidas de reducción en los consumos para lograr un uso eficiente de la energía eléctrica en cada una de las edificaciones.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Caracterizar el consumo de energía eléctrica en las instalaciones del Centro Universitario de Oriente para proponer lineamientos estratégicos sobre el uso racional de la energía en el campus universitario.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar la tipología de uso de las instalaciones de CUNORI.
- Determinar el consumo teórico y consumo real de energía eléctrica en las instalaciones de CUNORI.
- Analizar los resultados obtenidos del consumo teórico y su discrepancia con el consumo real de energía eléctrica.
- Proponer lineamientos con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica en el campus universitario.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Energía eléctrica

La energía es una magnitud física y se define como la capacidad que tienen los cuerpos o sistemas de producir cambios en sí mismos o en otros, en forma de trabajo mecánico y/o calor (Moraleda y Llanos, 2018).

Existen diferentes tipos de energía según la transformación que intervenga o como se almacena: energía potencial y energía cinética. La energía potencial se refiere a la energía almacenada en el sistema y que puede ser convertida en algún momento en energía de movimiento, por ejemplo, la energía almacenada del agua en un embalse, el aire comprimido en un tanque de presión, la energía elástica de un material flexible; mientras la energía cinética está asociada con el movimiento mismo (OLADE, 2017).

La energía eléctrica está definida como el movimiento de electrones que se trasladan por un conductor eléctrico durante un determinado periodo. La energía eléctrica es generada con cualquier recurso, sea primario o secundario, renovable o no renovable (OLADE, 2017).

6.1.1 Fuentes de energía eléctrica no renovable

Se consideran fuentes no renovables de energía, a aquellos recursos fósiles agotables en el tiempo, y que tienen un período de formación de muy largo plazo (OLADE, 2017):

- Carbón. Mineral combustible sólido, de color negro o marrón oscuro que contiene esencialmente carbono, así como pequeñas cantidades de hidrógeno y oxígeno, nitrógeno, azufre y otros elementos. empleado como combustible para la producción de vapor de agua, tanto para la generación de electricidad como para procesos industriales.
- Petróleo. Se considera en este grupo al conjunto de hidrocarburos. El fueloil es un derivado de petróleo que generalmente es utilizado en calderas, plantas de generación eléctrica y en motores utilizados en navegación.

- Gas natural. En la composición del gas natural participa mayoritariamente el metano, pero también puede incluir etano, propano, otros hidrocarburos, gases no combustibles tales como nitrógeno y dióxido de carbono.
- Nuclear. Se considera como energía primaria nuclear al contenido térmico del vapor de agua que ingresa a la turbina proveniente del reactor. Este contenido térmico se puede estimar con base en la producción de electricidad de la central nuclear.

6.1.2 Fuentes de energía eléctrica renovables

Se consideran energías renovables a aquellos recursos no fósiles, de períodos de formación relativamente cortos o continuos, es decir que, bajo un régimen de explotación racional, su disponibilidad no disminuye con el tiempo (OLADE, 2017).

- Hidráulica. Es el aprovechamiento de la energía potencial que tiene una corriente de agua por diferencia de alturas, fluyendo de un terreno más alto a uno más bajo; transformándose en energía mecánica por medio de una turbina, que conectado a un generador produce energía eléctrica (MEM, 2018).
- Solar fotovoltaica. Se produce mediante generadores fotovoltaicos compuestos por módulos conectados entre sí que a su vez están compuestos por unidades básicas denominadas células solares o fotovoltaicas (Adler et al., 2013).
- Eólica. Las diferentes temperaturas del aire crean zonas con distintas presiones atmosféricas, como consecuencia de esta desigualdad se produce el movimiento de las masas de aire, con lo que se da origen a los vientos, que puede transformarse en energía útil, para la generación de energía eléctrica y su aprovechamiento (MEM, 2018).
- Biomasa. La energía de la biomasa corresponde entonces a toda aquella energía procedente de material vegetal o animal, ya sea a través de su quema directa o mediante su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible (MEM, 2018).

- Geotérmica. Es aquella energía que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la tierra y que puede ser utilizada para la producción de energía eléctrica y otros usos (MEM, 2018).

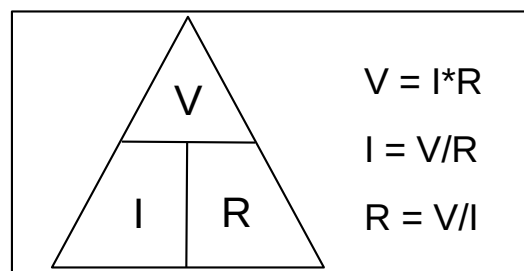
6.1.3 Magnitudes y unidades eléctricas

- Tensión. La tensión eléctrica entre dos puntos de un conductor se define como el trabajo necesario para desplazar la unidad de carga entre uno y otro punto. A esta tensión se la llama también diferencia de potencial (d.d.p.) entre dichos puntos. La tensión eléctrica se representa por la letra V o U. La unidad de tensión eléctrica es el voltio, que se representa por la letra V (García, 2019).
- Intensidad. Es la cantidad de electricidad o carga eléctrica que circula por un conductor en la unidad de tiempo. La intensidad de corriente se representa por la letra I. La unidad de intensidad de corriente eléctrica es el amperio, que se representa con letra A (García, 2019).
- Resistencia. Es la dificultad que opone un cuerpo a la circulación de la corriente eléctrica. Se representa por la letra R. La unidad de resistencia eléctrica es el ohmio, que se representa por la letra Ω (García, 2019).

6.1.4 Ley de Ohm y ley de Watt

La ley de Ohm dice: “la intensidad de corriente eléctrica que circula por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada, e inversamente proporcional a la resistencia del mismo” (Roldán, 2019). En la figura 1 se presenta el triángulo y fórmulas fundamentales de la ley de Ohm.

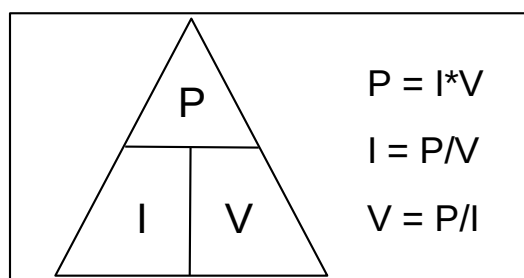
Figura 1. Triángulo y fórmulas fundamentales de la ley de Ohm



Fuente: Elaborado con base en Arboledas, 2014.

La ley de Watt manifiesta: “La potencia eléctrica suministrada por un receptor es directamente proporcional a la tensión de la alimentación del circuito y a la intensidad que circule por él” (Roldán, 2019). En la figura 2 se presenta el triángulo y fórmulas fundamentales de la ley de Watt.

Figura 2. Triángulo y fórmulas fundamentales de la ley de Watt



Fuente: Elaborado con base en Arboledas, 2014.

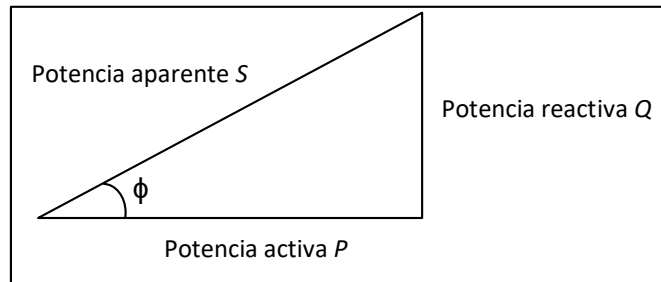
6.1.5 Potencia eléctrica

La potencia eléctrica es la capacidad de producir o demandar energía de una máquina, equipo o instalación eléctrica en una determinada unidad de tiempo. En las instalaciones que disponen de corriente alterna ocurren los siguientes fenómenos (Espinoza y Pérez, 2015):

- Potencia activa. Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos y se mide en vatios (W) y se designa con la letra P.
- Potencia reactiva. Esta potencia no tiene tampoco el carácter de realmente consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil, se mide en voltamperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q.

- **Potencia aparente.** Es la suma de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes. Esta potencia es la que realmente suministra una planta eléctrica su unidad es el Volt-Amper [VA] y se simboliza con la letra S. En la figura 3 se presenta el triángulo de potencias. En la figura 8 se presenta el triángulo de potencias.

Figura 3. Triángulo de potencias



Fuente: Elaborado con base en Ortega, 2017.

- **Factor de potencia.** Se denomina factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente. El factor de Potencia puede ser utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo. El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. En la figura 4 se presenta la ecuación de factor de potencia.

Figura 4. Ecuación de factor de potencia

$$\cos \phi = P/S$$

Por lo tanto, $\cos \phi = F.P.$

Fuente: Elaborado con base en Ortega 2017.

6.2 Demanda de energía eléctrica

La demanda de una instalación o sistema de distribución es la carga en las terminales receptoras tomadas en un valor medio en determinado intervalo, con esta definición se

entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente (Ajila, 2012).

6.2.1 Demanda máxima estimada

Es el máximo requerimiento de carga que tiene el sistema durante un período de tiempo, la particularidad de este parámetro es que su duración es pequeña en comparación con la duración del intervalo de tiempo analizado, sin embargo, todos los dispositivos y equipos eléctricos del sistema deben ser dimensionados pensando en que deben soportar el nivel de demanda máxima a pesar de que su duración sea reducida (Méndez, 2013).

6.2.2 Factor de demanda

Es la relación entre la demanda máxima y la capacidad en kW o kVA del sistema en análisis, en función de que los equipos son dimensionados para la demanda máxima, el factor de demanda siempre será menor que la unidad. Este factor representa el porcentaje máximo en que la demanda hace uso de la capacidad del sistema (Méndez, 2013).

6.3 Consumo de energía eléctrica

El consumo eléctrico es la cantidad de energía demandada por un determinado punto de suministro, que es lugar donde conectamos nuestro sistema eléctrico, durante un plazo de tiempo denominado período de facturación. Este aspecto es facturado por las comercializadoras al aplicarse un precio del KWh que es el que determina la cantidad de dinero que tendrá que pagar el cliente (Selectra, 2018).

6.3.1 Potencia instalada

Se define como la suma total de las potencias nominales de todos los aparatos consumidores conectados a la red que alimenta las instalaciones del edificio, por lo tanto, analiza la cantidad y potencia de los equipos instalados en un recinto definido, y, por consiguiente, en la totalidad del edificio (Torres, 2009).

6.3.2 Hipótesis de uso

Entendemos por este término el uso que teóricamente se hace de los espacios y equipos, contabilizados en horas de trabajo y funcionamiento. La hipótesis de uso debe plantearse para el horario de ocupación que corresponde a las horas de ocupación de las diferentes tipologías de espacio del edificio, y para la gestión de los sistemas que se refiere al horario de funcionamiento de distintos equipos de los sistemas de iluminación, climatización y fuerza (Torres, 2009).

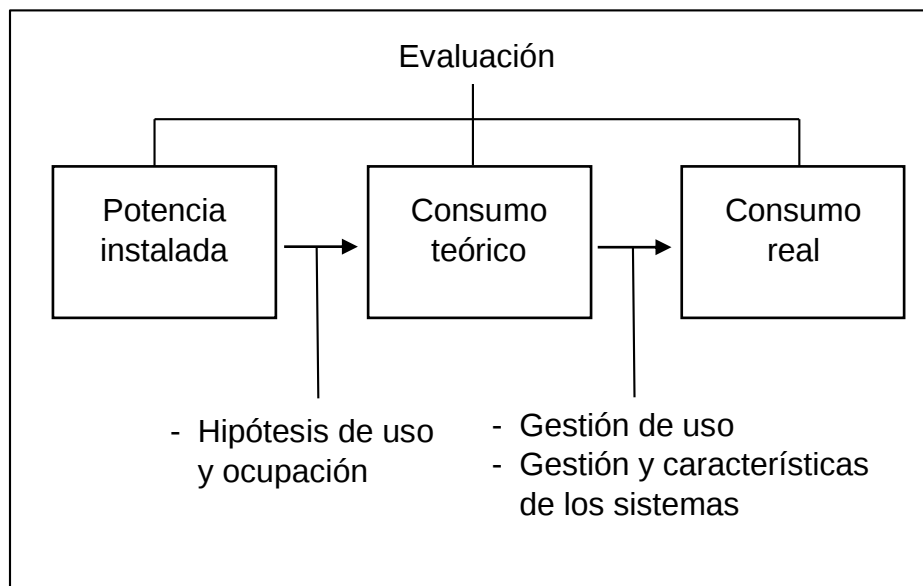
6.3.3 Consumo teórico de energía

Se estima a partir del análisis de la potencia instalada y de la formulación de una hipótesis de uso de los diferentes espacios y equipos que funcionan dentro de la edificación (Torres, 2009).

6.3.4 Consumo real de energía

El consumo real propiamente dicho mide el gasto real de recursos energéticos. Se establece mediante los datos de los contadores o del sistema de monitorización (Torres, 2009). En la figura 5 se presenta el esquema general para el análisis del consumo de energía eléctrica.

Figura 5. Esquema general del análisis del consumo de energía eléctrica



Fuente: Elaborado con base en Torres, 2009.

6.3.5 Distribución del consumo de energía eléctrica en instalaciones

Según la Facultad de Ingeniería de la UNAM (2011), la distribución de las cargas para el uso general de la energía es la siguiente:

- Sistema de iluminación. Un sistema de iluminación es un conjunto de elementos, que se diseña para proporcionar una visibilidad clara y los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas. El sistema de iluminación comprende todas las luminarias que se encuentran en el interior y exterior del edificio.
- Equipos de cómputo. Para el caso de los sistemas de cómputo estos están integrados por computadoras portátiles y de escritorio, escáner e impresoras.
- Equipos audiovisuales. Son dispositivos electrónicos que comprenden televisores, proyectores, video y equipo de sonido.
- Sistemas de equipos generales. Comprende equipo de oficina: cafeteras, radios, reguladores, fotocopadoras, teléfonos.
- Sistemas de acondicionamiento ambiental. El sistema de acondicionamiento ambiental comprende ventiladores, unidad de paquete, chiller medcool y aires acondicionados en sus tamaños split, multisplit y minisplit
- Sistemas de refrigeración. Se denomina sistemas de refrigeración a los aparatos que consumen electricidad para reducir la temperatura en su interior, comprende refrigeradores, congeladores y cámaras frigoríficas.

6.3.6 Factores que influyen en el consumo de energía eléctrica

- El clima. La temperatura es el factor que tiene más relevancia en la demanda de energía eléctrica. Ésta no tiene una tendencia reconocida a lo largo del tiempo por lo que es un componente estacionaria y además varía fuertemente a corto plazo. La variación de la temperatura puede hacer variar la demanda de energía de un hasta un 12% en sentido positivo o negativo (Fernández, 2016).

- **Laboralidad.** Este factor muestra la influencia del calendario laboral en una determinada zona sobre el consumo de energía eléctrica. Este agente nos permite tener en cuenta que los días festivos la demanda de energía es mucho menor y así poder hacer predicción de la demanda más acorde a la realidad (Fernández, 2016).
- **Hábitos de consumo.** Los consumos de energía en edificios obedecen a un uso ineficiente de equipos eléctricos, ya sea por desconocimiento de pautas de ahorro o por falta de concientización (García y Flores, 2016).

Generalmente el uso ineficiente de equipos de oficina, electrodomésticos y demás aparatos consumidores de energía, la falta de mantenimiento periódico de los equipos como de las instalaciones eléctricas, los malos hábitos de consumo y el desconocimiento de cómo se está utilizando la energía en las instalaciones son causantes de altos consumos de energía (García y Flores, 2016).

6.4 Eficiencia energética

La eficiencia energética puede definirse como la: “reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso” (Álvarez, 2011, citado por Vintimilla, 2012).

6.4.1 Diagnóstico energético

Los diagnósticos energéticos permiten determinar con exactitud el balance de energía de los principales equipos consumidores de energía. A través de los diagnósticos, se identifican los puntos del proceso de mayor uso de energía, haciendo resaltar aquellos donde ésta se desperdicia y donde es posible generar un ahorro (CNEE, 2010).

La clasificación de los diagnósticos está en función de la profundidad con que se estudia a una empresa; es decir, depende del volumen de trabajo, el enfoque, la precisión buscada y el costo asignado. Estos se clasifican en primer, segundo o tercer nivel (CNEE, 2010):

- El diagnóstico de nivel uno o básico, se lleva a cabo mediante un examen visual del proceso industrial o instalación de que se trate, reconociendo y revisando el diseño original de los equipos consumidores de energía, para dar una idea de los potenciales de ahorro de energía que se pueden lograr por modificación en los hábitos de operación o la incorporación de tecnologías eficientes.
- El nivel dos o fundamental, proporciona información sobre el consumo de energía tanto eléctrica como térmica por áreas funcionales o procesos específicos de operación, es decir se detecta los subsistemas de mayor desperdicio energético. Este nivel provee datos acerca del ahorro de energía y en consecuencia de reducción de costos.
- El último, nivel tres proporciona información precisa y comprensible, de todos y cada uno de los puntos relevantes del diagrama del proceso industrial o cualquier instalación a evaluar, así como las pérdidas de energía de cada uno de los equipos involucrados.

6.4.2 Gestión de la energía

Se denomina gestión energética cuando se implementan en forma simultáneas medidas técnicas que incorporan tecnologías eficientes y medidas organizativas (sistemas de control) como es disponer de un programa de monitoreo del consumo, ya sea llevando la contabilidad energética o por auditorías energéticas rutinarias; junto con medidas de Comportamiento humano, motivando, capacitando y concientizando al personal (Álvarez et al., 2016).

6.4.3 Uso racional de la energía

El “uso racional” es ya un concepto un poco más elaborado que el del “ahorro” y requiere para su aplicación el comprender y analizar cómo se utiliza la energía en una determinada situación. Es decir, si se la está utilizando bien, en la cantidad justa o si se la está derrochando. Uso racional significa: utilizar sólo la energía necesaria para conseguir el fin deseado. Implican conocimiento y consciencia aplicada (Álvarez et al., 2016).

Es “ahorro” cuando se evitan derroches o consumos innecesarios. El “ahorro”, de manera lisa y llana, está más asociado a una conducta de los usuarios. Un ejemplo de “ahorro” es apagar las luces al retirarse de una oficina por un tiempo prolongado o apagar un equipo de cómputo al no utilizarla por un período prolongado. Es distinto cuando el ahorro energético surge en la aplicación de procedimientos y uso de tecnologías que consumen menos y producen más, como es el caso de luminarias y equipos de climatización más eficientes (Álvarez et al., 2016).

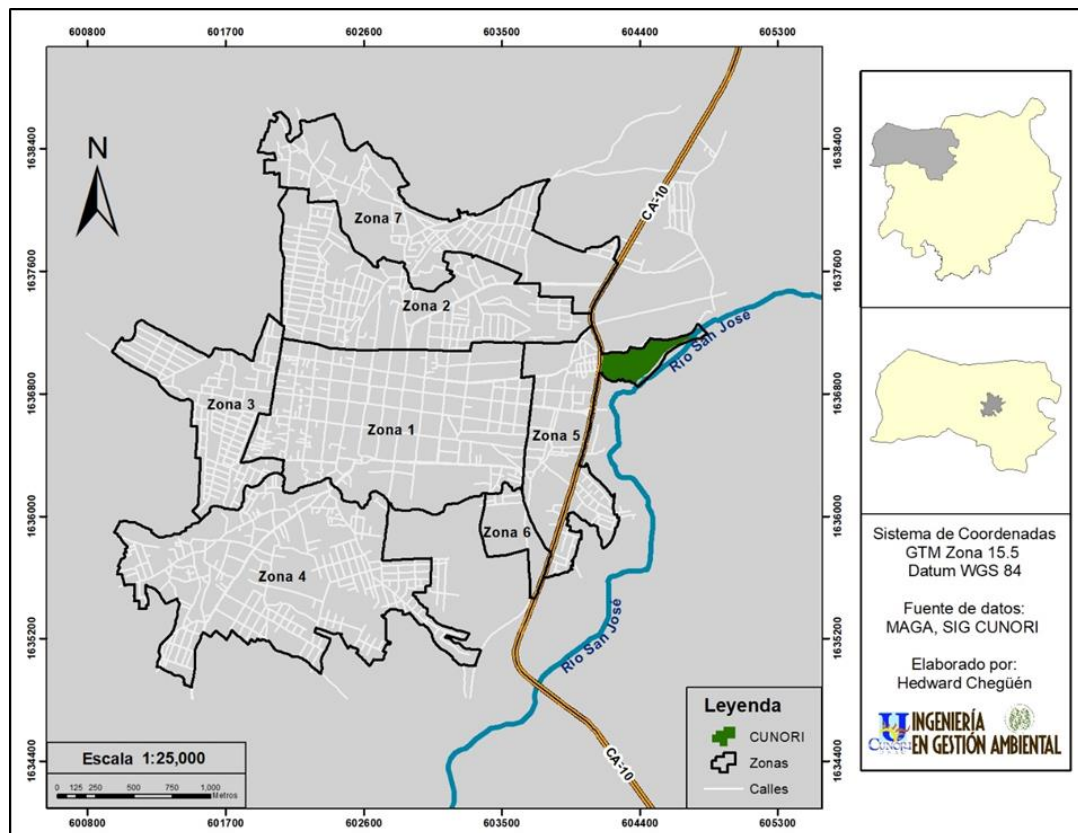
7. MARCO REFERENCIAL

7.2 Ubicación del área de estudio

El área de estudio se ubica en la Finca El Zapotillo, Zona 5 del casco urbano del municipio de Chiquimula, cabecera departamental de Chiquimula, en la Región III o Nororiente de la República de Guatemala. Se encuentra a 167 km de la ciudad de Guatemala. Colinda al norte con el municipio de Zacapa, al sur con los municipios de San José la Arada y San Jacinto, al este con los municipios de Jocotán y San Juan Ermita y al oeste con el municipio de San Diego.

CUNORI se encuentra a una altitud de 380msnm, y está localizado, de acuerdo al sistema de coordenadas geográficas, a una latitud norte de $14^{\circ}40'46''$ y longitud oeste de $89^{\circ}31'18''$ (Díaz, 2011, citado por España, 2014). En la figura 6 se presenta la ubicación de CUNORI en el caso urbano de Chiquimula.

Figura 6. Ubicación de CUNORI en el casco urbano de Chiquimula



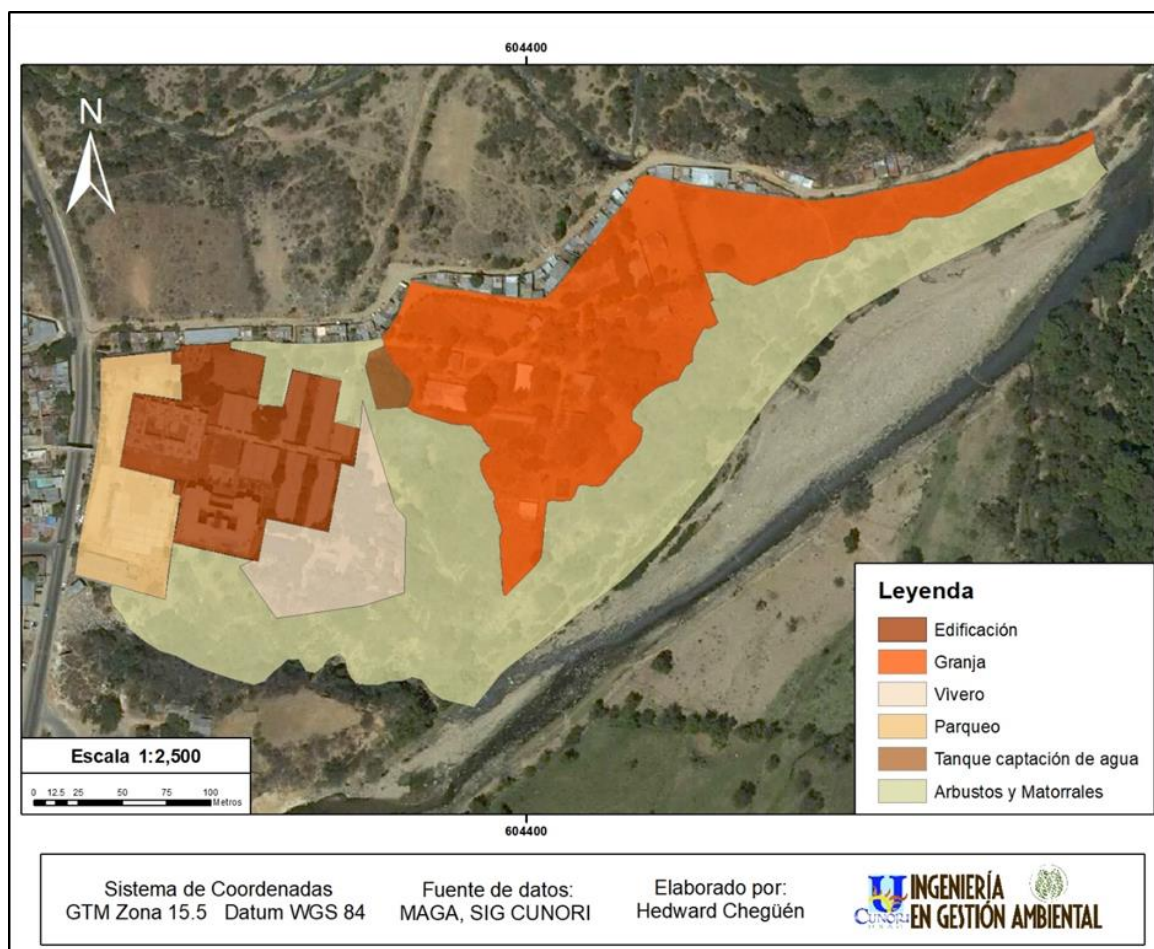
Fuente: Elaboración propia, 2019.

7.2 Descripción del área de estudio

El Centro Universitario de Oriente posee una extensión territorial de 8.3 ha, cuenta con una población aproximada de 5,200 estudiantes, ubicados en el campus universitario principal y las sedes de Esquipulas y Zacapa (USAC, 2019). CUNORI está dividido en 6 sectores, de los cuales para la investigación se consideraron aquellos donde se consumen energía eléctrica, estos son el sector donde se ubican las edificaciones, granja pecuaria y sector de parqueo.

CUNORI dispone de servicios para desarrollar sus actividades cotidianas como agua potable extraída directamente de dos pozos, energía eléctrica, sistema sanitario, y de recolección de desechos y residuos sólidos. En la figura 7 se presenta los sectores de CUNORI.

Figura 7. Sectores de CUNORI



Fuente: Elaboración propia, 2019.

7.3 Zonas de vida y clima

En base al mapa de zonas de vida Holdridge de la república de Guatemala, elaborado en por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, CUNORI se ubica en la zona de vida bosque seco subtropical (bs-S), se caracterizan por días claros y soleados durante los meses que no llueve y parcialmente nublados durante la época lluviosa. La época de lluvias corresponde especialmente a los meses de junio a octubre, en que llegan a ser las precipitaciones más importantes en esta región (MAGA, 2005).

De acuerdo a los registros de la estación climática de la carrera de Ingeniería en Administración de Tierras para el año 2019 en CUNORI la precipitación promedio anual fue de es de 517 mm y la temperatura promedio es de 27.2 °C, con mínimas de 22.9 °C y máximas de 32.7°C. La velocidad del viento promedio es de 1.9 Km/h, alcanzado máximas de 51 Km/h durante la época de lluvias, la dirección eólica se presenta en una trayectoria noreste a suroeste para los vientos principales y secundarios de suroeste a noreste (SIG-CUNORI, 2019).

7.4 Investigaciones relacionadas con el tema

7.4.1 Investigaciones realizadas a nivel nacional

La caracterización energética de Guatemala realizada por García en el año 2010, tenía por objetivo general realizar una caracterización energética de Guatemala, incluyendo las energías renovables y no renovables, partiendo de la hipótesis de que en el país existe suficiente potencial energético proveniente de fuentes renovables que, bien administrado, solucionaría los problemas energéticos del país, reduciría el consumo de combustibles fósiles y los niveles de contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero.

García concluye, Guatemala tiene alta dependencia energética en productos derivados de petróleo, que en su totalidad son importados y sobre los cuales no se tiene incidencia directa en su control de precios. Los recursos energéticos renovables en Guatemala (excluyendo la leña), son utilizados principalmente en centrales de generación de energía eléctrica, y aproximadamente el 50% de la energía eléctrica generada proviene de este tipo de recursos. La hipótesis planteada es aceptada debido a que Guatemala tiene un

gran potencial energético renovable, principalmente hidráulico y geotérmico, capaz de reducir un 30% el uso de combustibles fósiles.

El estudio realizado por Martínez en Esquipulas, Chiquimula, tenía por objetivo evaluar el consumo energético de la finca el Cascajal a partir de las diversas fuentes utilizadas en la producción y procesamiento de café para apoyar la sostenibilidad del proceso de producción en el ciclo 2012-2013. La investigación se desarrolló en la temporada de cosecha que comprendió los meses de octubre hasta marzo del año 2012, y la temporada baja o de mantenimiento iniciando en el mes de marzo y culminando en octubre del año 2013. Las fuentes energéticas analizadas fueron la energía eléctrica, combustible (diésel y gasolina regular) y biomasa (leña).

En base a la metodología establecida por el CONUEE se determinó que la fuente de mayor consumo es la biomasa representado el 72%, la energía eléctrica el 17%, y los combustibles con 11%. Dentro de la caracterización se determinó, que, durante el ciclo productivo, la temporada de cosecha consume mayor porcentaje de electricidad, siendo el mes de enero del 2014 el más alto con 73,750 KWh. El estudio concluye que, de acuerdo al diagnóstico energético, el sistema de luminarias consume 42,831 KWh y los equipos eléctricos 242,960.20 KWh, para un total de consumo de energía eléctrica del 285,719.56 KWh durante el ciclo de producción.

7.4.2 Investigaciones realizadas a nivel internacional

La caracterización realizada por Quizhpe en el año 2010 en Cuenca, Ecuador, se centró en la evaluación tres grupos, denominados secciones, los cuales fueron: telecomunicación, iluminación y equipos eléctricos y electrónicos, para elaborar una propuesta con la finalidad de mejorar la eficiencia energética del edificio universitario.

La investigación determinó que el consumo de energía eléctrico mensual en base a las mediciones es de 10,160.9 KWh. Para la demanda activa por un mes los equipos eléctricos y electrónicos consumen el 57% siendo la sección más demandante, iluminación 39% y la sección de menor consumo es telecomunicaciones con 4%. El estudio concluye, la caracterización del consumo de energía eléctrica es uno de los

principales indicadores para la determinación de consumo, fugas de energía, y toda falla o característica que podamos obtener de la misma.

El diagnóstico de eficiencia energética realizado por Millán para el año 2017 en la Universidad Santa María Sede José Miguel Carrera, tenía por objetivo diagnosticar el uso del suministro energético en el Edificio E de la USM, como parte del proyecto para proponer un modelo de gestión de la energía según los requisitos de la norma ISO 50.001. En el diagnóstico se identificaron antecedentes del marco legal y estado del arte del sistema de gestión de energía, se realizó un levantamiento de información de perfil de uso de energía y recopilación de datos requeridos para la elaboración del diagnóstico energético, esto con la finalidad de proponer y evaluar medidas de mejora a partir de análisis realizado.

Mediante el diagnóstico se estimó que el consumo del edificio E es de 5,829.8 KWh, donde los laboratorios consumen la mayor parte de energía eléctrica, los laboratorios de mayor consumo en el edificio son: el laboratorio de química II con el 20.7%, siguiéndolo de cerca el laboratorio de química I con 20.3% y laboratorio de microbiología con un 18.2%. Los equipos con mayor consumo energético fueron los equipos de laboratorio con el 67.1% del consumo total en el edificio, seguido por equipos de refrigeración con el 18.6%, y la iluminación con el 6.7%. A través del diagnóstico también se estimó que noviembre es el mes de mayor consumo en el historial del consumo de energía eléctrica mensual, debido a que se realiza una mayor cantidad de clases y evaluaciones. En base al análisis los datos obtenidos, se propuso una serie de medidas de mejora como correcciones básicas, mejoramiento y control operacional, mejoramientos tecnológicos, recambio e innovación tecnológica, mejoramiento de procesos administrativos, estudios y análisis de la situación real, discusión sobre la situación actual de Chile.

8. MARCO METODOLÓGICO

El procedimiento a utilizar para la caracterización del consumo teórico y real de energía eléctrica en las instalaciones de CUNORI se fundamenta en la metodología propuesta por la Universidad Politécnica de Cataluña para el análisis de consumo teórico de energía en centros universitarios.

8.1 Caracterización de las instalaciones por tipología de uso

8.1.1 Delimitación del área de estudio

La delimitación de las áreas de estudio se realizó en los sectores de CUNORI denominados edificaciones, granja pecuaria y parqueo, debido a que son los sectores donde se encuentra la mayor cantidad de las instalaciones en el campus universitario. Para seleccionar las áreas se consideraron aspectos como: estado de funcionamiento actual y uso de energía eléctrica para desarrollar actividades.

Mediante un software de SIG se elaboraron mapas para la ubicación gráfica y espacial de las instalaciones seleccionadas. Para la elaboración de los mapas se utilizaron como base los planos disponibles de las instalaciones de CUNORI y archivos digitales tipo shapefile.

8.1.2 Clasificación de las áreas de estudio por tipología de uso

Para el levantamiento de datos se elaboró una boleta, en la cual se recopiló la siguiente información: sector donde se ubica, nombre del área, patrones de uso designados actualmente, materiales de construcción para techo y paredes y el área expresada en metros cuadrados (Apéndice 1). El levantamiento de datos se realizó durante los meses de mayo a septiembre del año 2019.

Posteriormente, se realizó un inventario de los espacios útiles en funcionamiento, utilizando como base los planos disponibles de las instalaciones de CUNORI, como técnica de verificación se realizó una visita in situ al área para comprobar su estado actual para finalmente ser clasificados de acuerdo a su tipología. En el cuadro 1 se observa el listado para clasificar las áreas según su tipología de uso.

Cuadro 1. Clasificación de áreas según su tipología de uso

Uso	Descripción
Aula	Espacios destinados al desarrollo de cursos, diplomados o talleres.
Baño	Lugar destinado al aseo personal y realizar evacuaciones fisiológicas.
Biblioteca	Lugar destinado a organizar y utilizar el material bibliográfico y audiovisual disponible.
Concesión	Espacios que han sido concesionados para establecer cafeterías, librerías, bancos, entre otros.
Exposición	Lugar donde se presentan exposiciones de temas específicos, oratorio, obras de arte, graduaciones.
Laboratorio	Espacios donde se encuentran equipos especializados para el desarrollo de investigaciones y clases prácticas.
Mantenimiento	Lugar donde se da mantenimiento o se realiza reparaciones de los vehículos, mobiliario y equipo.
Oficina administrativa	Espacios destinados a la administración y coordinación, ocupados por profesores, técnicos y personal administrativo.
Pasillo	Espacio destinado al tráfico de personas para conectar unas estancias con otras.
Producción	Área destinada a la crianza y producción de animales de granja.
Servicio	Lugar donde se ofrece un servicio específico a la población en general o la población del campus universitario, como clínicas, radio, entre otros.
Comunes	Comprende espacios como almacenes, bodegas, depósitos y cuartos de limpieza.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

8.1.3 Análisis de la información

La información descriptiva y numérica recopilada durante la encuesta se tabuló en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Con base en los resultados obtenidos del inventario de áreas se determinó la cantidad, porcentaje y distribución de superficie según la tipología de uso en las áreas de estudio seleccionadas en CUNORI.

8.2 Caracterización del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica

8.2.1 Inventario eléctrico

Para realizar el inventario eléctrico se elaboró una boleta en el programa Microsoft Excel, donde se recolectó la siguiente información: nombre del área, categoría del sistema, elemento y modelo del sistema instalado, carga instalada (tensión e intensidad), cantidad y tiempo de uso efectivo de los equipos. El levantamiento de datos se realizó durante los meses de mayo a septiembre del año 2019. En el cuadro 2 se presentan las categorías de los sistemas con sus elementos.

Cuadro 2. Categorías de sistema de iluminación y equipos eléctricos

Sistemas	Categoría	Elementos del sistema
Luminarias	1	Lámpara fluorescente
		Lámpara LED
		Lámpara incandescente
Ventiladores	2	Ventilador de aéreo
		Ventilador de piso
Aire acondicionado	3	Aire acondicionado Split
		Aire acondicionado minisplit
		Aire acondicionado tipo ventana
Equipo de cómputo	4	Computadora de escritorio
		Laptop
Equipo audiovisual	5	Proyector
		Televisor
		Equipos de sonido
Equipo de oficina	6	Impresora
		Escáner
		UPS, regleta
Electrodomésticos	7	Refrigerador
		Cafetera
		Microondas
Equipo de laboratorio	8	Equipos de enfriamiento
		Equipos de calentamiento
		Equipos especiales
Equipo industrial	9	Maquinaria
		Herramientas eléctricas
Equipo de bombeo	10	Bombas de distribución de agua

Fuente: Elaboración propia, 2019.

8.2.2 Horario de uso efectivo

En el apartado de horario de uso efectivo se determinó la cantidad de tiempo que trabajan o se encuentran en funcionamiento los equipos eléctricos instalados en sus respectivos espacios. Para determinar el horario de uso efectivo se identificaron actores clave que puedan proporcionar dicha información, como personal docente, administrativo y población estudiantil.

8.2.3 Medición de tensión e intensidad

a. Tensión

La medición de tensión (voltaje) en las instalaciones se realizó utilizando un multímetro TRUPER T-39 TRUE RMS, para lo cual se tomaron las medidas de seguridad necesarias (Apéndice 2).

b. Corriente

Para la medición de intensidad (corriente) de los equipos eléctricos en las áreas de estudio se utilizaron los siguientes aparatos: multímetro TRUPER T-39 TRUE RMS, pinza amperimétrica AMPROBE ACDC-100 TRUE RMS, y un adaptador para medir la corriente, el cual fue necesario fabricar para la investigación (Apéndice 2).

8.2.4 Cálculo de potencia instalada

La potencia instalada es definida como la suma de las potencias individuales de los equipos que demandan energía eléctrica para su funcionamiento. Para calcular la potencia instalada se determinó la potencia individual de cada equipo utilizando la siguiente fórmula (Torres, 2009):

$$P = VI$$

Donde

P= Potencia expresada en Watts

V = Voltaje

I = Corriente expresada en Amperes

La fórmula utilizada para calcular la potencia instalada es la siguiente (Torres, 2009):

$$P_i = \sum (P_l \times N_l)$$

Donde

P_i= Potencia Instalada

Cl= Carga instalada

NI= Número total de equipos instalados

Para calcular la potencia eléctrica de los equipos que utilizan motores para su funcionamiento se utilizó la siguientes formula (CONAGUA, 2015):

$$P_i = (HP \times 0.746) / (E \times FP)$$

Donde

P_i= Potencia Instalada

HP= Caballos de fuerza

E= Eficiencia del motor

FP= Factor de potencia

8.2.5 Calculo de consumo teórico de energía eléctrica

Para calcular el consumo teórico de energía eléctrica se utilizaron los datos de potencia instalada y el tiempo de uso efectivo de los aparatos eléctricos. La fórmula para calcular el consumo eléctrico es la siguiente (Torres, 2019):

$$C_t = (P_i / 1000)(T)$$

Donde:

C_t= Consumo teórico

P_i= Potencia Instalada

T= Tiempo de Uso efectivo

En la fórmula utilizada se divide la potencia instalada por 1000 watts debido a que es la conversión de 1KW, la cual es la unidad de medida que se utilizó para expresar el consumo eléctrico en la presente investigación. Para determinar el consumo teórico de energía eléctrica de CUNORI se sumaron los consumos de cada área de estudio.

8.2.6 Indicadores para el consumo teórico de energía eléctrica

La información descriptiva y numérica recopilada se tabuló en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Para analizar la información se generaron tablas, gráficas, y mapas elaborados en un software de SIG, de acuerdo a los indicadores energéticos establecidos para la presente investigación. En el cuadro 3 se presentan los indicadores de consumo de energía eléctrica.

Cuadro 3. Indicadores de consumo de energía eléctrica en CUNORI

Indicador	Unidad
Consumo de energía eléctrica mensual	KWh/mes
Consumo de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos	KWh/mes
Consumo de energía eléctrica según tipología de uso	KWh/mes
Consumo de energía eléctrica por carreras	KWh/mes/carrera
Consumo de energía eléctrica per cápita	KWh/mes/población
Intensidad energética por ocupación	KWh/año/m ²

Fuente: Elaboración propia, 2019.

8.2.7 Historial del consumo real de energía eléctrica

Para la presente investigación la fuente de información para analizar el consumo real fueron los datos de facturación mensual del pago por el servicio de energía eléctrica otorgados por la empresa proveedora ENERGUATE S.A. a CUNORI. Las facturas a utilizar para determinar el comportamiento del consumo real comprenden los meses correspondientes de enero a diciembre del año 2019.

8.2.8 Consumo real de energía eléctrica y su relación con la temperatura

En este apartado se analizaron las variaciones de temperatura sobre el consumo de energía eléctrica en CUNORI, debido a que la unidad académica se ubica dentro de la zona denominada corredor seco, cuyas temperaturas cálidas pueden influir en el consumo de energía eléctrica.

Para determinar la posible relación o influencia de la temperatura sobre el consumo de energía eléctrica, se recopilaron los datos de los promedios mensuales de temperatura medidos durante los meses del año 2019 por la estación meteorológica de la carrera de Ingeniera en Administración de Tierras, los cuales fueron comparados con los datos del historial de consumo real de energía eléctrica.

8.2.9 Estimación de las emisiones de dióxido de carbono

Para estimar las emisiones de dióxido de carbono de CUNORI derivadas del consumo de energía eléctrica, se utilizó el factor de conversión de la Agencia Internacional de Energía (EIA), dicho factor equivale a 0.286 kg de dióxido de carbono por KWh consumido de energía eléctrica. Posteriormente, se realizó una conversión de kilogramos a toneladas de dióxido carbono.

8.3 Análisis del consumo teórico y real de energía eléctrica

8.3.1 Análisis del consumo teórico de energía eléctrica de CUNORI

En este apartado de la investigación se analizarán los resultados obtenidos del consumo teórico de energía eléctrica de CUNORI, en base a los indicadores energéticos establecidos en la metodología, siendo estos: consumo de energía eléctrica mensual, consumo de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, y consumo de energía eléctrica por tipología de uso.

8.3.2 Análisis de la discrepancia entre el consumo teórico y real de energía

Para analizar la diferencia entre el resultado obtenido del consumo teórico y el consumo real de energía eléctrica, es necesario realizar una comparativa de consumos en periodo de un año, con la finalidad de observar el grado de efectividad alcanzado por la

metodología establecida, y determinar las posibles causas por las cuales se presenta la discrepancia entre ambos consumos.

Según la guía de estudio para el potencial de ahorro eléctrico elaborada por García y Flores (2016), el consumo obtenido mediante el inventario de equipos debe corresponder al consumo promedio obtenido mediante las facturas de energía, claro está, bajo una situación ideal. Sin embargo, en la práctica los resultados obtenidos presentan diferencias, ya que es difícil conocer con exactitud datos como número de horas de uso de un equipo, en este caso, se hacen estimaciones. Se asume un margen de error, donde se consideran resultados bien calculados si la diferencia entre consumo real y consumo estimado es $\pm 10\%$.

8.3.3 Lineamientos generales para proponer estrategias sobre el uso racional de la energía eléctrica

De acuerdo al análisis del consumo teórico de energía eléctrica y el análisis de la discrepancia entre el consumo teórico y real se formularon lineamientos generales, los cuales fueron la base para proponer las estrategias que están orientadas al uso racional de la energía eléctrica.

8.4 Estrategias para el uso racional de la energía eléctrica

La selección de las estrategias para el uso racional de la energía eléctrica en CUNORI se realizó de acuerdo a las principales a las necesidades de CUNORI. Según Martínez (2015), para la selección de las estrategias se deberán considerar los siguientes criterios:

- Ahorro energético y económico, cualquier reducción del consumo energético llevará asociada una reducción de los gastos. Este ahorro vendrá determinado por el alcance del ahorro energético de la medida y del precio del energético que se está ahorrando o sustituyendo.
- Coste de la medida, en este apartado se valoró la conveniencia de implementar la medida a través de la comparación de su costo con los ahorros a los que dará lugar. Para ello se puede recurrir a diversos cálculos de rentabilidad financiera,

recomendándose el más simple, consistente en calcular el plazo de retorno de la inversión realizada como:

Costo total de la medida (Q.) / Ahorros anuales por implementación de la medida (Q.)

- Dificultad de implementación. Se valorará la dificultad de implementación de la medida, teniendo en cuenta cuestiones como la aceptación de la medida por parte del personal (hábitos y pautas de consumo), el período de tiempo necesario para realizarla o la disponibilidad de presupuesto (disponibilidad económica), y los recursos materiales y humanos (cambios en la gestión) para llevarla a cabo.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Caracterización de las áreas de estudio por tipología de uso

9.1.1 Áreas de estudio

El consumo de energía eléctrica se determinó en los sectores de edificaciones, parqueo y granja de CUNORI. Las áreas de estudios seleccionadas en el sector de las edificaciones fueron edificio 1, edificio 2, módulo D, módulo E, módulo F, módulo G, módulo L y área de uso común. En la Granja fueron seleccionadas las áreas administrativas y los módulos de producción pecuaria. En el sector de parqueo se consideraron el taller y la instalación donde se encuentra el equipo de bombeo encargado de la distribución de agua en CUNORI. En el cuadro 4 se observa la superficie disponible en las áreas de estudio.

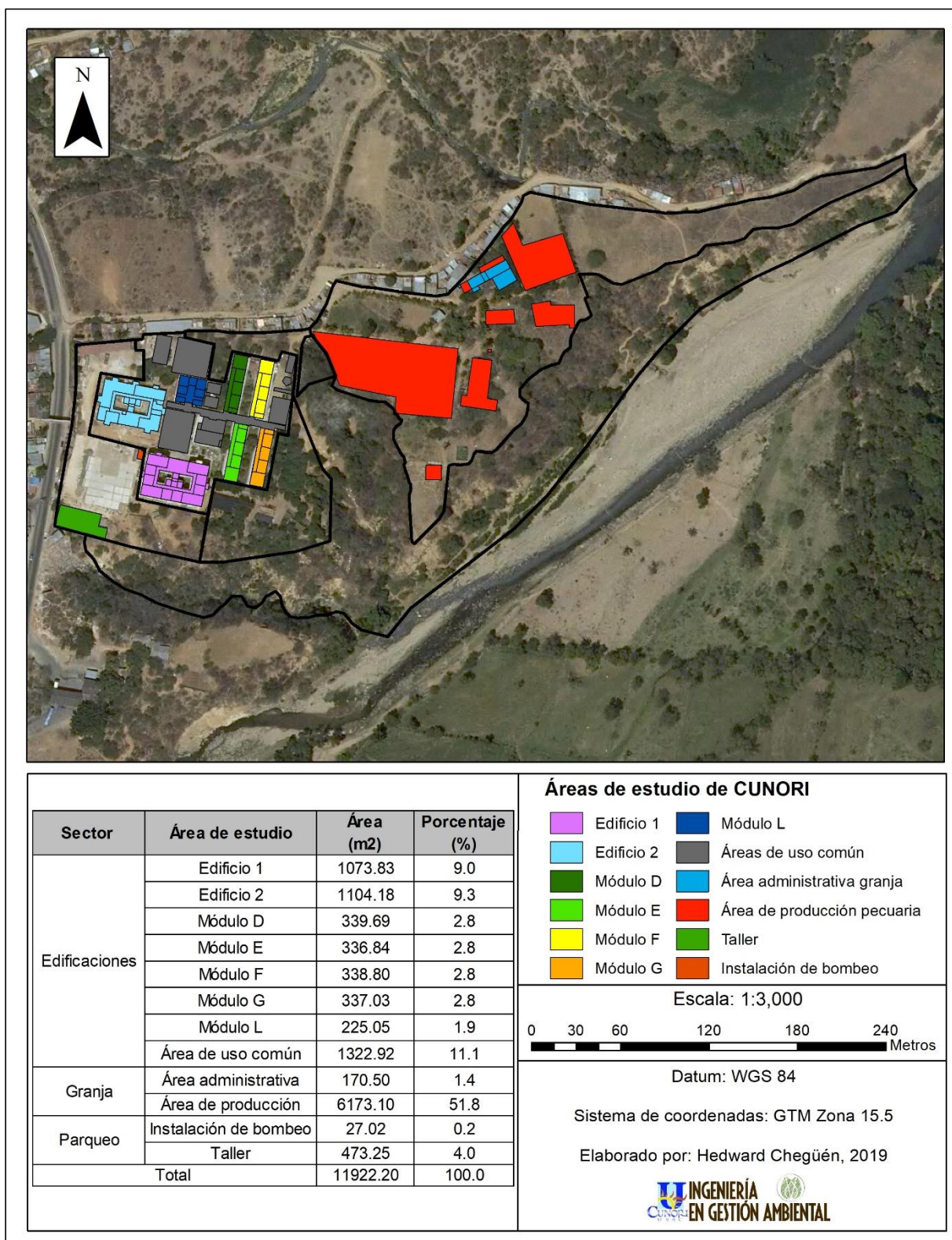
Cuadro 4. Porcentaje de superficie de las áreas de estudio

Sector	Área de estudio	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Edificaciones	Edificio 1	1073.83	9.0
	Edificio 2	1104.18	9.3
	Módulo D	339.69	2.8
	Módulo E	336.84	2.8
	Módulo F	338.80	2.8
	Módulo G	337.03	2.8
	Módulo L	225.05	1.9
	Área de uso común	1322.92	11.1
Granja	Área administrativa	170.50	1.4
	Área de producción	6173.10	51.8
Parqueo	Instalación de bombeo	27.02	0.2
	Taller	473.25	4.0
Total		11922.20	100.0

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 8 se presenta la ubicación de las áreas de estudio en los sectores seleccionados para la investigación.

Figura 8. Ubicación de las áreas de estudio en los sectores de CUNORI



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.1.2 Material de construcción de las áreas de estudio

Se determinaron los tipos de materiales de construcción predominantes en las áreas de estudio de CUNORI. En el cuadro 5 se observa que el principal material de construcción para el techo es el concreto y metal, y el material de construcción predominante para las paredes es el concreto y tabla yeso, siendo el ultimo utilizado para crear divisiones en el interior de las áreas de estudio.

Cuadro 5. Materiales de construcción en las áreas de estudio

Sector	Instalación	Material de construcción		Tipo de uso principal
		Techo	Pared	
Edificaciones	Edificio 1	Concreto	Concreto y tabla yeso	Aulas, baños, concesiones, laboratorios, oficinas administrativas, pasillos, servicios y uso común.
	Edificio 2	Concreto	Concreto, tabla yeso	Aulas, áreas de exposición, baños, biblioteca, laboratorios, oficinas administrativas, pasillos, servicios y uso común
	Área de módulos	Concreto	Concreto, tabla yeso	Aulas, áreas de exposición, baños, laboratorios, oficinas administrativas, pasillos y servicios y uso común
	Área de uso común	Concreto, metal, tabla yeso y palma	Concreto, metal y tabla yeso	Concesiones, áreas de exposición, laboratorios, pasillos, servicios y de uso común
Granja	Áreas administrativas	Metal	Concreto y metal	Aula, baño y oficinas administrativas
	Área de producción	Concreto y metal	Concreto y metal	áreas producción y uso común
Parqueo	Instalaciones de bombeo	Concreto	Concreto	Uso común
	Taller	Metal	Concreto	Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.1.3 Áreas de estudio según su tipología de uso

a) Edificio 1

En el cuadro 6 se presenta un resumen de la cantidad de áreas por tipología de uso en el edificio 1, donde se observa que la edificación cuenta con un total de 43 áreas distribuidas en los tres niveles. La mayor cantidad de áreas se encuentran en el primer nivel de la edificación (Apéndice 3).

De acuerdo a su tipología de uso, en el edificio 1 existe una mayor cantidad de aulas y oficinas administrativas distribuidas en los tres niveles, seguidos por laboratorios que se encuentran en el segundo nivel y los baños ubicados en cada nivel.

Cuadro 6. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el edificio 1

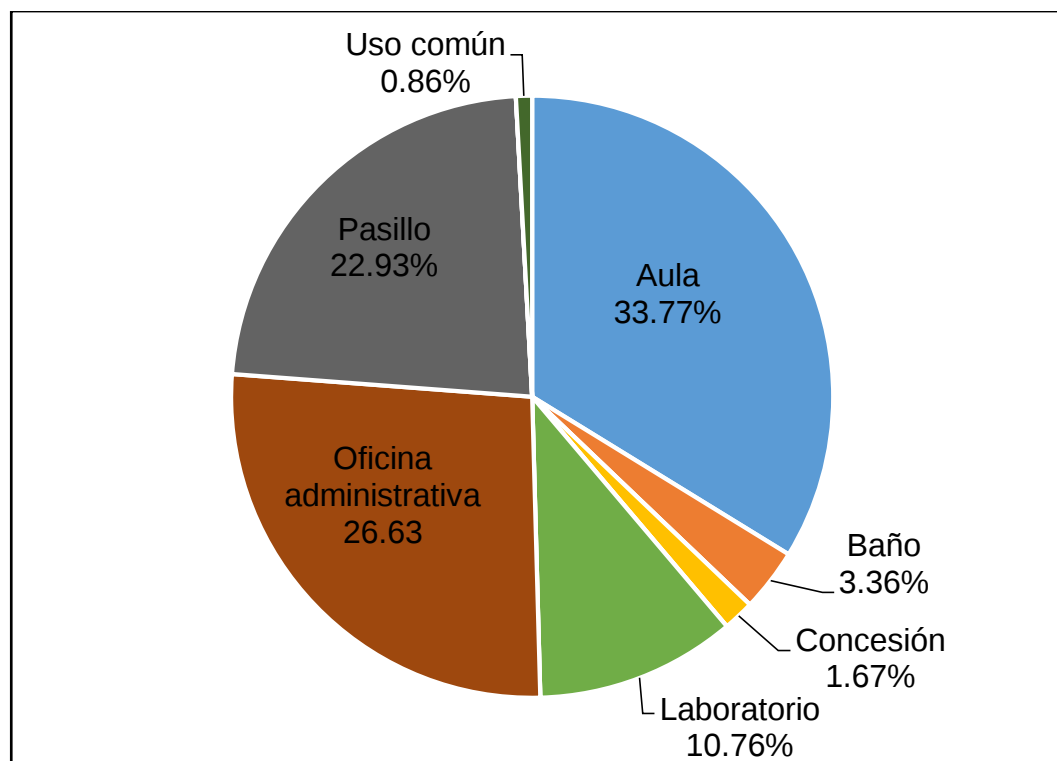
Tipo de uso	Cantidad	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Aula	13	937.11	33.77
Baño	6	93.36	3.36
Biblioteca	0	0.00	0.00
Concesión	1	46.38	1.67
Exposición	0	0.00	0.00
Laboratorio	5	298.67	10.76
Mantenimiento	0	0.00	0.00
Oficina administrativa	13	739.11	26.63
Pasillo	3	636.40	22.93
Producción	0	0.00	0.00
Servicio	0	0.00	0.00
Uso común	2	23.98	0.86
Total	43	2775.01	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El edificio 1 cuenta con 2,775.01 m² de superficie, donde las aulas con el 33.77% ocupan las mayores proporciones de superficie disponible, seguido por las oficinas administrativas con 26.63% y pasillos con 22.93%. En el cuadro 6 también se presenta la distribución de superficies de acuerdo a su tipología de uso en el edificio 1.

En la gráfica 1 se presentan los porcentajes de cada tipo de espacio sobre el total de superficie disponible en el edificio 1.

Gráfica 1. Porcentaje de áreas por tipología de uso en el edificio 1



Fuente: Elaboración propia, 2019.

En el edificio 1, las aulas son las áreas que en su totalidad abarcan una mayor superficie con el 33.77%, se ubican en el primer nivel con un total de 9 ocupando 607.79m² y en el tercer nivel con 4 aulas abarcando 329.32m², siendo el segundo nivel la única planta de la edificación que no cuenta con aulas, ya que principalmente está ocupado por oficinas administrativas y laboratorios (Apéndice 3).

Las oficinas administrativas en el edificio 1 ocupan el 26.63% de la superficie disponible, la mayor cantidad se encuentra ubicada en el segundo nivel, con un total de 6 oficinas ocupando 401.20m² mientras que en el tercer nivel con 5 oficinas abarcan una superficie de 322.63m², y en menor cantidad en el primer nivel con un total de 2 (Apéndice 3).

b) Edificio 2

En el cuadro 7 se presenta un resumen de la cantidad de áreas por tipología de uso en el edificio 2, donde se observa que la edificación dispone de un total de 39 áreas distribuidas en los tres niveles. La mayor cantidad de áreas se encuentran en el primer nivel de la edificación (Apéndice 4).

De acuerdo a su tipología de uso, en el edificio 2 existe una mayor cantidad de aulas y oficinas administrativas distribuidas en los tres niveles, seguidos por laboratorios ubicados principalmente en el tercer nivel y los baños en cada uno de los niveles.

Cuadro 7. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el edificio 2

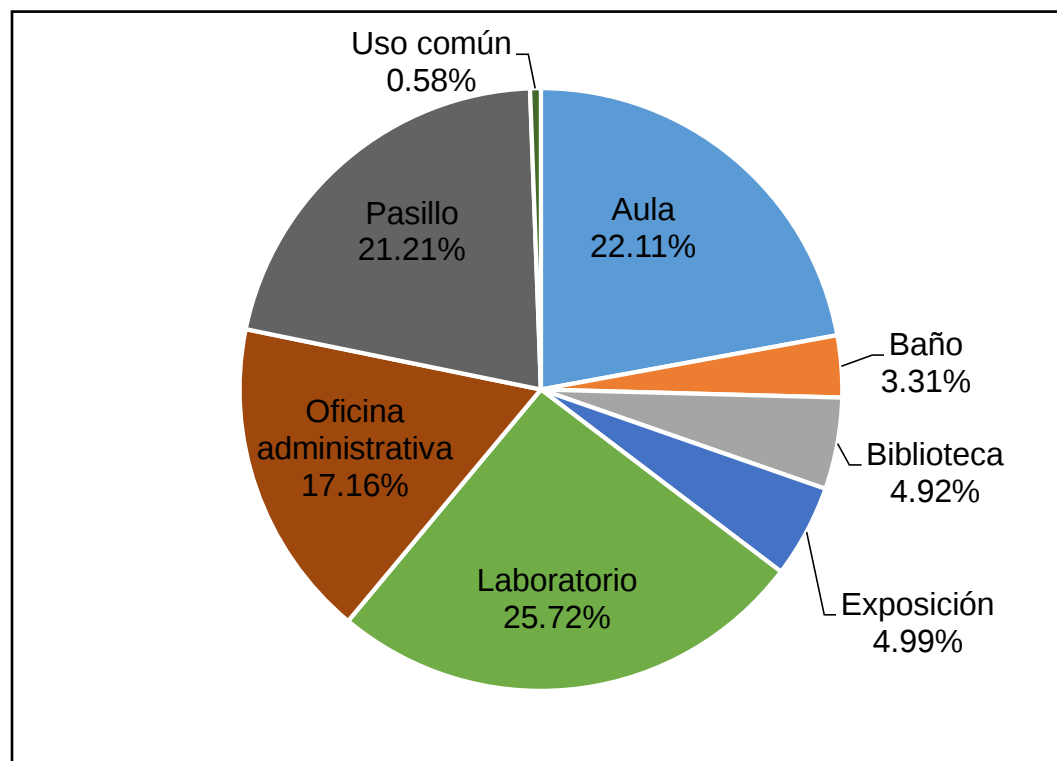
Tipo de uso	Cantidad	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Aula	9	624.79	22.11
Baño	6	93.59	3.31
Biblioteca	1	138.94	4.92
Concesión	0	0.00	0.00
Exposición	1	140.89	4.99
Laboratorio	8	726.72	25.72
Mantenimiento	0	0.00	0.00
Oficina administrativa	9	484.80	17.16
Pasillo	3	599.33	21.21
Producción	0	0.00	0.00
Servicio	0	0.00	0.00
Uso común	2	16.32	0.58
Total	39	2825.39	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El edificio 2 cuenta con 2,825.39 m² de superficie, donde los laboratorios con el 25.71% ocupan las mayores proporciones de superficie disponible, seguido por las oficinas administrativas con 17.16% y pasillos con 21.21%. En el cuadro 7 también se presenta la distribución de superficies de acuerdo a su tipología de uso en las plantas del edificio 2.

En la gráfica 2 se presentan los porcentajes de cada tipo de espacio sobre el total de superficie disponible en el edificio 2.

Gráfica 2. Porcentaje de áreas por tipología de uso en el edificio 2



Fuente: Elaboración propia, 2019.

En el edificio 2, los laboratorios son las áreas que en su totalidad abarcan una mayor superficie con el 25.72%, se ubican en el tercer nivel con un total de 8 ocupando 677.18m² y en el segundo nivel con 1 abarcando 49.54m², siendo el primer nivel la única planta de la edificación que no cuenta con laboratorios, ya que principalmente está ocupado por oficinas administrativas (Apéndice 4).

Las aulas en el edificio 2 ocupan el 22.11% de la superficie disponible, la mayor cantidad se encuentra ubicada en el segundo nivel, con un total de 8 aulas ocupando 587.27m² y en el tercer nivel con 1 aula abarca una superficie de 37.52m², mientras que en el segundo nivel no se encuentran aulas (Apéndice 4).

c) Área de módulos

En el cuadro 8 se presenta un resumen de la cantidad de áreas por tipología de uso en el área de los módulos, donde se observa que las edificaciones disponen de un total de 32 áreas distribuidas en los cinco módulos. La mayor cantidad de áreas se encuentran en el módulo D y módulo L (Apéndice 5).

De acuerdo a su tipología de uso, en el área de módulos existe una mayor cantidad de aulas y oficinas administrativas, distribuidas en las cinco edificaciones, seguido por baños y pasillos ubicados en cada uno de los módulos.

Cuadro 8. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el área de módulos

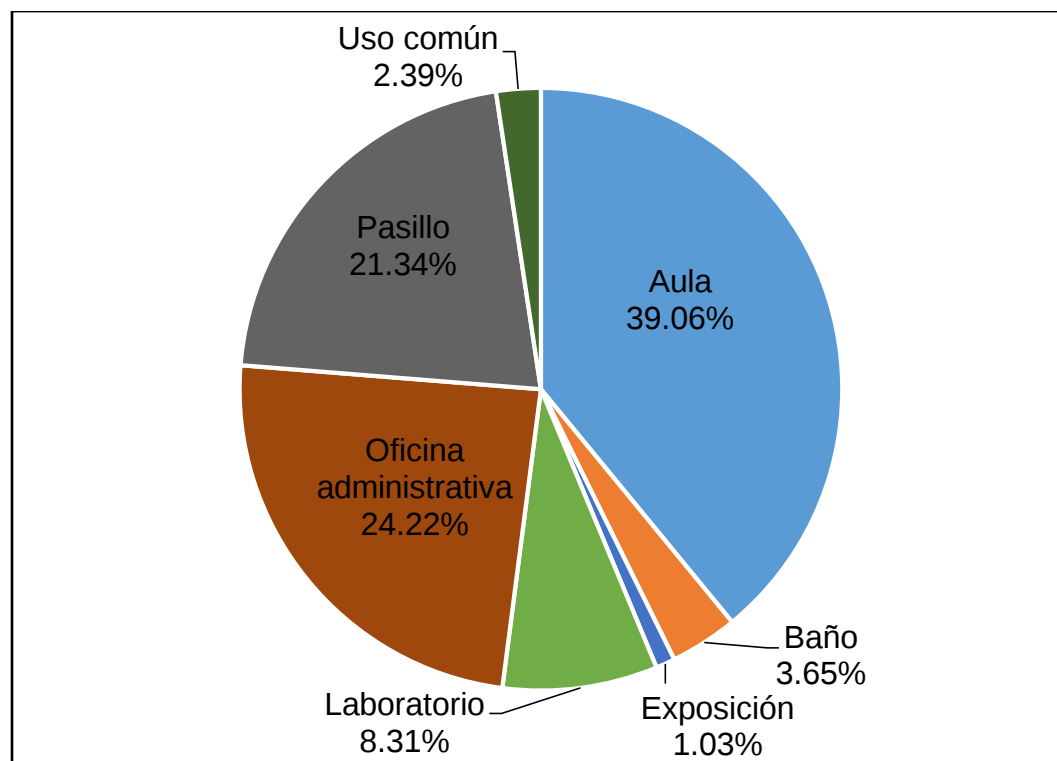
Tipo de uso	Cantidad	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Aula	13	616.07	39.06
Baño	4	57.55	3.65
Biblioteca	0	0.00	0.00
Concesión	0	0.00	0.00
Exposición	1	16.24	1.03
Laboratorio	2	131.15	8.31
Mantenimiento	0	0.00	0.00
Oficina administrativa	7	382.12	24.22
Pasillo	4	336.57	21.34
Producción	0	0.00	0.00
Servicio	0	0.00	0.00
Uso común	1	37.70	2.39
Total	32	1577.40	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El área de módulos cuenta con 1,577.40 m² de superficie, donde las aulas con el 39.06% ocupan las mayores proporciones de superficie disponible, seguido por las oficinas administrativas con 24.22% y pasillos con 21.34%. En el cuadro 8 también se presenta la distribución de superficie de acuerdo a su tipología de uso en el área de módulos.

En la gráfica 3 se presentan los porcentajes de cada tipo de espacio sobre el total de superficie disponible en el área de módulos.

Gráfica 3. Porcentaje de áreas según su tipología de uso en el área de módulos



Fuente: Elaboración propia, 2019.

En el área de módulos, las aulas son las áreas que en su totalidad abarcan una mayor superficie con el 39.06%, se ubican en módulo L con 5 ocupando 183.82m², modulo G con 3 ocupando 161.94m² y módulo E con 3 abarcando respectivamente 161.75m², siendo el módulo D y F las edificaciones que disponen de una menor cantidad, ambas con 1 aula (Apéndice 5).

Las oficinas administrativas en el área de módulos ocupan el 24.22% de la superficie disponible, la mayor cantidad se encuentra el módulo D con un total de 2 oficinas ocupando 132.22m², seguido del módulo F con 2, y en menor cantidad por los módulos E, F y G con 1 aula respectivamente (Apéndice 5).

d) Área de uso común

En el cuadro 9 se presenta un resumen de la cantidad de áreas por tipología de uso en el área de uso común, donde se observa que las edificaciones disponen de un total de 13 áreas distribuidas en el sector de edificaciones. La mayor cantidad de áreas se encuentran en las áreas de uso variado (Apéndice 6).

De acuerdo a su tipología de uso, en las áreas de uso común existe una mayor cantidad de espacios tipo concesión, seguidamente por espacios de tipo exposición y laboratorios.

Cuadro 9. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el área de uso común

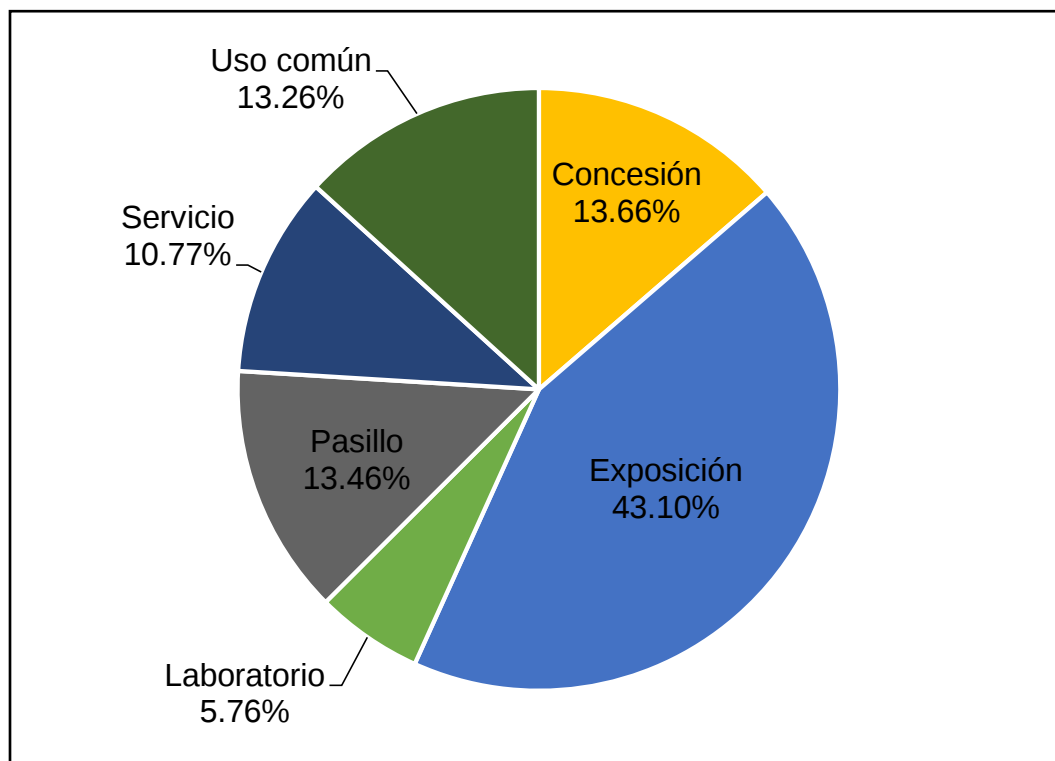
Tipo de uso	Cantidad	Área (m²)	Porcentaje (%)
Aula	0	0.00	0.00
Baño	0	0.00	0.00
Biblioteca	0	0.00	0.00
Concesión	4	209.27	13.66
Exposición	2	660.42	43.10
Laboratorio	2	88.20	5.76
Mantenimiento	0	0.00	0.00
Oficina administrativa	0	0.00	0.00
Pasillo	1	206.19	13.46
Producción	0	0.00	0.00
Servicio	2	164.94	10.77
Uso común	2	203.17	13.26
Total	13	1532.19	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El área de uso común cuenta con 1,532.19 m² de superficie, donde las áreas de tipo exposición con el 43.10% ocupan las mayores proporciones de superficie disponible, seguido por las concesiones con 13.66% y pasillo con 13.46%. En el cuadro 9 también se presenta la distribución de superficies de acuerdo a su tipología de uso en las áreas de uso común.

En la gráfica 4 se presentan los porcentajes de cada tipo de espacio sobre el total de superficie disponible en el área de uso común.

Gráfica 4. Porcentaje de áreas según su tipología de uso en el área de uso común



Fuente: Elaboración propia, 2019.

En el área de uso común, ubicado en el sector de las edificaciones, las áreas de tipo exposición son los espacios que en su totalidad abarcan una mayor superficie con el 43.10%, se ubican en el área de usos variados con 2 ocupando 660.42m², siendo la plaza Oliverio Castañeda y el auditorio Carlos Centeno (Apéndice 6).

Las áreas de tipo concesión ubicadas en el área de uso común ocupan el 13.66% de la superficie disponible, la mayor cantidad se encuentra ubicada en el área de usos variados, con un total de 4 ocupando 209.27m², dichos espacios son las casetas de comida, cafetería y librería (Apéndice 6).

e) Sector de la granja

En el cuadro 10 se presenta un resumen de la cantidad de áreas por tipología de uso en las áreas del sector de la granja, donde se observa que las edificaciones disponen de un total de 12 áreas distribuidas en el sector de la granja. La mayor cantidad de áreas se encuentran en el área de producción (Apéndice 7).

De acuerdo a su tipología de uso, en el área del sector de la granja existe una mayor cantidad de espacios destinados a la producción pecuaria, seguido por las oficinas administrativas.

Cuadro 10. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en las áreas del sector de la granja

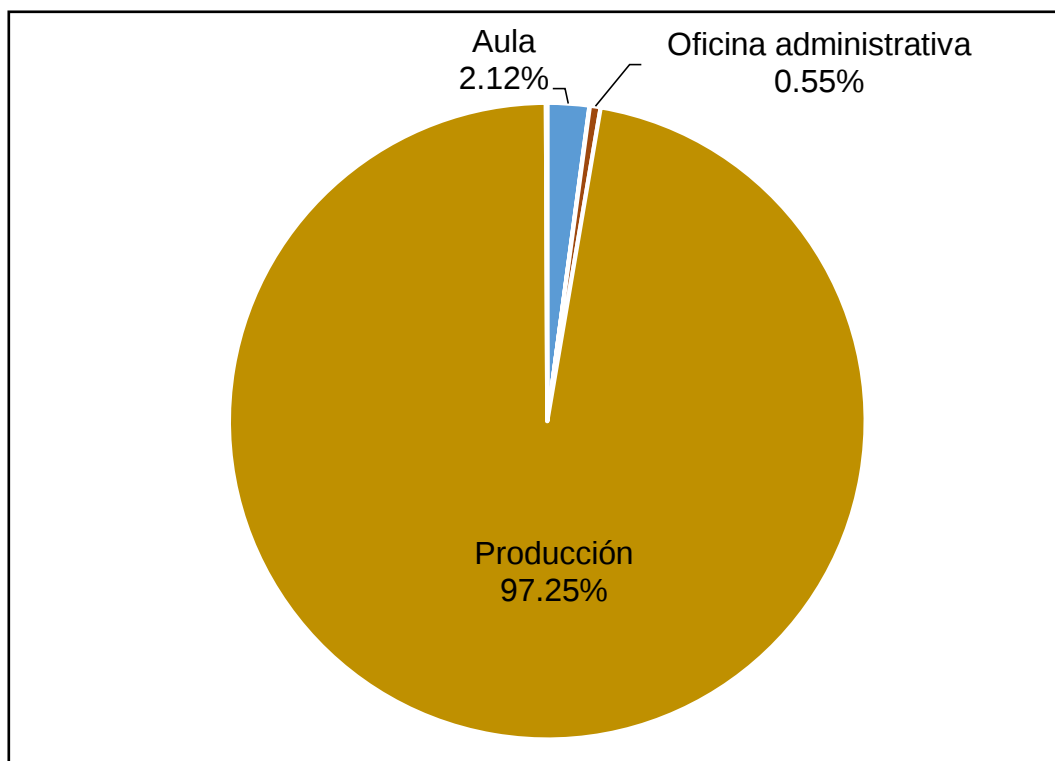
Tipo de uso	Cantidad	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Aula	1	134.64	2.12
Baño	1	1.25	0.02
Biblioteca	0	0.00	0.00
Concesión	0	0.00	0.00
Exposición	0	0.00	0.00
Laboratorio	0	0.00	0.00
Mantenimiento	0	0.00	0.00
Oficina administrativa	2	34.61	0.55
Pasillo	0	0.00	0.00
Producción	7	6173.10	97.25
Servicio	0	0.00	0.00
Uso común	1	4.38	0.07
Total	12	6347.98	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Las áreas ubicadas en el sector de la granja cuentan con 6,347.98 m² de superficie, donde los espacios para la producción pecuario con el 97.25% ocupan las mayores proporciones de superficie disponible, seguido por las oficinas administrativas con 2.12%. En el cuadro 10 también se presenta la distribución de superficies de acuerdo a su tipología de uso en las áreas de la granja.

En la gráfica 5 se presentan los porcentajes de cada tipo de espacio sobre el total de superficie disponible en las áreas del sector de la granja.

Gráfica 5. Porcentaje de áreas según su tipología de uso en las áreas del sector de la granja



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Los módulos de producción pecuaria son las edificaciones que en su totalidad abarcan la mayor superficie del sector de la granja, con el 97.25% del total de superficie disponible en dicho sector, cuentan con 7 de módulos de producción, los cuales ocupan 6,173.10m² para desarrollar sus actividades (Apéndice 7).

Las oficinas ubicadas en las áreas administrativas del sector de la granja ocupan el 13.66% de la superficie disponible, con un total de 2 oficinas ocupan 34.61m², dichos espacios son la oficina administrativa general del sector de la granja y la oficina administrativa de guardianía (Apéndice 7).

f) Sector de parqueo

En el cuadro 11 se presenta un resumen de la cantidad de áreas por tipología de uso en las áreas del sector del parqueo, donde se observa que dispone de un total de 2 áreas distribuidas en el sector, las cuales son el taller para el mantenimiento de vehículos y reparación de mobiliario, y el área denominada instalación de bombeo donde se ubica el equipo encargado de la distribución de agua de la cisterna principal de CUNORI (Apéndice 8).

Cuadro 11. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en las áreas del sector de parqueo

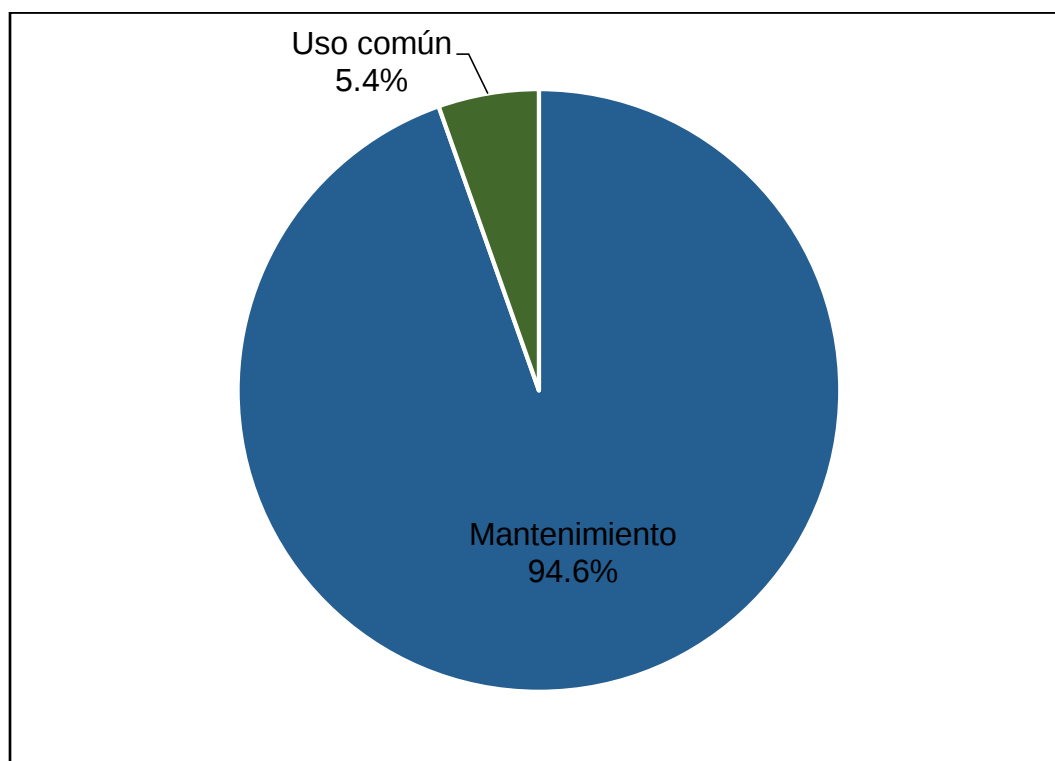
Tipo de uso	Cantidad	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Aula	0	0.00	0.00
Baño	0	0.00	0.00
Biblioteca	0	0.00	0.00
Concesión	0	0.00	0.00
Exposición	0	0.00	0.00
Laboratorio	0	0.00	0.00
Mantenimiento	1	473.25	94.60
Oficina administrativa	0	0.00	0.00
Pasillo	0	0.00	0.00
Producción	0	0.00	0.00
Servicio	0	0.00	0.00
Uso común	1	27.02	5.40
Total	2	500.27	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Las áreas ubicadas en el sector de parqueo cuentan con 500.27 m² de superficie, donde el espacio para mantenimiento vehículos y mobiliario con el 94.60% ocupa la mayor proporción de superficie disponible, seguido por la instalación para bombeo y distribución de agua de la cisterna principal con 5.40%.

En la gráfica 6 se presentan los porcentajes de cada tipo de espacio sobre el total de superficie disponible en las áreas del sector de parqueo.

Gráfica 6. Porcentaje de áreas según su tipología de uso en las áreas del sector de parqueo



Fuente: Elaboración propia, 2019.

El área de mantenimiento denominada “taller” es la edificación de mayores dimensiones en el sector de parqueo, en su totalidad abarca la el 94.60% de la superficie disponible en el sector equivalente a 473.25m², en él se realizan actividades de mantenimiento y reparación de vehículos, mobiliario y equipos eléctricos pertenecientes a CUNORI (Apéndice 8).

El área de uso común donde se ubica el equipo encargado del bombeo y distribución de agua de la cisterna principal del campus universitario ocupa el 5.40% de la superficie disponible equivalente a 27.02m² (Apéndice 8).

9.2 Caracterización del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica

9.2.1 Consumo teórico de energía eléctrica de CUNORI

En el cuadro 12 y la figura 9 se observa que el consumo teórico general de energía eléctrica del Centro Universitario de Oriente es de 34,292.83 KWh/mes. El consumo se debe principalmente a la cantidad de equipos instalados y el tiempo que se encuentran en funcionamiento durante las actividades académicas en los horarios establecidos todos los días de la semana.

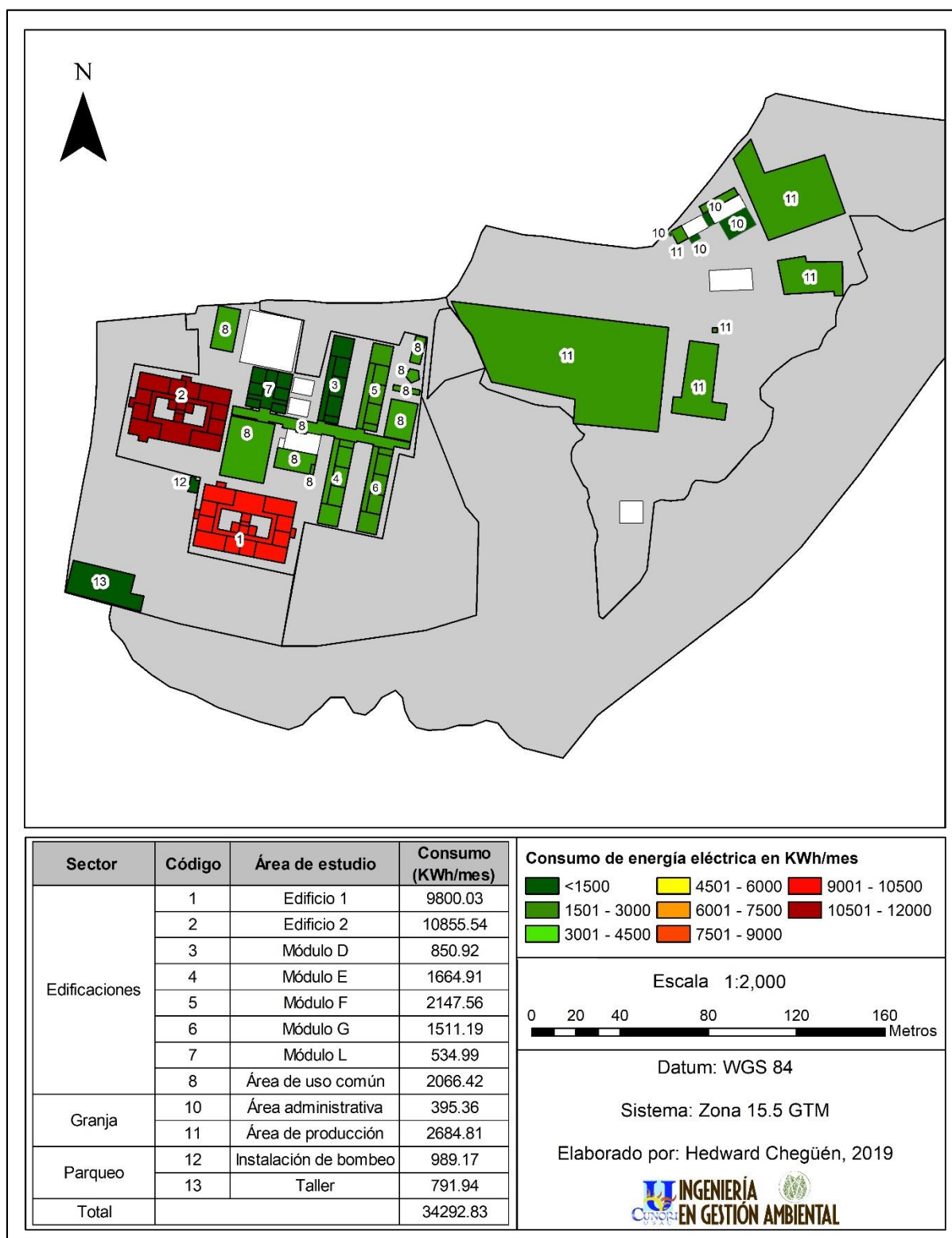
En CUNORI, el área de estudio con mayor consumo de energía eléctrica es el edificio 2 con 10,855.54 KWh/mes equivalente al 31.66% del consumo total de energía eléctrica en el campus universitario, seguido por el edificio 1 con 9,800.03 KWh/mes equivalente al 28.58%, dichas áreas se ubican en el sector de edificaciones, donde se encuentra instalados la mayor parte de los sistemas de iluminación y equipos eléctricos. En el sector de la granja las áreas de producción pecuaria consumen 2,684.81 KWh/mes y el área administrativa 395.36 KWh/mes, siendo el área de menor consumo en CUNORI.

Cuadro 12. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio

Sector	Área de estudio	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
Edificaciones	Edificio 1	9800.03	28.58
	Edificio 2	10855.54	31.66
	Módulo D	850.92	2.48
	Módulo E	1664.91	4.85
	Módulo F	2147.56	6.26
	Módulo G	1511.19	4.41
	Módulo L	534.99	1.56
	Áreas de servicios	2066.42	6.03
Granja	Área administrativa	395.36	1.15
	Área de producción	2684.81	7.83
Parqueo	Instalación de bombeo	989.17	2.88
	Taller	791.94	2.31
Total		34292.83	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 9. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio de los sectores de CUNORI



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.2 Intensidad energética por ocupación en CUNORI

Como parte de la investigación, se analizó el consumo teórico de energía eléctrica de CUNORI, utilizando el indicador de intensidad energética por ocupación, el cual mide la cantidad de energía eléctrica consumida sobre el total de superficie disponible en un área determinada.

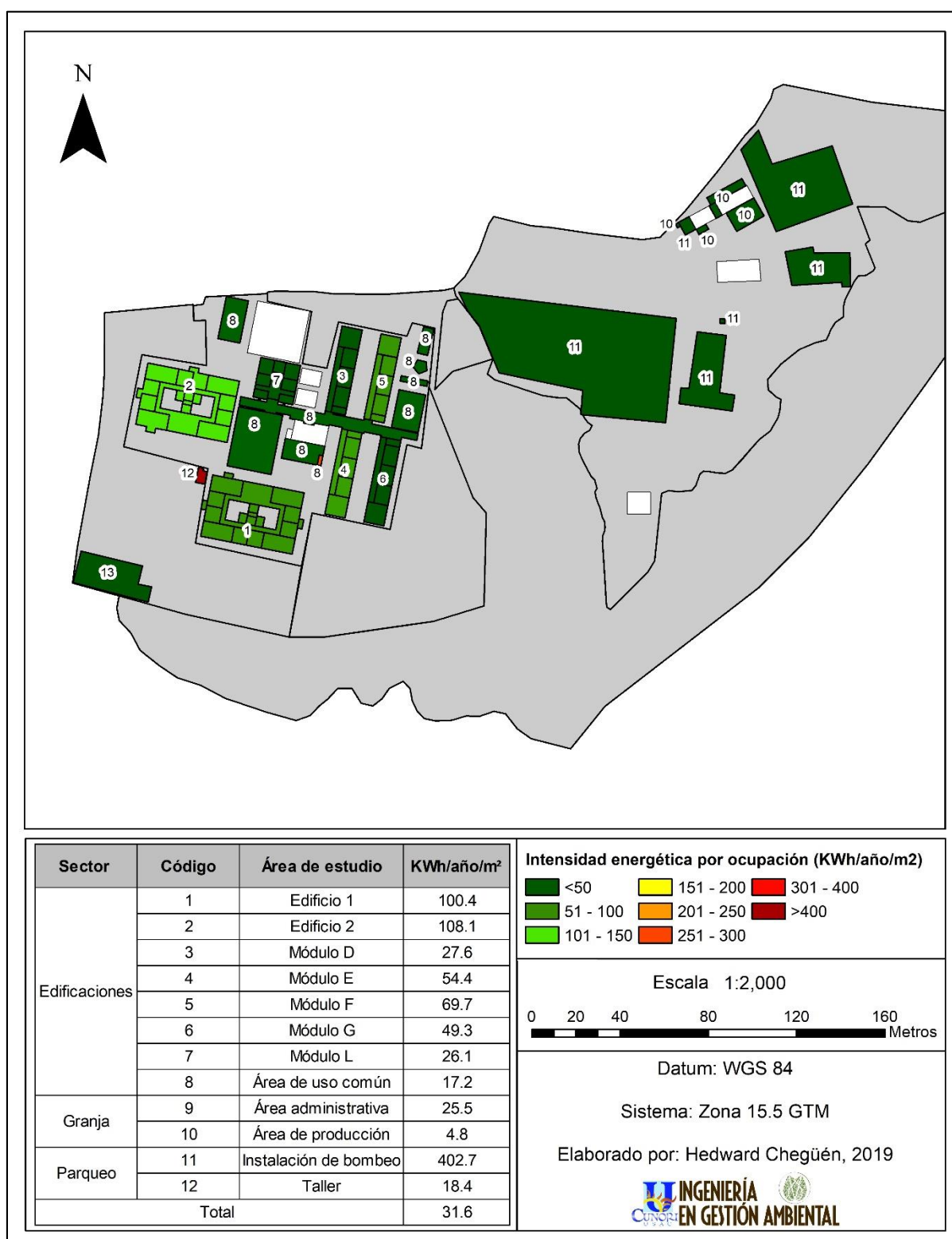
En el cuadro 13 y la figura 10 se observa que en CUNORI el promedio de intensidad energética por ocupación es de 31.6 KWh/año/m². Sin embargo, se observa la intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio, la instalación de bombeo ubicada en el sector de parqueo es el área de mayor intensidad con 402.7 KWh/año/m², en comparación con la intensidad energética del edificio 2 con 108.1 KWh/año/m² y el edificio 1 con 100.4 KWh/año/m², es aproximadamente cuatro veces mayor. La intensidad energética de la instalación de bombeo se debe al consumo de energía eléctrica del equipo para la distribución de agua que se encuentra instalado en una de las áreas con menor superficie disponible.

Cuadro 13. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio

Sector	Área de estudio	KWh/mes	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²
Edificaciones	Edificio 1	9800.03	107800.32	1073.83	100.4
	Edificio 2	10855.54	119410.90	1104.18	108.1
	Módulo D	850.92	9360.07	339.69	27.6
	Módulo E	1664.91	18313.99	336.84	54.4
	Módulo F	2147.56	23623.20	338.80	69.7
	Módulo G	1511.19	16623.04	337.03	49.3
	Módulo L	534.99	5884.94	225.05	26.1
	Área de uso común	2066.42	22730.66	1322.92	17.2
Granja	Área administrativa	395.36	4348.97	170.50	25.5
	Área de producción	2684.81	29532.86	6173.10	4.8
Parqueo	Instalación de bombeo	989.17	10880.88	27.02	402.7
	Taller	791.94	8711.32	473.25	18.4
Total		34292.83	377221.16	11922.20	31.6

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Figura 10. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio de los sectores de CUNORI



Fuente: Elaboración propia, 2019.

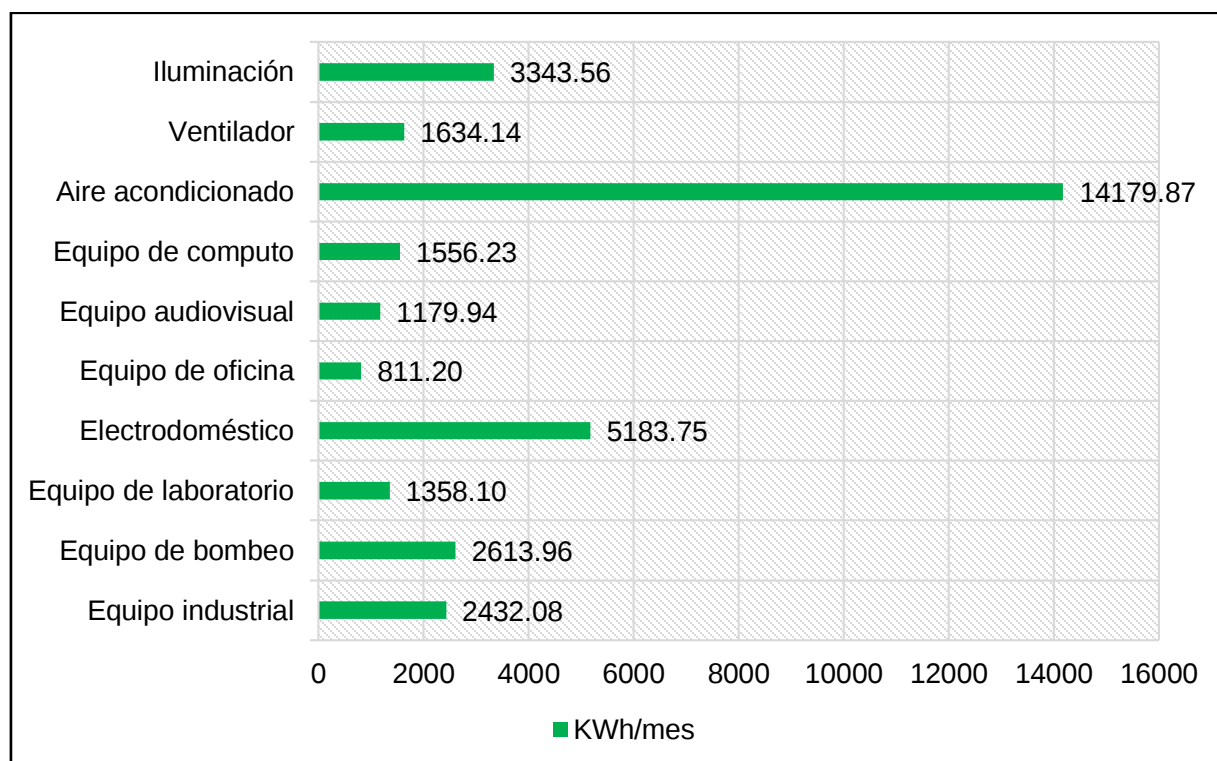
9.2.3 Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos

En CUNORI existe una variedad de luminarias y equipos eléctricos para desarrollar las actividades, los cuales requieren energía eléctrica para su funcionamiento, siendo los aires acondicionados los equipos que consumen una mayor cantidad de energía eléctrica en el campus universitario con 14,179.87 KWh/mes (Gráfica 7), se encuentran instalados principalmente en el edificio 1 y edificio 2 (Anexo 9).

Los electrodomésticos son equipos a considerar, se encuentran instalados principalmente en las oficinas administrativas, su consumo es de 5,183.75 KWh/mes representando el 15.12% de la energía consumida en CUNORI, las áreas con mayor consumo por electrodoméstico son el edificio 1 y edificio 2 (Anexo 9).

La iluminación es otro sistema a considerar, el consumo por iluminación en el interior de las áreas de estudio es de 3,343.56 KWh/mes equivalente a 9.75% de la energía consumida en el campus.

Gráfica 7. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en CUNORI



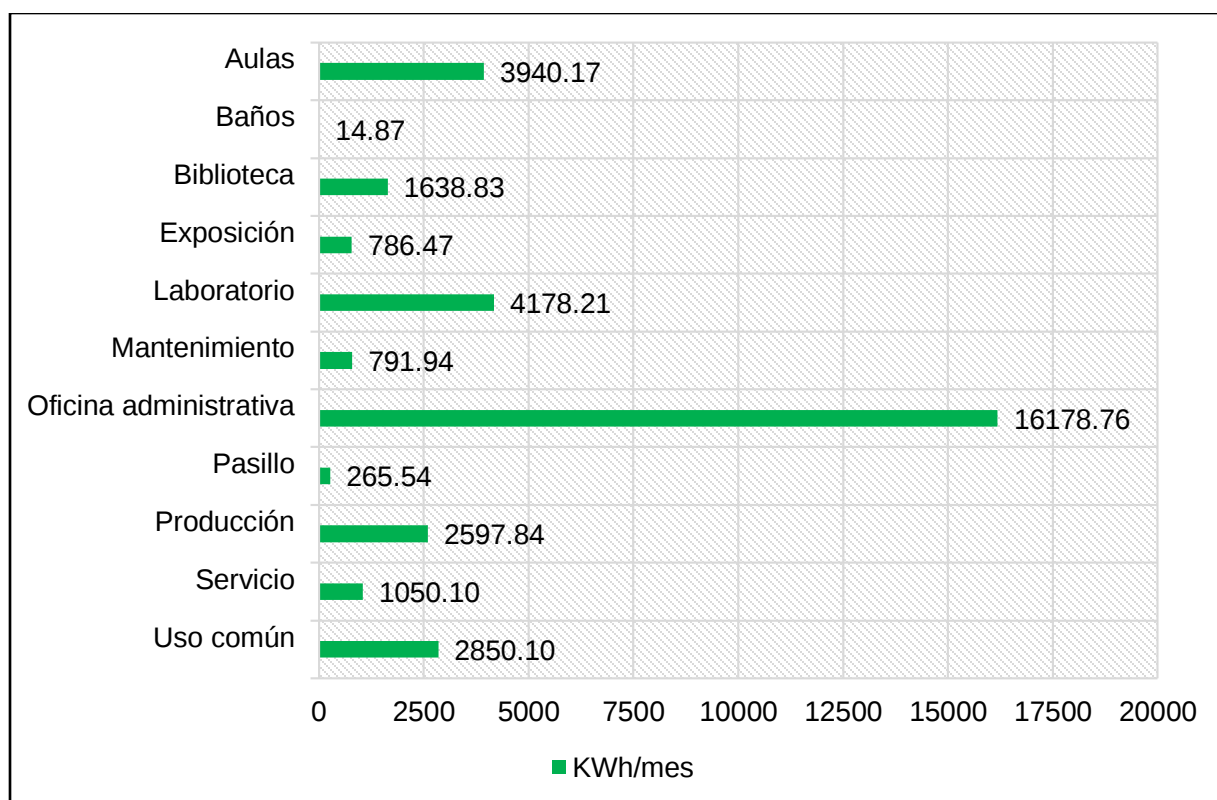
Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.4 Consumo teórico de energía eléctrica por tipología de uso

De acuerdo a la clasificación establecida para caracterizar las áreas de estudio por tipología de uso, se determinó que las oficinas administrativas son los espacios de mayor consumo en las instalaciones de CUNORI, con un total de 16,178.76 KWh/mes (Gráfica 8), se ubican casi en su totalidad en el sector edificaciones, dicho consumo se debe principalmente al uso de aire acondicionados, electrodomésticos e iluminación (Anexo 10).

Las áreas de tipo laboratorio se encuentran en el sector de edificaciones, principalmente en el segundo nivel del edificio 1 y el tercer nivel del edificio 2, son el segundo tipo de áreas que consumen más energía eléctrica, su consumo es de 4,178.21 KWh/mes, esto se debe al uso de aires acondicionados, equipos de laboratorio, cómputo e iluminación (Anexo 10).

Gráfica 8. Consumo teórico de energía eléctrica según tipología de uso en las áreas de estudio de CUNORI



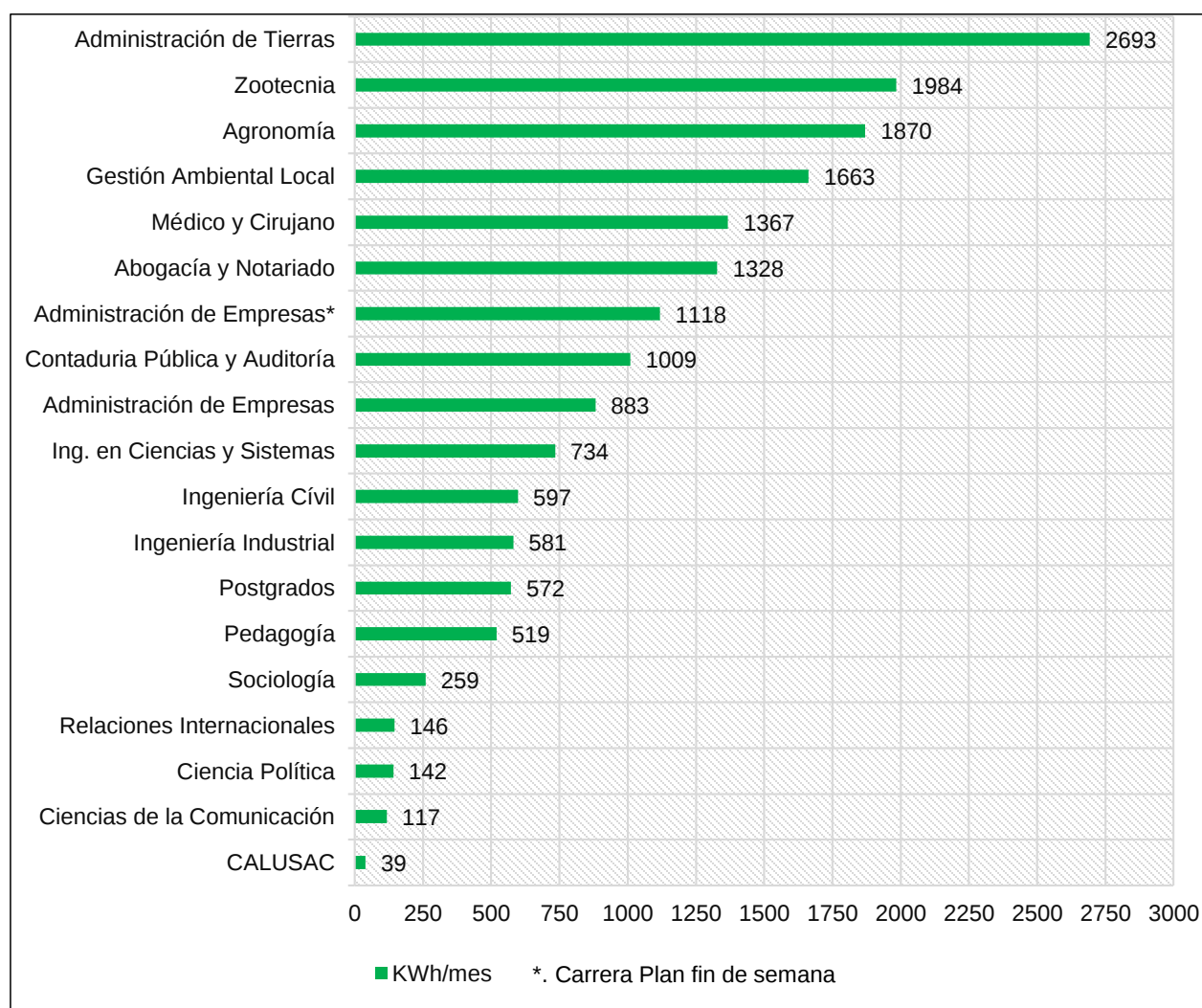
Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.5 Consumo teórico de energía eléctrica por carreras

El consumo teórico de energía eléctrica por carreras se determinó de acuerdo al horario en que operan las carreras del centro universitario, en las áreas designadas como aulas, oficinas administrativas y laboratorios.

En la gráfica 9 se puede observar el consumo de energía eléctrica por carrera, donde Ingeniería en Administración de Tierras es la carrera de mayor consumo en CUNORI con 2,693 KWh/mes, esto se debe al consumo de energía eléctrica de los equipos que se encuentran en el laboratorio de Geomática, ubicado en el área F4, la oficina administrativa en el F1 y las aulas utilizadas para desarrollar las actividades de docencia.

Gráfica 9. Consumo teórico de energía eléctrica por carreras de CUNORI



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.6 Consumo de energía eléctrica per cápita

El consumo teórico de energía eléctrica per cápita se determinó mediante el consumo por carreras sobre la población estudiantil inscrita en el año 2019 de CUNORI, sin incluir las sedes departamentales de Esquipulas y Zacapa. En el cuadro 14 se observa que la carrera de mayor consumo per cápita es Ingeniería en Administración de Tierras con 26.4 KWh/mes por persona.

La carrera de Sociología presenta un consumo de energía eléctrica per cápita de 19.94 KWh/mes por persona, considerando que es la carrera de menor población en CUNORI, dicho consumo se debe al uso de los equipos de aire acondicionado que se encuentran en el auditorio Carlos Centeno para desarrollar actividades de docencia.

Cuadro 14. Consumo de energía eléctrica per cápita por carrera

Carreras	KWh/mes	Población	Consumo per cápita
Administración de Tierras	2692.75	102	26.40
Sociología	259.22	13	19.94
Agronomía	1869.71	106	17.64
Ing. en Gestión Ambiental Local	1662.56	121	13.74
Zootecnia	1983.68	149	13.31
Ciencia Política	141.57	16	8.85
Ing. en Ciencias y Sistemas	734.23	118	6.22
Postgrados	572.36	95	6.02
Administración de Empresas	882.84	165	5.35
Ing. Industrial	580.85	169	3.44
Ing. Civil	597.40	192	3.11
Abogacía y Notariado	1328.24	537	2.47
Relaciones Internacionales	146.18	73	2.00
Administración de Empresas*	1117.76	709	1.58
Contaduría Pública y Auditoría*	1009.36	728	1.39
Médico y Cirujano	1367.50	982	1.39
Pedagogía*	518.84	500	1.04
Ciencias de la Comunicación*	116.80	181	0.65
CALUSAC	39.01	62	0.63
Total	17620.86	5018	3.51
*. Carreras plan fin de semana			

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.7 Consumo teórico de energía eléctrica en el edificio 1

a) Primer nivel

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 15 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el primer nivel del edificio 1, donde se observa que el consumo total en dicho piso es de 1,831.22 KWh/mes, el cual se distribuye en aulas, oficinas administrativas, uso común, baños y pasillo.

En el primer nivel del edificio 1 el área de mayor consumo es el espacio donde se encuentra el equipo para la distribución de agua en el edificio 1 con 605.98 KWh/mes equivalente al 33.09% del total de energía eléctrica consumida, principalmente por el equipo de bombeo. En el aula A7 se consumen 175.91 KWh/mes, dicho consumo se debe principalmente al uso de iluminación y ventiladores (Apéndice 11).

Cuadro 15. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 1

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
A1	Aula	1.22	114.25	6.24
A2	Aula	0.78	100.85	5.51
A3	Aula	0.79	88.82	4.85
A4	Aula	1.24	141.27	7.71
A5	Aula	0.91	131.27	7.17
A6	Aula	0.92	127.29	6.95
A7	Aula	1.45	175.91	9.61
A8	Aula	0.73	123.07	6.72
A10	Aula	1.25	115.94	6.33
Guardianía	Oficina administrativa	1.39	60.01	3.28
Uni. Investigación*	Oficina administrativa	0.17	11.49	0.63
Registro	Uso común	0.06	3.96	0.22
Bomba	Uso común	3.15	605.98	33.09
Baños	Baño	0.04	0.86	0.05
Pasillo	Pasillo	0.42	30.24	1.65
Total		14.51	1831.22	100.00
*. Oficina de unidad de investigación				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 16 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado del primer nivel del edificio 1, el área de mayor intensidad energética por ocupación es el espacio donde se ubica la bomba para la distribución de agua en el edificio 1 con 407.99 KWh/año/m² con una categoría muy alta, seguido por la oficina administrativa de guardianía con 86.40 KWh/año/m² ocupando una categoría regular.

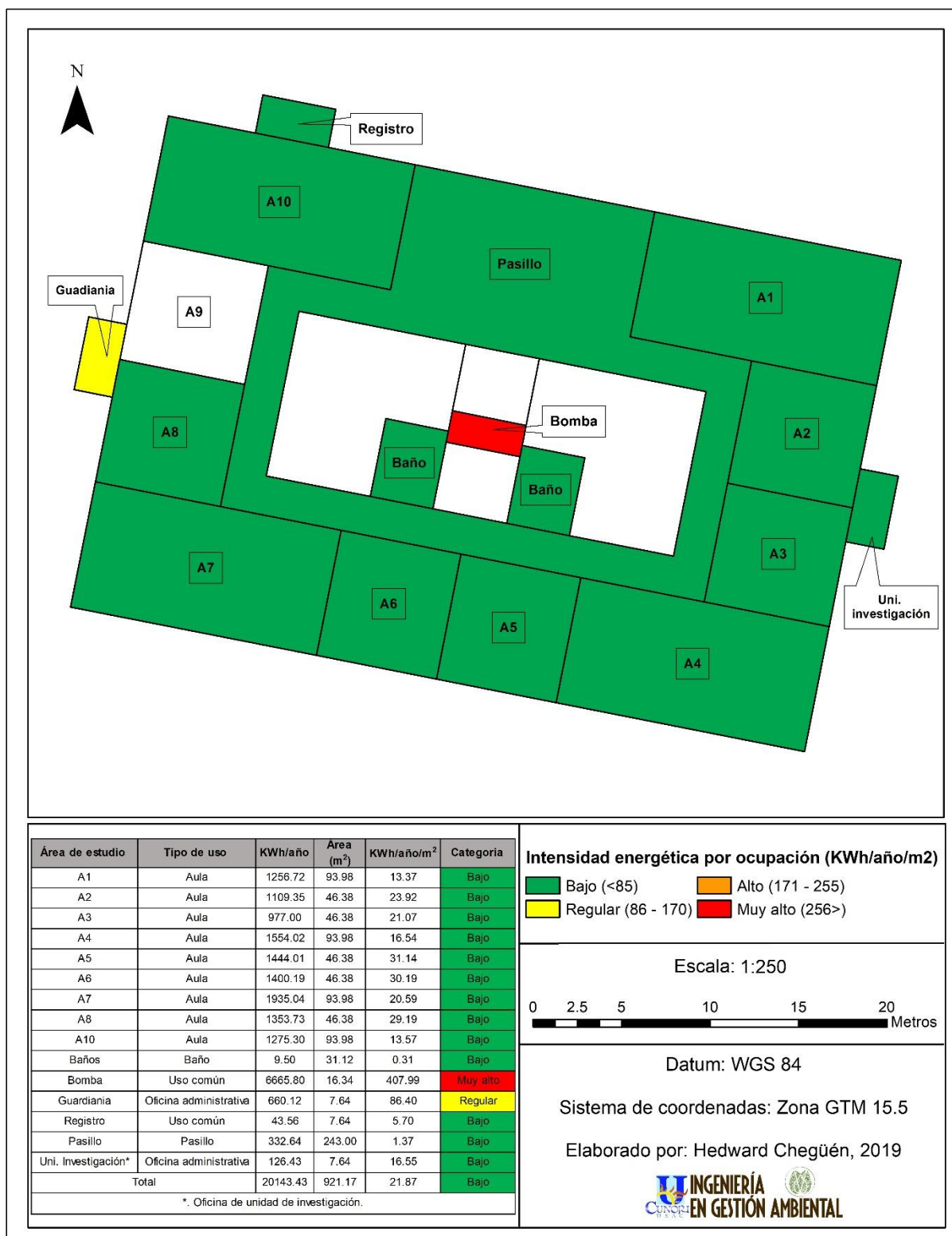
Cuadro 16. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 1

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
A1	Aula	1256.72	93.98	13.37	Bajo
A2	Aula	1109.35	46.38	23.92	Bajo
A3	Aula	977.00	46.38	21.07	Bajo
A4	Aula	1554.02	93.98	16.54	Bajo
A5	Aula	1444.01	46.38	31.14	Bajo
A6	Aula	1400.19	46.38	30.19	Bajo
A7	Aula	1935.04	93.98	20.59	Bajo
A8	Aula	1353.73	46.38	29.19	Bajo
A10	Aula	1275.30	93.98	13.57	Bajo
Baños	Baño	9.50	31.12	0.31	Bajo
Bomba	Uso común	6665.80	16.34	407.99	Muy alto
Guardianía	Oficina administrativa	660.12	7.64	86.40	Regular
Registro	Uso común	43.56	7.64	5.70	Bajo
Pasillo	Pasillo	332.64	243.00	1.37	Bajo
Uni. Investigación*	Oficina administrativa	126.43	7.64	16.55	Bajo
Total		20143.43	921.17	21.87	Bajo
*. Oficina de unidad de investigación.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 11 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el primer nivel del edificio 1.

Figura 11. Intensidad energética por ocupación en el primer nivel del edificio 1



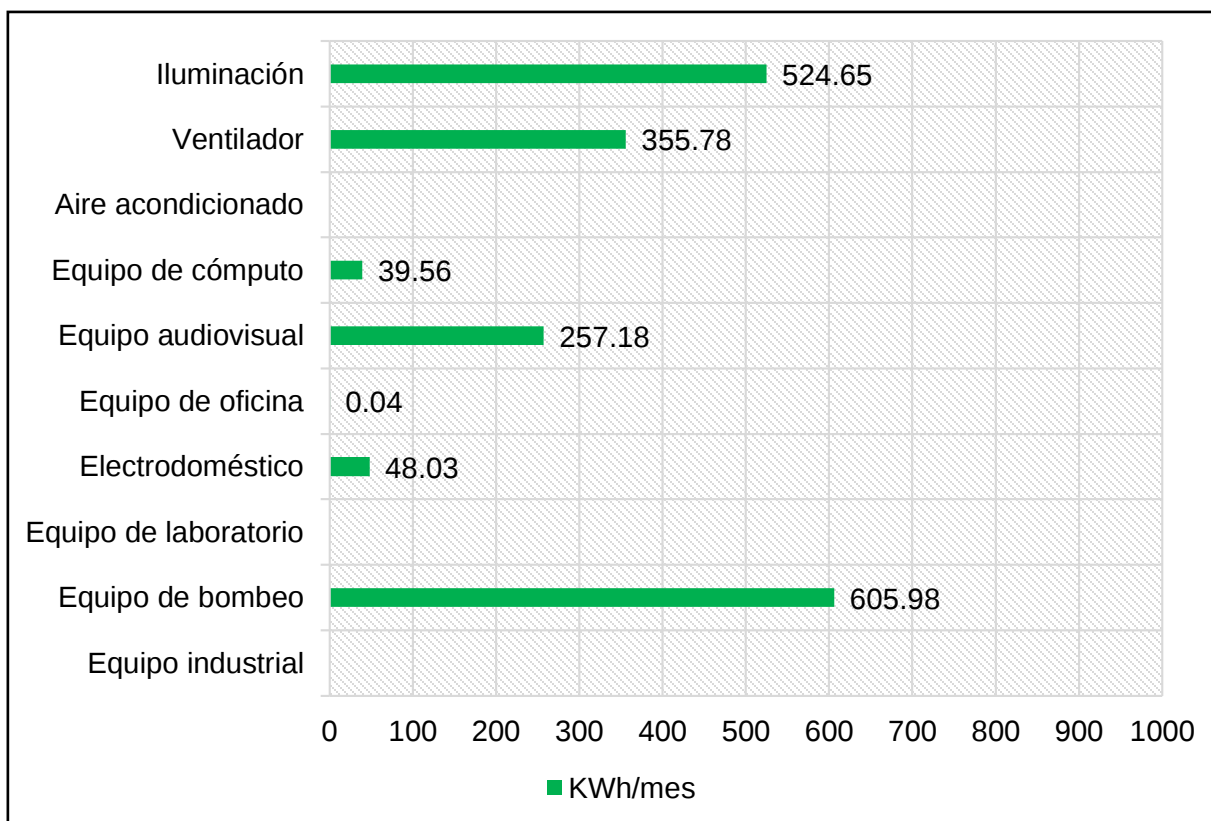
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 10 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, de los cuales el equipo de bombeo encargado de la distribución de agua en el edificio 1 consume la mayor cantidad de energía eléctrica con 605.98 KWh/mes equivalente a 33.09% del consumo total de energía eléctrica en el primer nivel, el cual se mantiene en funcionamiento en todos los horarios de CUNORI.

Posteriormente, el consumo correspondiente por iluminación del primer nivel es de 524.65 KWh/mes, esto se debe principalmente al uso de lámparas tipo fluorescentes instaladas en todas las aulas del primer nivel, dicho equipo se mantiene en funcionamiento durante los horarios de la jornada matutina, vespertina y nocturna de CUNORI (Apéndice 11).

Gráfica 10. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el primer nivel del edificio 1



Fuente: Elaboración propia, 2019.

b) Segundo nivel

• Consumo teórico de energía eléctrica por áreas

En el cuadro 17 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el segundo nivel del edificio 1, donde se observa que el consumo total en dicho piso es de 5,033.98 KWh/mes, el cual se distribuye en oficinas administrativas, laboratorios, baño y pasillo.

En el segundo nivel del edificio 1 el área de mayor consumo es el laboratorio B5 de bromatología con 903.92 KWh/mes equivalente al 17.96% del total de energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de laboratorio y aire acondicionado, seguidamente por la oficina administrativa B2 donde se consumen 843.65 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de electrodomésticos y aire acondicionado (Apéndice 11).

Cuadro 17. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 1

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
B1	Laboratorio	8.63	432.95	8.60
B2	Oficina administrativa	10.24	843.65	16.76
B3	Laboratorio	9.94	478.54	9.51
B4*	Laboratorio	3.85	61.62	1.22
B4	Oficina administrativa	4.50	717.24	14.25
B5	Laboratorio	14.04	903.92	17.96
B6**	Laboratorio	2.50	90.84	1.80
B6	Oficina administrativa	3.09	585.35	11.63
B7	Oficina administrativa	6.34	371.65	7.38
B8	Oficina administrativa	7.11	507.64	10.08
Baños	Baño	0.24	5.76	0.11
Pasillo	Pasillo	0.87	34.80	0.69
Total		71.35	5033.98	100.00
*. Laboratorio de lácteos. **. Laboratorio de suelos.				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 18 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el segundo nivel del edificio 1, el área de mayor intensidad energética por ocupación es la oficina administrativa ubicada en el salón B6 con 246.64 KWh/año/m², seguido por el laboratorio de bromatología en el B5 con 214.72 KWh/año/m², ambas con una categoría alta.

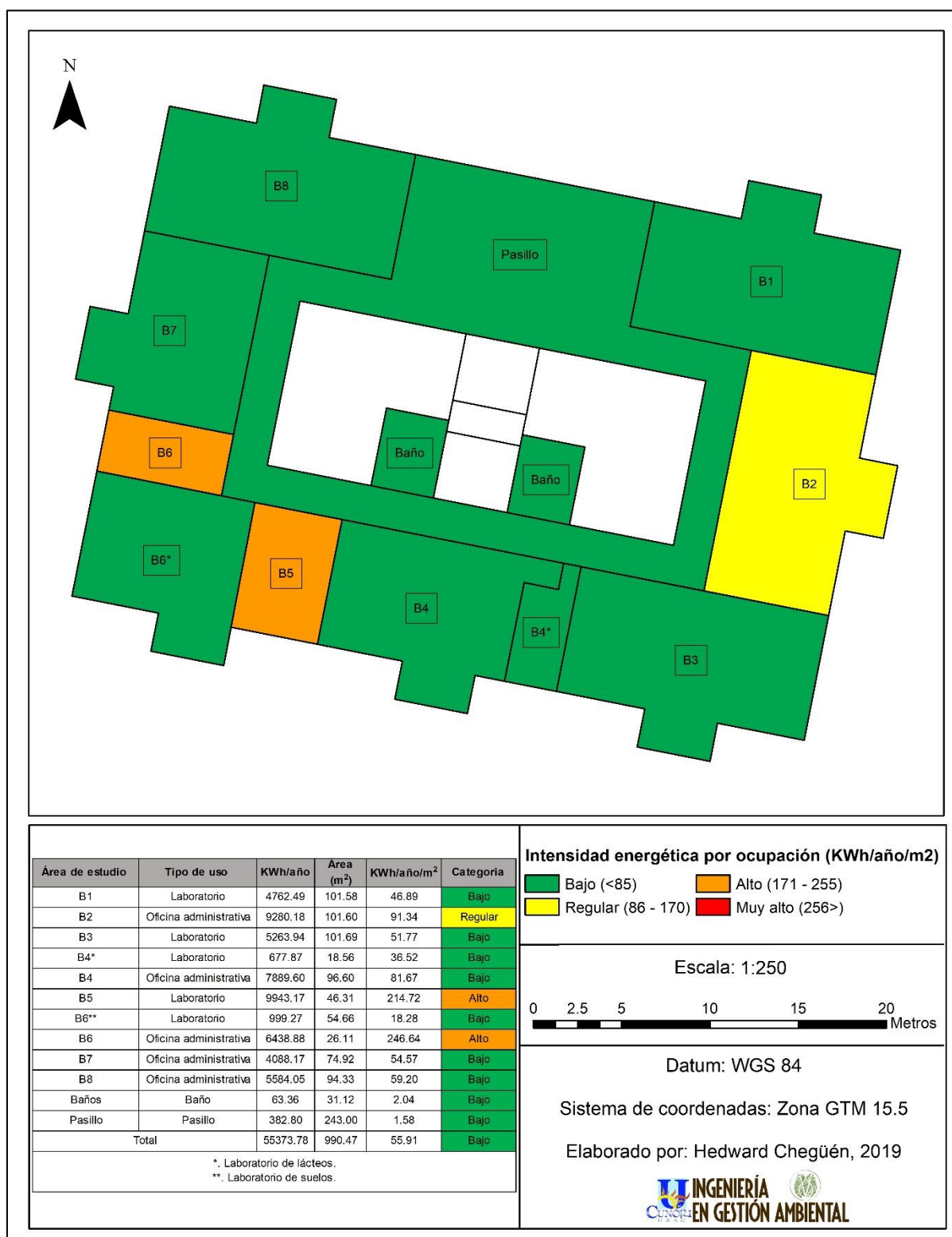
Cuadro 18. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 1

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
B1	Laboratorio	4762.49	101.58	46.89	Bajo
B2	Oficina administrativa	9280.18	101.60	91.34	Regular
B3	Laboratorio	5263.94	101.69	51.77	Bajo
B4*	Laboratorio	677.87	18.56	36.52	Bajo
B4	Oficina administrativa	7889.60	96.60	81.67	Bajo
B5	Laboratorio	9943.17	46.31	214.72	Alto
B6**	Laboratorio	999.27	54.66	18.28	Bajo
B6	Oficina administrativa	6438.88	26.11	246.64	Alto
B7	Oficina administrativa	4088.17	74.92	54.57	Bajo
B8	Oficina administrativa	5584.05	94.33	59.20	Bajo
Baños	Baño	63.36	31.12	2.04	Bajo
Pasillo	Pasillo	382.80	243.00	1.58	Bajo
Total		55373.78	990.47	55.91	Bajo
*. Laboratorio de lácteos. **. Laboratorio de suelos.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 12 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el segundo nivel del edificio 1.

Figura 12. Intensidad energética por ocupación en el segundo nivel del edificio 1



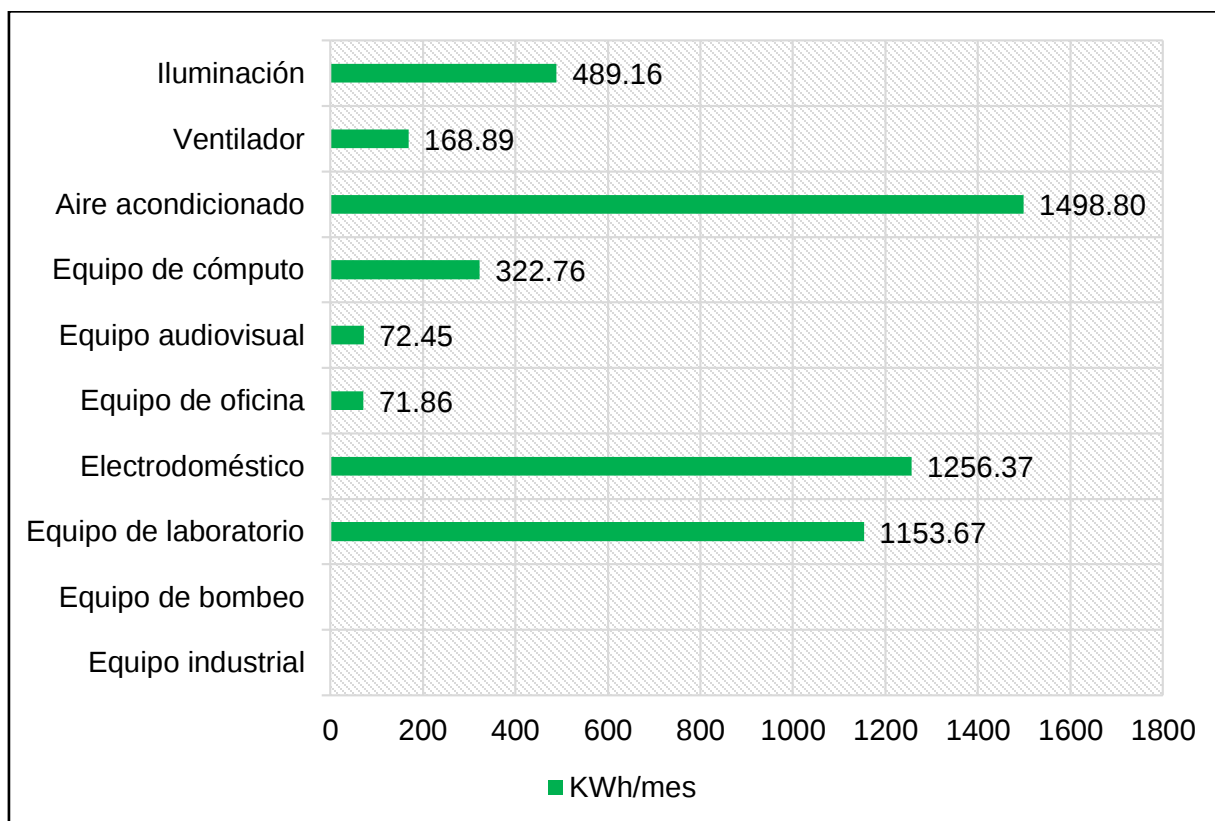
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 11 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 1,498.80 KWh/mes equivalente al 29.77% del consumo total de energía eléctrica en el segundo nivel del edificio 1, en dicho piso se encuentran instalados aires acondicionados tipo split, minisplit y ventana en todas las oficinas administrativas y laboratorios (Apéndice 11).

Posteriormente, el consumo de los equipos electrodomésticos del segundo nivel es de 1,256.37 KWh/mes, esto se debe principalmente por el uso de electrodomésticos como refrigeradoras y dispensadores de agua, los cuales se encuentran instalados en el laboratorio de cómputo B1 y las oficinas administrativas B2, B4, B6, B7 y B8 (Apéndice 11).

Gráfica 11. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el segundo nivel del edificio 1



Fuente: Elaboración propia, 2019.

c) Tercer nivel

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 19 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el tercer nivel del edificio 1, donde se observa que el consumo total en dicho piso es de 2,934.83 KWh/mes, el cual se distribuye en oficinas administrativas, aulas, baño y pasillo.

En el tercer nivel del edificio 1 el área de mayor consumo es la oficina administrativa C1 con 1,356.08 KWh/mes equivalente al 46.21% del total de energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado y electrodomésticos. En la oficina administrativa C4 se consumen 514.91 KWh/mes, dicho consumo se debe a los equipos que se utilizan como aires acondicionados, equipos electrodomésticos e iluminación (Apéndice 11).

Cuadro 19. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 1

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
C1	Oficina administrativa	14.22	1356.08	46.21
C2	Oficina administrativa	5.02	173.56	5.91
C3	Oficina administrativa	2.12	18.39	0.63
C4	Oficina administrativa	8.89	514.91	17.54
C5-C6*	Aula	1.44	119.79	4.08
C7	Aula	0.81	81.14	2.76
C8	Oficina administrativa	2.83	458.82	15.63
C9	Aula	0.82	51.46	1.75
C10	Aula	1.15	123.24	4.20
Baños	Baño	0.06	1.44	0.05
Pasillo	Pasillo	0.60	36.00	1.23
Total		37.96	2934.83	100
*. Salones unidos				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 20 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el tercer nivel del edificio 1, el área de mayor intensidad energética por ocupación es la oficina administrativa C1 con 188.30 KWh/año/m² ocupando una categoría alta, seguido por la oficina administrativa en el área C8 con 92.97 KWh/año/m² ocupando una categoría regular.

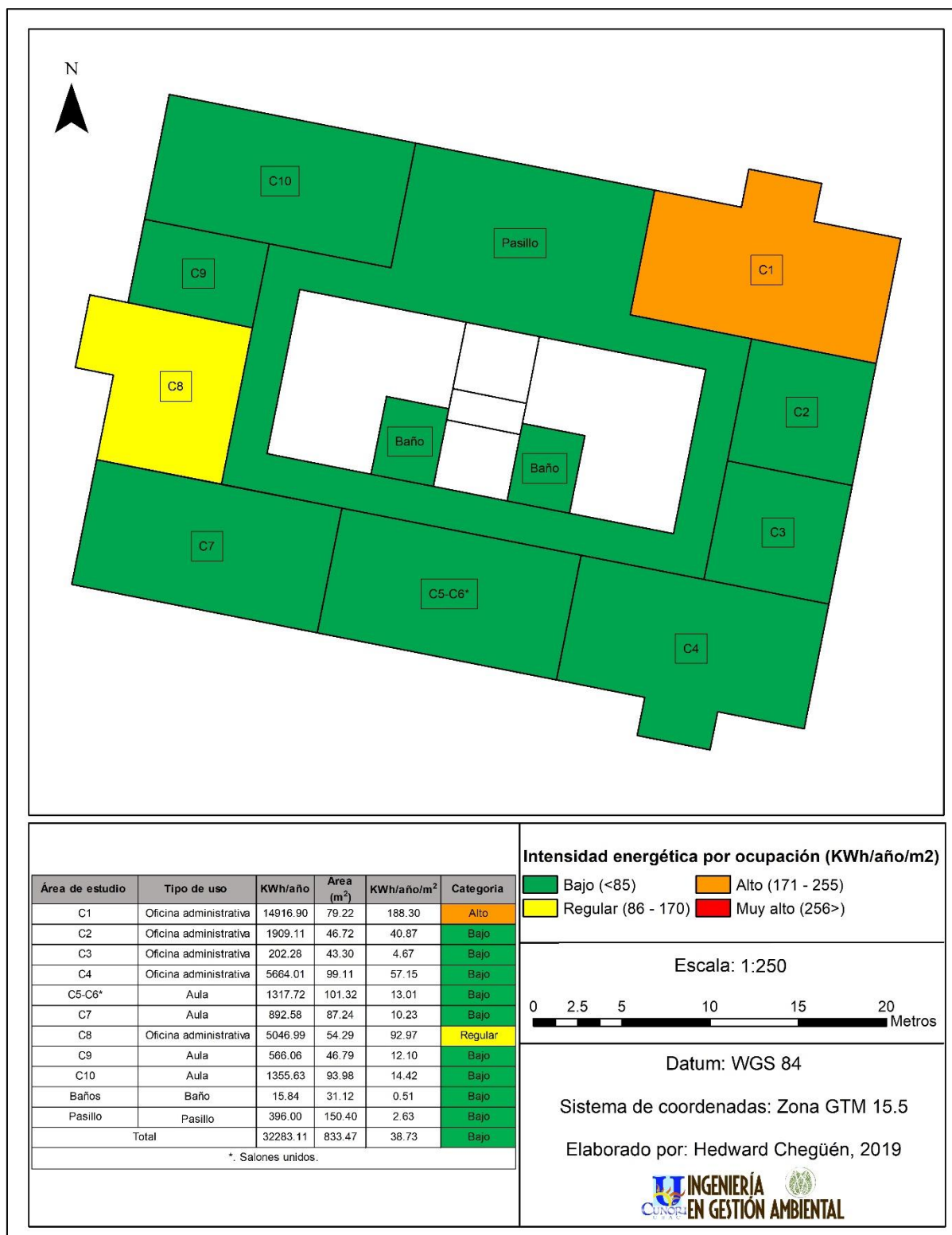
Cuadro 20. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 1

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
C1	Oficina administrativa	14916.90	79.22	188.30	Alto
C2	Oficina administrativa	1909.11	46.72	40.87	Bajo
C3	Oficina administrativa	202.28	43.30	4.67	Bajo
C4	Oficina administrativa	5664.01	99.11	57.15	Bajo
C5-C6*	Aula	1317.72	101.32	13.01	Bajo
C7	Aula	892.58	87.24	10.23	Bajo
C8	Oficina administrativa	5046.99	54.29	92.97	Regular
C9	Aula	566.06	46.79	12.10	Bajo
C10	Aula	1355.63	93.98	14.42	Bajo
Baños	Baño	15.84	31.12	0.51	Bajo
Pasillo	Pasillo	396.00	150.40	2.63	Bajo
Total		32283.11	833.47	38.73	Bajo
*. Salones unidos.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 13 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el tercer nivel del edificio 1.

Figura 13. Intensidad energética por ocupación en el tercer nivel del edificio 1



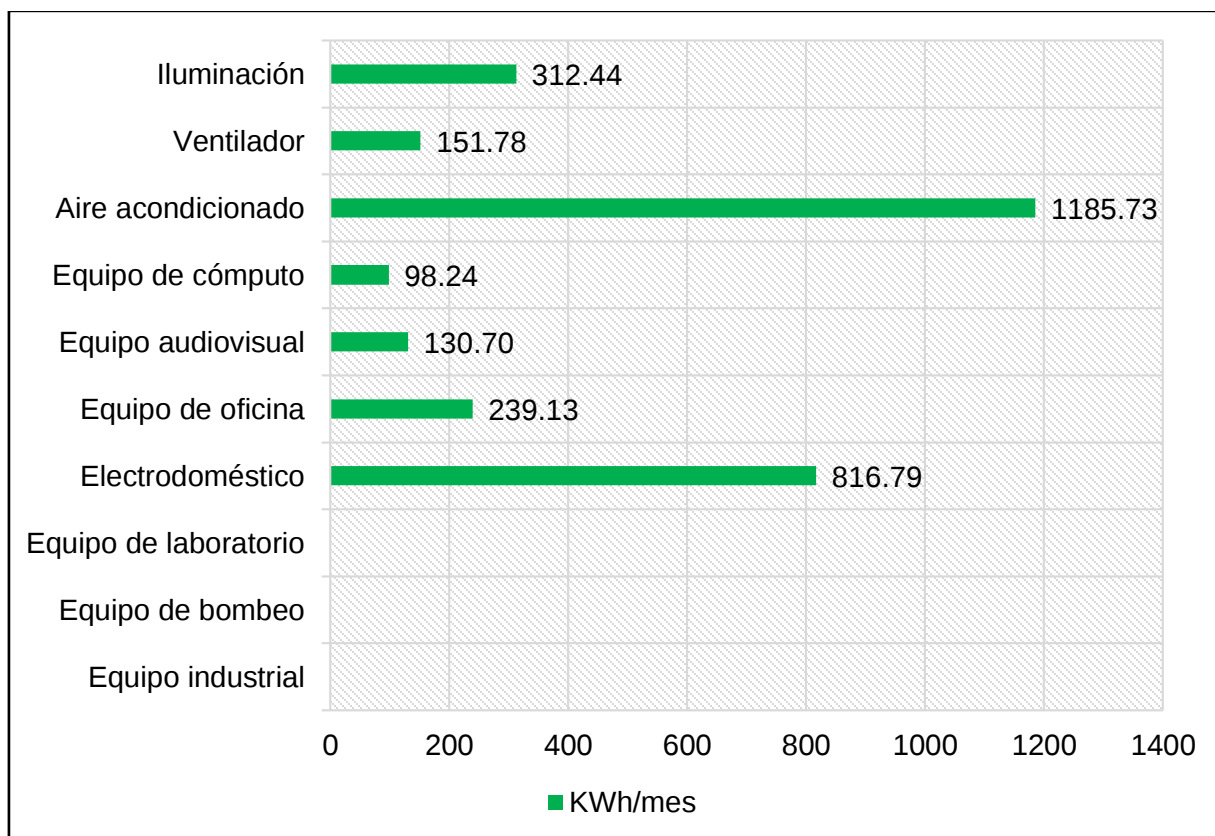
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 12 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 1,185.73 KWh/mes equivalente al 40.4% del consumo total de energía eléctrica en el tercer nivel del edificio 1, en dicho piso se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split, minisplit y ventana en las oficinas administrativas C1, C2, C3, C4 y C8 (Apéndice 11).

Posteriormente, el consumo de los equipos electrodomésticos en el tercer nivel es de 816.79 KWh/mes, esto se debe al uso de electrodomésticos como refrigeradoras, cafeteras, microondas y dispensadores de agua, los cuales se encuentran instalados en las oficinas administrativas C1, C2, C4 y C8 (Apéndice 11).

Grafica 12. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el tercer nivel del edificio 1



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.8 Consumo teórico de energía eléctrica en el edificio 2

a) Primer nivel

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 21 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el primer nivel del edificio 2, donde se observa que el consumo total en dicho piso es de 8,047.78 KWh/mes, el cual se distribuye en oficinas administrativas, áreas de exposición, biblioteca, uso común, baños y pasillo.

En el primer nivel del edificio 2 el área de mayor consumo es la oficina administrativa I7 con 2,225.12 KWh/mes equivalente al 27.65% del total de energía eléctrica consumida, principalmente por los equipos de aire acondicionado y electrodomésticos. En la biblioteca ubicada en el I3 se consumen 1,638.83 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de aire acondicionado y electrodomésticos (Apéndice 12).

Cuadro 21. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 2

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
I1	Oficina administrativa	7.55	1134.05	14.09
I2	Oficina administrativa	9.27	958.91	11.92
I3	Biblioteca	7.42	1638.83	20.36
I4	Área de exposición	5.64	270.90	3.37
I5*	Uso común	0.10	0.42	0.01
I5	Oficina administrativa	4.35	580.24	7.21
I6	Oficina administrativa	3.07	217.51	2.70
I7	Oficina administrativa	14.00	2225.12	27.65
Baños	Baño	0.07	1.73	0.02
Bomba	Uso común	2.86	931.85	11.58
Info. académica**	Oficina administrativa	0.12	13.57	0.17
Pasillo	Pasillo	1.04	74.66	0.93
Total		55.50	8047.78	100
*. Bodega anexa a Postgrados. *. Oficina de información académica.				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 22 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el primer nivel del edificio 2, el área de mayor intensidad energética por ocupación es el espacio donde se encuentra instalada la bomba la distribución de agua en el edificio con 627.39 KWh/año/m² con una categoría muy alta, seguido por la por la oficina administrativa de I7 con 209.74 KWh/año/m² ocupando una categoría alta.

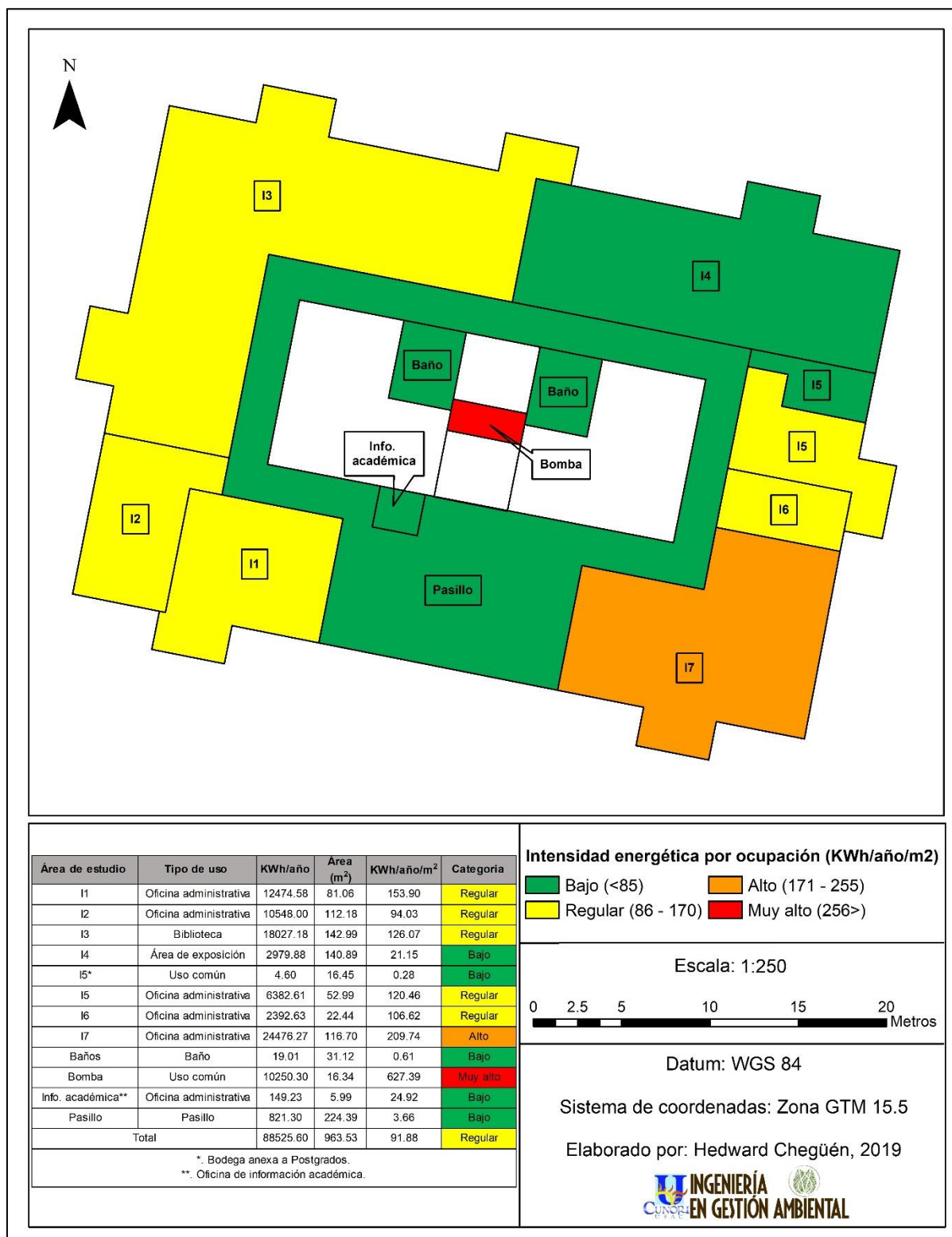
Cuadro 22. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del primer nivel del edificio 2

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
I1	Oficina administrativa	12474.58	81.06	153.90	Regular
I2	Oficina administrativa	10548.00	112.18	94.03	Regular
I3	Biblioteca	18027.18	142.99	126.07	Regular
I4	Área de exposición	2979.88	140.89	21.15	Bajo
I5*	Uso común	4.60	16.45	0.28	Bajo
I5	Oficina administrativa	6382.61	52.99	120.46	Regular
I6	Oficina administrativa	2392.63	22.44	106.62	Regular
I7	Oficina administrativa	24476.27	116.70	209.74	Alto
Baños	Baño	19.01	31.12	0.61	Bajo
Bomba	Uso común	10250.30	16.34	627.39	Muy alto
Info. académica**	Oficina administrativa	149.23	5.99	24.92	Bajo
Pasillo	Pasillo	821.30	224.39	3.66	Bajo
Total		88525.60	963.53	91.88	Regular
*. Bodega anexa a Postgrados. **. Oficina de información académica.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 14 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el primer nivel del edificio 2.

Figura 14. Intensidad energética por ocupación en el primer nivel del edificio 2



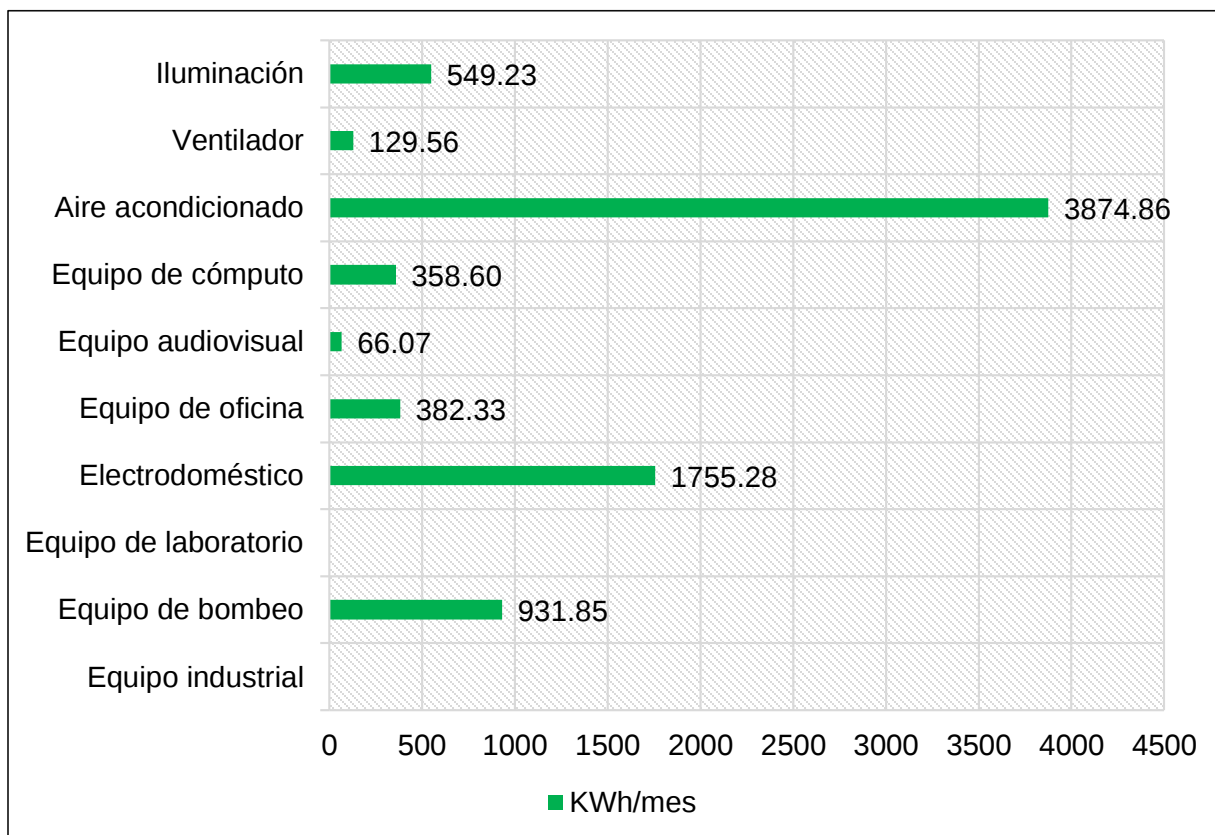
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 13 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 3,874.86 KWh/mes equivalente al 39.63% del consumo total de energía eléctrica en el primer nivel del edificio 2, en dicho piso se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split y minisplit en las áreas I1, I2, I3, I4, I5 e I7 (Apéndice 12).

Posteriormente, el consumo de los equipos electrodomésticos en el primer nivel es de 1,755.28 KWh/mes, esto se debe al uso de electrodomésticos como refrigeradoras, cafeteras, microondas y dispensadores de agua, los cuales se encuentran instalados en las oficinas administrativas I1, I2, I3, I5, I7 (Apéndice 12).

Gráfica 13. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el primer nivel del edificio 2



Fuente: Elaboración propia, 2019.

b) Segundo nivel

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 23 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 2, donde se observa que el consumo total en dicho piso es de 1,986.74 KWh/mes, el cual se distribuye en aulas, laboratorio, oficina administrativa, baños y pasillo.

En el segundo nivel del edificio 2 el área de mayor consumo es la oficina administrativa J6 con 794.15 KWh/mes equivalente al 39.97% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado y equipos de cómputo. El aula ubicada en el J1 se consume 556.83 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de aires acondicionados y electrodomésticos (Apéndice 12).

Cuadro 23. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 2

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
J1	Aula	6.88	556.83	28.03
J2	Aula	0.65	79.23	3.99
J3	Aula	0.73	43.98	2.21
J4	Aula	1.68	62.86	3.16
J5*	Laboratorio	0.86	21.73	1.09
J6	Oficina administrativa	8.74	794.15	39.97
J7	Aula	1.08	87.10	4.38
J8	Aula	0.74	55.78	2.81
J9	Aula	3.00	37.35	1.88
J10	Aula	1.67	197.91	9.96
Baños	Baño	0.04	0.86	0.04
Pasillo	Pasillo	0.82	48.96	2.46
Total		26.88	1986.74	100
*. Laboratorio de cómputo				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 24 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el segundo nivel del edificio 2, donde el área de mayor intensidad energética por ocupación es la oficina administrativa J6 con 117.87 KWh/año/m² con una categoría regular, seguidamente por el aula J1 con 55.19 KWh/año/m² ocupando una categoría baja.

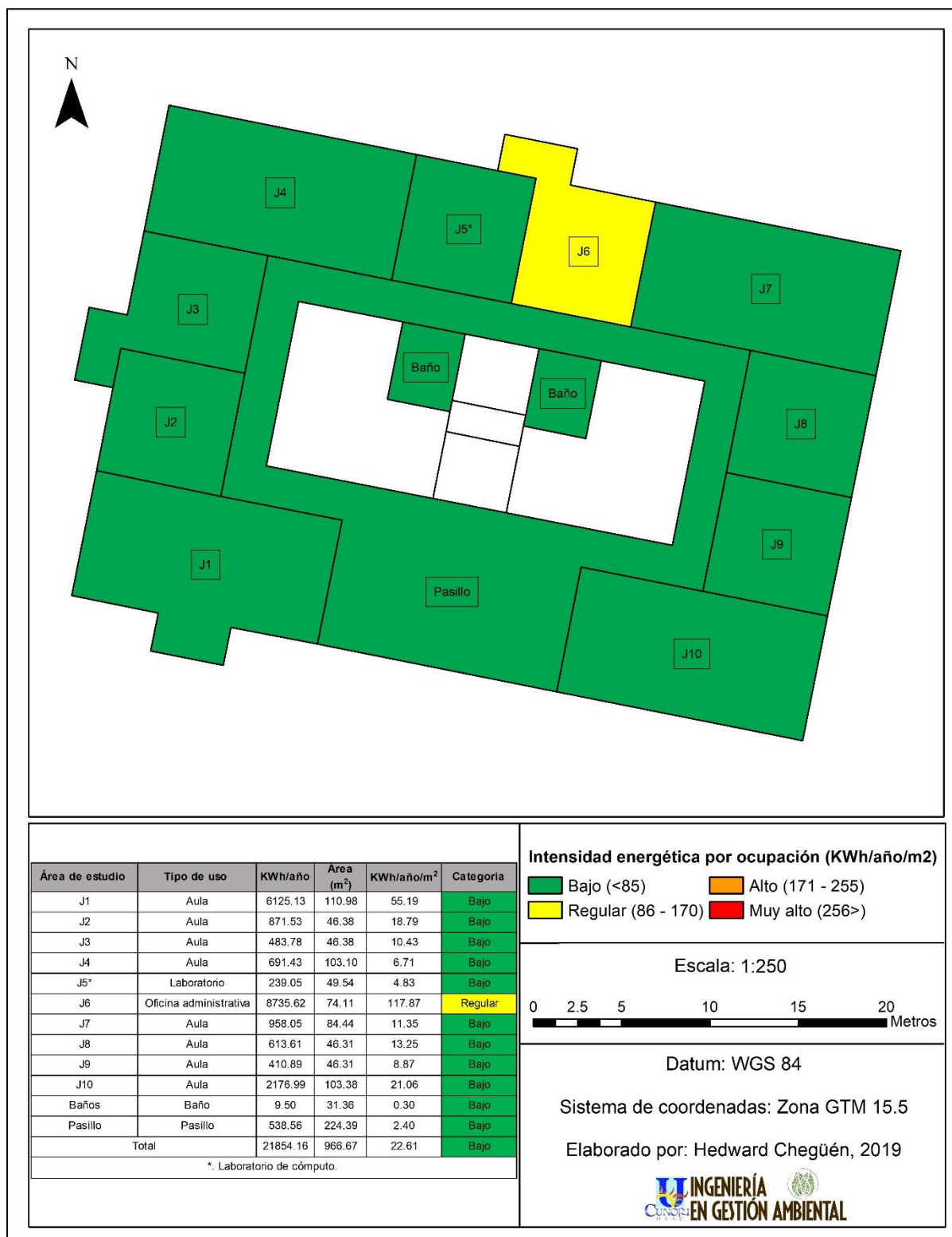
Cuadro 24. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del segundo nivel del edificio 2

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
J1	Aula	6125.13	110.98	55.19	Bajo
J2	Aula	871.53	46.38	18.79	Bajo
J3	Aula	483.78	46.38	10.43	Bajo
J4	Aula	691.43	103.10	6.71	Bajo
J5*	Laboratorio	239.05	49.54	4.83	Bajo
J6	Oficina administrativa	8735.62	74.11	117.87	Regular
J7	Aula	958.05	84.44	11.35	Bajo
J8	Aula	613.61	46.31	13.25	Bajo
J9	Aula	410.89	46.31	8.87	Bajo
J10	Aula	2176.99	103.38	21.06	Bajo
Baños	Baño	9.50	31.36	0.30	Bajo
Pasillo	Pasillo	538.56	224.39	2.40	Bajo
Total		21854.16	966.67	22.61	Bajo
*. Laboratorio de cómputo.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 15 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el segundo nivel del edificio 2.

Figura 15. Intensidad energética por ocupación en el segundo nivel del edificio 2



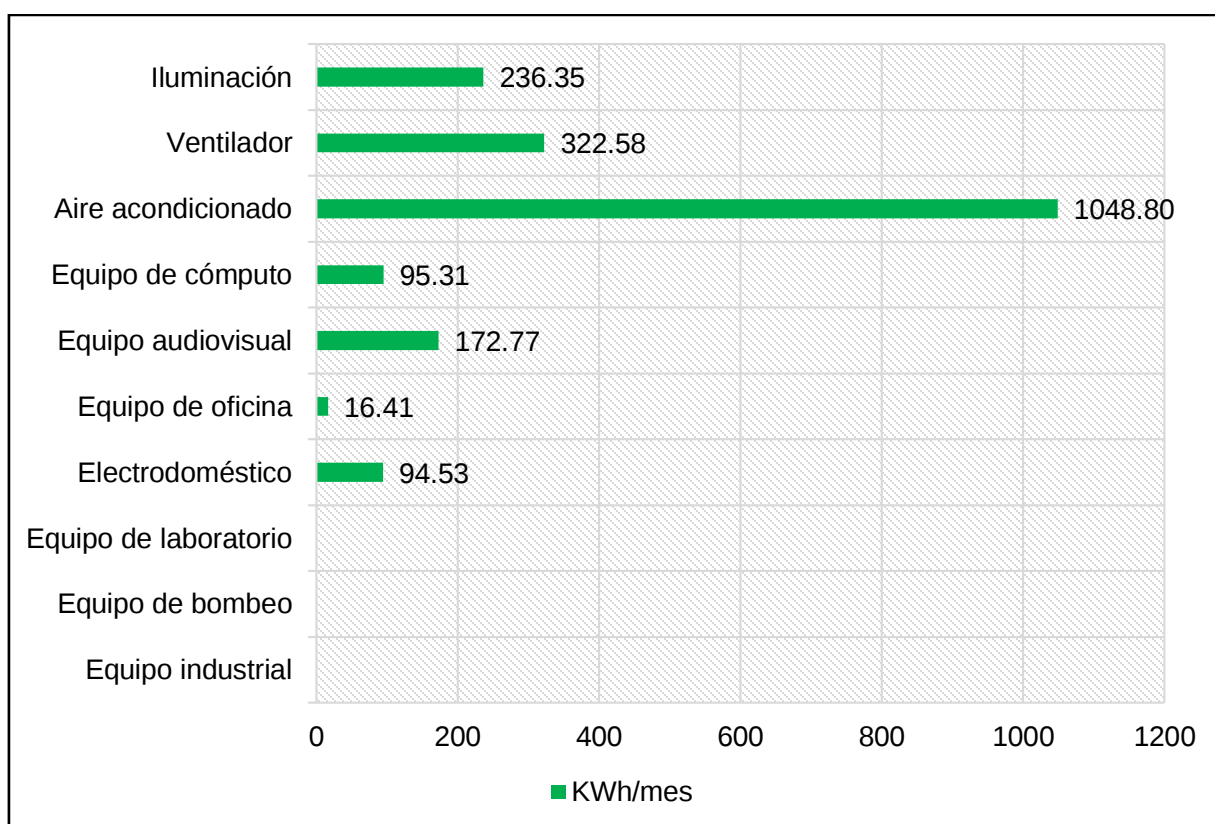
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 14 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 1,048.8 KWh/mes equivalente al 52.79% del consumo total de energía eléctrica en el segundo nivel del edificio 2, en dicho piso se encuentran instalados los aires acondicionados de tipo split y minisplit en las áreas J1, J6 y J9 (Apéndice 12).

Posteriormente, el consumo correspondiente por el uso de ventiladores en el segundo nivel es de 322.58 KWh/mes, esto se debe al uso continuo de las aulas en los horarios establecidos por las carreras para realizar las actividades de docencia en los espacios J1, J2, J3, J4, J5, J7, J8, J10 (Apéndice 12).

Gráfica 14. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el segundo nivel del edificio 2



Fuente: Elaboración propia, 2019.

c) Tercer nivel

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 25 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el tercer nivel del edificio 2, donde se observa que el consumo total en dicho piso es de 821.01 KWh/mes, el cual se distribuye principalmente en laboratorios y menor medida en aulas, baños y pasillo.

En el tercer nivel del edificio 2 el área de mayor consumo es el laboratorio de cómputo K5 con 432.31 KWh/mes equivalente al 52.66% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado y equipos de cómputo. En el laboratorio de microbiología K3 se consumen 106.38 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de aires acondicionados y equipos de laboratorio, el K3 es un laboratorio destinado a prácticas introductorias en el uso de instrumentos básicos de laboratorio, por lo cual se utilizan equipos de cargas eléctricas bajas (Apéndice 12).

Cuadro 25. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 2

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
K1	Laboratorio	1.07	29.59	3.60
K2	Laboratorio	3.34	100.29	12.22
K3	Laboratorio	4.26	106.38	12.96
K4	Aula	0.65	42.64	5.19
K5*	Laboratorio	4.48	432.31	52.66
K6	Laboratorio	1.99	96.33	11.73
K7	Laboratorio	0.95	6.13	0.75
K8	Laboratorio	0.35	2.32	0.28
Baños	Baño	0.12	1.67	0.20
Pasillo	Pasillo	0.96	3.34	0.41
Total		18.18	821.01	100
*. Laboratorio de cómputo				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 26 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el tercer nivel del edificio 2, donde el área de mayor intensidad energética por ocupación es el laboratorio de cómputo K5 con 106.74 KWh/año/m² con una categoría regular, seguidamente por el aula K4 con 12.50 KWh/año/m² ocupando una categoría baja.

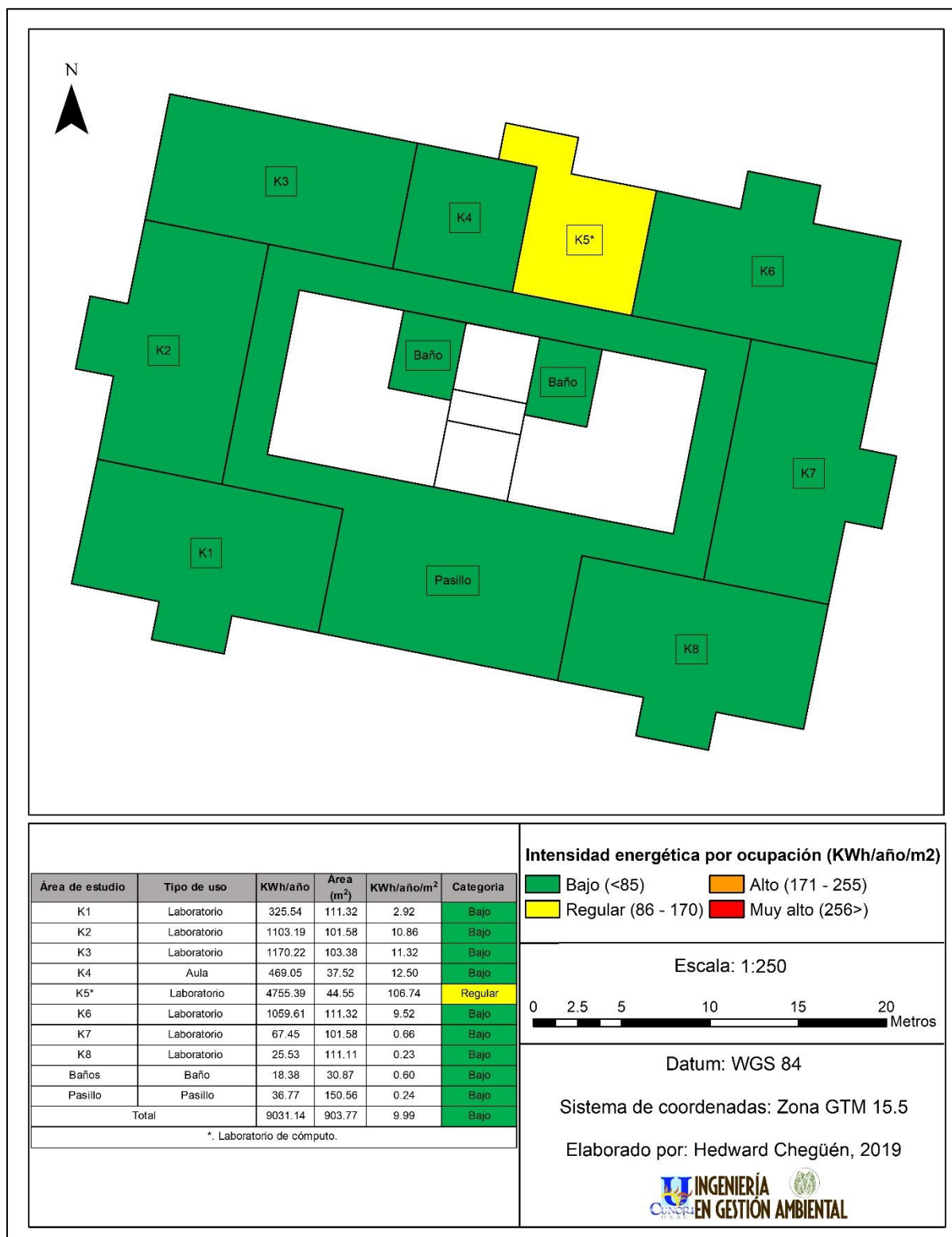
Cuadro 26. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del tercer nivel del edificio 2

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
K1	Laboratorio	325.54	111.32	2.92	Bajo
K2	Laboratorio	1103.19	101.58	10.86	Bajo
K3	Laboratorio	1170.22	103.38	11.32	Bajo
K4	Aula	469.05	37.52	12.50	Bajo
K5*	Laboratorio	4755.39	44.55	106.74	Regular
K6	Laboratorio	1059.61	111.32	9.52	Bajo
K7	Laboratorio	67.45	101.58	0.66	Bajo
K8	Laboratorio	25.53	111.11	0.23	Bajo
Baños	Baño	18.38	30.87	0.60	Bajo
Pasillo	Pasillo	36.77	150.56	0.24	Bajo
Total		9031.14	903.77	9.99	Bajo
*. Laboratorio de cómputo.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 16 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el tercer nivel del edificio 2.

Figura 16. Intensidad energética por ocupación en el tercer nivel del edificio 2



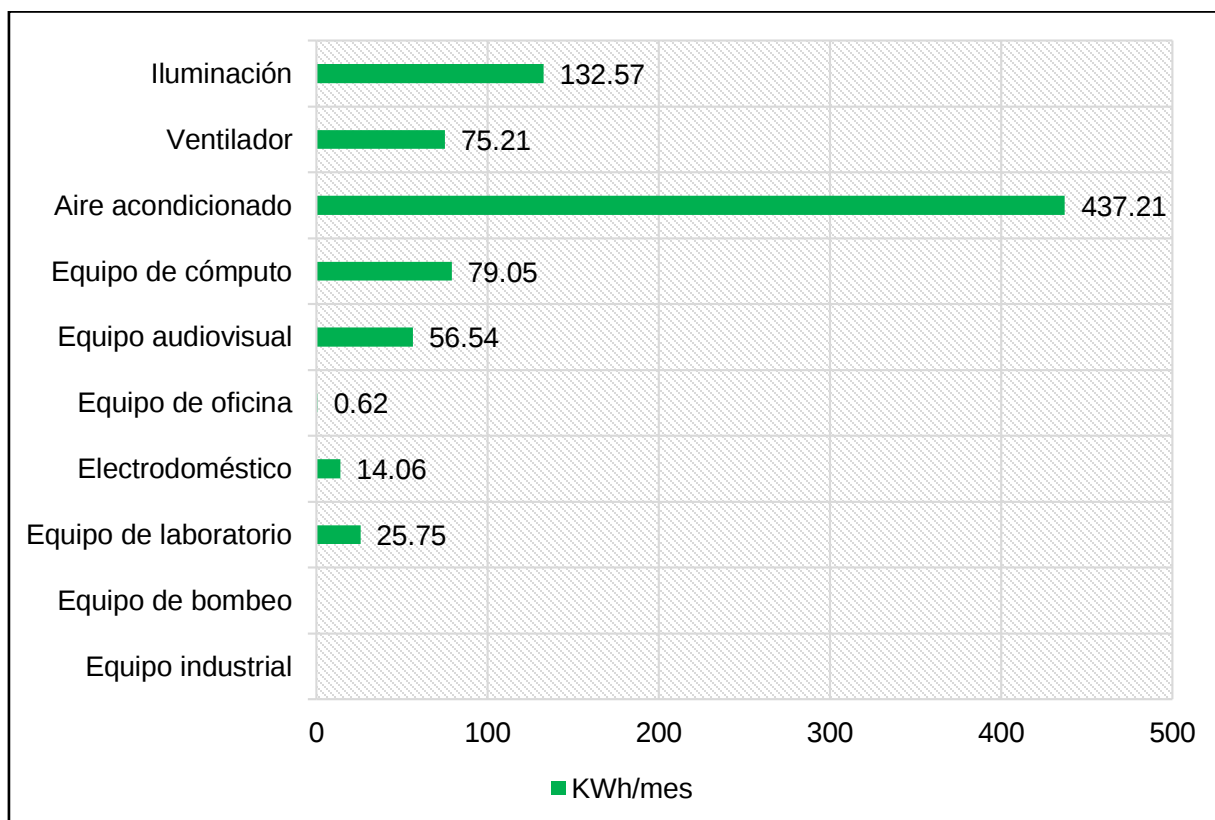
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 15 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 437.21 KWh/mes equivalente al 53.25% del consumo total de energía eléctrica en el tercer nivel del edificio 2, en dicho piso se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split y minisplit en las áreas K2, K3 y K5 (Apéndice 12).

Posteriormente, el consumo correspondiente por el uso de iluminación en el tercer nivel es de 132.57 KWh/mes, esto se debe al uso de lámparas tipo fluorescente, principalmente en las practicas realizadas en los horarios establecidos por las carreras que utilizan los espacios K1, K2, K3, K4, K5, K6 y K7 (Apéndice 12).

Gráfica 15. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el tercer nivel del edificio 2



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.9 Consumo teórico de energía eléctrica en el área de módulos

a) Módulo D

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 27 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio en el módulo D, donde se observa que el consumo total en dicha edificación es de 850.92 KWh/mes, el cual se distribuye en oficinas administrativas, aulas, baño y pasillo.

En el módulo D el área de mayor consumo es la oficina administrativa D4 con 446.32 KWh/mes equivalente al 52.45% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado, electrodomésticos, equipos de cómputo e iluminación.

En la oficina administrativa ubicada en el área D3 se consumen 364.82 KWh/mes, dicho consumo se encuentra distribuido principalmente en los equipos de aire acondicionado e iluminación (Apéndice 13). El rubro por iluminación cuenta con un consumo considerable, debido a la cantidad de luminarias y la tecnología de la misma, siendo esta de tipo fluorescente.

Cuadro 27. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo D

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
D1	Aula	0.58	23.04	2.71
D2	Uso común	1.88	11.12	1.31
D3	Oficina administrativa	4.17	364.82	42.87
D4	Oficina administrativa	4.14	446.32	52.45
Baños	Baño	0.02	1.30	0.15
Pasillo	Pasillo	0.07	4.32	0.51
Total		10.86	850.92	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 28 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el módulo D, donde el área de mayor intensidad energética por ocupación le corresponde a la oficina administrativa D3 con 72.99 KWh/año/m², ubicándola en una categoría baja de intensidad energética.

En el módulo se encuentra la oficina administrativa D4, la cual es la segunda área con mayor intensidad energética por ocupación en la edificación con 62.75 KWh/año/m², de acuerdo a la escala establecida para intensidad energética el área D4 ocupa una categoría baja.

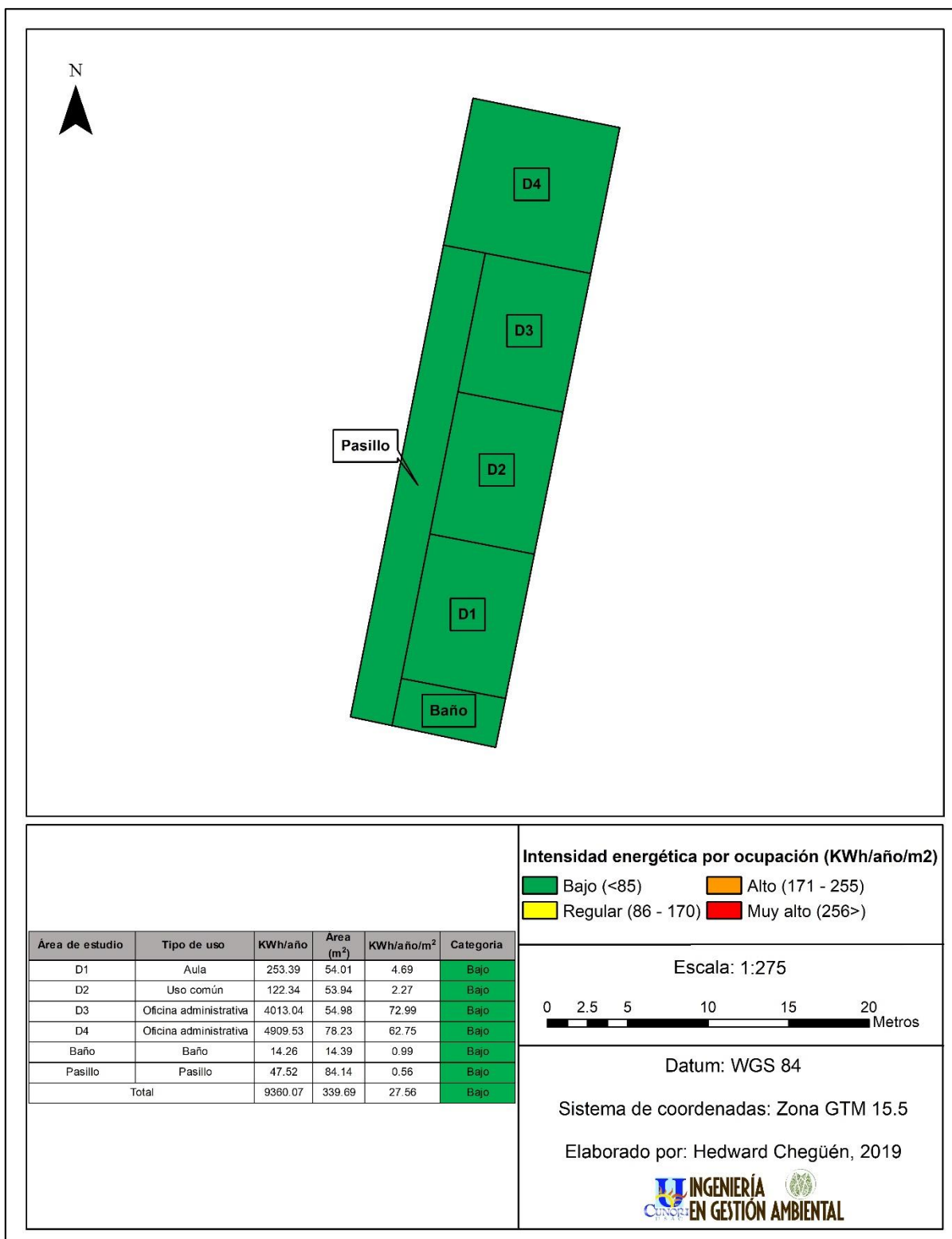
Cuadro 28. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo D

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
D1	Aula	253.39	54.01	4.69	Bajo
D2	Uso común	122.34	53.94	2.27	Bajo
D3	Oficina administrativa	4013.04	54.98	72.99	Bajo
D4	Oficina administrativa	4909.53	78.23	62.75	Bajo
Baño	Baño	14.26	14.39	0.99	Bajo
Pasillo	Pasillo	47.52	84.14	0.56	Bajo
Total		9360.07	339.69	27.56	Bajo
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 17 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el módulo D.

Figura 17. Intensidad energética por ocupación en el módulo D



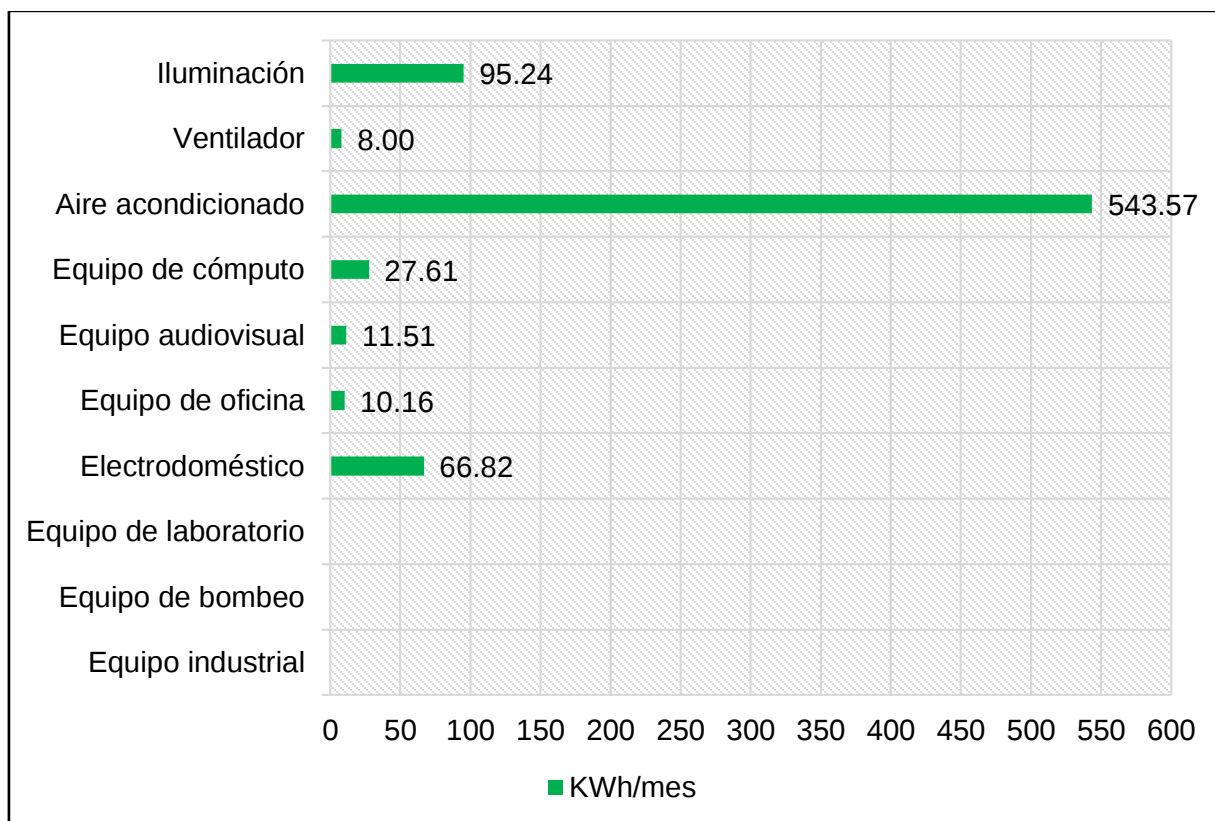
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 16 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 543.57 KWh/mes equivalente al 71.25% del consumo total de energía eléctrica en el módulo D, en dicha edificación se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split y minisplit en las oficinas administrativas D3 y D4 (Apéndice 13).

Posteriormente, el consumo correspondiente por el uso de iluminación en el módulo D es de 95.24 KWh/mes, esto se debe al uso lámparas de tipo LED, las cuales son utilizadas en horarios matutinos respectivamente en aulas y oficinas administrativas, durante la jornada nocturna son utilizadas en los pasillos.

Gráfica 16. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo D



Fuente: Elaboración propia, 2019.

b) Módulo E

• Consumo teórico de energía eléctrica por áreas

En el cuadro 29 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el módulo E, donde se observa que el consumo total en dicha edificación es de 1,664.91 KWh/mes, el cual se distribuye en aulas, oficina administrativa, baño y pasillo.

En el módulo E el área de mayor consumo es la oficina administrativa E4 con 1,307.54 KWh/mes equivalente al 78.54% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado, equipos de cómputo, iluminación, electrodomésticos y ventiladores.

En el aula ubicada en el área E3 se consumen 191.16 KWh/mes, dicho consumo se encuentra distribuido principalmente por iluminación, equipos audiovisuales y ventiladores (Apéndice 13). En el E3 el rubro por iluminación es el de mayor consumo, debido a la cantidad de luminarias instaladas, las cuales cuentan con una tecnología de tipo fluorescente.

Cuadro 29. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo E

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
E1	Aula	5.81	79.77	4.79
E2	Aula	0.89	81.76	4.91
E3	Aula	1.10	191.16	11.48
E4*	Oficina administrativa	3.50	1307.54	78.54
Baños	Baño	0.02	0.36	0.02
Pasillo	Pasillo	0.07	4.32	0.26
Total		11.39	1664.91	100.00
*. Bufete popular.				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 30 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el módulo E, donde el área de mayor intensidad energética es la oficina administrativa E4 con 187.86 KWh/año/m², ubicándola en una categoría alta de intensidad energética.

En el módulo se encuentra el aula E3, la cual es la segunda área con mayor intensidad energética por ocupación en la edificación con 39 KWh/año/m², de acuerdo a la escala establecida para intensidad energética el área E3 ocupa una categoría baja.

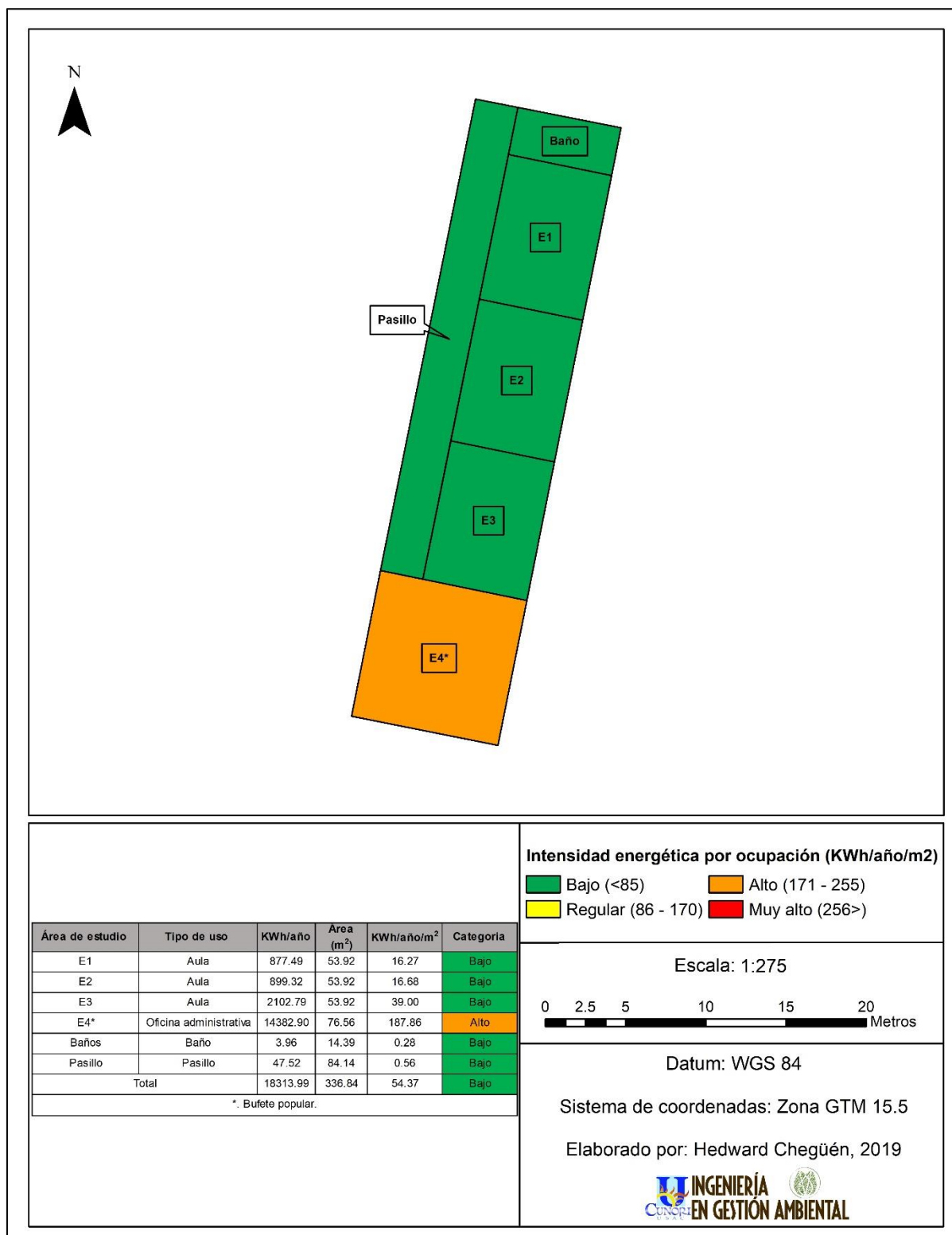
Cuadro 30. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo E

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
E1	Aula	877.49	53.92	16.27	Bajo
E2	Aula	899.32	53.92	16.68	Bajo
E3	Aula	2102.79	53.92	39.00	Bajo
E4*	Oficina administrativa	14382.90	76.56	187.86	Alto
Baños	Baño	3.96	14.39	0.28	Bajo
Pasillo	Pasillo	47.52	84.14	0.56	Bajo
Total		18313.99	336.84	54.37	Bajo
*. Bufete popular.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 18 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el módulo E.

Figura 18. Intensidad energética por ocupación en el módulo E



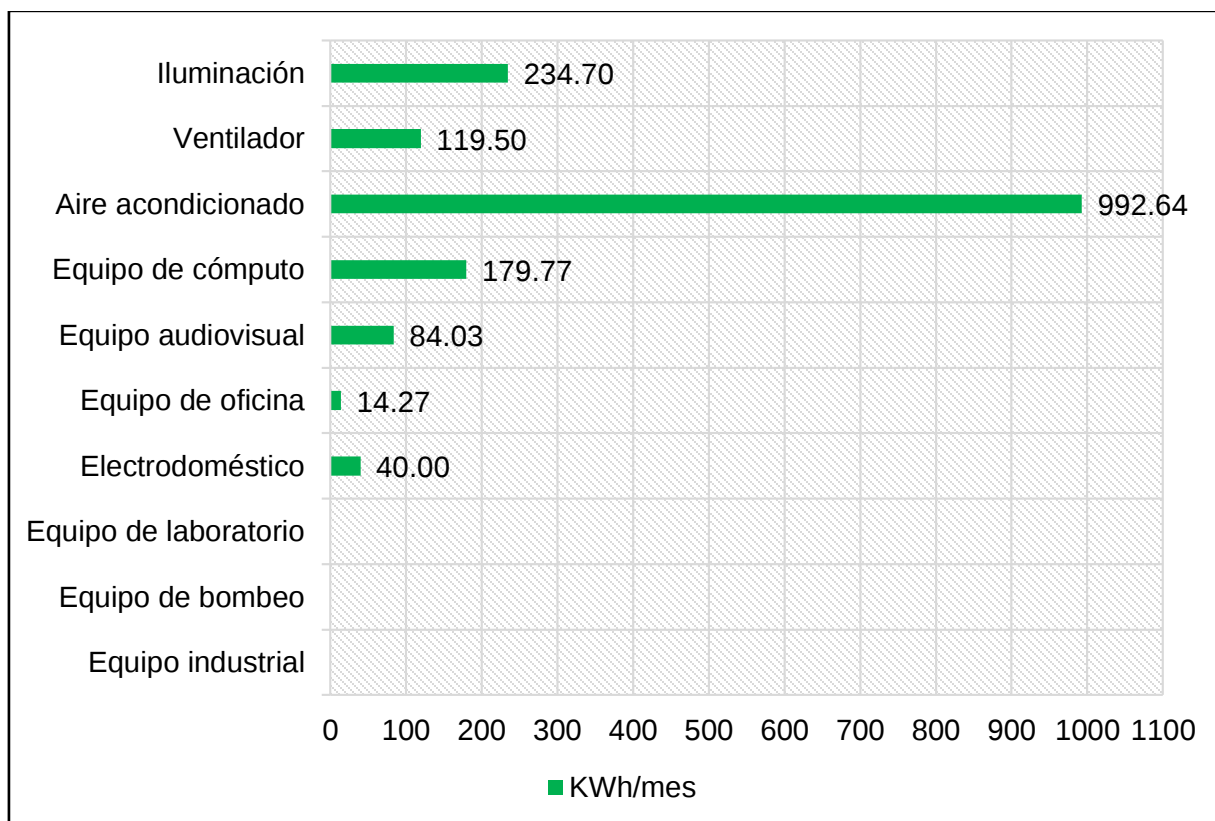
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 17 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 992.64 KWh/mes equivalente al 59.62% del consumo total de energía eléctrica en el módulo E, en dicha edificación se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split y minisplit en el aula E1 y la oficina administrativa E4 (Apéndice 13).

Posteriormente, el consumo correspondiente por el uso de iluminación en el módulo E es de 234.7 KWh/mes, esto se debe al uso lámparas de tipo fluorescentes y menor cantidad tipo LED, las cuales son utilizadas en horarios matutinos y vespertino en las oficinas administrativas y aulas, durante la jornada nocturna son utilizadas en los pasillos.

Gráfica 17. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo E



Fuente: Elaboración propia, 2019.

d) Módulo F

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 31 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el módulo F, donde se observa que el consumo total en dicha edificación es de 2,147.56 KWh/mes, el cual se distribuye en aula, laboratorios, oficina administrativa, baño y pasillo.

En el módulo F el área de mayor consumo es la oficina administrativa F1 con 937.24 KWh/mes equivalente al 43.64% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado, electrodomésticos y equipos de cómputo.

En el laboratorio de geomática en el F4 se consumen 859.35 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de aires acondicionado, equipos de laboratorio y de cómputo (Anexo 13). Los equipos de aire acondicionado funcionan cercano a las 24 horas del día, debido a que en el laboratorio se encuentran los servidores de la estación meteorológica de la carrera de ingeniería en administración de tierras, dicho equipo necesita una temperatura y refrigeración adecuada para su óptimo funcionamiento.

Cuadro 31. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo F

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
F1	Oficina administrativa	7.448	937.24	43.64
F2*	Laboratorio	4.242	296.06	13.79
F3	Aula	1.582	50.17	2.34
F4**	Laboratorio	4.993	859.35	40.02
Baños	Baño	0.018	0.43	0.02
Pasillo	Pasillo	0.072	4.32	0.20
Total		18.36	2147.56	100.00
*. Laboratorio de cómputo. **. Laboratorio de geomática.				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 32 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el módulo F, donde el área de mayor intensidad energética por ocupación es la oficina administrativa F1 con 188.96 KWh/año/m², ubicándola en una categoría alta de intensidad energética.

En el módulo se encuentra el laboratorio F4, el cual es la segunda área con mayor intensidad energética por ocupación en la edificación con 120.83 KWh/año/m², de acuerdo a la escala establecida para intensidad energética el área F4 ocupa una categoría regular.

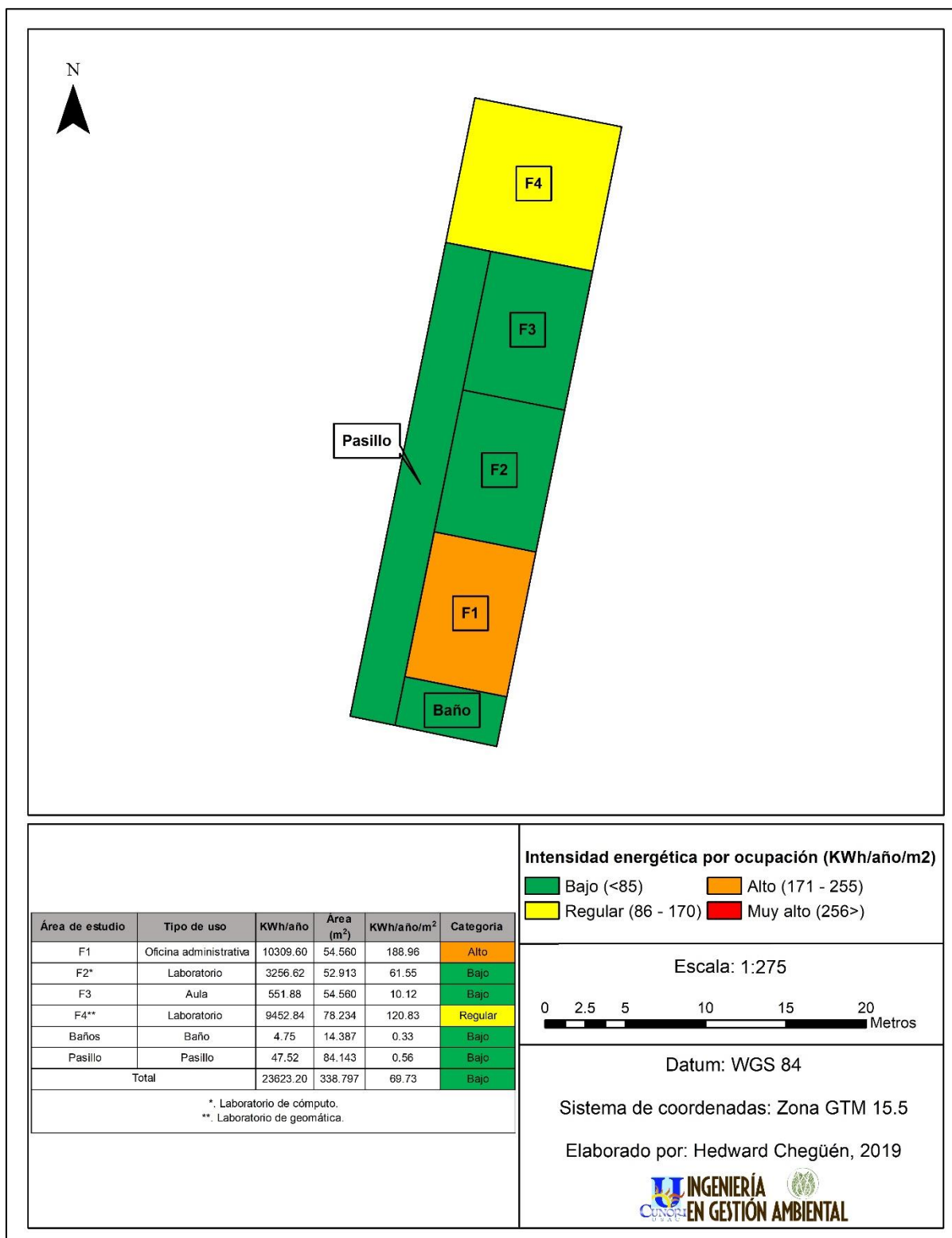
Cuadro 32. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo F

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
F1	Oficina administrativa	10309.60	54.560	188.96	Alto
F2*	Laboratorio	3256.62	52.913	61.55	Bajo
F3	Aula	551.88	54.560	10.12	Bajo
F4**	Laboratorio	9452.84	78.234	120.83	Regular
Baños	Baño	4.75	14.387	0.33	Bajo
Pasillo	Pasillo	47.52	84.143	0.56	Bajo
Total		23623.20	338.797	69.73	Bajo
*. Laboratorio de cómputo. **. Laboratorio de geomática.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 19 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el módulo F.

Figura 19. Intensidad energética por ocupación en el módulo F



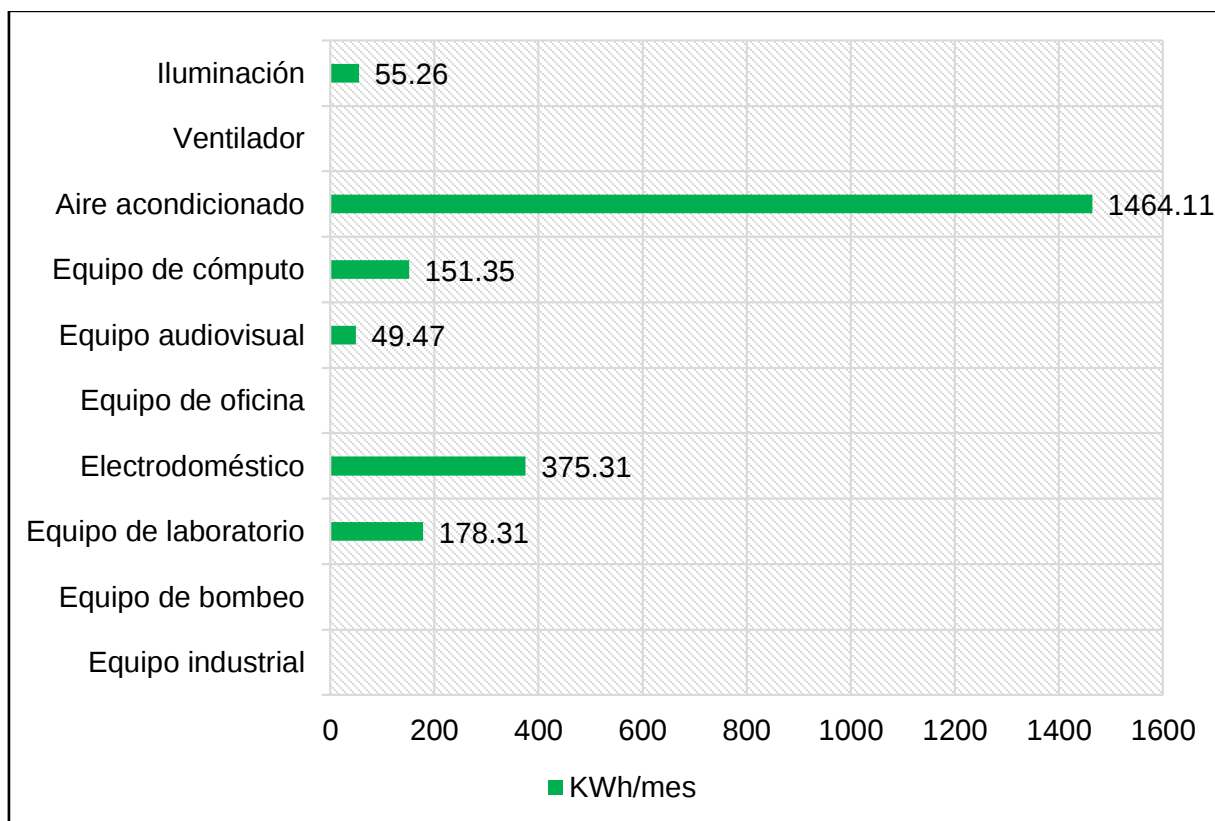
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 18 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 1,464.11 KWh/mes equivalente al 64.39% del consumo total de energía eléctrica en el módulo F, en dicha edificación se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split, minisplit y tipo ventana en la oficina administrativa F1 y los laboratorios de cómputo F2 y F4 (Apéndice 13).

Posteriormente, el consumo de los equipos electrodomésticos en el módulo F es de 375.31 KWh/mes, esto se debe al uso de electrodomésticos como cafeteras, microondas, dispensador de agua y estufa eléctrica, los cuales se encuentran instalados en la oficina administrativa F1 y el aula F3 (Apéndice 13).

Gráfica 18. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo F



Fuente: Elaboración propia, 2019.

d) Módulo G

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 33 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el módulo G, donde se observa que el consumo total en dicha edificación es de 1,511.19 KWh/mes, el cual se distribuye en aula, oficina administrativa, baño y pasillo.

En el módulo G el área de mayor consumo es la oficina administrativa G4 con 783.06 KWh/mes equivalente al 51.82% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado, electrodomésticos, equipos de cómputo y ventiladores.

En el aula ubicada en el área G2 se consumen 370.96 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de la iluminación, aire acondicionado y ventiladores durante el desarrollo de las actividades de docencia (Apéndice 13). La iluminación en el área G2 es el rubro de mayor consumo, debido a la cantidad de luminarias instaladas en dicha área, siendo estas en su totalidad de tipo fluorescente.

Cuadro 33. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo G

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
G1	Aula	1.34	197.77	13.09
G2	Aula	3.84	370.96	24.55
G3	Aula	4.84	154.67	10.23
G4*	Oficina administrativa	6.62	783.06	51.82
Baños	Baño	0.02	0.43	0.03
Pasillo	Pasillo	0.07	4.29	0.28
Total		16.72	1511.19	100.00
*. Oficina del centro de promoción de la micro, pequeña y mediana empresa.				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 34 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el módulo G, donde el área de mayor intensidad energética por ocupación es la oficina administrativa G4 con 112.51 KWh/año/m², ubicándola en una categoría regular de intensidad energética.

En el módulo se encuentra el aula G2, la cual es la segunda área con mayor intensidad energética por ocupación en la edificación con 75.60 KWh/año/m², de acuerdo a la escala establecida para intensidad energética el área G2 ocupa una categoría baja.

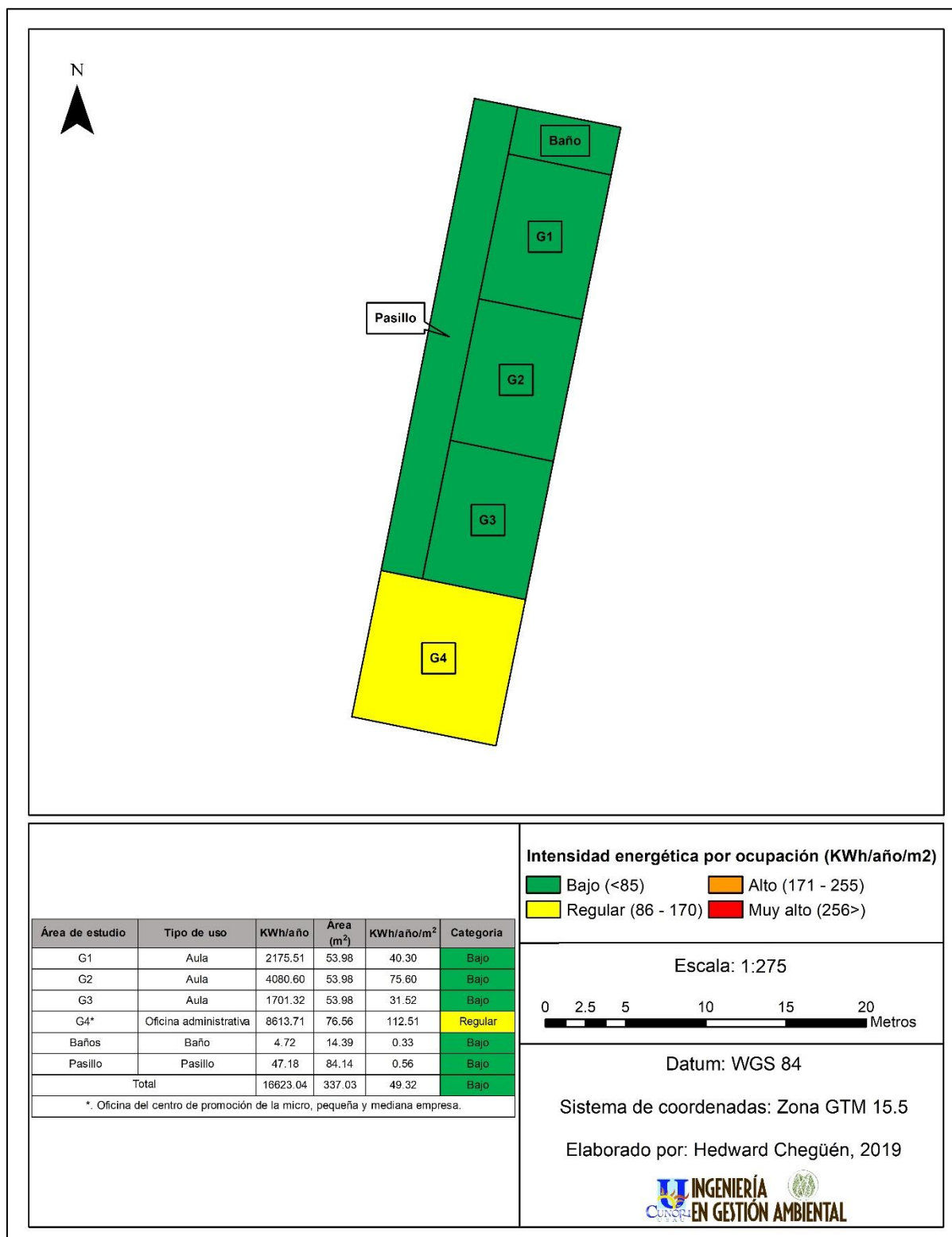
Cuadro 34. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo G

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
G1	Aula	2175.51	53.98	40.30	Bajo
G2	Aula	4080.60	53.98	75.60	Bajo
G3	Aula	1701.32	53.98	31.52	Bajo
G4*	Oficina administrativa	8613.71	76.56	112.51	Regular
Baños	Baño	4.72	14.39	0.33	Bajo
Pasillo	Pasillo	47.18	84.14	0.56	Bajo
Total		16623.04	337.03	49.32	Bajo
*. Oficina del centro de promoción de la micro, pequeña y mediana empresa.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 20 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el módulo G.

Figura 20. Intensidad energética por ocupación en el módulo G



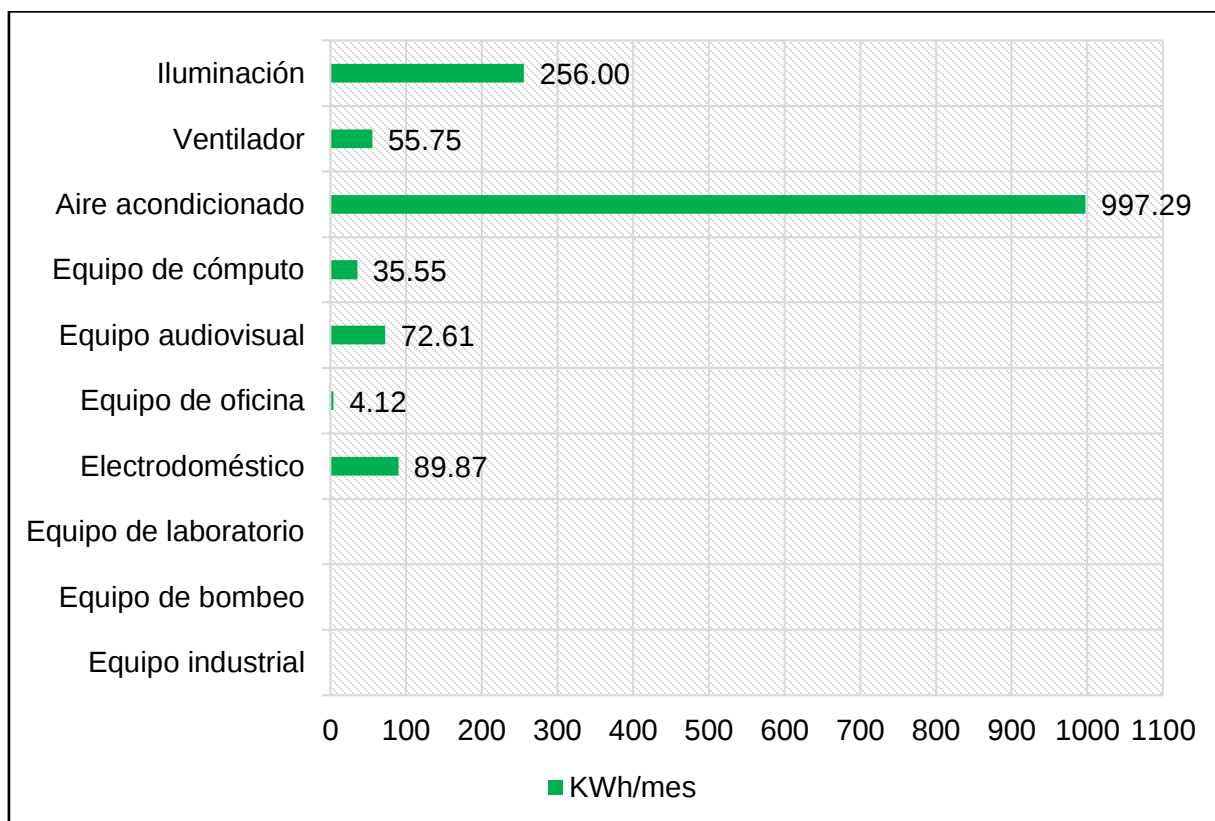
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 19 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 997.29 KWh/mes equivalente al 65.99% del consumo total de energía eléctrica en el módulo G, en dicha edificación se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split y minisplit en las aulas G1, G2 y G3, y en la oficina administrativa G4 (Apéndice 13).

Posteriormente, el consumo correspondiente por el uso de iluminación en el módulo G es de 256 KWh/mes, esto se debe al uso lámparas de tipo fluorescentes las cuales son utilizadas en horarios matutinos y vespertino en las oficinas administrativas y aulas y menor cantidad las lámparas tipo LED, que son utilizadas durante la jornada nocturna en los pasillos.

Gráfica 19. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo G



Fuente: Elaboración propia, 2019.

e) Módulo L

• Consumo teórico de energía eléctrica por áreas

En el cuadro 35 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el módulo L, donde se observa que el consumo total en dicha edificación es de 534.99 KWh/mes, el cual se distribuye en aulas y oficinas administrativas.

En el módulo L el área de mayor consumo es la oficina administrativa de postgrados con 334.96 KWh/mes equivalente al 62.61% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado, cómputo, iluminación, equipos de oficina y ventiladores.

En la oficina administrativa de la carrera de ciencias de la comunicación se consumen 67.26 KWh/mes, dicho consumo se distribuye principalmente en los equipos de aire acondicionado, ventiladores, equipo de cómputo y de oficina (Apéndice 13).

Cuadro 35. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del módulo L

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
L1	Aula	0.75	11.47	2.14
L2	Aula	0.63	35.74	6.68
L3	Aula	0.30	20.18	3.77
L4	Aula	0.74	37.66	7.04
L5	Aula	0.74	27.72	5.18
Oficina CC*	Oficina administrativa	2.10	67.26	12.57
Postgrados**	Oficina administrativa	1.59	334.96	62.61
Total		6.86	534.99	100.00
*. Oficina administrativa de Ciencias de la Comunicación **. Oficina administrativa de Postgrados				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 36 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el módulo L, donde el área de mayor intensidad energética por ocupación es la oficina administrativa de postgrados con 180.99 KWh/año/m², ubicándola en una categoría alta de intensidad energética.

En el módulo se encuentra la oficina administrativa de ciencias de la comunicación, la cual es la segunda área con mayor intensidad energética por ocupación en la edificación con 35.45 KWh/año/m², ocupando una categoría baja.

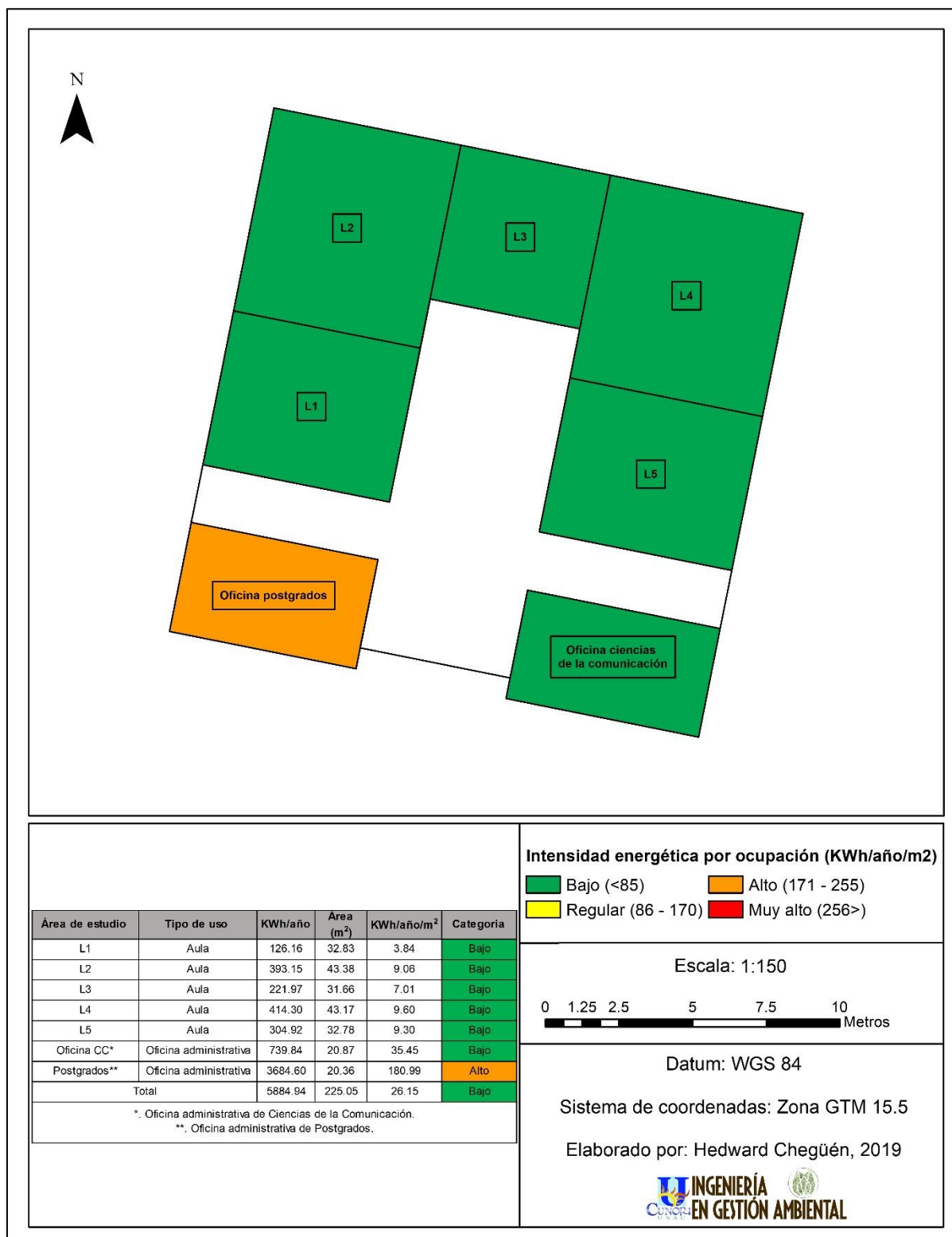
Cuadro 36. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del módulo L

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
L1	Aula	126.16	32.83	3.84	Bajo
L2	Aula	393.15	43.38	9.06	Bajo
L3	Aula	221.97	31.66	7.01	Bajo
L4	Aula	414.30	43.17	9.60	Bajo
L5	Aula	304.92	32.78	9.30	Bajo
Oficina CC*	Oficina administrativa	739.84	20.87	35.45	Bajo
Postgrados**	Oficina administrativa	3684.60	20.36	180.99	Alto
Total		5884.94	225.05	26.15	Bajo
*. Oficina administrativa de Ciencias de la Comunicación. **. Oficina administrativa de Postgrados.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 21 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el módulo L.

Figura 21. Intensidad energética por ocupación en el módulo L



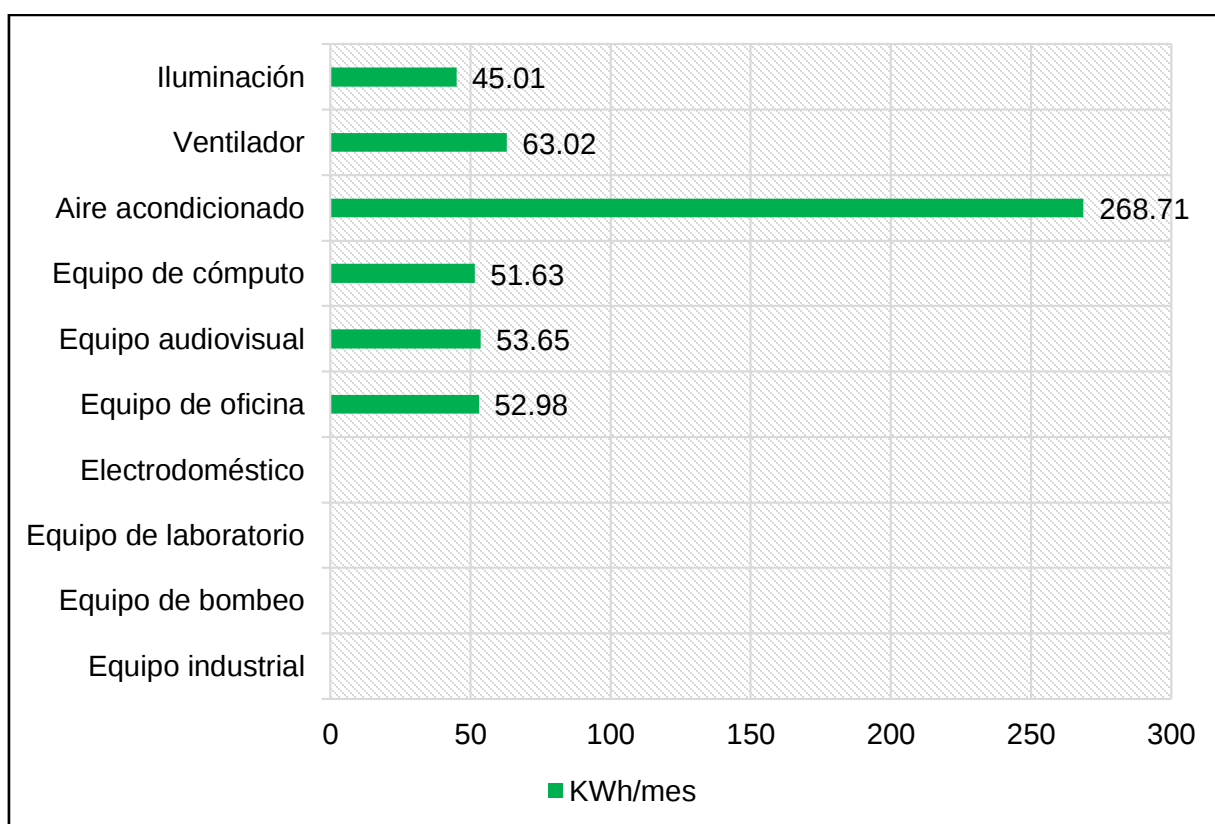
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 20 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 268.71 KWh/mes equivalente al 50.23% del consumo total de energía eléctrica en el módulo L, en dicha edificación se encuentran instalados aires acondicionados de tipo minisplit y ventana en las oficinas administrativas de postgrados y ciencias de la comunicación, y en el aula L1 (Apéndice 13).

Posteriormente, el consumo correspondiente por el uso de ventiladores en el módulo L es de 63.02 KWh/mes, esto se debe al uso de dichos equipos en horarios vespertinos, principalmente en las aulas L2, L4 y L5 (Apéndice 13).

Gráfica 20. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el módulo L



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.10 Consumo teórico en el área de uso común

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 37 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en los espacios ubicados en el área de uso común del sector de edificaciones, donde se puede observar que el consumo total es de 2,066.42 KWh/mes, el cual se distribuye en laboratorios, áreas de uso común, exposición, y de servicio.

En el área de uso común la edificación de mayor consumo son las clínicas familiares con 713.91 KWh/mes equivalente al 34.55% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos de aire acondicionado, ventiladores y equipos de cómputo. En el auditorio Carlos Centeno se consumen 513.41 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de equipos de aire acondicionado, iluminación y equipos audiovisuales (Apéndice 14).

Cuadro 37. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del área de uso común

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
Almacén	Uso común	1.82	220.58	10.67
Auditorio	Área de exposición	9.25	513.41	24.85
Clínicas	Servicio	4.90	713.91	34.55
Lab. insectario	Laboratorio	4.19	31.49	1.52
Lab. ento. médica*	Laboratorio	5.26	228.34	11.05
Pasillo central**	Pasillo	0.34	20.28	0.98
Pentágono	Uso común	0.06	0.06	0.00
Plaza	Área de exposición	0.27	2.16	0.10
Radio	Servicio	1.75	336.19	16.27
Total		27.83	2066.42	100
*. Laboratorio de entomología médica. **. Pasillo central del área de módulos.				

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 38 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el área de uso común, donde el área de mayor intensidad energética por ocupación es la radio de CUNORI con 338.59 KWh/año/m² con una categoría muy alta, seguido por las clínicas familiares con 50.99 KWh/año/m² ocupando una categoría baja.

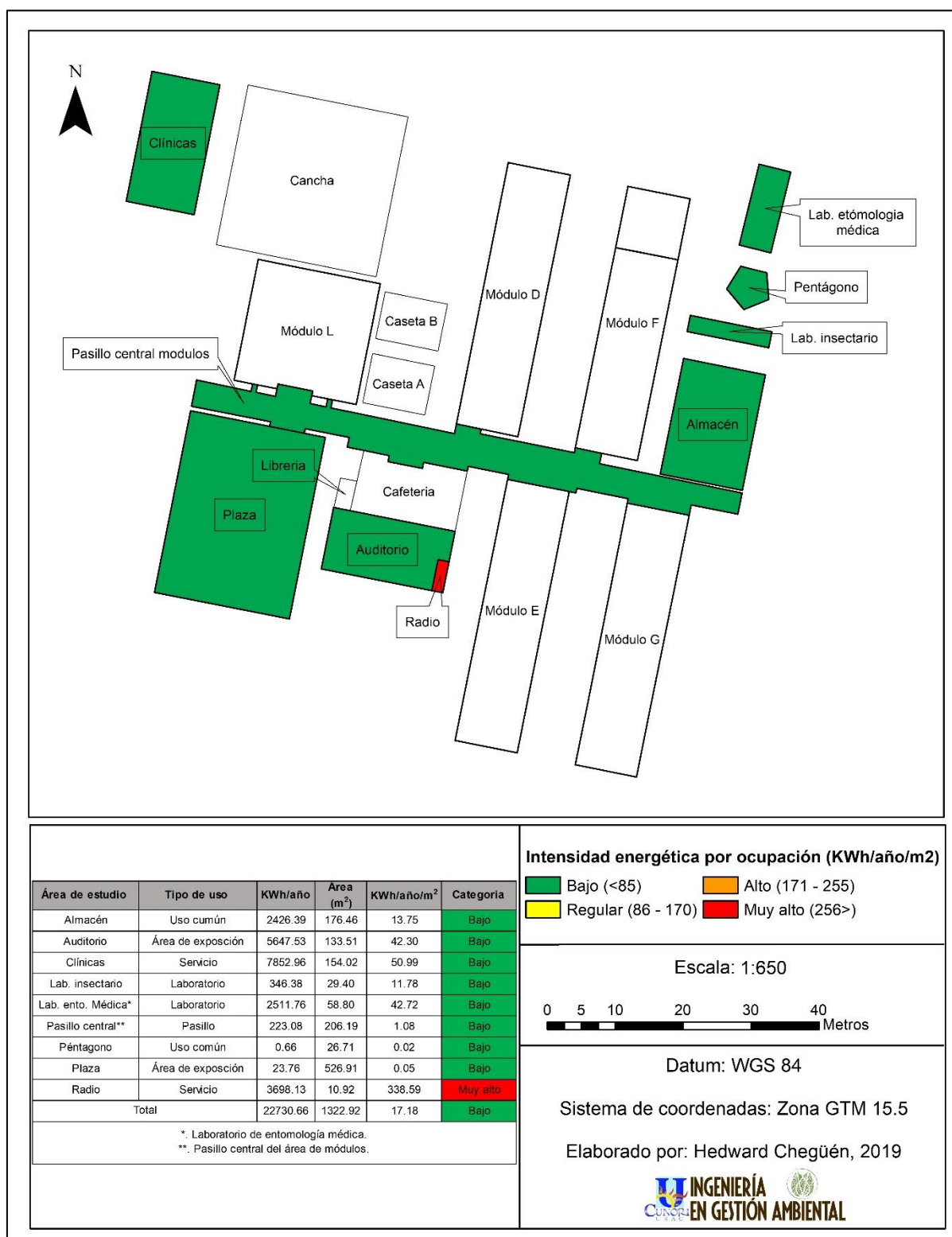
Cuadro 38. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del área de uso común

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
Almacén	Uso común	2426.39	176.46	13.75	Bajo
Auditorio	Área de exposición	5647.53	133.51	42.30	Bajo
Clínicas	Servicio	7852.96	154.02	50.99	Bajo
Lab. insectario	Laboratorio	346.38	29.40	11.78	Bajo
Lab. ento. Médica*	Laboratorio	2511.76	58.80	42.72	Bajo
Pasillo central**	Pasillo	223.08	206.19	1.08	Bajo
Pentágono	Uso común	0.66	26.71	0.02	Bajo
Plaza	Área de exposición	23.76	526.91	0.05	Bajo
Radio	Servicio	3698.13	10.92	338.59	Muy alto
Total		22730.66	1322.92	17.18	Bajo
*. Laboratorio de entomología médica. **. Pasillo central del área de módulos.					
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25	< 85		Bajo	
2	26 - 50	86 - 170		Regular	
3	51 - 75	171 - 255		Alto	
4	76 - 100	256 >		Muy alto	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 22 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el área de uso común.

Figura 22. Intensidad energética por ocupación en las áreas de uso común



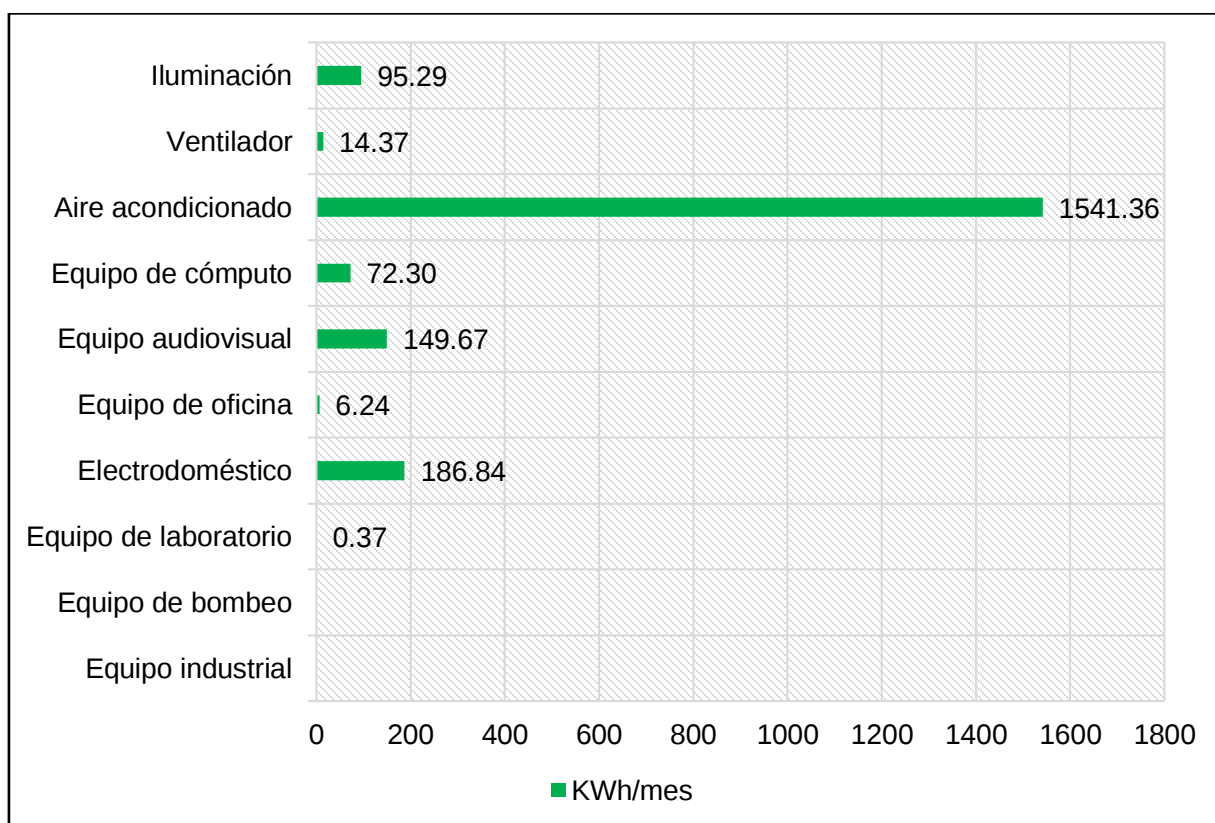
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 21 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo son los aires acondicionados con 1,541.36 KWh/mes equivalente al 74.59% del consumo total de energía eléctrica en el área de uso común, en dichos espacios se encuentran instalados aires acondicionados de tipo split, minisplit y tipo ventana en el almacén, auditorio Carlos Centeno, clínicas familiares, laboratorio de insectario, laboratorio de entomología médica y radio de CUNORI (Apéndice 14).

Posteriormente, el consumo de los equipos electrodomésticos en el área de uso común es de 186.84 KWh/mes, esto se debe al uso de electrodomésticos como refrigeradores, cafeteras, y dispensador de agua, los cuales se encuentran instalados en almacén, clínicas familiares, laboratorio de insectario y laboratorio de entomología.

Gráfica 21. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en el área de uso común



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.11 Consumo teórico de energía eléctrica en el sector de la granja

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 39 se presenta el resumen del consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio ubicadas en el sector de la granja, donde se observa que el consumo total es de 3,080.17 KWh/mes, el cual se distribuye en aula, oficinas administrativas, áreas de producción pecuaria, uso común y baño.

En el sector de la granja el área de mayor consumo es el módulo avícola con 2,210.46 KWh/mes equivalente al 71.76% del total de la energía eléctrica consumida, principalmente por equipos industriales con cargas eléctricas altas, y los equipos aire acondicionado e iluminación.

En la oficina administrativa se consumen 326.2 KWh/mes, dicho consumo se debe al uso de equipo electrodoméstico, aire acondicionado, y ventiladores (Apéndice 15). Dicha oficina funciona en parte como almacén para refrigeración de vacunas, requiriendo el funcionamiento de refrigeradores para su almacenamiento y preservación adecuada.

Cuadro 39. Consumo teórico de energía eléctrica en las áreas de estudio del sector de la granja

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
Área empaquetado	Producción	9.46	116.12	3.77
Aula	Aula	0.11	0.11	0.00
Baño	Baño	0.29	0.03	0.00
Bomba	Uso común	1.38	86.96	2.82
Guardianía	Oficina administrativa	0.28	69.02	2.24
Modulo avícola	Producción	8.68	2210.46	71.76
Modulo bovino	Producción	0.18	59.40	1.93
Modulo caprino	Producción	5.40	118.80	3.86
Modulo porcino	Producción	0.82	93.06	3.02
Oficina	Oficina administrativa	1.24	326.20	10.59
Total		27.84	3080.17	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 40 se observa el consumo teórico de energía eléctrica por metro cuadrado en el sector de la granja, donde el área de mayor intensidad energética es el espacio donde se encuentra instalada la bomba y el equipo encargado de la distribución de agua con 218.4 KWh/año/m², seguido por la por la oficina administrativa de la granja con 170.74 KWh/año/m², ambos ocupan una categoría alta.

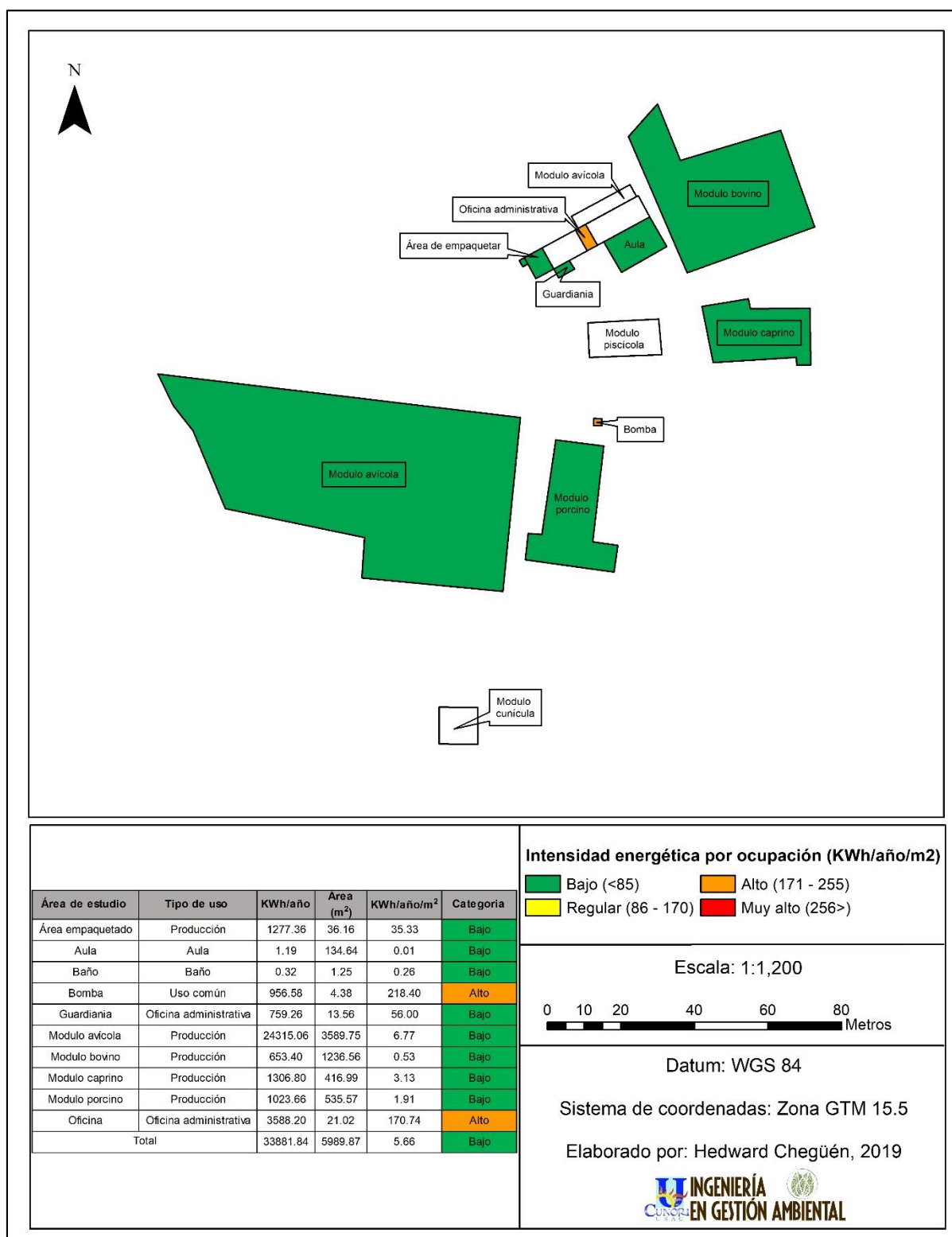
Cuadro 40. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del sector de la granja

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
Área empaquetado	Producción	1277.36	36.16	35.33	Bajo
Aula	Aula	1.19	134.64	0.01	Bajo
Baño	Baño	0.32	1.25	0.26	Bajo
Bomba	Uso común	956.58	4.38	218.40	Alto
Guardianía	Oficina administrativa	759.26	13.56	56.00	Bajo
Modulo avícola	Producción	24315.06	3589.75	6.77	Bajo
Modulo bovino	Producción	653.40	1236.56	0.53	Bajo
Modulo caprino	Producción	1306.80	416.99	3.13	Bajo
Modulo porcino	Producción	1023.66	535.57	1.91	Bajo
Oficina	Oficina administrativa	3588.20	21.02	170.74	Alto
Total		33881.84	5989.87	5.66	Bajo
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)			Categoría
1	0 - 25	< 85			Bajo
2	26 - 50	86 - 170			Regular
3	51 - 75	171 - 255			Alto
4	76 - 100	256 >			Muy alto

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 23 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el sector de la granja.

Figura 23. Intensidad energética por ocupación en las áreas del sector de la granja



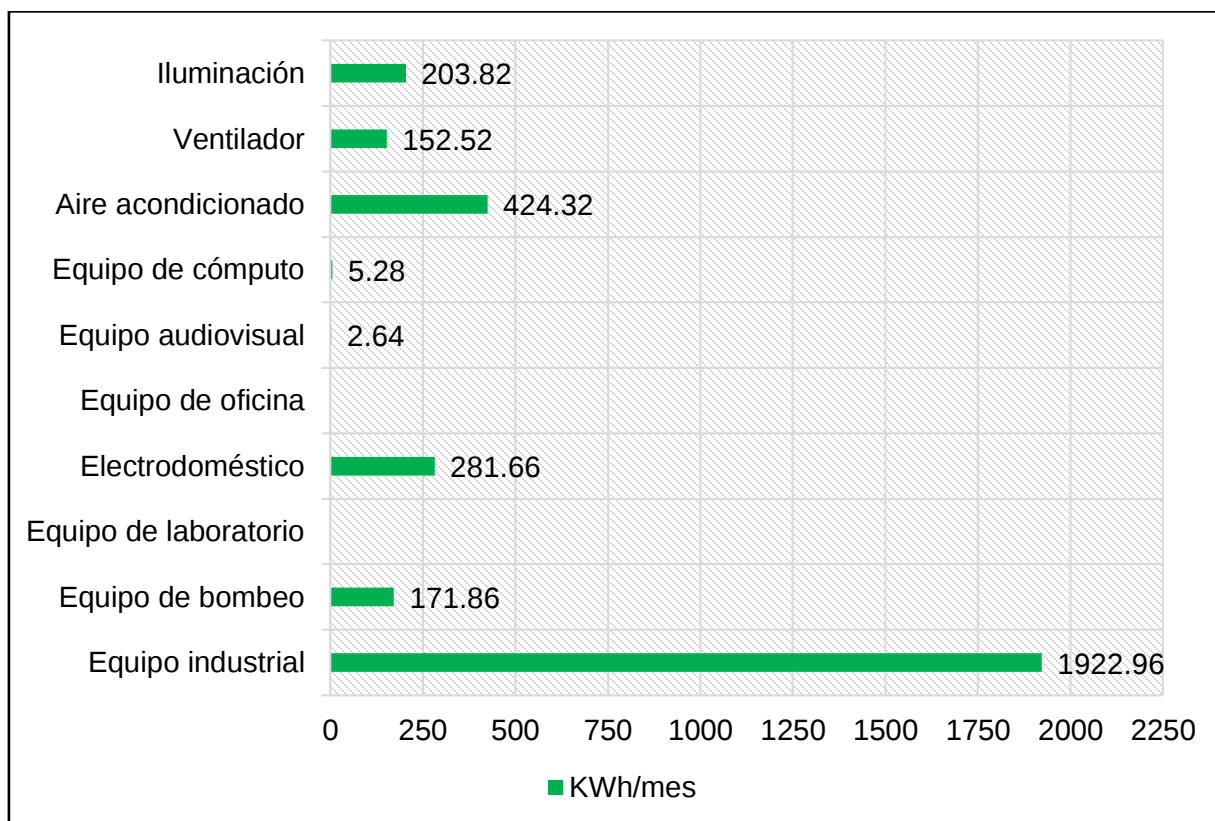
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 22 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, donde los equipos de mayor consumo es el equipo industrial con 1,922.96 KWh/mes equivalente al 62.63% del consumo total de energía eléctrica en las áreas del sector de la granja, en los espacios de área de empaquetar, módulo avícola y módulo caprino, en ellos se encuentran instalados equipos como incubadoras para la producción de aves y maquinaria para la preparación y empaquetado de concentrados (Apéndice 15).

Posteriormente, el consumo de los equipos de aire acondicionado en las áreas del sector de la granja es de 424.32 KWh/mes, principalmente por aires acondicionados tipo minisplit y ventana, los cuales se encuentran instalados en la oficina administrativa y el módulo avícola (Apéndice 15).

Gráfica 22. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas del sector de la granja



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.12 Consumo teórico de energía eléctrica en el sector de parqueo

- **Consumo teórico de energía eléctrica por áreas**

En el cuadro 41 se observa que en el sector de parqueo que el consumo total de energía eléctrica es de 1,781.11 KWh/mes, de los cuales el 55.84% del consumo total le corresponde a la instalación de bombeo CUNORI.

Cuadro 41. Consumo teórico de energía eléctrica de las áreas de estudio del sector del parqueo

Área de estudio	Tipo de uso	Potencia instalada (KW)	Consumo (KWh/mes)	Porcentaje (%)
Taller	Mantenimiento	25.47	791.94	44.46
Instalaciones de bombeo	Uso común	4.12	989.17	55.84
Total		29.59	1781.11	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Intensidad energética por ocupación**

En el cuadro 42 se observa que el área de mayor intensidad energética por ocupación es el espacio donde se encuentra el equipo de bombeo para la distribución del agua con 402.73 KWh/año/m² con una categoría muy alta.

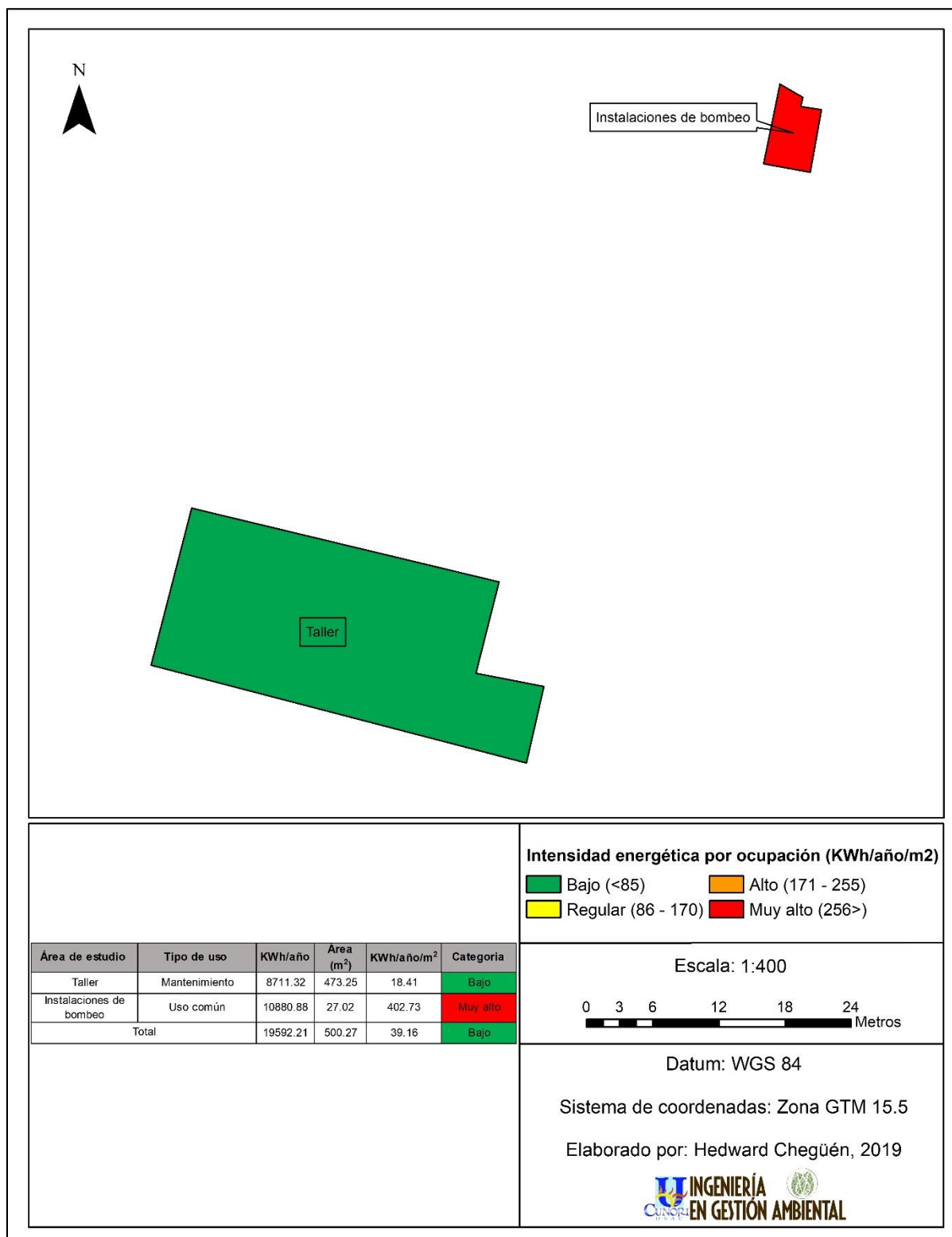
Cuadro 42. Intensidad energética por ocupación en las áreas de estudio del sector del parqueo

Área de estudio	Tipo de uso	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
Taller	Mantenimiento	8711.32	473.25	18.41	Bajo
Instalaciones de bombeo	Uso común	10880.88	27.02	402.73	Muy alto
Total		19592.21	500.27	39.16	Bajo
Cuartil	Porcentaje (%)	Rango (KWh/año/m ²)			Categoría
1	0 - 25	< 85			Bajo
2	26 - 50	86 - 170			Regular
3	51 - 75	171 - 255			Alto
4	76 - 100	256 >			Muy alto

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la figura 24 se presenta de forma geográfica la intensidad energética por ocupación de las áreas ubicadas en el sector de parqueo.

Figura 24. Intensidad energética por ocupación en las áreas del sector del parqueo



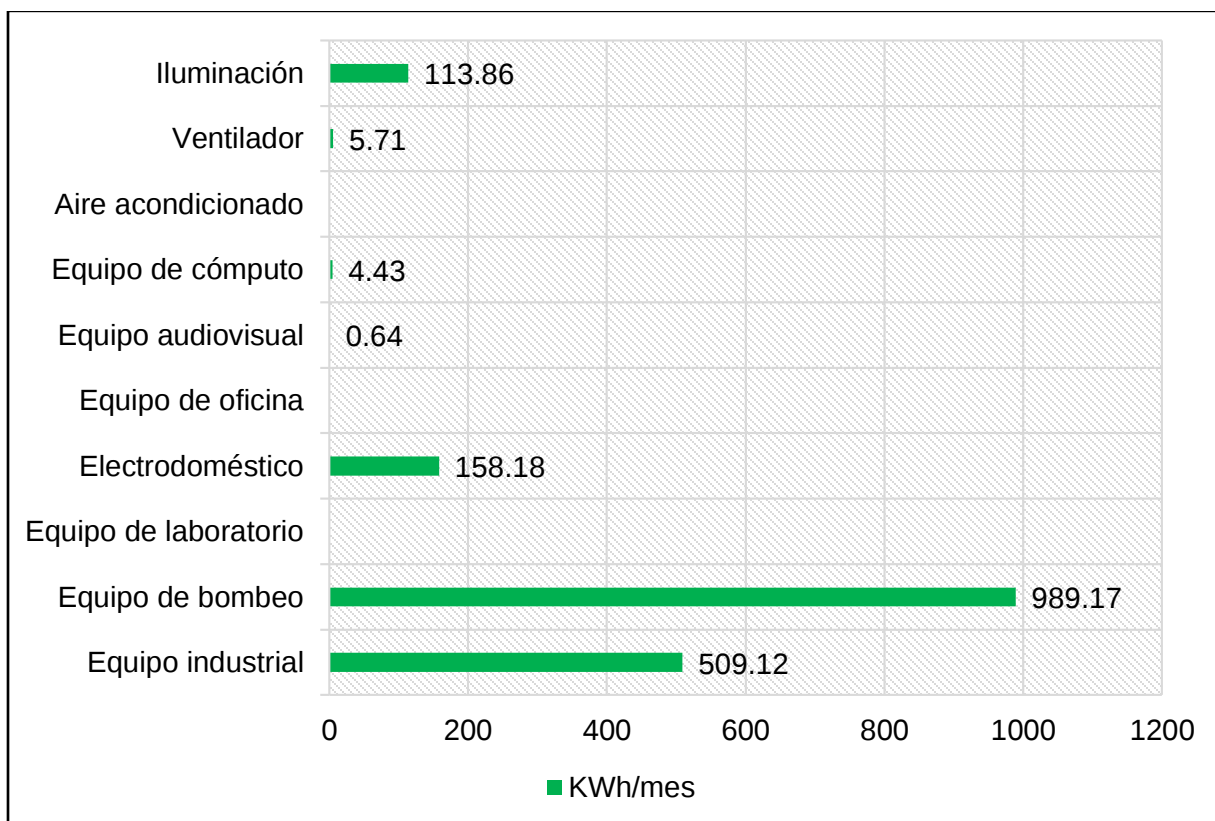
Fuente: Elaboración propia, 2019.

- **Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos**

En la gráfica 23 se observa la distribución del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos, de los cuales el equipo de bombeo encargado de la distribución de agua de la cisterna principal consume la mayor cantidad de energía con 989.17 KWh/mes equivalente a 55.53% del consumo total de energía eléctrica en el sector de parqueo, el cual se mantiene en funcionamiento en todos los horarios de CUNORI (Apéndice 15).

Posteriormente, el consumo correspondiente al equipo industrial en el sector de parqueo es de 509.12 KWh/mes, esto se debe principalmente al uso de equipos de soldadura o sierras eléctricas que tienen cargas eléctricas considerables, los cuales se encuentran en el taller de mantenimiento para vehículos y mobiliario (Apéndice 15).

Gráfica 23. Consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas del sector del parqueo



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.13 Consumo real de energía eléctrica de CUNORI

De acuerdo a la metodología establecida para el análisis del consumo real de energía eléctrica en CUNORI, se procedió a recopilar la información de la facturación emitida en los meses de enero a diciembre del ciclo 2019 por la empresa responsable del abastecimiento de energía eléctrica ENERGUATE S.A.

En el cuadro 43 se presenta el historial del consumo real de energía eléctrica de CUNORI, se determinó que el consumo total de energía eléctrica en el ciclo 2019 es de 416,807 KWh/año, siendo marzo el mes donde existe una mayor demanda, seguido por mayo y octubre.

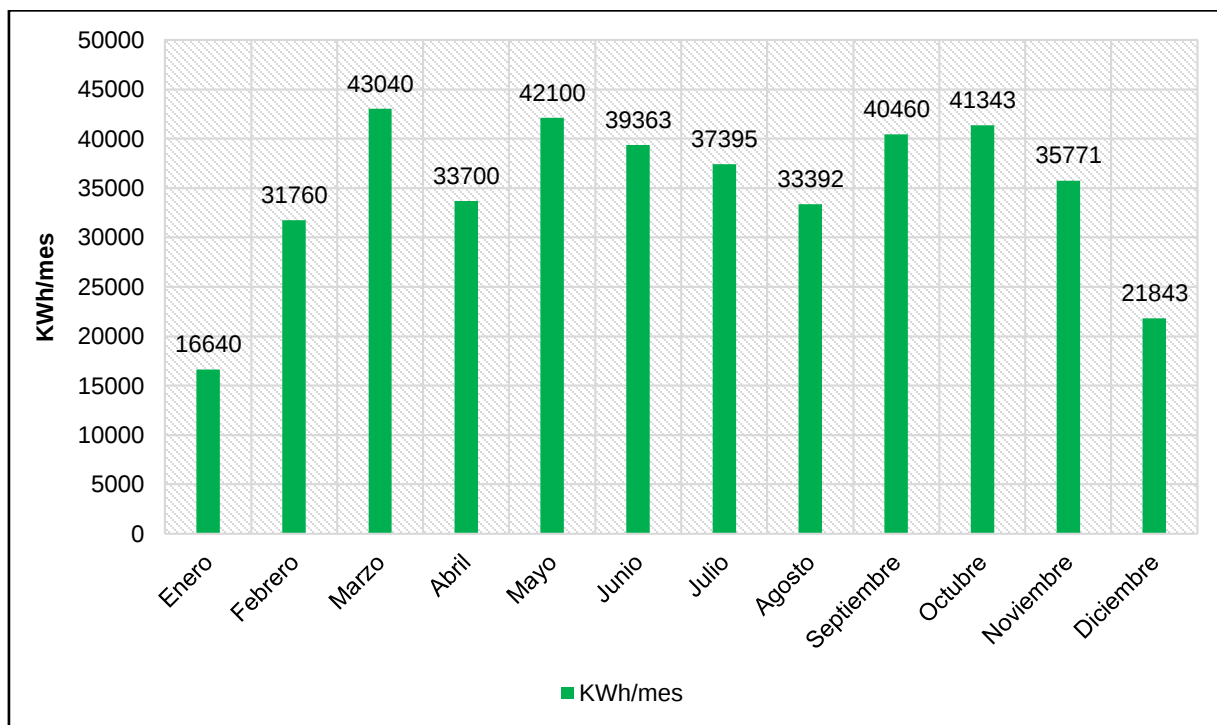
Cuadro 43. Consumo real de energía eléctrica de CUNORI, 2019

Año	Mes	KWh/mes	Porcentaje (%)
2019	Enero	16640	3.99
	Febrero	31760	7.62
	Marzo	43040	10.33
	Abril	33700	8.09
	Mayo	42100	10.10
	Junio	39363	9.44
	Julio	37395	8.97
	Agosto	33392	8.01
	Septiembre	40460	9.71
	Octubre	41343	9.92
	Noviembre	35771	8.58
	Diciembre	21843	5.24
Total		416807	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la gráfica 24 se puede observar que durante los meses de febrero hasta noviembre se presenta en el consumo de energía eléctrica regular, esto se debe a que en dichos meses se desarrolla la mayoría de actividades en el campus universitario, y disminuyen durante los meses de enero y diciembre.

Gráfica 24. Historial de consumo real de energía eléctrica de CUNORI, 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.2.14 Consumo real de energía eléctrica y temperatura

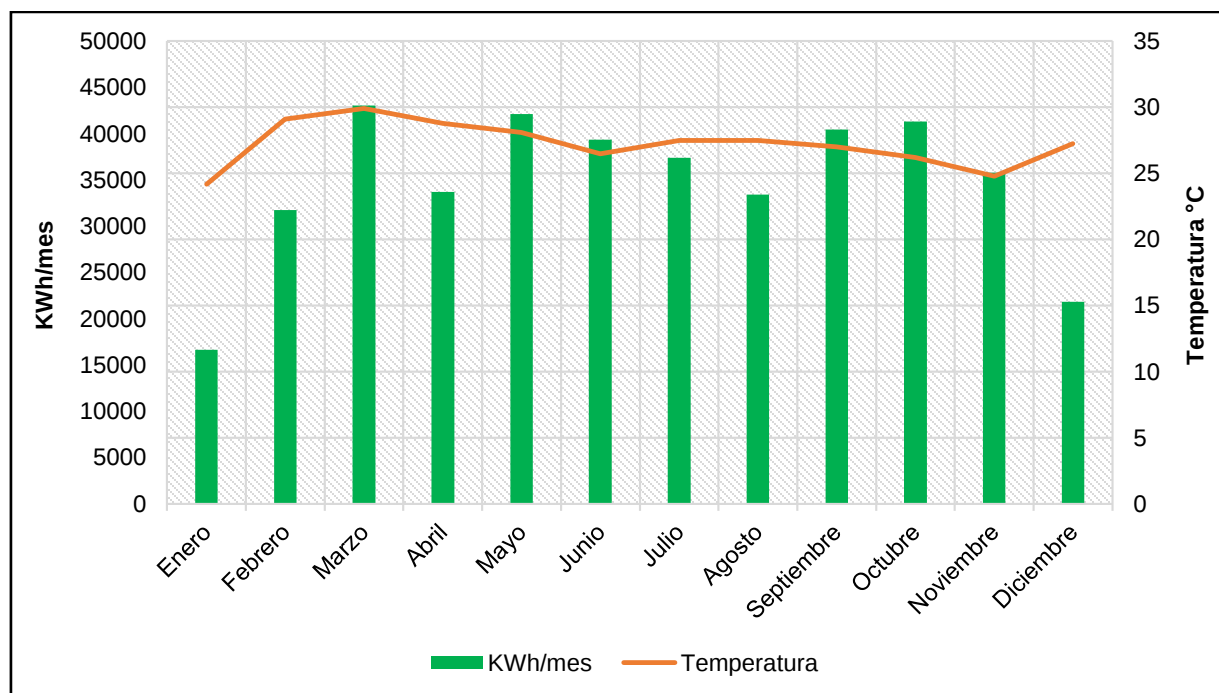
Como parte de la investigación se procedió a analizar la relación entre el consumo de energía eléctrica con la temperatura, debido a los factores climáticos que a menudo influyen en dicho consumo.

Para realizar la investigación se recolectaron los datos de temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima de la estación meteorológica de la carrera de Ingeniería en Administración de Tierras la cual se ubica en el sector de edificaciones de CUNORI (Anexo 2).

En la gráfica 25 se presenta la relación entre el consumo de energía eléctrica y la temperatura, se puede observar que el incremento de temperatura inicia en el mes febrero, llegando hasta un pico de en el mes de marzo, disminuye en los meses de abril a junio, en el segundo semestre del año presenta un incremento en julio, en el mes de septiembre presenta una disminución hasta diciembre.

En el mes de marzo se puede observar que el consumo de energía eléctrica alcanza su mayor pico, así como en la temperatura, durante el mes de abril se presenta una disminución en ambas variables. Posteriormente en los meses de junio y noviembre el consumo de energía eléctrica y la temperatura presentan una relación a considerar.

Gráfica 25. Relación consumo de energía eléctrica por elevación de temperatura, 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Mediante el análisis de la relación entre consumo real de energía eléctrica y la variabilidad de temperatura para el año 2019, se demuestra que el parámetro climático de temperatura es un factor que podría influir en el consumo de energía eléctrica en el campus universitario.

En base a lo mencionado con anterioridad en el historial del consumo de energía eléctrica de CUNORI para el año 2019, se determinó que el mes de mayor consumo fue marzo, y el mes con el mayor dato en el registro de temperatura fue en dicho mes, considerando que para mantener los ambientes interiores de las áreas de estudio de CUNORI a una temperatura adecuada para desarrollar las actividades, es necesario el uso de equipos

como aires acondicionados y ventiladores, demostrando que la temperatura puede ser es un factor que influye en el consumo de energía eléctrica.

9.2.15 Emisión de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica

Para determinar las emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica durante el ciclo 2019 de CUNORI, se aplicó el factor de conversión de la Agencia Internacional de Energía (EIA), el cual equivale a 0.286 Kg CO₂/KWh. Posteriormente, se realizó una conversión de kilogramos a toneladas.

En el cuadro 44 se presenta los resultados de la estimación de las emisiones de dióxido de carbono producto del consumo de energía eléctrica en el ciclo 2019 de CUNORI, donde se observa que el total de emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica es de 119.21 Tn-CO₂/año.

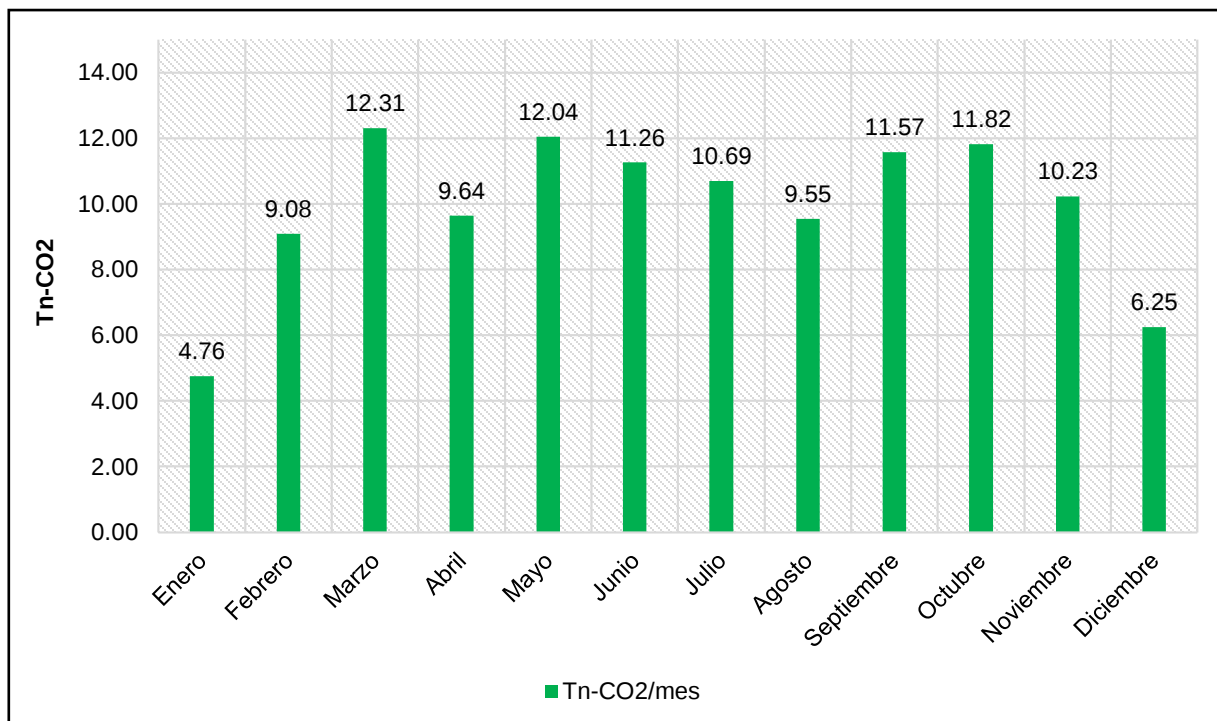
Cuadro 44. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica de CUNORI en el ciclo 2019

Año	Mes	KWh/mes	Tn-CO₂/mes	Porcentaje (%)
2019	Enero	16640	4.76	3.99
	Febrero	31760	9.08	7.62
	Marzo	43040	12.31	10.33
	Abril	33700	9.64	8.09
	Mayo	42100	12.04	10.10
	Junio	39363	11.26	9.44
	Julio	37395	10.69	8.97
	Agosto	33392	9.55	8.01
	Septiembre	40460	11.57	9.71
	Octubre	41343	11.82	9.92
	Noviembre	35771	10.23	8.58
	Diciembre	21843	6.25	5.24
Total		416807	119.21	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la gráfica 26 se puede observar que los meses donde se emite una mayor cantidad de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica le corresponden a marzo con 12.31 Tn-CO₂, seguidamente por el mes de mayo con 12.04 Tn-CO₂, siendo los meses de enero y diciembre donde se emite la menor cantidad de dióxido de carbono.

Gráfica 26. Historial de emisiones de dióxido de carbono por consumo de energía eléctrica de CUNORI en el ciclo 2019



Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.3 Análisis del consumo teórico y consumo real energía eléctrica

9.3.1 Análisis del consumo teórico

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, el consumo teórico de energía eléctrica en CUNORI es de 34,292.83 KWh/mes, el cual se distribuye en iluminación y equipos eléctricos. Los aires acondicionados son los equipos de mayor consumo en CUNORI con 14,179.87 KWh/mes, seguido por los equipos electrodomésticos con 5,183.75 KWh/mes y la iluminación con 3,343.56 KWh/mes, los cuales se encuentran instalados en el edificio 1, edificio 2, área de módulos, área de uso común, y las áreas de estudio del sector de la granja y parqueo.

Según los resultados obtenidos del consumo teórico de energía eléctrica por área de estudio, el edificio 2 y el edificio 1 son las áreas de estudio con mayor consumo en el campus universitario, las cuales se encuentran ubicadas en el sector de las edificaciones. En dichas áreas el consumo se debe principalmente al uso de aires acondicionados, electrodomésticos, cómputo, oficina, equipos de bombeo e iluminación.

Así mismo, en el sector de las edificaciones, los equipos con mayor consumo de energía eléctrica en el área de módulos y área de uso común son los equipos de aire acondicionado, electrodomésticos, computo, audiovisuales e iluminación. En los sectores de granja y parqueo el comportamiento del consumo de los equipos eléctricos varia, siendo los equipos industriales y de bombeo los de mayor consumo, sin embargo, equipos como los aires acondicionados y electrodomésticos se encuentran presentes.

De acuerdo a la tipología de uso, las oficinas administrativas son en su totalidad las áreas de mayor consumo con 16,718.76 KWh, donde predominan equipos como aire acondicionado, electrodomésticos e iluminación. Los laboratorios son áreas donde se consume una considerable cantidad de energía eléctrica en el campus universitario siendo 4,178.21 KWh/mes, debido al consumo por equipos con cargas eléctricas altas como aire acondicionado y en menor cantidad por equipos de cargas eléctricas bajas como iluminación y computo.

9.3.2 Análisis de la discrepancia entre el consumo teórico y consumo real

Como parte de la investigación se procedió a comparar los resultados obtenidos del consumo teórico y el consumo real de energía eléctrica de CUNORI en periodo de un año, para determinar el grado de efectividad de la metodología para analizar el consumo teórico.

En el cuadro 45 se puede observar que el consumo teórico de energía eléctrica en el año es de 377,221.16 KWh/año, el cual es superado levemente por el consumo real de energía eléctrica, determinando que la metodología utiliza para analizar el consumo teórico tiene un porcentaje de efectividad del 90.5%.

Cuadro 45. Comparativa del total del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica en CUNORI

Consumo de energía	KWh/mes	KWh/año	Porcentaje (%)
Teórico	34292.83	377221.16	90.5
Real	37891.55	416807.00	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La diferencia entre el total del consumo teórico y consumo real de energía eléctrica se debe a algunas posibles causas, las cuales se dieron durante y posterior a la fase de campo de la investigación, específicamente en las mediciones de tensión e intensidad del consumo teórico de energía eléctrica.

La medición del consumo teórico de energía se realizó a través de un multímetro y una pinza amperimétrica, las cuales se utilizaron para obtener la intensidad de la iluminación y equipos eléctricos, mientras que el voltaje se obtuvo de la medición directa del tomacorriente. Ambos aparatos no pueden medir directamente las pérdidas de energía que se producen en el cableado del sistema eléctrico.

El deterioro del cableado eléctrico de CUNORI, podría ser un factor por el cual exista la diferencia entre el total del consumo teórico y el consumo real, ya que en la fase de campo de la investigación se identificó la falta de mantenimiento del sistema eléctrico, así mismo se observó que algunas áreas de estudio el cableado que se utiliza para la distribución

de energía en las edificaciones presenta daños y deterioro, no se ha sustituido por uno más reciente y más eficiente, siendo esto una contribución en las pérdidas de energía.

Las mediciones del consumo teórico de energía eléctrica no se realizaron en las horas pico de consumo de energía, por lo tanto, puede ser una causa de la discrepancia entre los resultados del consumo teórico y el consumo real, debido a que es el momento en el cual se utilizan la mayor cantidad de equipos y luminarias en el campus universitario.

Así mismo, durante la fase de campo existieron otros inconvenientes los cuales a pesar de que no tienen un gran impacto en las mediciones del consumo teórico de energía eléctrica afectaron en mínima cantidad el resultado del consumo teórico. Una de ellas fue el permiso denegado por usuarios de los equipos eléctricos para medir el consumo de energía del mismo.

Un factor que podría afectar la determinación del consumo teórico de energía eléctrica, son los datos relacionados al horario de uso de los equipos eléctricos e iluminación, debido a la inexactitud del mismo, ya que el usuario provee un dato promedio del tiempo que utiliza los equipos e iluminación, el cual varía dependiendo de las circunstancias.

Otra causa que contribuyó a incrementar la discrepancia entre el consumo teórico y el consumo real de energía eléctrica fue la cantidad de equipos y luminarias que se instalaron posterior a la fase de campo, incrementando el consumo real de energía eléctrica de CUNORI.

9.3.3 Lineamientos generales para proponer estrategias sobre el uso racional de la energía eléctrica en CUNORI

En base a lo mencionado anteriormente en el análisis del consumo teórico de energía eléctrica y el análisis de la discrepancia entre el consumo teórico y real, se formularon lineamientos generales, los cuales consideran la implementación de tecnologías con mayor eficiencia energética, el aprovechamiento de una fuente de energía renovable y la modificación de hábitos de consumo a través de la concientización sobre el uso racional de la energía eléctrica. En el cuadro 46 se presenta los lineamientos generales para proponer las estrategias sobre el uso racional de la energía eléctrica.

Cuadro 46. Lineamientos generales para proponer las estrategias sobre el uso racional de la energía eléctrica en CUNORI

Área de estudio		Áreas de mayor consumo	Equipos de mayor consumo	Lineamientos generales
Edificio 1	Primer nivel	A7, A4 y bomba	Equipo de bombeo e iluminación	Capacitación a la población estudiantil, personal docente y administrativo de CUNORI sobre el uso racional de la energía eléctrica en el campus universitario.
	Segundo nivel	B5, B2 y B4	Equipo de laboratorio, aire acondicionado e iluminación	
	Tercer nivel	C1, C4 y C8	Aire acondicionado, electrodomésticos y equipo de oficina	
Edificio 2	Primer nivel	I7, I3 e I1	Aire acondicionado, electrodomésticos y equipo de oficina	- Mantenimiento y limpieza de la iluminación y equipos eléctricos de CUNORI. - Establecer pautas para el uso de equipos eléctricos como aires acondicionados, cómputo y oficina, electrodomésticos, y equipos de bombeo
	Segundo nivel	J6, J1 y J10	Aire acondicionado, electrodomésticos y equipo de cómputo	
	Tercer nivel	K5, K3 y K2	Aire acondicionado. equipo audiovisual y de cómputo	
Área de módulos	Módulo D	D3, D4 y D1	Aire acondicionado, electrodomésticos e iluminación	Innovación tecnológica y sustitución de luminarias y equipos eléctricos por equipos con tecnologías de mayor aprovechamiento energético.
	Módulo E	E4, E3 y E2	Aire acondicionado, equipo de cómputo e iluminación	
	Módulo F	F1, F4 y F2	Aire acondicionado, electrodomésticos y equipo de cómputo	

Continuación del cuadro 42

Área de estudio		Áreas de mayor consumo	Equipos de mayor consumo	Lineamientos generales
Área de módulos	Módulo G	G4, G2 y G1	Aire acondicionado, electrodomésticos y equipo de cómputo	• Creación de áreas de reunión equipadas con los electrodomésticos necesarios para reducir el consumo de los mismos en las oficinas administrativas. • Aprovechamiento de una fuente energética renovable para generar energía eléctrica en el campus universitario.
	Módulo L	Postgrados, oficina ciencias de la comunicación y L4	Aire acondicionado, equipo de oficina y de cómputo	
Área de uso común	Servicios	Clínicas y radio	Aire acondicionado, electrodomésticos y equipo de cómputo	
	Uso variado	Auditorio y laboratorio de entomología médica	Aire acondicionado, iluminación y equipo audiovisual	
Granja	Área administrativa	Oficina y guardianía	Electrodoméstico, aire acondicionado y ventilador	
	Área de producción	Módulo avícola y módulo caprino	Equipo industrial, aire acondicionado e iluminación	
Parqueo	Instalación de bombeo	Instalación de bombeo	Equipo de bombeo	
	Taller	Taller	Equipo industrial, electrodoméstico y equipo industrial	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.4 Estrategias para el uso racional de la energía eléctrica en CUNORI

Las estrategias para el uso racional de la energía eléctrica se basan principalmente en los siguientes lineamientos:

- Capacitación a la población estudiantil, personal docente y administrativo de CUNORI sobre el uso racional de la energía eléctrica en el campus universitario.
- Mantenimiento y limpieza de la iluminación y equipos eléctricos de CUNORI.
- Establecer pautas para el uso de equipos eléctricos como aires acondicionados, cómputo y oficina, electrodomésticos, y equipos de bombeo.
- Innovación tecnológica y sustitución de luminarias y equipos eléctricos por equipos con tecnologías de mayor aprovechamiento energético.
- Creación de áreas de reunión equipadas con los electrodomésticos necesarios para reducir el consumo de los mismos en las oficinas administrativas.
- Aprovechamiento de una fuente energética renovable para generar energía eléctrica en el campus universitario.

Los lineamientos estratégicos para el uso racional de la energía eléctrica se agruparon por sistema de iluminación y equipos eléctricos:

- Lineamientos estratégicos para el sistema de iluminación.
- Lineamientos estratégicos para equipos de aire acondicionado y ventiladores.
- Lineamientos estratégicos para equipos de cómputo, audiovisual y de oficina.
- Lineamientos estratégicos para equipos electrodomésticos.
- Lineamientos estratégicos para equipos de bombeo y distribución de agua.
- Lineamientos estratégicos para el aprovechamiento de energía renovable y otras medidas de reducción.

9.4.1 Lineamientos para el sistema de iluminación

Los lineamientos propuestos para el uso racional del sistema de iluminación contemplan estrategias para la innovación tecnológica y la modificación de hábitos de consumo energético. En el cuadro 47 se presentan los lineamientos estratégicos para el uso racional del sistema de iluminación.

Cuadro 47. Lineamientos estratégicos para el uso racional del sistema de iluminación

Lineamiento 1: Sistema de iluminación.	
Objetivo: Reducir el consumo de energía eléctrica mediante la implementación de equipos eficientes y medidas sobre el uso racional de la iluminación.	
Estrategia	Responsable
• Aprovechamiento de luz natural en horarios de clase matutino cuando no se utilicen proyectores. • Sustituir lámparas fluorescentes por lámparas LED en las oficinas administrativas. • Establecer de forma estratégica lámparas LED en las aulas de uso frecuente. • Sustituir lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes de bajo consumo en bodegas, almacenes y baños. • Instalar sensores de presencia en áreas poco frecuentadas por la población estudiantil. • Mantenimiento y limpieza del sistema de iluminación. • Capacitar y concientizar a la población universitaria sobre el uso racional de la iluminación y su contribución al ambiente.	• Director y Consejo directivo • Secretario administrativo • Personal de mantenimiento • Carrera de ingeniería en gestión ambiental local

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.4.2 Lineamientos para equipos de aire acondicionado y ventiladores

Los lineamientos propuestos para el uso racional de los equipos de aire acondicionado se hacen necesarios, debido a que son los equipos eléctricos de mayor consumo en CUNORI, dichos lineamientos contemplan innovación tecnológica y la modificación de hábitos de consumo energético. En el cuadro 48 se presentan los lineamientos estratégicos para el uso racional los equipos de aire acondicionado.

Cuadro 48. Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos de aire acondicionado

Lineamiento 2: Equipos de aire acondicionado.	
Objetivo: Implementar estrategias que regulen el uso e instalación de los aires acondicionados y ventiladores para disminuir el consumo de energía eléctrica en aulas y oficinas administrativas.	
Estrategia	Responsable
• Capacitar a la población estudiantil, personal docente sobre el uso racional de los aires acondicionados y ventiladores. • Definir la temperatura adecuado para el uso de aires acondicionados • Sustituir aires acondicionados por ventiladores en las aulas donde no se requiera. • Definir la viabilidad de la instalación y capacidad de enfriamiento de un aire acondicionado cuando sea necesario. • Instalar aires acondicionados con tecnología inverter para reducir el consumo de energía eléctrica. • Mantenimiento y limpieza del sistema aire acondicionado.	• Director y Consejo directivo • Secretario administrativo • Personal de mantenimiento • Carrera de ingeniera en gestión ambiental local. • Carreras de ingenierías. • Coordinadores de carreras

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.4.3 Lineamientos para los equipos de cómputo, audiovisuales y de oficina

Los lineamientos propuestos para el uso racional de los equipos de cómputo, audiovisuales y de oficina, contemplan innovación tecnológica y la modificación de hábitos de consumo energético. En el cuadro 49 se presentan los lineamientos estratégicos para el uso racional los equipos de cómputo, audiovisuales y oficina.

Cuadro 49. Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos de cómputo, audiovisuales y de oficina

Lineamiento 3: Equipos de cómputo, audiovisuales y equipos de oficina.	
Objetivo: Mejorar el uso de los equipos de cómputo, audiovisual y equipos de oficina para disminuir el consumo de energía en CUNORI.	
Estrategia	Responsable
• Capacitar a la población estudiantil, personal docente sobre el uso racional de los equipos de cómputo, audiovisual y equipo de oficina. • Adquisición de equipos con mayor eficiencia energética que tengan una certificación “EnergyStar” o similar. • Apagar los equipos de cómputo, audiovisuales y de oficina para evitar el consumo de energía por modo stand by. • Programar los equipos de cómputo de las oficinas administrativas para apagar la pantalla tras no ser utilizados en un tiempo no mayor a 15 minutos. • Utilizar fondos de color oscuro en los monitores del equipo de cómputo o establecer un modo oscuro si el programa cuenta con uno para mejorar el ahorro de energía. • Mantenimiento y limpieza de los equipos de cómputo, audiovisual y de oficina.	• Administración de CUNORI. • Carrera de ingeniera en gestión ambiental local • Carrera de ingeniería en sistemas • Coordinadores de carreras

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.4.4 Lineamientos para los equipos electrodomésticos

Los lineamientos propuestos para el uso racional de los equipos electrodomésticos se hacen necesarios, debido a que se encuentran dentro de los equipos eléctricos de mayor consumo en CUNORI, dichos lineamientos contemplan innovación tecnológica y la modificación de hábitos de consumo energético. En el cuadro 50 se presentan los lineamientos estratégicos para el uso racional los equipos electrodomésticos.

Cuadro 50. Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos electrodomésticos

Lineamiento 4: Equipos electrodomésticos.	
Objetivo: Establecer pautas que regulen el uso e instalación de los equipos electrodomésticos en las oficinas administrativas del Centro Universitario de Oriente.	
Estrategia	Responsable
• Capacitar al personal docente sobre el uso racional e instalación de los electrodomésticos en las oficinas administrativas. • Definir el tipo y la cantidad de electrodomésticos necesarios en las oficinas administrativas de CUNORI. • Evitar el uso de equipos que consumen energía en modo stand by como dispensadores de agua, cafeteras y microondas. • Instalar equipos electrodomésticos con tecnología inverter o alguna certificación energética. • Definir la viabilidad de la construcción de áreas específicas con los electrodomésticos necesarios para el personal administrativo y docente de CUNORI.	• Administración de CUNORI. • Secretario administrativo • Carrera de ingeniera en gestión ambiental local. • Coordinadores de carreras

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.4.5 Lineamientos para los equipos de bombeo y distribución de agua

Los lineamientos propuestos para el uso racional de los equipos bombeo y distribución de agua, se hacen necesarios, debido a que se encuentran dentro de los equipos eléctricos de mayor consumo en CUNORI, dichos lineamientos contemplan innovación tecnológica y la modificación de hábitos de consumo energético. En el cuadro 51 se presentan los lineamientos estratégicos para el uso racional los equipos de bombeo y distribución de agua.

Cuadro 51. Lineamientos estratégicos para el uso racional de los equipos de bombeo y distribución de agua

Lineamiento 5: Equipos de bombeo y distribución de agua.	
Objetivo: Implementar estrategias que regulen el uso de los equipos de bombeo y distribución de agua para reducir el consumo de energía eléctrica.	
Estrategia	Responsable
• Implementar válvulas de control adecuadas en lugares donde existan sistema de riego conectados a la bomba, como en áreas verdes del sector de edificaciones, granja y vivero. • Analizar la posibilidad de implementar variadores de velocidad, estos permiten regular a velocidad de rotación de la bomba, ajustando la altura y el flujo necesario para la aplicación del proceso. • Ajustar el horario de consumo energético para pasar del periodo de horas punta al periodo de horas valle en la medida de lo posible. • Edificar un tanque aéreo para la distribución de agua en las áreas de estudio de una planta. • Mantenimiento y limpieza de los equipos de distribución de agua.	• Administración de CUNORI. • Carrera de Agronomía e Ingeniería Civil • Personal de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2019.

9.4.6 Lineamientos estratégicos para el aprovechamiento de una fuente de energía renovable

Para reducir las emisiones de dióxido de carbono producto del consumo de energía eléctrica, CUNORI podría utilizar una fuente de energía renovable, siendo la energía solar la más accesible, debido a su ubicación dispone de una radiación solar adecuada para generar energía eléctrica. En el cuadro 52, se presentan lineamientos para el aprovechamiento de una fuente de energía renovable y otras medidas de reducción.

Cuadro 52. Lineamientos estratégicos para el aprovechamiento de una fuente de energía renovable y otras medidas de reducción

Lineamiento 5: Medidas para mejorar el aprovechamiento de la energía disponible en CUNORI.	
Objetivo: Implementar estrategias que permitan aprovechar la energía renovable en las instalaciones de CUNORI para reducir los costos por consumo de energía eléctrica.	
Estrategia	Responsable
• Realizar un estudio sobre el potencial de energía solar para el aprovechamiento de la misma. • Identificar el equipo adecuado para la generación de energía eléctrica a través de la energía solar. • Localizar y adecuar las características del terreno donde se realizará la instalación del sistema fotovoltaico. • Implementar un sistema fotovoltaico para proveer de energía eléctrica renovable el sector de mayor consumo de energía eléctrica en CUNORI.	• Administración de CUNORI. • Carrera de ingeniería en gestión ambiental local. • Carrera de ingeniería civil. • Carrera de ingeniería en sistemas.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

10. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis del consumo teórico de energía eléctrica, se determinó que el Centro Universitario de Oriente consume 34,292.83 KWh/mes, siendo las áreas de mayor consumo el edificio 2 con 10,855.54 KWh/mes, seguido por el edificio 1 con 9,800.03 KWh/mes.
2. El promedio de intensidad energética por ocupación en el Centro Universitario de Oriente es de 31.6 KWh/año/m², siendo la instalación de bombeo para distribución de agua el área de mayor intensidad energética con 402.7 KWh/año/m², superando al edificio 1 y edificio 2, demostrando que las áreas con menor superficie y que poseen equipos con cargas eléctricas altas tienen mayor intensidad energética por ocupación.
3. En CUNORI, los aires acondicionados son los equipos de mayor consumo, con un total de 14,179.87 KWh/mes (41.35%), seguido de los equipos electrodomésticos con 5,183.75 KWh/mes (15.12%) y la iluminación con 3,343.56 KWh/mes (9.75%).
4. Según el indicador de tipología de uso, las oficinas administrativas son los espacios que, en su totalidad, consumen una mayor cantidad de energía eléctrica, con un total de 16,178.76 KWh/mes (47.18%), seguido de los laboratorios con 4,178.21 KWh/mes (12.18%) y aulas con 3,940.17 KWh/mes (11.49%).
5. De acuerdo al análisis del consumo real de energía eléctrica, se determinó que el consumo total de energía eléctrica de CUNORI para el ciclo 2019 es de 416,807 KWh/año, siendo los meses de mayor consumo marzo con 43,040 KWh/mes y octubre con 41,343 KWh/mes.
6. Según los resultados obtenidos, se determinó que el consumo teórico de energía eléctrica en CUNORI en periodo de un año es de 377,221.16 KWh/año, mientras que el consumo real de energía eléctrica en el ciclo 2019 es de 416,807 KWh/año, demostrando que la metodología utilizada para el análisis del consumo teórico de energía eléctrica posee una efectividad del 90.5%.

7. De acuerdo al análisis de la discrepancia entre el consumo teórico de energía eléctrica y consumo real, se definieron las posibles causas por las cuales existe una diferencia, siendo estas las siguientes: el equipo utilizado para las mediciones del consumo teórico, en el cableado eléctrico no se midieron las pérdidas de energía, el deterioro del cableado contribuye a las pérdidas de energía, las mediciones no se realizaron en las horas pico, la inexactitud de los datos de horario de uso de los equipos y luminarias, la cantidad de equipos y luminarias instalados posterior a la fase de campo.

11. RECOMENDACIONES

1. Implementar acciones estratégicas para el uso racional de la energía eléctrica considerando las áreas y equipos de mayor consumo, como la modernización de equipos hacia más eficientes energéticamente.
2. Establecer un plan de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado instalados en CUNORI.
3. Regular el consumo de energía eléctrica en el campus universitario mediante la implementación de una política de eficiencia energética que permita regular y hacer más eficientes las actividades dentro del campus.
4. Determinar el potencial energético a partir de la energía solar disponible en el Centro Universitario de Oriente para la implementación de proyectos destinados a proveer de energía eléctrica y reducir el impacto negativo en el medio ambiente.
5. Que se socialice la presente investigación de perfil del consumo de energía en todos los niveles administrativos y estudiantiles, sirviendo como punto de partida para la concientización sobre los beneficios del uso racional de la energía eléctrica en el medio ambiente.
6. Continuar con el desarrollo de estudios similares en las instalaciones del Centro Universitario de Oriente que permitan analizar a mayor profundidad otros aspectos que podrían influir en el consumo de energía eléctrica.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, F; Berardi, M; García Pedrosa, M; Monticelli, F; Morquecho, M. 2013. Energía solar fotovoltaica (en línea). Argentina, MDP. p. 3. Consultado 4 ene. 2019. Disponible en <http://www3.fi.mdp.edu.ar/dtoelectrica/files/instalaciones-industriales/material/autogeneracion/renovables/solar/energia%20solar%202013.pdf>
- Ajila Chapín, AA. 2012. Los sistemas de información geográfico como herramienta para la proyección de la demanda de energía eléctrica en CNEL (Corporación Nacional de Electricidad) Regional El Oro (en línea). Tesis MSc. Quito, Ecuador, USFQ. p. 17. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2581/1/104345.pdf>
- Arboledas Brihuega, D. 2014. Electricidad básica (en línea). Madrid, España, Editorial RA-MA. p. 43-50. Consultado 15 abr. 2019. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=0I2fDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=electricidad+basica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi-vMyVyqznAhWlv1kKHTazAHMQ6AEIJjAA#v=onepage&q&f=false>
- Baragatti, AM. 2016. La eficiencia y el ahorro energético: bases conceptuales (en línea). *In* Hacia el uso racional y eficiente de la energía en la administración pública nacional. Argentina, IED/CNEA. p. 37-62. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/1156/1142/3730-1>

CNEE (Comisión Nacional de la Energía Eléctrica). 2010. Diagnósticos energéticos (en línea). *In* Curso-taller promotores de ahorro y eficiencia de energía eléctrica. Guatemala, FIDE/CNEE. p. 3, 4. Consultado 10 ene. 2019. Disponible en [http://www.cnee.gob.gt/eficienciaenergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20\(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/eficienciaenergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos).pdf)

CONAGUA (Comisión Nacional de Agua). 2015. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: cálculo, estudio y diseño de instalaciones eléctricas (en línea). México, SEMARNAT/CONAGUA. 250 p. Consultado 21 may. 2020. Disponible en <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro16.pdf>

CUNORI (Centro Universitario de Oriente). 2019. Historia e información general (en línea, sitio web). Chiquimula, Guatemala, USAC, CUNORI. Consultado 10 ene. 2019. Disponible en <http://cunori.edu.gt/guia-estudiantil/historia-e-informacion-general/>

España Villela, SN. 2014. Diagnóstico ambiental y actividades de gestión ambiental desarrolladas en el Centro Universitario de Oriente -CUNORI- municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, 2014 (en línea). Chiquimula, Guatemala, USAC, CUNORI, Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local. p. 5. Consultado 18 ene. 2019. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/EPS_Sharon_Espaa_Cunori_Chiquimula.pdf

Espinoza Trejos, CJ; Pérez Suazo, MJ. 2015. Metodología para el diseño y dimensionamiento adecuado de banco de capacitores para corrección de factor de potencia en la empresa YAMBERSA (en línea). Tesis Lic. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional de Ingeniería. p. 13, 16. Consultado 18 ene. 2019. Disponible en <http://ribuni.uni.edu.ni/1456/1/60058.pdf>

Fernández de Mesa Bustelo, M. 2016. Análisis y mejora de la predicción de la demanda eléctrica en periodos de alto ECM (en línea). Tesis Lic. Madrid, España, UPM, ETSII. p. 24, 26. Consultado 8 ene. 2019. Disponible en http://oa.upm.es/43165/1/TFG_MARIA_FERNANDEZ_DE_MESA_BUSTELO.pdf

García Fajardo, MI; Flóres Marulanda, JF. 2016. Guía de estudio del potencial de ahorro eléctrico (en línea). Revista Gerencia Tecnológica Informática 15(42):53-67. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/6257/6463>

García Prado, RA. 2010. Caracterización energética de Guatemala (en línea). Tesis M.Sc. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. p. 37, 120. Consultado 19 ene. 2019. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7783/1/Romel%20Alaric%20Garc%C3%ADa%20Prad.pdf>

García Trasancos, J. 2019. Electrotecnia (en línea). 12 ed. Madrid, España, Paraninfo. p. 3, 9. Consultado 12 abr. 2019. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=m9K8DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Magnitudes+y+unidades+el%C3%A9ctricas+2019&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiAv62-8KbnAhUP11kKHxwVAWwQ6AEITzAF#v=onepage&q&f=false>

García, F; Yujato, M; Arenas, A. 2017. Manual de estadística energética 2017 (en línea). Quito, Ecuador, OLADE. p. 24, 29, 30, 32, 33. Consultado 3 ene. 2019. Disponible <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0380.pdf>

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). 2005. Atlas temático de la república de Guatemala (en línea). Guatemala, UPGGR. p. 54. Consultado 21 de ene. 2019. Disponible en <https://www.maga.gob.gt/download/atlas-tematico.pdf>

Martínez Figueroa, KM. 2015. Caracterización del consumo energético en el proceso de producción y procesamiento de café en la finca el cascajal, ubicada en el municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, 2013 (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC, CUNORI, Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local. p. 11, 44, 45. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en http://cunori.edu.gt/descargas/Caracterizacion_del_consumo_energetico_en_el_proceso_de_produccion_y_procesamiento_de_cafe_en_la_finca_el_Cascajal_ubicada_en_el_municipio_de_Esquipulas_departamento_de_Chiquimula_2013.pdf

MEM (Ministerio de Energía y Minas). 2018. Generación eléctrica de Centroamérica y Panamá, 2017 (en línea). Guatemala. 6 p. Consultado 15 ene. 2019. p. 3, 4. Disponible en <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/08/Generaci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica-de-CA-y-Panam%C3%A1-2017.pdf>

MEM (Ministerio de Energía y Minas). 2018. Las energías renovables en la generación eléctrica en Guatemala (en línea). Guatemala. p. 2-4. Consultado 4 ene. 2019. Disponible en <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energ%C3%ADas-Renovables-en-Guatemala.pdf>

Méndez Santos, PA. 2013. Gestión de la demanda de energía eléctrica en la Empresa Cartopel de Cuenca (en línea). Tesis M.Sc. Cuenca, Ecuador, UCUENCA. p. 21. Consultado 4 ene. 2019. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/453/1/TESIS.pdf>

Millán Silva, FM. 2017. Diagnóstico de eficiencia energética en la Universidad Santa María sede José Miguel Carrera basado en la norma ISO 50.001 en los sectores del edificio E (en línea). Tesis Lic. Santiago de Chile, Chile, USM. p. 56, 66, 69, 79. Consultado 20 may. 2020. Disponible en <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/43701/3560901063894UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moraleda Luna, B; Llanos Vaca, L. 2018. Ciencias 1: ciencias aplicadas I (en línea). Madrid, España, Editex. 164 p. Consultado 10 abr. 2019. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=ABIfDwAAQBAJ&pg=PA165&dq=definici%C3%B3n+energía+2018&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjK88a4h6rnAhUCrVvKHWnQDY8Q6AEIJzAA#v=onepage&q=definici%C3%B3n%20energía%202018&f=false>

Ortega Hernández, A. 2017. Corrección del factor de potencia y eliminación de corrientes armónicas en sistemas de baja tensión (en línea). Tesis Lic. México, UNAM. p. 16, 17. Consultado 15 mar. 2019. Disponible en <http://132.248.9.195/ptd2017/noviembre/0768203/Index.html>

Pasquevich, DM. 2016. Los beneficios del uso racional y eficiente de la energía (en línea). *In* Hacia el uso racional y eficiente de la energía en la administración pública nacional. Pasquevich, DM (ed.). Argentina, IED/CNEA. p. 25-36. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/1156/1142/3730-1>

Quizhpe García, JL. 2015. Caracterización del consumo de energía eléctrica en el edificio Cornelio Merchán de la Universidad Politécnica Salesiana (sede Cuenca) (en línea). Tesis. Lic. Cuenca, Ecuador, UPS Sede Cuenca. p. 107. Consultado 18 ene. 2019. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7888/1/UPS-CT004738.pdf>

Roldán Vilorio, J. 2017. Formulas y datos prácticos para electricistas (en línea). 9 ed. Madrid, España, Ediciones Paraninfo, SA. 61 p. Consultado 12 abr. 2019. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=hDsuDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Magnitudes+y+unidades+el%C3%A9ctricas+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjzoYP96abnAhXBuVkKHXM4C04Q6AEIMDAB#v=onepage&q&f=false>

SIG-CUNORI (Sistema de Información Geográfica del Centro Universitario de Oriente). 2019. Datos de temperatura, precipitación y velocidad del viento del año 2019. Chiquimula, Guatemala. 2 p.

Tarifaluzhora by Selectra. 2018. ¿Cómo puedo calcular el consumo eléctrico de mi vivienda? (en línea, sitio web). España. Consultado 6 ene. 2019. Disponible en <https://tarifaluzhora.es/info/calcular-consumo-electrico-casa>

Torres Acosta, L. 2009. Metodología para el análisis del consumo teórico de energía en edificios universitarios: caso campus de Baix Llobregat (en línea). Catalunya, España, UPCO. p. 12, 13. Consultado 6 ene. 2019. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/41795832.pdf>

UNAM (Universidad Autónoma de México). 2011. Diagnóstico energético: Instituto Nacional de Rehabilitación (en línea). México, UNAM, Facultad de Ingeniería. p. 25. Consultado 6 ene. 2019. Disponible en http://www.inr.gob.mx/Descargas/Transparencia/estudiosOpinion/InformeEjecutivoINR_061211.pdf

USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala). 2019. Total de estudiantes inscritos pro unidad académica y carrera, según categoría de ingreso (en línea). Guatemala, USAC, Departamento de Registro y Estadística. 44 p. Consultado 8 may. 2019. Disponible en https://registro.usac.edu.gt/formularios_rye/INSCRITOS2019.pdf

Vintimilla Córdova, EV. 2012. Auditoria eléctrica en la Fábrica de Cartones Nacionales CARTOPEL (en línea). Tesis Lic. Cuenca, Ecuador, UPS, Facultad de Ingenierías. p. 19. Consultado 15 de ene. 2019. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1924/12/UPS-CT002858.pdf>



13. ANEXOS

Anexo 1. Facturas electrónicas por la empresa ENERGUATE S.A. del mes de noviembre.

	 ENERGUATE LUZ DE MI TIERRA																														
Distribuidora de Electricidad de Oriente S.A (DEORSA) - 1454620-3 Diagonal 5 10-50 z10 Interaméricas World Center Torre Sur Nivel 14 Ofc. 1401 www.energuate.com - atencionalcliente@energuate.com																															
Recuerde mantener su cuenta al día y evite pagar intereses sobre montos adeudados. GUATEMALA, GUATEMALA.																															
CENTRO UNIVERSITARIO, DE ORIENTE CUNORI	NIS: 3305895																														
CHIQUIMULA - INDUSTR., ZONA 5, FINCA EL Zapotillo CHIQUIMUL	Factura No.: OQ2-0000002086801 Mes: Noviembre NIT 255117-9 Fecha de Emisión: 20/11/2019 Copia Cliente - MED 000C500017																														
ZONA 5, CHIQUIMULA Oficina Comercial : CHIQUIMULA NIR: 0.3305895.01.20/11/2019																															
TOTAL A PAGAR Q 40,260.00	Q 40,260.00 Consumo de Electricidad																														
Fecha Max. Sugiería Pago 04 de diciembre 2019	- Tasa de Alumbrado Público																														
	- PAGO de Convenio																														
	0 Facturas no Pagadas																														
Historial de Consumo de Energía Activa (KWh)																															
Detailed Description: The bar chart displays monthly electricity consumption in KWh. The Y-axis ranges from 0 to 40,000 KWh. Data points are as follows: <table border="1"> <thead> <tr><th>Mes</th><th>KWh Consumido</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>OCT-19</td><td>14,240</td></tr> <tr><td>NOV-19</td><td>13,820</td></tr> <tr><td>DIC-19</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>ENE-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>FEB-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>MAR-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>ABR-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>MAY-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>JUN-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>JUL-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>AUG-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>SEP-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>OCT-20</td><td>10,000</td></tr> <tr><td>NOV-20</td><td>10,000</td></tr> </tbody> </table>		Mes	KWh Consumido	OCT-19	14,240	NOV-19	13,820	DIC-19	10,000	ENE-20	10,000	FEB-20	10,000	MAR-20	10,000	ABR-20	10,000	MAY-20	10,000	JUN-20	10,000	JUL-20	10,000	AUG-20	10,000	SEP-20	10,000	OCT-20	10,000	NOV-20	10,000
Mes	KWh Consumido																														
OCT-19	14,240																														
NOV-19	13,820																														
DIC-19	10,000																														
ENE-20	10,000																														
FEB-20	10,000																														
MAR-20	10,000																														
ABR-20	10,000																														
MAY-20	10,000																														
JUN-20	10,000																														
JUL-20	10,000																														
AUG-20	10,000																														
SEP-20	10,000																														
OCT-20	10,000																														
NOV-20	10,000																														
PERIODO DE LECTURA: 21/10/2019 al 20/11/2019 (30 días) - PROXIMA LECTURA: 20/12/2019																															
Tipo de Consumo	No. Contador Lectura Ant. Lectura Act. Mult. Consumo																														
Activa kWh	009C500017 26523 26797 80 21,930																														
Reactiva kVARh	009C500017 9170 9251 80 6,480																														
Demanda kW	009C500017 0 1277 80 102,160																														
BT con Demanda FP DR																															
Cargo Fijo (Quitarlo): 696.501231 + IVA Factor de Potencia: 0.96/Penalización: 0%	Potencia Contratada a (kWw): 68.639680 + IVA Energía (kVAwh): 1.135759 + IVA																														
Potencia Máxima (kWw): 24.674167 + IVA																															
Concepto de facturación	Consumo kWh Importe en Q																														
Cargo fijo Mensual con IVA	0 746.48																														
Consumo Energía con IVA	21930 27834.24																														
Potencia Contratada con IVA	115200 8856.16																														
Potencia Máxima con IVA	102160 2823.2																														
Ajuste por Redondeo (-) sin IVA	0 -0.58																														
Rendimiento Mes anterior sin IVA	0 0.5																														
SUB TOTAL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DEL MES	40,260.00																														
TOTAL FACTURA DEL MES	40,260.00																														
Detalle de Deuda Acumulada																															
Factures no pagadas	0																														
Importe factures no pagadas con IVA	Q 0.00																														
Recuerde mantener su cuenta al día y evitar pagar intereses sobre montos adeudados. Se emite corte del suministro con 2 lecturas vencidas, según Art. 50 de Ley General de Electricidad El importe de las lecturas vendidas no incluye los intereses por mora con IVA. Si pago de esta factura quedará anulado si el o los cheques fueran rechazados por el banco Sujeto a pagos trimestrales AUTORIZADO SEGÚN RES. No. 2013 / 152 508 Del 26/04/2013 DEL Ms. OIQ200000000000000000 Al No. OIQ200000000000000000																															
CENTRO UNIVERSITARIO, DE ORIENTE CUNORI N.I.R. 0.3305895.01.20/11/2019 20/11/2019 TOTAL Q 40,260.00																															



ENERGUATE

LUZ DE MI TIERRA

Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A (DEORSA) - 1494620-3

Diagonal 6 10-50 z10 Interaméricas World Center Torre Sur Nivel 14 Of. 1401
www.energuate.com - atencioncliente@energuate.com

Recuerde mantener su cuenta al día y evite pagar intereses sobre montos adeudados.

GUATEMALA, GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO, DE ORIENTE

CUNORI

CHIQUEMILA, ZONA 5, BARRIO ZAPOTILLO. 9001 , PB CUNORI.

ZONA 5, CHIQUEMILA

Oficina Comercial : CHIQUEMILA

NR: 0.5798445.01.13/11/2019

NIS: 5766445

Factura No: RH-U00000000352115

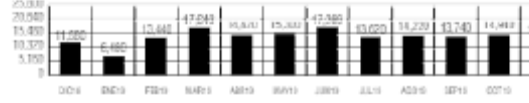
Mes : Noviembre NIT 255117 -9

Fecha de Emisión : 13/11/2019

Copia Cliente - MED 008C500041

TOTAL A PAGAR	Q 27,280.00 Consumo de Electricidad	1
Q 27,330.00	Q 50.00 Tasa de Alumbrado Público	2
Fecha Max. Sugestión Pago	Q - Pago de Convenio	3
27 de noviembre 2019	Q 0 Facturas no Pagadas	4

Historial de Consumo de Energía Activa (KWh)



PERÍODO	DEC-9	ENE-9	FEB-9	MAR-9	ABR-9	MAY-9	JUN-9	JUL-9	AUG-9	SEP-9	OCT-9	NOV-9
Consumo (KWh)	11,580	6,480	12,648	17,048	15,848	15,348	17,580	13,020	15,720	13,740	14,448	12,000

PERÍODO DE LECTURA: 14/10/2019 al 13/11/2019 (30 días) - PRÓXIMA LECTURA: 13/12/2019					
Tipo de Consumo	No. Contador	Lectura Ant.	Lectura Act.	Mult.	Consumo
Activa KWh	008C500041	18532	18757	60	13,500
Reactiva KVARh	008C500041	4563	4605	60	2,520
Demanda KW	008C500041	0	1138	60	68,280

BT con Demanda FP DR	
Carga Fija (Q/Usuario): 666.501231 + IVA	Factor de Potencia: 0.98/Penalización: 0%
Potencia Contratada a (Q/KW): 68.630680 + IVA	Energía (Q/KW/h): 1.133750 + IVA
Potencia Máxima (Q/KW): 24.674167 + IVA	

Concepto de Facturación	Consumo kWh	Importe en Q
Carga Fija Mensual con IVA	0	746.48
Consumo Energía con IVA	13500	17142.44
Potencia Contratada con IVA	97620	7504.68
Potencia Máxima con IVA	68280	1886.92
Ajuste por Redondeo (-) sin IVA	0	-0.7
Redondeo Mes Anterior sin IVA	0	0.18
SUB TOTAL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DEL MES		27,280.00
Tasa por Alumbrado Público (Cobro Municipal) sin IVA		50.00
TOTAL FACTURA DEL MES		27,330.00

Detalle de Deuda Acumulada	Facturas no pagadas
Facturas no pagadas	0
Importe facturas no pagadas con IVA	Q 0.00

Recuerde mantener su cuenta al día y evite pagar intereses sobre montos adeudados.

Se emite copia del suministro con 2 facturas vencidas, según Art. 90 de Ley General de Electricidad

El importe de las facturas vencidas no incluye los intereses por mora con IVA

El pago de estas facturas quedará anulado si el o los cheques fueron rechazados por el Banco

Sujeto a pagos trimestrales

AUTORIZADO SEGÚN RES. No. 2013-1-82-1372 DEL 27/06/2013 DEL No. RH-U00000000000001 Al No. RH-U00000000000000

0579844501201911300000000000273300011



CENTRO UNIVERSITARIO, DE ORIENTE CUNORI

N.I.R. Q.5798445.01.13/11/2019

13/11/2019

Total 27,330.00

Anexo 2. Datos de temperatura, precipitación y velocidad de la estación meteorológica de la carrera de Ingeniería en Administración de Tierras de CUNORI.

NAME: CUNORI CITY: Chiquimula STATE: Chiquimula															
ELEV: 415 m LAT: 14° 48' 00" N LONG: 89° 30' 00" W															
TEMPERATURE (°C), HEAT BASE 18.3, COOL BASE 18.3															
DEP. HEAT COOL															
FROM DEG DEG															
YR	MO	MEAN	MEAN	MEAN	FROM	DEG	DEG	HI	DATE	LOW	DATE	MAX	MAX	MIN	MIN
		MAX	MIN		NORM	DAYS	DAYS					>=32	<=0	<=0	<=-18
19	1	30.1	18.7	24.2	0.0	1	183	34.6	23	15.2	29	7	0	0	0
19	2	33.0	24.0	29.1	0.0	0	163	37.4	18	17.3	3	18	0	0	0
19	3	30.9	28.6	29.9	0.0	0	31	35.8	4	24.5	17	8	0	0	0
19	4	34.9	23.3	28.8	0.0	0	192	38.7	14	16.2	21	17	0	0	0
19	5	34.7	23.5	28.1	0.0	0	275	38.0	9	21.5	3	25	0	0	0
19	6	31.2	22.5	26.5	0.0	0	62	34.7	24	21.9	26	4	0	0	0
19	7	33.7	22.5	27.5	0.0	0	286	36.4	25	19.9	5	28	0	0	0
19	8	34.1	22.9	27.5	0.0	0	230	36.7	4	20.0	30	25	0	0	0
19	9	34.0	22.5	27.0	0.0	0	255	36.1	2	21.3	21	27	0	0	0
19	10	32.2	22.8	26.2	0.0	0	245	34.9	18	21.4	31	18	0	0	0
19	11	30.4	20.3	24.8	0.0	1	142	32.9	22	15.9	19	1	0	0	0
19	12														
		32.7	22.9	27.2	0.0	2	2062	38.7	APR	15.2	JAN	178	0	0	0

PRECIPITATION (mm)									
DEP. MAX DAYS OF RAIN									
FROM OBS. OVER									
YR	MO	TOTAL	FROM	MAX	DATE	.2	2	20	
			NORM	OBS.					
19	1	0.0	0.0	0.0	1	0	0	0	
19	2	0.4	0.0	0.4	9	1	0	0	
19	3	0.0	0.0	0.0	1	0	0	0	
19	4	1.0	0.0	1.0	24	1	0	0	
19	5	121.2	0.0	46.0	3	9	6	3	
19	6	5.4	0.0	3.0	26	5	1	0	
19	7	19.0	0.0	6.8	15	7	3	0	
19	8	73.0	0.0	31.2	5	9	6	2	
19	9	133.2	0.0	50.6	25	16	9	3	
19	10	163.0	0.0	64.6	7	21	15	2	
19	11	1.2	0.0	0.8	1	2	0	0	
19	12								
		517.4	0.0	64.6	OCT	71	40	10	

Continuación del anexo 2

WIND SPEED (km/hr)					
YR	MO	AVG.	HI	DATE	DOM DIR
19	1	3.1	37.0	16	SE
19	2	2.9	43.5	25	SE
19	3	0.9	43.5	6	SE
19	4	2.1	38.6	29	SE
19	5	1.2	49.9	3	SE
19	6	3.8	38.6	28	SE
19	7	3.5	43.5	15	SE
19	8	1.7	49.9	22	SE
19	9	1.1	51.5	2	SE
19	10	0.8	35.4	25	SE
19	11	1.6	30.6	3	SE
19	12				

		1.9	51.5	SEP	SE

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Boleta para inventario de áreas por tipología de uso e inventario de equipos eléctricos



Boleta para caracterización del consumo de energía eléctrica en CUNORI

Nombre del área: _____

Sector de CUNORI: _____

Fecha de medición: _____

a. Características de tipología de uso

1. Patrón de uso

Oficinas administrativas	Aula	Laboratorio	Taller	Área de exposición	Biblioteca	Cafetería	Común	Pasillo	Baños

2. Horario de uso:

3. Materiales de construcción para techo

Concreto	Tabla yeso	Duralita	Madera

4. Materiales de construcción para las paredes

Concreto	Tabla yeso	Metal	Madera

5. Medidas del área:

b. Inventario eléctrico

[illegible]

Apéndice 2. Aparatos utilizados para la medición de tensión e intensidad



Fotografía 1. Multímetro utilizado para la medición de tensión.



Fotografía 2. Pinza amperimétrica utilizada para la medición de intensidad.



Fotografía 3. Adaptador de corriente utilizada para la medición de tensión.



Fotografía 4. Multímetro y adaptador de corriente para la medición de tensión.

Apéndice 3. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el edificio 1

CANTIDAD DE ÁREAS				
Uso	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Total
Aula	9	0	4	13
Baño	2	2	2	6
Biblioteca	0	0	0	0
Concesión	1	0	0	1
Exposición	0	0	0	0
Laboratorio	0	5	0	5
Mantenimiento	0	0	0	0
Oficina administrativa	2	6	5	13
Pasillo	1	1	1	3
Producción	0	0	0	0
Servicio	0	0	0	0
Uso común	2	0	0	2
Total	17	14	12	43

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE				
Uso	Primer nivel (m ²)	Segundo nivel (m ²)	Tercer nivel (m ²)	Total
Aula	607.79	0.00	329.32	937.11
Baño	31.12	31.12	31.12	93.36
Biblioteca	0.00	0.00	0.00	0.00
Concesión	46.38	0.00	0.00	46.38
Exposición	0.00	0.00	0.00	0.00
Laboratorio	0.00	298.67	0.00	298.67
Mantenimiento	0.00	0.00	0.00	0.00
Oficina administrativa	15.28	401.20	322.63	739.11
Pasillo	243.00	243.00	150.40	636.40
Producción	0.00	0.00	0.00	0.00
Servicio	0.00	0.00	0.00	0.00
Uso común	23.98	0.00	0.00	23.98
Total	967.55	973.99	833.47	2775.01

Apéndice 4. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el edificio 2

CANTIDAD DE ÁREAS				
Uso	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Total
Aula	0	8	1	9
Baño	2	2	2	6
Biblioteca	1	0	0	1
Concesión	0	0	0	0
Exposición	1	0	0	1
Laboratorio	0	1	7	8
Mantenimiento	0	0	0	0
Oficina administrativa	7	1	1	9
Pasillo	1	1	1	3
Producción	0	0	0	0
Servicio	0	0	0	0
Uso común	2	0	0	2
Total	14	13	12	39

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE				
Uso	Primer nivel (m ²)	Segundo nivel (m ²)	Tercer nivel (m ²)	Total
Aula	0.00	587.27	37.52	624.79
Baño	31.36	31.36	30.87	93.59
Biblioteca	138.94	0.00	0.00	138.94
Concesión	0.00	0.00	0.00	0.00
Exposición	140.89	0.00	0.00	140.89
Laboratorio	0.00	49.54	677.18	726.72
Mantenimiento	0.00	0.00	0.00	0.00
Oficina administrativa	403.05	74.11	7.64	484.80
Pasillo	224.39	224.39	150.56	599.33
Producción	0.00	0.00	0.00	0.00
Servicio	0.00	0.00	0.00	0.00
Uso común	16.32	0.00	0.00	16.32
Total	954.94	966.67	903.77	2825.39

Apéndice 5. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el área de módulos

CANTIDAD DE ÁREAS						
Uso	Módulo D	Módulo E	Módulo F	Módulo G	Módulo L	Total
Aula	1	3	1	3	5	13
Baño	1	1	1	1	0	4
Biblioteca	0	0	0	0	0	0
Concesión	0	0	0	0	0	0
Exposición	1	0	0	0	0	1
Laboratorio	0	0	2	0	0	2
Mantenimiento	0	0	0	0	0	0
Oficina administrativa	2	1	1	1	2	7
Pasillo	1	1	1	1	0	4
Producción	0	0	0	0	0	0
Servicio	0	0	0	0	0	0
Uso común	1	0	0	0	0	1
Total	7	6	6	6	7	32

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE						
Uso	Módulo D (m ²)	Módulo E (m ²)	Módulo F (m ²)	Módulo G (m ²)	Módulo L (m ²)	Total
Aula	54.01	161.75	54.56	161.94	183.82	616.07
Baño	14.39	14.39	14.39	14.39	0.00	57.55
Biblioteca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Concesión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exposición	16.24	0.00	0.00	0.00	0.00	16.24
Laboratorio	0.00	0.00	131.15	0.00	0.00	131.15
Mantenimiento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oficina administrativa	133.22	76.56	54.56	76.56	41.23	382.12
Pasillo	84.14	84.14	84.14	84.14	0.00	336.57
Producción	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Servicio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Uso común	37.70	0.00	0.00	0.00	0.00	37.70
Total	339.69	336.84	338.80	337.03	225.05	1577.40

Apéndice 6. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el área de uso común

CANTIDAD DE ÁREAS			
Uso	Área de servicios	Área de usos variado	Total
Aula	0	0	0
Baño	0	0	0
Biblioteca	0	0	0
Concesión	4	0	4
Exposición	0	2	2
Laboratorio	0	2	2
Mantenimiento	0	0	0
Oficina administrativa	0	0	0
Pasillo	0	1	1
Producción	0	0	0
Servicio	2	0	2
Uso común	0	2	2
Total	6	7	13

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE			
Uso	Área de servicios (m ²)	Área de usos variado (m ²)	Total
Aula	0.00	0.00	0.00
Baño	0.00	0.00	0.00
Biblioteca	0.00	0.00	0.00
Concesión	0.00	209.27	209.27
Exposición	0.00	660.42	660.42
Laboratorio	0.00	88.20	88.20
Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
Oficina administrativa	0.00	0.00	0.00
Pasillo	0.00	206.19	206.19
Producción	0.00	0.00	0.00
Servicio	164.94	0.00	164.94
Uso común	0.00	203.17	203.17
Total	164.94	1367.25	1532.19

Apéndice 7. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el sector de la granja

CANTIDAD DE ÁREAS			
Uso	Área administrativa	Área de producción	Total
Aula	1	0	1
Baño	1	0	1
Biblioteca	0	0	0
Concesión	0	0	0
Exposición	0	0	0
Laboratorio	0	0	0
Mantenimiento	0	0	0
Oficina administrativa	2	0	2
Pasillo	0	0	0
Producción	0	7	7
Servicio	0	0	0
Uso común	1	0	1
Total	5	7	12

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE			
Uso	Área administrativa (m²)	Área de producción (m²)	Total
Aula	134.64	0.00	134.64
Baño	1.25	0.00	1.25
Biblioteca	0.00	0.00	0.00
Concesión	0.00	0.00	0.00
Exposición	0.00	0.00	0.00
Laboratorio	0.00	0.00	0.00
Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
Oficina administrativa	34.61	0.00	34.61
Pasillo	0.00	0.00	0.00
Producción	0.00	6173.10	6173.10
Servicio	0.00	0.00	0.00
Uso común	4.38	0.00	4.38
Total	174.88	6173.10	6347.98

Apéndice 8. Cantidad de áreas y distribución de superficie por tipología de uso en el sector de parqueo

CANTIDAD DE ÁREAS			
Uso	Instalación de bombeo	Taller	Total
Aula	0	0	0
Baño	0	0	0
Biblioteca	0	0	0
Concesión	0	0	0
Exposición	0	0	0
Laboratorio	0	0	0
Mantenimiento	0	1	1
Oficina administrativa	0	0	0
Pasillo	0	0	0
Producción	0	0	0
Servicio	0	0	0
Uso común	1	0	1
Total	1	1	2

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE			
Uso	Instalación de bombeo (m ²)	Taller (m ²)	Total
Aula	0.00	0.00	0.00
Baño	0.00	0.00	0.00
Biblioteca	0.00	0.00	0.00
Concesión	0.00	0.00	0.00
Exposición	0.00	0.00	0.00
Laboratorio	0.00	0.00	0.00
Mantenimiento	0.00	473.25	473.25
Oficina administrativa	0.00	0.00	0.00
Pasillo	0.00	0.00	0.00
Producción	0.00	0.00	0.00
Servicio	0.00	0.00	0.00
Uso común	27.02	0.00	27.02
Total	27.02	473.25	500.27

Apéndice 9. Resumen del consumo de teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en CUNORI

Sector	Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
Edificaciones	Edificio 1	1326.26	676.45	2684.54	460.56	460.34	311.03	2121.20	1153.67	605.98	0.00	9800.03
	Edificio 2	918.15	527.35	5360.87	532.95	295.38	399.36	1863.87	25.75	931.85	0.00	10855.54
	Modulo D	95.24	8.00	631.56	27.61	11.51	10.16	66.82	0.00	0.00	0.00	850.92
	Modulo E	234.70	119.50	992.64	179.77	84.03	14.27	40.00	0.00	0.00	0.00	1664.91
	Modulo F	55.26	11.46	1278.58	186.24	49.47	12.94	375.31	178.31	0.00	0.00	2147.56
	Modulo G	256.00	55.75	997.29	35.55	72.61	4.12	89.87	0.00	0.00	0.00	1511.19
	Modulo L	45.01	63.02	268.71	51.63	53.65	52.98	0.00	0.00	0.00	0.00	534.99
Granja	Áreas de uso común	95.27	14.37	1541.36	72.20	149.67	6.34	186.84	0.37	0.00	0.00	2066.42
	Área administrativa	1.86	6.00	97.92	5.28	2.64	0.00	281.66	0.00	0.00	0.00	395.36
	Área de producción	201.96	146.52	326.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.96	1922.96	2684.81
Parqueo	Taller	113.86	5.71	0.00	4.43	0.64	0.00	158.18	0.00	0.00	509.12	791.94
	Instalación de bombeo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	989.17	0.00	989.17
Total		3343.56	1634.14	14179.87	1556.23	1179.94	811.20	5183.75	1358.10	2613.96	2432.08	34292.83

Apéndice 10. Resumen del consumo de teórico de energía eléctrica por tipología de uso en CUNORI

Tipología de uso	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
Aulas	1177.25	973.21	809.18	110.84	814.93	1.54	53.22	0.00	0.00	0.00	3940.17
Baños	14.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.87
Biblioteca	211.59	90.32	895.28	38.19	0.00	35.93	367.52	0.00	0.00	0.00	1638.83
Exposición	77.21	0.00	626.67	10.37	72.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	786.47
Laboratorio	250.33	124.81	2008.16	293.80	74.53	1.76	66.73	1358.10	0.00	0.00	4178.21
Mantenimiento	113.86	5.71	0.00	4.43	0.64	0.00	158.18	0.00	0.00	509.12	791.94
Oficina administrativa	1004.83	278.92	8632.24	1027.62	95.47	765.75	4373.93	0.00	0.00	0.00	16178.76
Pasillo	265.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	265.54
Producción	201.96	146.52	326.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1922.96	2597.84
Servicio	17.08	14.37	718.03	64.38	120.68	6.15	109.41	0.00	0.00	0.00	1050.10
Uso común	9.06	0.28	163.91	6.60	1.47	0.06	54.76	0.00	2613.96	0.00	2850.10
Total	3343.56	1634.14	14179.87	1556.23	1179.94	811.20	5183.75	1358.10	2613.96	2432.08	34292.83

Apéndice 11. Resumen del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas de estudio del edificio 1

PRIMER NIVEL											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo- méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
A1	39.70	37.54	0.00	10.50	26.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	114.25
A2	40.05	14.82	0.00	4.37	41.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.85
A3	28.30	20.39	0.00	3.95	36.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.82
A4	76.14	35.38	0.00	2.17	27.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	141.27
A5	44.20	50.48	0.00	3.90	32.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.27
A6	53.00	51.92	0.00	2.16	20.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	127.29
A7	75.82	84.19	0.00	1.32	14.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	175.91
A8	71.08	16.93	0.00	3.35	31.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123.07
A10	52.92	34.76	0.00	2.14	26.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	115.94
Baños	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
Bomba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	605.98	0.00	605.98
Guardianía	5.49	6.49	0.00	0.00	0.00	0.00	48.03	0.00	0.00	0.00	60.01
Registro	3.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.96
Pasillo	30.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.24
Uni. Investigación*	2.88	2.88	0.00	5.69	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	11.49
Total	524.65	355.78	0.00	39.56	257.18	0.04	48.03	0.00	605.98	0.00	1831.22
*. Oficina de unidad de investigación.											

Continuación del apéndice 11

SEGUNDO NIVEL											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo- méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
B1	12.82	44.06	302.40	37.39	6.27	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	432.95
B2	84.05	43.48	300.16	46.67	1.81	3.27	364.21	0.00	0.00	0.00	843.65
B3	61.08	0.00	127.69	6.66	0.00	0.00	0.00	283.11	0.00	0.00	478.54
B4*	5.77	0.00	25.18	0.00	0.00	0.00	0.00	30.67	0.00	0.00	61.62
B4	62.50	23.80	189.73	28.25	0.00	16.69	396.27	0.00	0.00	0.00	717.24
B5	29.33	8.51	98.00	0.00	0.00	0.00	0.00	768.09	0.00	0.00	903.92
B6**	2.21	1.64	3.12	12.07	0.00	0.00	0.00	71.80	0.00	0.00	90.84
B6	30.16	0.00	295.68	3.62	0.00	0.63	255.26	0.00	0.00	0.00	585.35
B7	100.40	18.07	35.20	37.12	0.00	0.22	180.63	0.00	0.00	0.00	371.65
B8	60.28	29.33	121.65	150.97	64.37	51.04	30.00	0.00	0.00	0.00	507.64
Baños	5.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.76
Pasillo	34.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.80
Total	489.16	168.89	1498.80	322.76	72.45	71.86	1256.37	1153.67	0.00	0.00	5033.98
* . Laboratorio de lácteos. ** . Laboratorio de suelos.											

Continuación del apéndice 11

TERCER NIVEL											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
C1	17.63	3.85	718.08	33.61	0.00	212.31	370.60	0.00	0.00	0.00	1356.08
C2	27.46	4.41	67.58	21.93	0.28	11.34	40.54	0.00	0.00	0.00	173.56
C3	8.71	4.70	3.17	1.31	0.49	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	18.39
C4	47.83	14.09	132.56	16.98	0.00	13.00	290.44	0.00	0.00	0.00	514.91
C5-C6*	37.47	32.13	0.00	4.13	46.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.79
C7	10.95	27.16	0.00	4.30	38.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.14
C8	49.10	15.21	264.34	12.50	0.00	2.47	115.20	0.00	0.00	0.00	458.82
C9	17.54	15.26	0.00	1.82	16.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.46
C10	58.31	34.96	0.00	1.67	28.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123.24
Baños	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44
Pasillo	36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00
Total	312.44	151.78	1185.73	98.24	130.70	239.13	816.79	0.00	0.00	0.00	2934.83
*. Salones unidos.											

Apéndice 12. Resumen del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas de estudio del edificio 2

PRIMER NIVEL											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
I1	55.44	0.00	709.07	15.17	0.87	4.93	348.57	0.00	0.00	0.00	1134.05
I2	24.79	0.00	744.62	52.82	21.98	75.68	39.02	0.00	0.00	0.00	958.91
I3	211.59	90.32	895.28	38.19	0.00	35.93	367.52	0.00	0.00	0.00	1638.83
I4	24.47	0.00	193.60	9.61	43.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	270.90
I5*	0.14	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42
I5	29.47	1.99	356.40	19.89	0.00	10.76	161.73	0.00	0.00	0.00	580.24
I6	8.88	10.91	0.00	7.67	0.00	6.20	183.85	0.00	0.00	0.00	217.51
I7	118.05	20.89	975.90	206.86	0.00	248.83	654.58	0.00	0.00	0.00	2225.12
Baños	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73
Bomba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	931.85	0.00	931.85
Info. académica**	0.00	5.17	0.00	8.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.57
Pasillo	74.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.66
Total	549.23	129.56	3874.86	358.60	66.07	382.33	1755.28	0.00	931.85	0.00	8047.78
* . Bodega anexa a Postgrados. ** . Oficina de información académica.											

Continuación del apéndice 12

SEGUNDO NIVEL											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
J1	37.23	23.56	427.54	2.15	13.32	0.67	52.36	0.00	0.00	0.00	556.83
J2	5.89	21.00	0.00	7.75	44.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.23
J3	5.83	22.50	0.00	1.69	13.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.98
J4	16.11	38.57	0.00	0.55	7.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.86
J5*	3.60	5.40	0.00	10.93	0.78	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	21.73
J6	40.90	26.74	621.26	48.87	0.00	14.73	41.65	0.00	0.00	0.00	794.15
J7	4.66	50.64	0.00	2.67	29.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.10
J8	17.47	22.32	0.00	1.72	14.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.78
J9	12.16	9.95	0.00	14.70	0.03	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	37.35
J10	42.67	101.91	0.00	4.28	49.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	197.91
Baños	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
Pasillo	48.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.96
Total	236.35	322.58	1048.80	95.31	172.77	16.41	94.53	0.00	0.00	0.00	1986.74
*. Laboratorio de cómputo.											

Continuación del apéndice 12

TERCER NIVEL											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
K1	7.62	6.94	0.00	14.75	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	29.59
K2	22.11	1.63	59.40	1.64	14.82	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	100.29
K3	0.73	13.09	42.00	6.98	4.76	0.33	14.06	24.43	0.00	0.00	106.38
K4	11.33	10.02	0.00	2.31	18.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.64
K5*	9.89	15.28	335.81	53.37	17.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	432.31
K6	72.95	22.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	96.33
K7	2.95	3.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.13
K8	0.00	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.32
Baños	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67
Pasillo	3.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.34
Total	132.57	75.21	437.21	79.05	56.54	0.62	14.06	25.75	0.00	0.00	821.01
*. Laboratorio de cómputo.											

Apéndice 13. Resumen del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas de estudio del área de módulos

MÓDULO D											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
D1	4.43	8.00	0.00	0.56	10.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.04
D2	0.09	0.00	9.40	0.16	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.12
D3	59.09	0.00	266.64	15.17	0.00	7.93	16.00	0.00	0.00	0.00	364.82
D4	26.02	0.00	355.52	11.73	0.00	2.24	50.82	0.00	0.00	0.00	446.32
Baños	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30
Pasillo	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32
Total	95.24	8.00	631.56	27.61	11.51	10.16	66.82	0.00	0.00	0.00	850.92

MÓDULO E											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
E1	25.09	17.87	0.00	3.55	33.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.77
E2	41.99	21.57	0.00	1.03	17.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.76
E3	77.33	76.27	0.00	3.98	33.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.16
E4*	85.61	3.80	992.64	171.22	0.00	14.27	40.00	0.00	0.00	0.00	1307.54
Baños	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36
Pasillo	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32
Total	234.70	119.50	992.64	179.77	84.03	14.27	40.00	0.00	0.00	0.00	1664.91
*. Bufete popular.											

Continuación del apéndice 13

MÓDULO F											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
F1	18.77	0.00	499.76	31.32	0.29	12.13	374.97	0.00	0.00	0.00	937.24
F2*	14.97	0.00	192.95	74.17	13.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	296.06
F3	12.76	11.46	0.00	5.54	19.26	0.81	0.34	0.00	0.00	0.00	50.17
F4**	4.00	0.00	585.86	75.21	15.96	0.00	0.00	178.31	0.00	0.00	859.35
Baños	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
Pasillo	4.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32
Total	55.26	0.00	1278.58	186.24	49.47	0.00	375.31	178.31	0.00	0.00	2147.56
*. **.											

MÓDULO G											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
G1	119.29	16.73	26.62	3.41	31.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	197.77
G2	93.59	22.83	217.11	3.58	33.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	370.96
G3	12.66	3.42	134.04	0.19	4.28	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	154.67
G4*	25.73	12.77	619.52	28.37	2.75	4.05	89.87	0.00	0.00	0.00	783.06
Baños	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
Pasillo	4.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.29
Total	256.00	55.75	997.29	35.55	72.61	4.12	89.87	0.00	0.00	0.00	1511.19
*. Oficina del centro de promoción de la micro, pequeña y mediana empresa.											

Continuación del apéndice 13

MÓDULO L											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
L1	3.46	0.00	3.87	0.08	4.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.47
L2	8.21	7.65	0.00	2.30	17.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.74
L3	0.00	0.00	0.00	2.06	18.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.18
L4	8.65	15.99	0.00	0.76	12.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.66
L5	10.81	15.06	0.00	0.22	1.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.72
Oficina CC*	0.66	13.46	32.52	12.87	0.00	7.75	0.00	0.00	0.00	0.00	67.26
Postgrados**	13.21	10.86	232.32	33.34	0.00	45.23	0.00	0.00	0.00	0.00	334.96
Total	45.01	63.02	268.71	51.63	53.65	52.98	0.00	0.00	0.00	0.00	534.99
*. Oficina administrativa de Ciencias de la Comunicación. **. Oficina administrativa de Postgrados.											

Apéndice 14. Resumen del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas de estudio del área de uso común

ÁREAS DE USO COMÚN											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
Almacén	4.81	0.00	154.51	6.44	0.00	0.06	54.76	0.00	0.00	0.00	220.58
Auditorio	50.58	0.00	433.07	0.77	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	513.41
Clínicas	12.06	14.37	551.23	17.81	8.97	0.05	109.41	0.00	0.00	0.00	713.91
Lab. insectario	0.14	0.00	30.10	0.00	0.00	0.00	1.06	0.20	0.00	0.00	31.49
Lab. ento. Médica*	0.17	0.00	205.66	0.61	0.00	0.12	21.61	0.17	0.00	0.00	228.34
Pasillo central**	20.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.28
Pentágono	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
Plaza	2.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.16
Radio	5.01	0.00	166.79	46.57	111.71	6.11	0.00	0.00	0.00	0.00	336.19
Total	95.27	14.37	1541.36	72.20	149.67	6.34	186.84	0.37	0.00	0.00	2066.42
* . Laboratorio de entomología médica. ** . Pasillo central del área de módulos.											

Apéndice 15. Resumen del consumo teórico de energía eléctrica por iluminación y equipos eléctricos en las áreas de estudio del sector de granja y sector de parqueo

ÁREAS DEL SECTOR DE LA GRANJA											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
Área empaquetado	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	115.76	116.12
Aula	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
Baño	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Bomba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.96	0.00	86.96
Guardianía	0.72	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	65.66	0.00	0.00	0.00	69.02
Modulo avícola	92.70	63.36	326.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1728.00	2210.46
Modulo bovino	59.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.40
Modulo caprino	39.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.20	118.80
Modulo porcino	9.90	83.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.06
Oficina	1.00	6.00	97.92	5.28	0.00	0.00	216.00	0.00	0.00	0.00	326.20
Total	203.82	152.52	424.32	5.28	2.64	0.00	281.66	0.00	86.96	1922.96	3080.17

ÁREAS DEL SECTOR DE PARQUEO											
Área de estudio	Iluminación (KWh/mes)	Ventilador (KWh/mes)	Aire acondicionado (KWh/mes)	Equipo de cómputo (KWh/mes)	Equipo audiovisual (KWh/mes)	Equipo de oficina (KWh/mes)	Electrodo-méstico (KWh/mes)	Equipo de laboratorio (KWh/mes)	Equipo de bombeo (KWh/mes)	Equipo industrial (KWh/mes)	Total
Taller	113.86	5.71	0.00	4.43	0.64	0.00	158.18	0.00	0.00	509.12	791.94
Instalaciones de bombeo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	989.17	0.00	989.17
Total	113.86	5.71	0.00	4.43	0.64	0.00	158.18	0.00	989.17	509.12	1781.11

Apéndice 16. Intensidad energética por ocupación en oficinas administrativas

OFICINAS ADMINISTRATIVAS						
Área de estudio		KWh/mes	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	categoría
Edificio 1	Guardianía	60.01	660.12	7.64	86.40	Regular
	Uni. Investigación*	11.49	126.43	7.64	16.55	Bajo
	B2	843.65	9280.18	101.60	91.34	Regular
	B4	717.24	7889.60	96.60	81.67	Regular
	B6	585.35	6438.88	26.11	246.64	Muy alto
	B7	371.65	4088.17	74.92	54.57	Bajo
	B8	507.64	5584.05	94.33	59.20	Bajo
	C1	1356.08	14916.90	79.22	188.30	Muy alto
	C2	173.56	1909.11	46.72	40.87	Bajo
	C3	18.39	202.28	43.30	4.67	Bajo
	C4	514.91	5664.01	99.11	57.15	Bajo
Edificio 2	C8	458.82	5046.99	54.29	92.97	Regular
	I1	1134.05	12474.58	81.06	153.90	Alto
	I2	958.91	10548.00	112.18	94.03	Regular
	I5	580.24	6382.61	52.99	120.46	Regular
	I6	217.51	2392.63	22.44	106.62	Regular
	I7	2225.12	24476.27	116.70	209.74	Muy Alto
	Info. académica**	13.57	149.23	5.99	24.92	Bajo
	J6	794.15	8735.62	74.11	117.87	Regular
Módulo D	D3	364.82	4013.04	54.98	72.99	Regular
	D4	446.32	4909.53	78.23	62.75	Regular
Módulo E	E4*	1307.54	14382.90	76.56	187.86	Muy Alto
Módulo F	F1	937.24	10309.60	54.56	188.96	Muy Alto
Módulo G	G4*	783.06	8613.71	76.56	112.51	Regular
Módulo L	Oficina CC***	67.26	739.84	20.87	35.45	Bajo
	Postgrados****	334.96	3684.60	20.36	180.99	Alto

Continuación del apéndice 16

Área de estudio		KWh/mes	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	categoría
Granja	Guardianía	69.02	759.26	13.56	56.00	Bajo
	Oficina	326.20	3588.20	21.02	170.74	Alto
*. Oficina unidad de investigación. **. Oficina de información académica. ***. Oficina administrativa de Ciencias de la Comunicación ****. Oficina administrativa de Postgrados.						
Cuartil	Porcentaje (%)		Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25		< 62		Bajo	
2	26 - 50		63 - 124		Regular	
3	51 - 75		125 - 185		Alto	
4	76 - 100		186 >		Muy Alto	

Apéndice 17. Intensidad energética por ocupación en aulas

AULAS						
Área de estudio		KWh/mes	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
Edificio 1	A1	114.25	1256.72	93.98	13.37	Bajo
	A2	100.85	1109.35	46.38	23.92	Regular
	A3	88.82	977.00	46.38	21.07	Regular
	A4	141.27	1554.02	93.98	16.54	Bajo
	A5	131.27	1444.01	46.38	31.14	Regular
	A6	127.29	1400.19	46.38	30.19	Regular
	A7	175.91	1935.04	93.98	20.59	Regular
	A8	123.07	1353.73	46.38	29.19	Regular
	A10	115.94	1275.30	93.98	13.57	Bajo
	C5-C6*	119.79	1317.72	101.32	13.01	Bajo
	C7	81.14	892.58	87.24	10.23	Bajo
	C9	51.46	566.06	46.79	12.10	Bajo
	C10	123.24	1355.63	93.98	14.42	Bajo

Continuación del apéndice 17

Área de estudio		KWh/mes	KWh/año	Área (m²)	KWh/año/m²	Categoría
Edificio 2	J1	556.83	6125.13	110.98	55.19	Alto
	J2	79.23	871.53	46.38	18.79	Bajo
	J3	43.98	483.78	46.38	10.43	Bajo
	J4	62.86	691.43	103.10	6.71	Bajo
	J7	87.10	958.05	84.44	11.35	Bajo
	J8	55.78	613.61	46.31	13.25	Bajo
	J9	37.35	410.89	46.31	8.87	Bajo
	J10	197.91	2176.99	103.38	21.06	Regular
	K4	42.64	469.05	37.52	12.50	Bajo
Módulo D	D1	23.04	253.39	54.01	4.69	Bajo
Módulo E	E1	79.77	877.49	53.92	16.27	Bajo
	E2	81.76	899.32	53.92	16.68	Bajo
	E3	191.16	2102.79	53.92	39.00	Alto
Módulo F	F3	50.17	551.88	54.56	10.12	Bajo
Módulo G	G1	197.77	2175.51	53.98	40.30	Alto
	G2	370.96	4080.60	53.98	75.60	Muy alto
	G3	154.67	1701.32	53.98	31.52	Regular
Módulo L	L1	11.47	126.16	32.83	3.84	Bajo
	L2	35.74	393.15	43.38	9.06	Bajo
	L3	20.18	221.97	31.66	7.01	Bajo
	L4	37.66	414.30	43.17	9.60	Bajo
	L5	27.72	304.92	32.78	9.30	Bajo
Granja	Aula	0.11	1.19	134.64	0.01	Bajo
*. Salones unidos.						
Cuartil	Porcentaje (%)		Rango (KWh/año/m²)		Categoría	
1	0 - 25		< 19		Bajo	
2	26 - 50		20 - 38		Regular	
3	51 - 75		39 - 57		Alto	
4	76 - 100		58 >		Muy alto	

Apéndice 18. Intensidad energética por ocupación en laboratorios

LABORATORIOS						
Área de estudio		KWh/mes	KWh/año	Área (m ²)	KWh/año/m ²	Categoría
Edificio 1	B1*	432.95	4762.49	101.58	46.89	Bajo
	B3	478.54	5263.94	101.69	51.77	Bajo
	B4	61.62	677.87	18.56	36.52	Bajo
	B5	903.92	9943.17	46.31	214.72	Muy alto
	B6	90.84	999.27	54.66	18.28	Bajo
Edificio 2	J5**	21.73	239.05	49.54	4.83	Bajo
	K1	29.59	325.54	111.32	2.92	Bajo
	K2	100.29	1103.19	101.58	10.86	Bajo
	K3	106.38	1170.22	103.38	11.32	Bajo
	K5***	432.31	4755.39	44.55	106.74	Regular
	K6	96.33	1059.61	111.32	9.52	Bajo
	K7	6.13	67.45	101.58	0.66	Bajo
	K8	2.32	25.53	111.11	0.23	Bajo
Módulo F	F2****	296.06	3256.62	52.91	61.55	Regular
	F4*****	859.35	9452.84	78.23	120.83	Alto
Área de uso común	Lab. insectario	31.49	346.38	29.40	11.78	Bajo
	Lab. ento. Médica*****	228.34	2511.76	58.80	42.72	Bajo
*. Laboratorio de cómputo. **. Laboratorio de cómputo. ***. Laboratorio de cómputo. ****. Laboratorio de cómputo. *****. Laboratorio de cómputo. *****. Laboratorio de entomología médica.						
Cuartil	Porcentaje (%)		Rango (KWh/año/m ²)		Categoría	
1	0 - 25		< 54		Bajo	
2	26 - 50		55 - 108		Regular	
3	51 - 75		109 - 161		Alto	
4	76 - 100		162 >		Muy alto	

Apéndice 19. Fotografías de las diferentes actividades realizadas durante la ejecución de la investigación.



Fotografía 5. Recopilación de datos sobre el horario de uso efectivo de los equipos eléctricos.



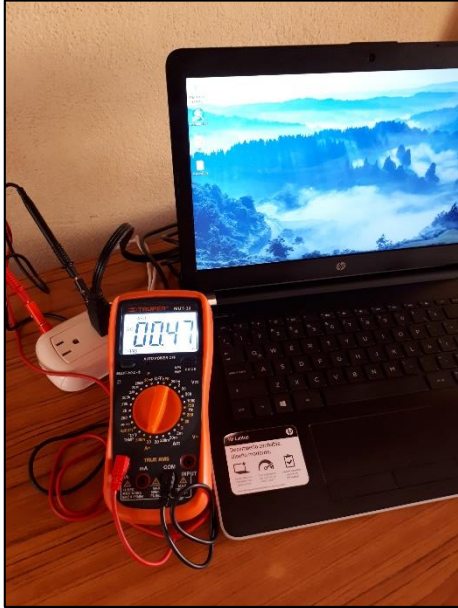
Fotografía 6. Medición de voltaje con multímetro.



Fotografía 7. Medición de intensidad con multímetro en equipos de laboratorio.



Fotografía 8. Medición de intensidad con pinza amperimétrica en equipos industriales.



Fotografía 9. Medición de intensidad con multímetro en equipos de cómputo.



Fotografía 10. Medición de intensidad con pinza amperimétrica en equipos de bombeo.