

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO SUR DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL TURISMO (MINTUR)

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Guillén E., Manuel A.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO SUR DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL TURISMO (MINTUR)

Prof. Guía: Ing. Nerio Ojeda
Tutor Industrial: Ing. Joyce Scott

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Guillén E., Manuel A.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 28 de noviembre de 2011

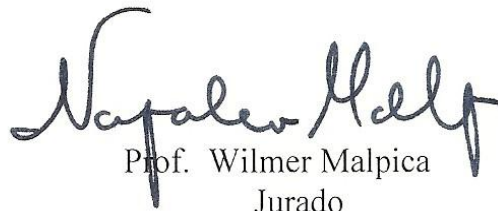
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Manuel A., Guillén E., titulado:

“DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO SUR DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL TURISMO (MINTUR)”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducentes al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Industrial, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



Prof. Alexander Cepeda
Jurado



Prof. Wilmer Malpica
Jurado



Prof. Nerio Ojeda
Prof. Guía

DEDICATORIA

A todas y cada una de esas personas que a lo largo de estos años me han estado prestado su apoyo y puesto sus esperanzas en mí.

A ese ser especial que compartió conmigo todos estos años que tuve de carrera y siempre estuvo ahí acompañándome.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A la ingeniero Joyce Scott por prestarnos toda la colaboración posible a pesar de la gran cantidad de labores que realiza diariamente.

A Alejandro Herrera por acompañarme en este arduo trabajo que realizamos durante todos estos meses.

A Jorge y David Palacios por permitirme darme la oportunidad de ingresar a esta casa de estudios y demostrar mis capacidades.

A mi familia, por confiar en mí y brindarme su apoyo incondicional, durante todos estos años.

Al Prof. Nerio Ojeda por ayudarme y guiarme en la elaboración del Trabajo de Grado.

A todos los panas que han pasado por la residencia y que me han apoyado cuando lo he necesitado entre los cuales se encuentra Juan Valor.

A la ilustre Universidad Central de Venezuela y todos los que en ella laboran por formarnos como Ingeniero.

Guillén E., Manuel A.

DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO SUR DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL TURISMO (MINTUR)

Tutor Académico o Prof. Guía: Nerio Ojeda. **Tutor Industrial:** Ing. Joyce Scott. **Tesis.** Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. **Ingeniero Electricista. Opción:** Industrial. **Institución:** MINTUR. 2011. 72 h. + anexos.

Palabras Claves: Consumo de Energía, Demanda, Ahorro, Inversión, Automatización, iluminación, Paneles Solares, MINTUR.

Resumen. Se realizó un estudio de las instalaciones eléctricas de la torre sur del Ministerio del Poder Popular para el Turismo, en donde se efectuó un levantamiento de cargas de toda la edificación, realizando planos y tablas para elaborar un análisis detallado del complejo en general. Se mostró la ubicación de circuitos y tableros, se describieron sus funciones y niveles de carga instalada. Se instalaron analizadores de red para registrar el comportamiento de las cargas y se ubicaron los momentos del día donde se produce un mayor consumo energético, los desbalances de corrientes, tensión y factor de potencia. Se midieron los niveles de iluminación, demostrando que las oficinas presentan los niveles adecuados para laborar. También se estudió la propuesta de implementar un sistema automatizado para manejar los sistemas de servicios, entregando un planteamiento donde haciendo una inversión en equipos de control se puede instalar un sistema supervisor. Además se desarrolló un proyecto de factibilidad para instalar variadores de frecuencia en el sistema de bombeo de aguas blancas, y se demostró que económicamente es factible su implementación. Por último se estudió la posibilidad de implementar paneles solares para reducir un porcentaje del consumo en el área de la iluminación, obteniendo como resultado que a pesar de que se logra una reducción del consumo, la inversión necesaria sería muy elevada.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	iii
DEDICATORIA	iv
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL.....	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE GRÁFICAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II	4
MARCO REFERENCIAL	4
2.1 Marco legal.....	4
2.2.1 Decretos presidenciales.....	4
2.2.2 Resoluciones del MPPEE	5
2.2 Antecedentes	7
2.2.1 Plan de ahorro de energía.....	7
2.2.2 Situación de Damnificados	9
CAPÍTULO III	12

METODOLOGÍA	12
3.1 Realización del levantamiento de información	12
3.1.1 Diagrama unifilar	12
3.1.2 Tableros	13
3.1.3 Cálculo de la demanda.....	13
3.1.4 Cálculo de conductores	13
3.1.4.1 Cálculo por capacidad de corriente	13
3.2.4.2 Cálculo por caída de tensión	14
3.1.5 Elaboración de planos eléctricos y de iluminación.....	14
3.2 Estudio de comportamiento de las cargas	15
3.2.1 Desbalance de Corriente	15
3.2.2 Desbalance de Voltaje	16
3.2.3 Factor de Potencia.....	16
3.2.4 Tasa de distorsión en la tensión y fluctuación rápida de voltaje	17
3.2.5 Iluminación	17
3.3 Proponer mecanismos de control automatizados	18
3.4 Realización de factibilidad para variadores de frecuencia	18
3.5 Estudio de la generación eléctrica mediante paneles solares	19
3.5.1 Cálculo de la energía máxima diaria.....	19
3.3.2 Elección del inversor	21
3.3.3 Cálculo de baterías.....	21
3.3.4 Cálculo del número de paneles	23
3.3.5 Elección del regulador	24
3.3.6 Cálculo de orientación e inclinación.....	24

CAPITULO IV	26
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
4.1 Realización del levantamiento de información	26
4.1.1 Diagrama Unifilar	26
4.1.2 Tableros	27
4.1.2.1 Tableros Principales	27
4.1.2.2 Tableros Secundarios	29
4.1.3 Cálculo de la demanda.....	31
4.1.4 Cálculo de los conductores	35
4.1.4.1 Cálculo por capacidad de corriente	35
4.1.4.2 Cálculo por caída de tensión	36
4.1.5 Elaboración de planos eléctricos y de iluminación.....	37
4.2 Estudio de comportamiento de las cargas	39
4.2.1 Desbalance de Corriente	39
4.2.2 Desbalance de Voltaje	41
4.2.3 Factor de Potencia.....	42
4.2.4 Tasa de distorsión en la tensión y fluctuación rápida de voltaje	45
4.2.5 Análisis de Iluminación	45
4.3 Proponer mecanismos de control automatizados	47
4.3.1 Identificación de los sistemas y sus funciones	47
4.3.2 Tecnología y protocolos utilizados	49
4.3.3 Red de campo a utilizar.	50
4.3.4 Controladores seleccionados.....	50
4.3.5 Desarrollo de la interface	51

4.3.6 Costos de la implementación	52
4.4 Realización de factibilidad para variadores de frecuencia	53
4.4.1 Inversión Inicial	53
4.4.2 Costos de mantenimientos	54
4.4.3 Retorno de inversión.....	55
4.5 Estudio de la generación eléctrica mediante paneles solares	57
4.5.1 Cálculo de la energía máxima diaria.....	57
4.5.2 Elección del inversor	58
4.5.3 Cantidad de baterías.....	59
4.5.4 Cálculo del número de paneles	60
4.5.5 Elección del regulador	62
4.5.6 Cálculo de orientación e inclinación.....	62
4.5.7 Análisis Económico	62
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
BIBLIOGRAFÍAS	70
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Carga instalada en los pisos 1, 2 y 3 [15].....	10
Tabla 2. Levantamiento de la Oficina de tecnología de información.	32
Tabla 3. Carga instaladas en Tablero Servicios Preferenciales.....	32
Tabla 4. Carga instaladas en Tablero Servicios Generales.	33
Tabla 5. Carga instalada en Tablero de CCM.....	33
Tabla 6. Cargas instaladas en total.....	34
Tabla 7. Niveles de iluminación obtenidos en la oficina de administración.....	46
Tabla 8. Costos de implementación	52
Tabla 9. Costos de instalación de red.....	53
Tabla 10. Inversión realizada	54
Tabla 11. Costos mensuales	54
Tabla 12. Costos anuales.....	54
Tabla 13. Costos Totales por mantenimiento.....	55
Tabla 14. Energía máxima diaria para la iluminación	57
Tabla 15. Carga instalada.....	58
Tabla 16. Costo de inversión del sistema fotovoltaico	63
Tabla 17. Costos por Consumo Eléctrico.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama unifilar.....	28
Figura 2. Diferencia entre niveles de cortocircuito de las protecciones.	29
Figura 3. Distribución de las Cargas en Sótano	34
Figura 4. Plano de tomas Piso 2	38
Figura 5. Medición de iluminación en oficina B en la administración	46
Figura 6. Esquema de funcionamiento del Chiller.....	48
Figura 7. Esquema de la estructura a utilizar	51
Figura 8. Interface del sistema SCADA.....	52
Figura 9. Ubicación de los Paneles	61

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparativo de demanda mensual 2009 vs 2010 medidor N° 333	8
Gráfica 2. Comparativo de demanda mensual 2009 vs 2010 medidor N° 625	9
Gráfica 3. Comportamiento de la corriente a lo largo de la semana	40
Gráfica 4. Puntos donde se supera el límite establecido durante el día	41
Gráfica 5. Puntos donde se supera el límite establecido durante la noche.....	41
Gráfica 6. Desbalance de Voltaje.....	43
Gráfica 7. Factor de Potencia	44
Gráfica 8. Flujo de dinero en el tiempo con inflación.....	56
Gráfica 9. Evolución del costo de las inversiones del variador.	56
Gráfica 10. Evolución del costo de las inversiones de los paneles.	64

SIGLAS

CCM.	Centro de Control de Motores
CEN.	Código Eléctrico Nacional
EDC.	Electricidad de Caracas
INATUR.	Instituto Nacional de Turismo.
MINTUR.	Ministerio del Poder Popular para el Turismo
MPPEE.	Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica.
UMA.	Unidad de Manejo de Aire.

INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en elaborar un diagnóstico general de las instalaciones eléctricas del complejo MINTUR, este se encuentra ubicado en la Urb. La Floresta, y está conformado por dos edificaciones identificadas como torre sur y torre norte. La torre objeto de este trabajo es la sur, que está compuesta por 3 pisos, una planta baja, un semisótano y un sótano, cada uno de estas plantas tiene un área aproximada de 540 m² y el techo de la edificación posee un área de 490 m² que son aprovechables para la instalación de paneles solares.

El estudio se realizó tomando en cuentas los consumo de energía y la distribución de las cargas a través de los pisos, para esto es necesario realizar un dimensionamiento del consumo total, la cantidad de cargas por cada organismo adscrito e identificar con su justificación técnica las actividades donde no se pueda realizar alguna disminución, todo esto con la finalidad de poder implementar medidas que incidan directa o indirectamente en la reducción del consumo energético de la edificación.

En el primer capítulo, se plantea la problemática existente y los objetivos que se llevaran a cabo para proponer una solución al problema. En el capítulo II, se hará una revisión de los antecedentes, en donde se incluyen los decretos y resolución que obligan a la implementación de planes de ahorro y las medidas previas que fueron tomadas para poder cumplir de forma inmediata con las disposiciones impuestas. En el capítulo III, se describen los procedimientos y la metodología que va a ser aplicada para poder llevar a cabo cada uno de los objetivo, y por último, en el capítulo IV, en donde se analizan los resultados obtenidos con la finalidad de plantear respuestas y alternativas de solución que estén de acuerdo a las necesidades de la institución sin que afecten el normal funcionamiento de la misma.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ministerio del Poder Popular para el Turismo es una institución pública que lleva a cabo una importante cantidad de actividades de tipo administrativo, y posee numerosas dependencias adscritas lo que implica el uso de gran cantidad de equipos de computación, sistemas de iluminación, y un sistema de aire acondicionado integral para mantener el clima en todas las áreas de la institución, garantizando así unas condiciones adecuadas de trabajo. Todo este equipamiento hace de la institución un organismo en donde se tiene un nivel alto de consumo de energía y se deben tomar medidas para hacer su uso eficiente. En este tipo de organismos existen muchas áreas en donde se puede hacer un mejor uso de la energía mediante la implementación de medidas y mejoras en las instalaciones eléctricas.

A partir de las medidas promovidas por el ejecutivo, el 3 de noviembre de 2009 [1], en la cual decreta que las instituciones públicas tienen el compromiso de reducir su consumo, la institución se ve en la necesidad de desarrollar un proyecto de investigación que identifique las áreas que sean indispensables para el buen funcionamiento del ministerio y por lo tanto no se pueda realizar una disminución del consumo e identificar las áreas en que si se puedan hacer reducciones, todo esto con la finalidad de tener un informe base que respalde y justifique la implementación de medidas de ahorro. Es por esto que el enfoque de este informe, estará basado en la realización de un levantamiento de información detallado de las cargas eléctricas conectadas en cada piso y el registro de la variación en el consumo durante un periodo semanal en la toda la institución.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diagnosticar la situación actual en que se encuentra las instalaciones eléctricas del edificio Sur del Ministerio del Poder Popular para el Turismo (MINTUR).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener una base de datos con la información actualizada del estado de las instalaciones eléctricas del edificio.
- Estudiar el comportamiento de los equipos conectados y los patrones de consumo del edificio.
- Proponer mecanismos automatizados de control de aéreas específicas de la edificación (iluminación, ventilación y sistema de bombas).
- Realizar un estudio de factibilidad para colocar variadores de frecuencia al sistema de bombeo de aguas blancas en los edificios de la institución (torre sur y torre norte).
- Estudiar la generación de energía eléctrica por medio de paneles solares y proponer el uso de este tipo de energía para cubrir parte de la demanda de electricidad del edificio.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

Este capítulo tiene como objetivo dar una visión general acerca de la situación en que se encuentra el Ministerio y explicar los hechos puntuales que reflejaron la necesidad de implementar nuevos planes de ahorro. Se mostrarán los decretos y resoluciones que hacen necesario reducir el consumo, las primeras medidas que fueron implementadas por la dirección de mantenimiento y servicios y los resultados que obtuvieron. Luego por último se hablará de la situación de los damnificados que se presentó durante la realización del trabajo por consecuencia de las lluvias y como afecta esto al desarrollo de las actividades dentro del edificio.

2.1 Marco legal

La necesidad de efectuar planes de ahorro y reducción de consumo surgió de los anuncios hechos por el Presidente de la República el 3 de noviembre del 2009 [1], en estos decretos se establece la implementación de medidas que de una u otra forma disminuyan el consumo de energía en las instalaciones públicas. También se sientan las bases y los pasos a seguir para la ejecución de estas medidas. Además se debe seguir cumplir con las normativas ya establecidas con anterioridad para el cumplimiento del servicio eléctrico de forma tal de no disminuir su calidad. A continuación se hará un resumen de los decretos y resoluciones más importantes que fueron establecidas a partir de 21-10-2009

2.2.1 Decretos presidenciales

En el decreto 6.992, se crea con carácter temporal la Comisión Interministerial Estratégica para el Sector, coordinada por el Vicepresidente Ejecutivo de la República y estuvo conformada por la mayoría de los ministros. También se dictan

las medidas de orden técnico y administrativo para la reducción del consumo de electricidad en 20% para los Organismos Públicos [1].

En el decreto 7.175, se limita el horario de trabajo de la administración pública desde las 8:00 am hasta las 1:00 pm [1].

En el decreto 7.357 y 7.464, se da una prórroga a la declaratoria de estado de emergencia sobre la prestación del servicio eléctrico nacional y sus instalaciones y bienes asociados, por un lapso de sesenta (60) días contados a partir del 8 de abril y luego del 8 de junio de 2010 [1].

2.2.2 Resoluciones del MPPEE

En la resolución 002 se incentiva a toda persona natural o jurídica con capacidad de generación superior a 2MW a extender su uso y si es viable entregar el excedente a SEN [1].

En la resolución 003 se establecen las primeras medidas de orden técnico y administrativo para orientar la reducción del consumo de electricidad en los organismos públicos, cada organismo o ente designará un Grupo de Gestión de Energía Eléctrica, que tendrá bajo su responsabilidad la reducción del consumo de electricidad de sus respectivos organismos. Las medidas técnicas a las que se refiere se orientan a los sistemas de aire acondicionado, refrigeración, iluminación, bombeo de agua, elevación y transporte, equipos de oficina y calentadores de agua [1].

La resolución 009 tiene como objeto regular la reducción del consumo de energía eléctrica de aquellos usuarios, tanto del sector público como privado, cuya Demanda Asignada Contratada (DAC) exceda los 25 kVA, en un veinte por ciento (20%). Regula la reducción del consumo de energía, para los altos consumidores de energía eléctrica del sector residencial con consumos mensuales superiores a 500 kWh y establece la reducción del veinte por ciento (20%) del consumo de energía en kWh, en dos etapas:

Etapla 1: 10% de reducción respecto al mismo período del año anterior a la semana de publicación de esta resolución.

Etapla 2: 10% adicional a partir de la segunda semana de publicación.

En caso de incumplimiento de la medida, se notificará al usuario por medio de un cartel en la entrada del local o establecimiento. Si persiste el incumplimiento se suspenderá el Servicio Eléctrico por un período inicial de 24 horas continuas siguientes a la notificación. En caso de reincidencia la suspensión del servicio será por un lapso de 48 horas continuas. De persistir el incumplimiento de reducir el 20% del consumo, quedará a juicio de CORPOELEC el período durante el cual se mantendrá la suspensión del Servicio Eléctrico [1].

La resolución 075 tiene como finalidad incentivar la mejora del Factor de Potencia en los usuarios con cargas superiores o iguales a 200 kVA, a fin de reducir las caídas de tensión y aumentando la disponibilidad de potencia en la red eléctrica. De no mantener un factor de potencia igual o superior a un valor de 0,9 se estará sujeto a un recargo en la facturación mensual, calculado según la ecuación 1.

$$Recargo = \frac{8}{5} \left(\frac{0,9}{FP} - 1 \right) \quad (1)$$

Siendo FP el valor del factor de potencia real medido en las instalaciones del usuario.

El incumplimiento reiterado, traerá como consecuencia la suspensión del suministro de energía eléctrica, hasta tanto el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica dictamine las medidas y acciones que deberá ejecutar el usuario para orientar su conducta y se instalen los componentes requeridos para ello [2].

La resolución 077 consiste en establecer el conjunto de medidas de orden técnico y administrativo para continuar con la orientación en materia de uso racional y eficiente de la energía eléctrica por parte de los organismos públicos. Las instalaciones de autogeneración de las instituciones del Estado deberán ponerse en

funcionamiento en los horarios de mayor demanda del Sistema Eléctrico Nacional, que se comprende entre 11:00 am y 4:00 pm y entre 6:00 pm y 10:00 pm. Las instalaciones de cargas concentradas superiores a 100 kVA deberán instalar capacidad de autogeneración antes del 31 de diciembre de 2011 y colocarla en funcionamiento en los horarios establecidos. Al entrar en vigencia esta resolución deja sin efecto la N° 003, dictada el 2 de noviembre en la Gaceta Oficial N° 39.298 del 3 de noviembre de 2009 [2].

2.2 Antecedentes

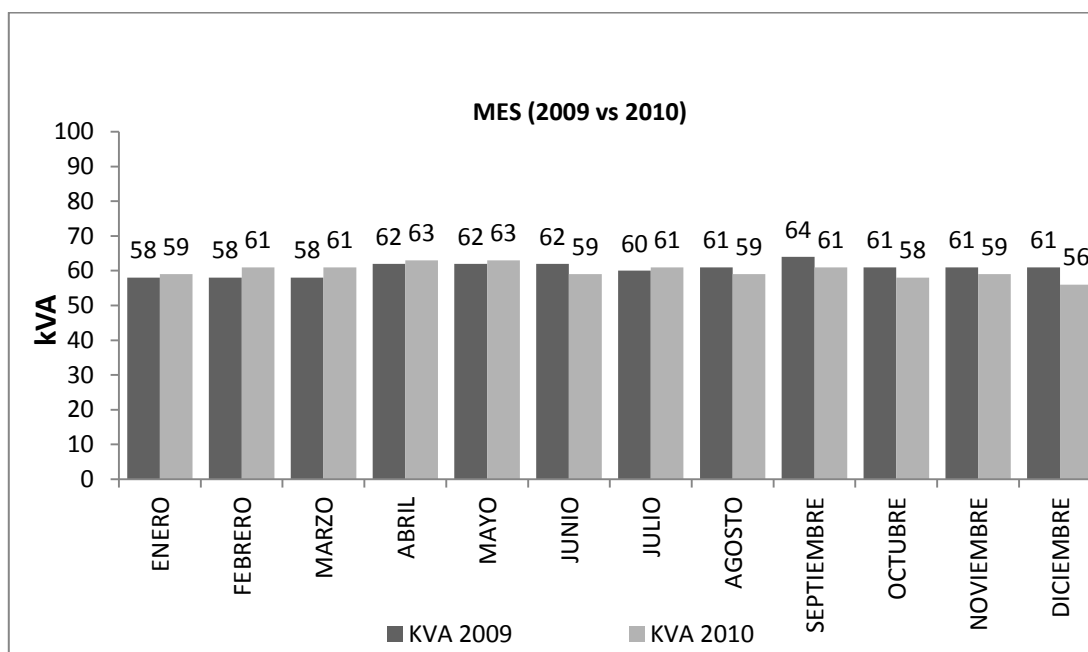
Una vez publicados los decretos se desarrollaron planes de acción inmediata para contrarrestar la demanda, a partir del 22 de octubre de 2009, se aplicaron una serie de medidas administrativas a fin de reducir el consumo de energía eléctrica en todo el complejo. Las medidas arrojaron resultados positivos en un ahorro energético del 37% en el consumo del mes de enero de 2010 con respecto al mes de septiembre, sin embargo las acciones estaban orientadas a continuar reduciendo el consumo energético y no fueron aplicadas para los funcionarios de alto nivel y de confianza, los cuales prestaron sus servicios en horario regular [3].

2.2.1 Plan de ahorro de energía

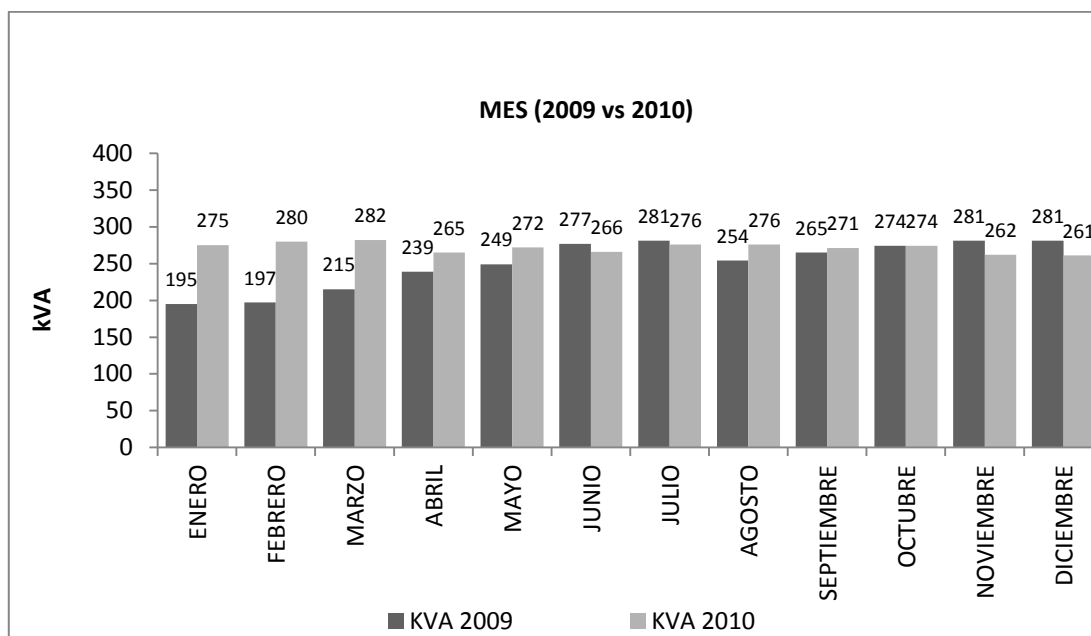
Las medidas administrativas tomadas consistían en cortes programados del aire acondicionado, se encendía a las 8:00 am y se apagaba a las 3:00 pm. El personal del Ministerio mantenía un horario de 8:00 am a 1:00 pm, quedando en servicio, el personal que labora en oficinas de atención al público y demás oficinas esenciales para el funcionamiento de la institución realizaban guardias de trabajo. A partir de la 1:00 pm quedaba en funcionamiento un ascensor de los dos disponibles por torre. A partir de la 1:00 pm en ambas torres se apaga el sistema de luminaria en oficinas y demás espacios comunes que dejan de prestar servicio al público. Por lo tanto más del 50% de los equipos del Ministerio dejaban de funcionar después de la 1:00 pm. Se realizó una campaña de concientización permanente al personal, sobre el uso eficiente de energía, a través de correos internos y página Web. En donde se incentivaba a abrir

las ventanas para el aprovechamiento de la luz solar, utilizar el modo economizador de energía en los equipos de computación cuando no están en uso y apagarlos al culminar la jornada laboral. Y se aplicó un plan de sustitución de los bombillos incandescentes por fluorescentes, así como su uso, sólo en caso de ser requerido.

Como se puede apreciar en la gráfica 1, la disminución es escasa debido a que el medidor N° 333 alimenta al tablero de cargas preferencial y como veremos más adelante es aquí donde se ubican las cargas más importantes de la edificación y donde la reducción que se puede hacer es poca. En la gráfica 2, el medidor N° 625 tiene un aumento en la demanda con respecto al año 2009 pero a partir del mes octubre se empieza a apreciar los efectos de las medidas implementadas y comienza a reducirse la demanda de forma progresiva.



Gráfica 1. Comparativo de demanda mensual 2009 vs 2010 medidor N° 333



Gráfica 2. Comparativo de demanda mensual 2009 vs 2010 medidor N° 625

2.2.2 Situación de Damnificados

En el mes de febrero de 2011 se presentó una situación inusual en el Ministerio debido a un anuncio Presidencial, en donde ordenó que todos los edificios públicos, sean convertidos en refugios para los afectados [4], todo esto como consecuencia de las fuertes lluvias que provocaron gran cantidad de inundaciones en varias regiones del país y dejaron muchas familias sin hogar. De esa manera se habilitaron las instalaciones del Ministerio para servir como refugio de las personas damnificadas, en efecto se realizaron modificaciones a los pisos 1, 2 y 3 de la institución. Es a partir del 3 de febrero de 2011 cuando se ubica en la infraestructura del complejo MINTUR al primer grupo de personas damnificadas. El 2 de marzo de 2011 hace ingreso el segundo grupo para un total de 184 personas que conforman 52 familias y están distribuidas de la siguiente forma: 72 personas se ubican en el Piso 1, 89 Personas en el Piso 2 y las restantes 23 en el área de servicios ubicada frente al estacionamiento [5].

Como principal consecuencia de esta medida se produjo la mudanza de los organismos adscritos al Ministerio, INATUR y la Comisión de Casinos, desplazándose una carga instalada de gran importancia como se aprecia en la tabla 1. Estos organismos fueron reubicados en otras edificaciones y se espera su regreso de una vez sea solventada la problemática habitacional de estas personas. Otra consecuencia de esta situación se observa en la necesidad de cambiar los planes de uso del sistema de aire acondicionado y sistemas de bomba de aguas blancas debido a que ahora los fines de semana se encienden ambos sistemas a partir de las 8:00 am hasta las 8:00 pm de forma continua para poder mantener las condiciones de apropiadas para los damnificados que ahora habitan en la institución tal como se estableció en la Ley de Refugios Dignos promulgada el 17 de enero de 2010.

Tabla 1. Carga instalada en los pisos 1, 2 y 3 [15].

Planta	Carga instalada (kVA)
Piso 1	50
Piso 2	70
Piso 3	50
Total	170

Ante toda esta situación se planteó seguir con los procedimientos que se venían desarrollando para lograr los objetivos establecidos en la torre, debido a que el trabajo principal que fue el levantamiento de las cargas, ya había sido ejecutado en su totalidad antes de la partida de los organismos adscritos al Ministerio. Se decidió continuar el estudio de cargas instaladas, utilizando la información obtenida previamente, debido a que se espera la pronta solución de la problemática habitacional para estas personas y en consecuencia la vuelta de los organismos. En contraparte el estudio del comportamiento de las cargas si se vio afectado a causa del

cambio en el patrón de consumo, pero de igual forma se tomó en consideración los cambios realizados en las cargas de la edificación. Asimismo se decidió continuar con el desarrollo de la propuesta de un sistema automatizado así como también los estudios de factibilidad para los variadores de frecuencia y el de generación de energía a través de los paneles solares, porque la partida de esta carga no afecta de forma directa en la implementación de la metodología diseñada para lograr los objetivos propuestos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En este capítulo se expondrá cada uno de los procedimientos establecidos para llevar a cabo los objetivos propuestos y se desarrollarán detalladamente todos los pasos necesarios para ir cumpliendo de esta forma las etapas predeterminadas. Se divide las metodologías aplicadas entre los cinco objetivos específicos planteados al inicio de la investigación y se desarrollara cada uno de ellos tomando en cuenta el enfoque adecuado y específico en que se basa cada estudio. Como se podrá ver a continuación se presenta las metodologías implementadas en la ejecución de la investigación.

3.1 Realización del levantamiento de información

Se realizaron visitas a la acometida y a cada uno de los pisos de la torre para obtener información referente al diagrama unifilar, la cantidad y tipos de tableros, la cantidad de las cargas conectadas y el tipo de conductores utilizado, también se hizo una revisión del alcance de cada uno de los circuitos en los tableros para la realización de los planos eléctricos.

3.1.1 Diagrama unifilar

Para la elaboración del plano se dirigió hacia la acometida de la edificación y se verificó las características del transformador alimentador luego se identificó en el cuarto eléctrico, como se divide esta alimentación proveniente de la acometida, se tomó nota de las protecciones y niveles de cortocircuito. Se hizo énfasis en la distribución a través de los tableros principales y secundarios.

3.1.2 Tableros

Para lograr la identificación de los tableros principales se realizaron visitas al cuarto eléctrico y se tomó nota de las áreas que alimentan y de la capacidad de protección que tienen, se hizo lo mismo en cada uno de los pisos en donde se ubicaban los tableros secundarios.

3.1.3 Cálculo de la demanda

Se efectuó el levantamiento de las cargas instaladas en cada oficina, realizando visitas en donde se tomó nota de la cantidad de equipos, sus valores de placa, en kW o kVA, y se anotó las horas de uso aproximadas de cada uno de estos. Esta información se englobó en tablas que muestran el total de cada oficina, este total se le asignó a su correspondiente tablero que fue ubicado mediante el apagado y encendido de circuitos. Luego se sumaron los valores de los tableros secundarios para obtener la carga total en cada tablero principal y así tener la carga total en todo el organismo.

3.1.4 Cálculo de conductores

La selección de los conductores de una edificación es de suma importancia para asegurar la calidad de las instalaciones eléctricas, es por ello que el tipo de conductores utilizados y sus capacidades de resistencia ante el uso normal de la edificación son de gran relevancia a la hora de establecer las condiciones óptimas de trabajo en todo el complejo, en consecuencia para verificar su correcto dimensionamiento se realizaron los cálculos pertinentes para asegurar el funcionamiento apropiado.

3.1.4.1 Cálculo por capacidad de corriente

Según el tipo de conductor utilizado en la edificación se calculó si el cable implementado es el correcto o cumple con la capacidad de corriente demandada por la edificación. Se calculó la corriente demanda por la edificación tomando como base los kVA instalados y la tensión de alimentación haciendo uso de la ecuación de

potencia trifásica. Luego este valor se comparo con el obtenido mediante el uso de las tablas B.310.7 y B.310.11 del CEN 2009, que permiten determinar la capacidad de los conductores usados.

3.2.4.2 Cálculo por caída de tensión

Primero con la información del calibre utilizado en las instalaciones se buscó en la tabla 9 del capítulo IX del CEN, el valor de x y r en km, y mediante la ecuación 2 se calculó la caída de tensión del punto de alimentación al cuarto eléctrico del sistema. Después se comparó lo obtenido con el valor permitido por la norma, de 5% [6], para verificar si se encontraba dentro de los límites establecidos.

$$\Delta V\% = \frac{kVA \times L}{10 \times (kV)^2} (r \cos\varphi + x \sin\varphi) \quad (2)$$

Donde:

L : Distancia del transformador al tablero

kV : Voltaje en kV

r : Resistencia de la tabla

x : Impedancia de la tabla

kVA : Carga conectada

3.1.5 Elaboración de planos eléctricos y de iluminación

Con la ayuda de los planos físicos existentes se le realizaron las actualizaciones correspondientes, se colocó la ubicación de las luminarias y circuitos identificando el número y tablero que pertenecían. La identificación se ejecutó a través del apagado y encendido de los circuitos y mediante de la verificación visual. También se hizo uso de un multímetro digital (especificaciones técnicas en los ANEXOS N° 12) para ubicar las áreas que mantenían la alimentación.

3.2 Estudio de comportamiento de las cargas

Las cargas eléctricas que se encuentran instaladas en todo el organismo, como computadoras, luminarias, microondas, motores, etc., poseen un comportamiento particular dependiendo de las horas de trabajo. Para poder detectar las hora en donde se produce un desbalance de corriente o una caída de tensión es necesario llevar un registro en el tiempo de estos comportamientos, es por ello que se midió el patrón de consumo energético de la edificación, utilizando el analizador de red (especificaciones técnicas en los ANEXOS N° 12), ubicándolo en los tableros de cargas preferenciales y generales, estos registraron todos los cambios y perturbaciones obtenidas durante un periodo de siete días de medición. El equipo tomó los datos en intervalos de 10 minutos como está establecido en el artículo 19 de la normativa de medición de la calidad del servicio [16], en este tiempo el analizador tomó un promedio de los cambios ocurridos durante ese periodo. También se midió los valores de iluminancia de las oficinas mediante el uso de un luxómetro. Con los datos recabados se pudo realizar un análisis de los parámetros que influyen en el correcto funcionamiento de la edificación comparando los valores obtenidos con los establecidos en las normas de calidad del servicio y los estándares IEEE 1159 Y 519 para tener una referencia de cuáles deberían de ser los que establezcan el buen desempeño de los equipos. Los parámetros que influyen en la calidad del servicio eléctrico a ser tomadas en cuenta son los siguientes.

3.2.1 Desbalance de Corriente

Los desbalances de corrientes representan las diferencias que pueden existir entre el nivel carga de una fase u otra, esto influye en las caídas de tensión generadas en la línea y por lo tanto en el funcionamiento de los equipos instalados. El desbalance se calculó tomando como parámetro límite el establecido en el Reglamento del Servicio Eléctrico, Artículo 55 [7], que nos indica que para la medición de desbalance se toma como límite el 110 % de la fase de menor carga y los niveles de corrientes obtenidos de las dos fases restantes no deberán superar este

valor, y de ser superado se incurrirá en una violación del reglamento y se podrá suspender el servicio hasta que se corrija la situación. El analizador de red almacenó los valores de la corriente de cada fase en el periodo de siete días establecido y con estos se elaboró una tabla de hoja de cálculo, donde se le agregó una cuarta columna que mostraba el 10 % a la fase de menor carga en ese momento específico. Con estos datos se procedió a la elaboración de un gráfico comparativo en el cual se observó que fase y en qué momento sobrepasaba el límite determinado.

3.2.2 Desbalance de Voltaje

Estos desbalances son una desviación de los valores rms de las tensiones entre líneas del sistema de distribución. Este parámetro está limitado por la Norma IEEE 1159 [8], que establece un valor límite no mayor de 2 %. El equipo almacenó los cambios en los niveles de tensión línea a línea y con esta información se obtuvo la tensión promedio mediante la aplicación de la ecuación 3 [9]. Luego se calculó el porcentaje de desbalance haciendo uso de la ecuación 4 [9]. Este valor de desbalance se obtuvo para todos los cambios de tensión a través del periodo establecido y se elaboró la gráfica en donde se observa los momentos en que se supera este valor límite.

$$V_{prom} = \frac{V_{ab} + V_{bc} + V_{ca}}{3} \quad (3)$$

$$Desb_{LÍNEA} = 100\% \times \frac{\text{Max}[|V_{AB} - V_{PROM}|; |V_{BC} - V_{PROM}|; |V_{CA} - V_{PROM}|]}{V_{PROM}} \quad (4)$$

3.2.3 Factor de Potencia

Tener un bajo factor de potencia produce un aumento en la intensidad de corriente requerida por la edificación, lo que a la larga se traduce en una mayor inversión en los equipos de generación y capacidades en las líneas de transmisión por

parte de las empresas de generación, todo motivado principalmente a que no se hacen esfuerzos para aumentar su valor. Es por esto que según el Reglamento del Servicio Eléctrico, Artículo 57 [7], este parámetro no debe ser menor en condiciones normales de operación a 0,9. El analizador de red nos proporcionó el factor de potencia de cada línea con el cual se saco el promedio de las tres y se realizó una gráfica en función del tiempo donde se muestra los periodos de tiempo durante el cual no se cumple el reglamento.

3.2.4 Tasa de distorsión en la tensión y fluctuación rápida de voltaje

De las mediciones realizadas se obtuvo directamente el valor de la distorsión de tensión de cada línea y mediante la elaboración de un gráfico se observó si se sobrepasaba el límite establecido en la Norma IEEE 519-1992 [10], en donde se establece que el valor límite que no se debe superar es de 5%.

Para la fluctuación de rápida de voltaje o flicker el equipo hizo el cálculo de forma automática y muestra el porcentaje directamente. Luego se creó una gráfica comparativa con el valor establecido en la Norma de Calidad del Servicio de Distribución, Artículo 15 [7], en la cual se indica que el valor máximo es igual a 1, para el muestreo de corto tiempo de 10 minutos conocido como Pst.

3.2.5 Iluminación

Para el estudio de la iluminación se hizo uso del luxómetro (especificaciones técnicas en los ANEXOS N° 12), donde se registraron los niveles de iluminancia. Se discrimino el tipo de oficina y se verificó con los valores establecidos en las tablas de la Norma COVENIN 2249-93 [11]. La medición se realizo como lo indica la norma, de forma focalizada en el área de trabajo donde se obtuvieron los datos tomando medidas espaciadas entre sí a 0,6 m de distancia y a 0,8 m de altura para la ubicación del plano de trabajo. Luego se copiaron en tablas los valores obtenidos clasificándolos en valores mínimos, máximos y promedios, para hacer comparaciones con los de las tablas de la norma.

3.3 Proponer mecanismos de control automatizados

Para el desarrollo del sistema de control automatizado primero se hizo una identificación de los sistemas de iluminación, bombas y aire acondicionado, y de los equipos que los conforman. Luego se realizó la identificación de las funciones que cumplen los equipos definiendo qué labor desempeñaba dentro de su respectivo sistema y como se desarrolla su funcionamiento en general. Se tomó nota de la tecnología utilizada por los equipos y las facilidades que pueden presentar para la implementación de protocolos de transmisión de datos. Después se analizó la posibilidad de instalar alguna red de campo o utilizar alguna ya existente en la edificación para el intercambio de datos. Se estudio cuales controladores utilizar que puedan ser usados bajo las condiciones de trabajo de la institución, y por último se desarrollo la interface de enlace que nos permite controlar los sistemas de servicios del Ministerio haciendo uso del software supervisor seleccionado.

3.4 Realización de factibilidad para variadores de frecuencia

Se revisó mediante visitas a los cuartos de bombas de cada edificio el estado en que se encuentra el sistema de bombeo de aguas blancas. Se ejecutaron mediciones de los consumos de los motores acoplados a las bombas y sus niveles de corrientes a trabajo nominal y a distintos niveles de carga. Luego se analizó la información recaudada efectuando la estimación de ahorro que se obtendría al implementar el variador de frecuencia en el sistema de bombas, se estimó un ahorro en los costos de mantenimiento y se compararon los gastos totales de los mantenimientos actuales en contraposición con los gastos que se tendrían al ser usado los variadores, la diferencia que se obtuvo representa el ahorro de dinero obtenido por mantenimiento. Para el cálculo del retorno de la inversión se estimó una inversión inicial correspondiente al costo de los cuatro variadores y su instalación, luego se compararon los gastos anuales gastos por mantenimiento y costos de energía para el sistema con la instalación del variador ya realizada y para el sistema utilizado actualmente.

3.5 Estudio de la generación eléctrica mediante paneles solares

Se realizó un estudio general de las principales variables involucradas en la selección de las especificaciones técnicas, que sirvieron de base para la elección de los componentes apropiados que integran el sistema de generación por medio de paneles solares. Esto se llevó a cabo mediante el cálculo de forma secuencial de cada uno de las componentes que serán parte del sistema.

3.5.1 Cálculo de la energía máxima diaria

El cálculo de la demanda es un paso importante en el diseño de sistemas fotovoltaicos debido a que nos indica la capacidad de las baterías que necesitaremos para nuestra instalación. Primero se procede a calcular la energía máxima diaria, tomando la cantidad de equipos instalados, se deberá especificarse las horas diarias de utilización, multiplicando potencia por horas y se obtendrán la potencia por hora requerida por la carga al cabo de un día, como se describe en la ecuación 5 [12].

$$E_{inst} = \sum(N_l^o * HUD * P_l) \quad (5)$$

E_{inst} : Energía del piso (Wh/día)

N_l^o : Número de lámparas

P_l : Potencia de la lámpara (W)

HUD : Horas de uso diario (h)

Ahora, al dividir el valor de la energía instalada entre la tensión del sistema, se tiene la energía máxima instalada en Ah, ecuación 6.

$$E_{maxinst} = \frac{E_{inst}}{V_S} \quad (6)$$

A este valor de energía calculada se le aplica un factor de ajuste que varía entre un 10% y un 20 % y que se debe a las pérdidas por el arreglo. Se suma un 10% de la energía calculada en la ecuación 6, sobredimensionando los cálculos realizados, este valor de seguridad es conocido como A:L (array-to-load ratio) [13]. Por último, se calculó la eficiencia del sistema ecuación 7, para luego calcular la energía máxima de la instalación en la ecuación 8 [12].

$$\eta_{sist} = (1 - p_b - p_{inv} - p_r - p_v) * \left(1 - \frac{p_a * DA}{p_d}\right) \quad (7)$$

$$E_{max} = \frac{E_{maxinst}}{\eta_{sist}} \quad (8)$$

Tenemos que:

η_{sist} :Eficiencia del sistema

p_b :Pérdidas debido a la batería

p_{inv} :Pérdidas debido al inversor

p_r : Pérdidas debido al regulador

p_v :Pérdidas por caída de tensión

p_a :Pérdidas debido a la autodescarga de la batería

DA :Días de autonomía

P_d :profundidad de descarga de la batería

3.3.2 Elección del inversor

Para seleccionar el inversor adecuado primero se realizó el levantamiento de la cantidad de equipos que se le suministrara la energía, el inversor seleccionado debe ser capaz de entregar la potencia total instalada ecuación 9, además se tomó en cuenta también el voltaje y la frecuencia requerida [12].

$$S_{inv} = \sum S_{equipos} \quad (9)$$

3.3.3 Cálculo de baterías

El número de baterías que se necesita el sistema depende directamente de la cantidad de corriente por hora al día que requieren las cargas. Después este valor conseguido se multiplica por los días de autonomía que serán cinco para una carga no critica, y se obtiene la capacidad necesaria, ecuación 10 [14].

$$C_{nec} = Aut * E_{max} \quad (10)$$

En donde tenemos:

C_{nec} : Capacidad del sistema (Ah)

E_{max} : Energía máxima diaria instalada (Ah/día)

Aut : Días de autonomía (Días)

Se ajustó la capacidad para alargar la vida útil de la batería se tomó en consideración la profundidad máxima de descarga, la profundidad máxima de

descarga diaria y la capacidad al final de la vida De los resultados obtenidos se escogió el de mayor valor, como se observa en la ecuación 11 [14].

$$Capacidad_{[Ah]} = Max \left[\frac{Cnec_{[Ah]}}{MDOD}, \frac{Emáx_{[Ah/d]}}{MDDOD}, \frac{Cnec_{[Ah]}}{EOL} \right] \quad (11)$$

En donde tenemos:

MDOD : Profundidad máxima de descarga

MDDOD : Profundidad máxima de descarga diaria

EOL : Capacidad al final de la vida

El número de baterías en serie se obtuvo mediante el voltaje del inversor y baterías seleccionas, ya que dependiendo del nivel voltaje del inversor se conectan tantas baterías en serie como sea necesario para alcanzar el voltaje del inversor.

La cantidad de baterías en paralelo depende de la capacidad de la batería y la capacidad instalada en la edificación mediante la ecuación 12 [14], obtenemos su número.

$$Nbp \geq \frac{Cnec}{Cbat} \quad (12)$$

En donde tenemos:

Nbp : Número de baterías en paralelo

Cnec : Capacidad del sistema (Ah)

Cbat : Capacidad de la batería seleccionada

Para obtener el número total de baterías a utilizar se realizo el producto del número de baterías en paralelo con el número en serie [14].

3.3.4 Cálculo del número de paneles

Para el cálculo del numero de paneles en serie utilizamos la ecuación 13[13].

$$N_s = \frac{V_{sist}}{V_{panel}} \quad (13)$$

En donde tenemos:

N_s : Número de paneles solares conectados en serie

V_{sist} : Tensión nominal del sistema (V)

V_{panel} : Tensión nominal del panel (V)

Para el cálculo del número de ramales en paralelo la ecuación 14 [13].

$$N_p = \frac{E_{máx} \times A:L}{I_{mp} \times HPS} \quad (14)$$

En donde tenemos:

N_p : Número de ramas conectadas en paralelo

$E_{máx}$: Energía máxima diaria instalada (Ah/día)

$A:L$: Margen de seguridad (pu)

I_{mp} : Corriente del panel a máxima potencia (A)

HPS : Horas de pico solar (horas/día)

Y el número total de paneles será entonces según la ecuación 15 [13].

$$N_{total} = N_s \times N_p \quad (15)$$

N_p : Número de paneles conectadas en paralelo

N_s : Número de paneles conectadas en serie

N_{total} : Número total de paneles

3.3.5 Elección del regulador

Para la elección del regulador, se debe conocer la corriente de cortocircuito del sistema de paneles solares (I_{ccpan}), multiplicando la cantidad de ramas en paralelo por la corriente de cortocircuito dada por un panel, como se muestra en la ecuación 16 [12].

$$I_{ccpan} = I_{sc} * N_p \quad (16)$$

I_{ccpan} : Corriente de cortocircuito del sistema

I_{sc} : Corriente de cortocircuito dado un panel solar

N_p : Número de paneles en paralelo

Se aplica el margen de seguridad A:L para conocer la demanda de corriente del regulador, como se muestra en la ecuación 17 [12].

$$I_{reg} = 1,1 * I_{ccpan} \quad (17)$$

Se selecciona un regulador del mercado. Se busca el dato de corriente de corriente con el que éste trabaja y se divide la corriente de regulación del sistema entre la corriente del regulador comercial para obtener el número de reguladores que se deben conectar, como se muestra en la ecuación 18 [12].

$$N^{\circ} reg = \frac{I_{reg}}{I_{rc}} \quad (18)$$

3.3.6 Cálculo de orientación e inclinación

Debido a que el sol se desplaza de este a oeste, los paneles solares alcanzan su máxima efectividad cuando están orientados hacia el sol, en un ángulo perpendicular con éste a mediodía. Los distribuidores de paneles solares recomiendan

que se utilice un ángulo de inclinación igual a la latitud más 15° . Esto se debe primordialmente a que con esta inclinación, el panel solar tendrá un mejor rendimiento anual, la orientación del sol varía según la hora del día y también de acuerdo al día del año [12].

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos a través de los levantamientos realizados, donde se mostrará la información obtenida, mediante reportes de los registros del analizador de red en tablas y graficas, se expondrá el sistema automatizado propuesto, así como también se tendrá el resultado del estudio de factibilidad y el estudio de la generación a través de los paneles solares. Se analizara cada uno de los objetivos planteados en función de los resultados logrados.

4.1 Realización del levantamiento de información

El inventario de la carga contenida por cada oficina de cada piso, así como también los planos de la distribución de los circuitos y luminarias, se podrán observar en el ANEXO N° 1, se mostrará un resumen mediante tablas de la cantidad de carga conectada y mediante gráficos la distribución de dichas cargas según distintos criterios de clasificación.

4.1.1 Diagrama Unifilar

Una vez realizadas las visitas a la acometida y a los cuartos eléctricos de la torre se pudo constatar que el nivel de tensión utilizado es de 12.470 a 208 Volt, y se observó que en el complejo existen dos transformadores de 750 kVA, uno para cada torre, de aquí se distribuye al cuarto eléctrico de la torre sur en donde se divide en dos medidores, el N° 333 que alimenta al tablero de servicios preferenciales y el N° 625 que alimenta al tablero principal de servicios generales y el tablero del CCM, como se muestra en la figura 1. También se aprecia en la figura 2 que las protecciones aguas abajo son de mayor capacidad instalada que las de aguas arriba, pero tienen un mayor nivel de cortocircuito que explica el porqué de esta forma de conexión.

4.1.2 Tableros

Conociendo ya la distribución de los tableros a través del diagrama unifilar de la figura 1, se confirmó la existencia de una gran cantidad de tableros en toda la instalación del complejo por lo que dividió su estudio en dos grupos, los tableros principales y los tableros secundarios.

4.1.2.1 Tableros Principales

Cada tablero tiene una función específica dentro de la edificación. Entre los tableros principales tenemos los siguientes:

Servicios Preferenciales

Este tablero ubicado a las afueras del cuarto eléctrico de la torre sur y tiene como propósito alimentar las cargas de mayor importancia para el funcionamiento de la torre. En la tabla 3, se muestra las distintas ramificaciones que sufren este tablero y el nivel de carga estimado según el levantamiento realizado.

Principal Servicios Generales

Este tablero al igual que el de servicios preferenciales se encuentra ubicado en la sala eléctrica del edificio sur, específicamente en el sótano, alimenta la mayor cantidad de carga en el edificio. En la tabla 4, se observa cómo se distribuye las cargas del tablero, producto del levantamiento de cargas efectuado.

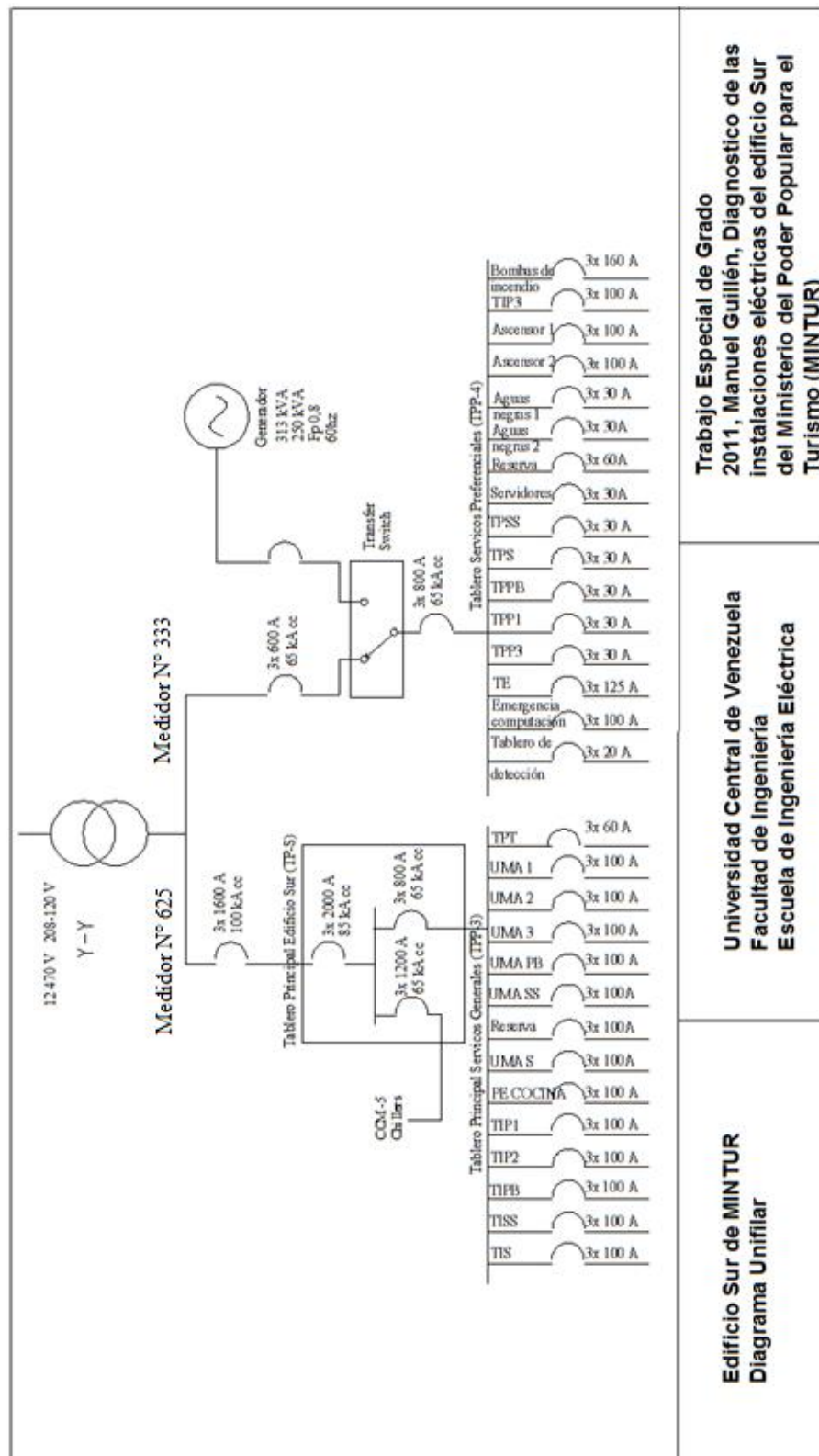


Figura 1. Diagrama unifilar

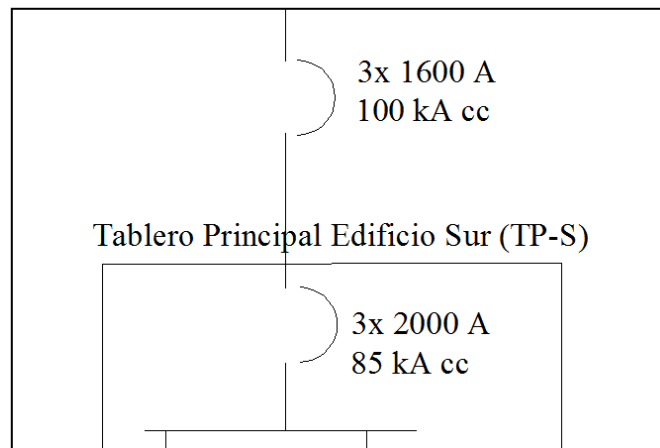


Figura 2. Diferencia entre niveles de cortocircuito de las protecciones.

CCM

Este tablero está ubicado en las cercanías del estacionamiento entre las la torre sur y norte, y corresponde a la alimentación del sistema de agua fría, se alimentan los motores de las bombas de fluido del chiller, los motores de los compresores y los tableros de control respectivos como se muestra en la tabla 5.

4.1.2.2 Tableros Secundarios

Se encuentran los secundarios aguas debajo de los tableros primarios y son de donde parten los circuitos que alimentan directamente a las cargas de la edificación, sus niveles de carga se pueden apreciar en las tablas 3 y 4.

Tableros TI

Estos tableros están ubicado en el cuarto de servicios de cada piso, y alimentan todas las tomas de corriente y el alumbrado de las oficinas. Son tableros con alta densidad de cargas, como se muestra en las tablas 8, 26, 37, 51, 63 y 76 de los ANEXOS en donde se describen cada uno de las cargas que lo componen detalladamente.

Tableros TP

Están ubicados en el cuarto de servicios de su piso correspondiente y alimentan principalmente cargas de iluminación en el pasillo y recepción, de ahí su poco nivel de carga que se aprecia en las tablas 1, 14, 29, 38, 52 y 64 de los ANEXOS.

Tablero Servidores

Está ubicado en el sótano del edificio en la sala de servidores y de este se alimenta una gran cantidad de equipos de computación, como se muestra en la tabla 9 de los ANEXOS. También tiene conectada la climatización de la sala para mantener los equipos trabajando en las condiciones óptimas.

Tablero de Ascensores

Están ubicados en la sala de maquinas en el sótano y corresponden a la alimentación de los motores y generadores que controlan el sistema de ascensores del edificio. Su carga se observa en la tabla 11 de los ANEXOS.

Tablero de Aguas Blancas

Ubicados en el cuarto de bombas a las afueras del edificio alimenta los motores de las dos bombas y su respectivo sistema de control. Su carga se aprecia en la tabla 78 de los ANEXOS

Tablero de Aguas negras

Se encuentra en el cuarto de aguas servidas y se alimentas los motores que se usan para bombear las aguas negras de la edificación. Su carga se observa en la tabla 10 de los ANEXOS.

Tableros de UMA

Existe una en cada piso y están ubicados en las salas de UMA, el tablero alimenta principalmente los motores de las UMA. Su nivel de carga se encuentra especificado en la tabla 79 de los ANEXOS.

Tablero P3 Cocina

Está ubicado en el espacio destinado a la cocina del piso 3, las cargas instaladas son propias de una cocina y se especifican en la tabla 77 de los ANEXOS.

4.1.3 Cálculo de la demanda

Ya efectuado un inventario de las cargas conectadas por oficina, en donde se anotó la cantidad de equipos, su tiempo de uso estimado y la potencia que consumen, se procedió a efectuar el cálculo de la demanda total como se muestra en el ejemplo de la tabla 2, donde se observa el levantamiento hecho en la oficina de tecnología de información de sistemas que es alimentada por el tablero TIS.

Se multiplicó la cantidad de equipos por su potencia en kW para obtener el consumo total estimado en kW, y por el número de horas de uso para tenerlos en kW/h, también se hizo la misma operación para determinar la demanda en kVA. Después se sumaron todos y se obtuvo un total de la oficina. Seguidamente se hizo el cálculo en todas las oficinas y se sumaron los totales de un mismo tablero con la finalidad de obtener los resultados por tablero, estos son los que se muestran en las tablas 3 y 4. El cálculo de cada oficina puede ser revisado en las tablas desde la 1 hasta la 80 de la sección de ANEXOS N° 1.

Tabla 2. Levantamiento de la Oficina de tecnología de información.

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (36W)	78	0,036	8	2,81	22,46	3,23
Lámpara fluorescente (26W)	18	0,026	8	0,47	3,74	0,54
Computadora Escritorio	36	0,4	6	14,40	86,4	18,00
Teléfono	5	0,01	2	0,05	0,1	0,06
Microondas	1	0,8	2	0,80	1,6	1,00
Servidor	1	0,4	8	0,40	3,2	0,50
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,4	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,8	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,6	0,50
Total				19,78	128,30	24,39

Tabla 3. Carga instaladas en Tablero Servicios Preferenciales.

Tableros secundarios	Demanda (kVA)
Bombas Aguas de Incendio 1	37,30
TIP3	41,44
Tablero de Ascensor 1	23,31
Tablero de Ascensor 2	23,31
Bombas Aguas Negras 1	1,865
Bombas Aguas Negras 2	1,865
TP/ Servidores	23,75
TPSS	1,40
TPS	0,75
TPPB	1,52
TPP1	0
TPP2	0,42
TPP3	0,66
	157,59

Tabla 4. Carga instaladas en Tablero Servicios Generales.

Tableros secundarios	Demanda (kVA)
P3 Cocina	9,20
UMA 1	11,43
UMA 2	11,43
UMA 3	11,43
UMA PB	11,43
UMA SS	11,43
UMA S	11,43
TIP1	48,39
TIP2	69,84
TIPB	48,40
TISS	63,98
TIS	30,38
	338,76

La carga conectada en el tablero CCM corresponde al sistema de Chillers, por lo que la carga instalada se calculó tomando los promedios de uso de los motores, como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Carga instalada en Tablero de CCM

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Motor/Compresor 1	2	47	6	94	567	118
Motor/Compresor 2	2	66	6	133	802	167
Motor de Bomba 1	1	15	6	15	91	19
Motor de Bomba 2	1	15	6	15	91	19
Motor del condensador	20	1,1	6	23	138	28
Total				281	1691	352

Tabla 6. Cargas instaladas en total.

Total medidor N° 333	Demanda (kVA)
Tablero de Servicios Preferenciales	157,59
Total medidor N° 625	
Tablero CCM + Tablero de Servicios Generales	691,1
Total	848,7

En definitiva se englobó la carga total instalada en la torre sumando las cargas instaladas en dos medidores y se obtuvo un total de 848,7 kVA. Esto no refleja la cantidad de demanda, porque al revisar el historial de recibos, gráficas 1 y 2 se observa que no se superan los 350 kVA de carga demandada.

También se elaboraron gráficos en donde se aprecian los tipos de cargas que existen conectadas por piso, en la figura se muestra la distribución de las cargas en el sótano. Se aprecia que la mayor carga es de los motores, seguida de los equipos de computación y la carga de iluminación. En la sección de ANEXOS N° 2, se muestra la distribución para los demás pisos en las figuras 2 a la 6.

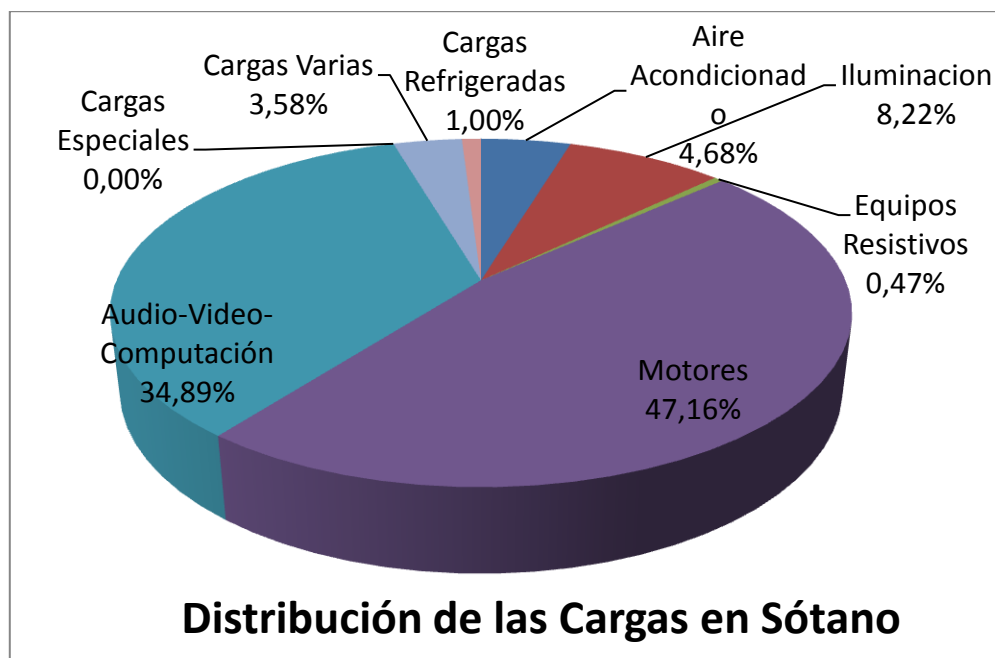


Figura 3. Distribución de las Cargas en Sótano

4.1.4 Cálculo de los conductores

Los conductores forman parte esencial de cualquier instalación eléctrica, ya que por ellos se distribuye la corriente demanda y su impedancia influye. Se realizó el cálculo del conductor utilizado tanto por capacidad de corriente como por caída de tensión tomando como base que en la edificación se usa cinco conductores de 500 kcmil para la alimentación y de tipo TTU.

4.1.4.1 Cálculo por capacidad de corriente

Para realizar esta operación tomamos la demanda máxima medida, siendo igual a 346 kVA y conociendo que se tiene un sistema trifásico a 4 hilos (3Φ -4h), Tenemos que la corriente en el circuito alimentador es conseguida mediante la ecuación 19.

$$I_{cTotal} = \frac{(Stotal)}{(\sqrt{3} \times V_l)} \quad (19)$$

$$I_{cTotal} = \frac{(346 \text{ kVA})}{(\sqrt{3} \times 208 \text{ V})}$$

$$I_{cTotal} = 960,4 \text{ A}$$

Donde:

I_c = Corriente corregida.

S_{total} = Carga total.

V_l = Tensión entre línea y línea.

Los conductores utilizados son TTU 500 kcmil 600 V, que tienen una temperatura de servicio máxima de 75°, Y de la tabla B.310.7 del CEN 2009 la ampacidad para tres conductores monopolares aislados en un ducto según figura

B.310.2, detalle 2, se obtiene que la capacidad de corriente es de 583 A, y aplicando factor de corrección para más de tres conductores según la tabla B.310.11 del CEN 2009, que se aplica para 4 a 6 conductores, tenemos que

$$I = 0,8 \times 583$$

$$I = 466,4 \text{ A}$$

Siendo:

I: Corriente admisible corregida (A)

Debido a que la capacidad de carga máxima de la edificación está ligada al calibre de los cables conductores, para este caso se puede asegurar que no se sobrepasaran limitaciones, porque los conductores están bien dimensionados, ya que si dividimos la corriente de línea entre los cinco conductores de 500 kcmil que distribuyen directamente la corriente del transformador hacia los dos tableros principales, obtenemos que a cada conductor le toca conducir 192 A, siendo su capacidad máxima 466,4 A.

4.1.4.2 Cálculo por caída de tensión

Se tiene que tomar en cuenta que ya existe un calibre instalado en la edificación, entonces para verificar la caída de tensión se tomó el porcentaje permitido en la tabla del CEN, luego se buscó el valor de x resistencia y de reactancia r en km, se calculó mediante la ecuación 2, el porcentaje de caída de tensión de la acometida a el cuarto eléctrico, luego se comparó para corroborar si este se encuentra de los límites establecidos [6].

$$\Delta V\% = \frac{250 \text{ kVA} \times 0,008 \text{ km}}{10 \times (0,208)^2} (0,128 \times 0,8 + 0,157 \times 0,6)$$

$$\Delta V\% = 0,91 \%$$

También se realizó el cálculo de la caída del cuarto eléctrico al tablero principal tomando una distancia de 10 m, se obtuvo lo siguiente

$$\Delta V\% = \frac{250 \text{ kVA} \times 0,01 \text{ km}}{10 \times (0,208)^2} (0,128 \times 0,8 + 0,157 \times 0,6)$$

$$\Delta V\% = 1,13 \%$$

Por último la caída del tablero principal al tablero secundario más lejano. Tomando un calibre de 2/0 y distancia de 20 m.

$$\Delta V\% = \frac{250 \text{ kVA} \times 0,02 \text{ km}}{10 \times (0,208)^2} (0,164 \times 0,8 + 6,6 \times 0,6)$$

$$\Delta V\% = 2,45 \%$$

El total es de 4,49%, lo que está dentro los límites del 5 % establecido en la norma [16]. El CEN establece que del 5% permitido 2% sea para la alimentación y el 3% restante para los conductores aguas abajo, lo que también se cumple en la edificación.

4.1.5 Elaboración de planos eléctricos y de iluminación

Se elaboraron los planos de cada piso haciendo énfasis de la ubicación de las luminarias y las tomas de corriente, ubicando en cada uno su respectivo circuito alimentador. Se puede observar en la figura 3, que existen áreas, como por ejemplo la de deportes en el piso 2, en donde no fue posible el reconocimiento de todos los circuitos debido a que el tablero que lo alimentaba no se encontraba en el mismo piso y dificultaba su identificación.

El levantamiento completo de los planos realizado en todos los pisos puede ser observado en las figuras de la 7 a la 19 de los ANEXOS N° 3.

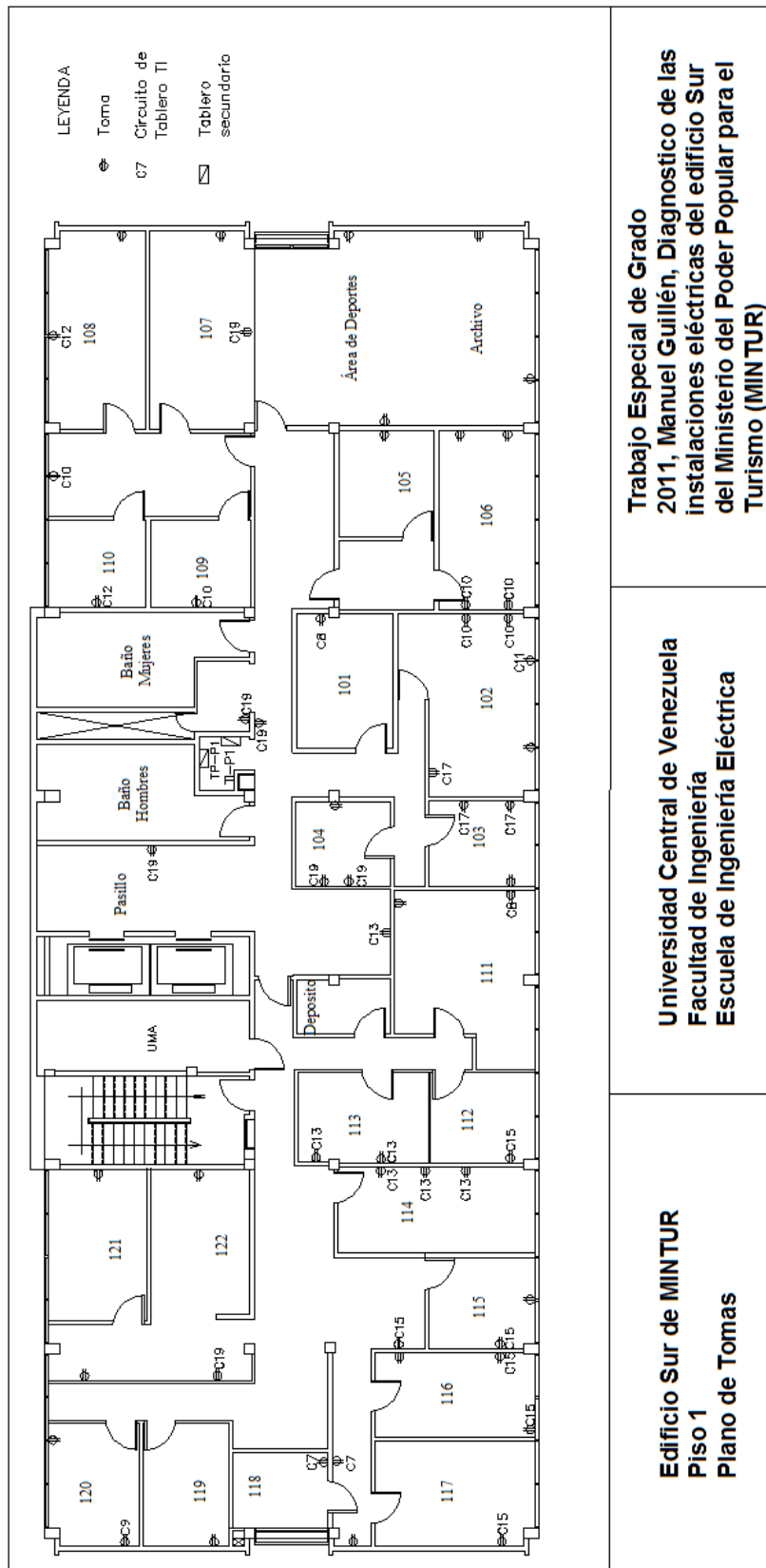


Figura 4. Plano de tomas Piso 2

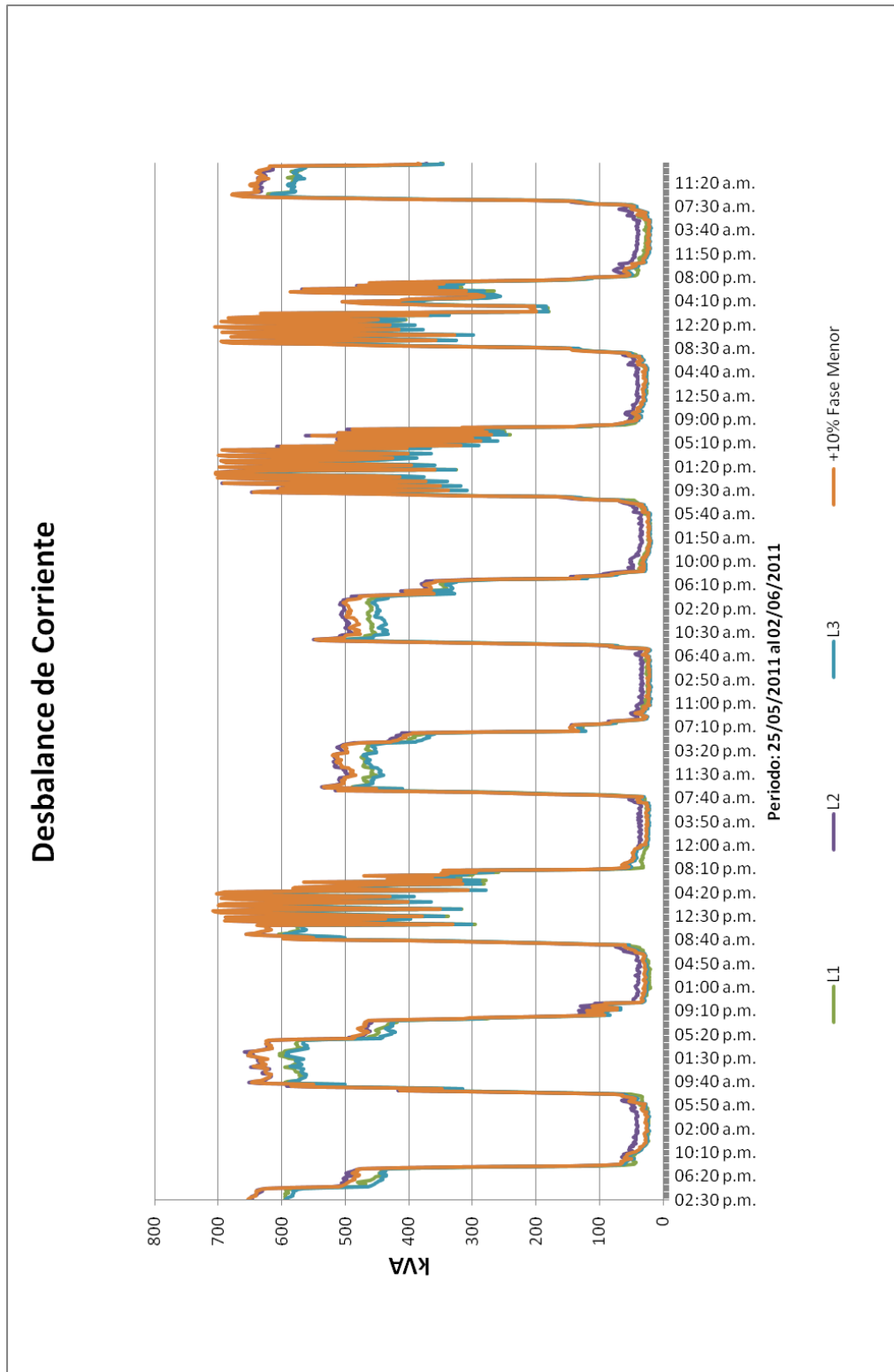
4.2 Estudio de comportamiento de las cargas

Las normas y reglamento establecidos en la ley venezolana establecen ciertos parámetros o límites para controlar la calidad del servicio prestado por las empresas del servicio eléctrico. Los datos fueron tomados durante una semana entera desde el miércoles 25 de mayo a las 2:30 pm hasta el jueves 2 junio a las 2:10 pm.

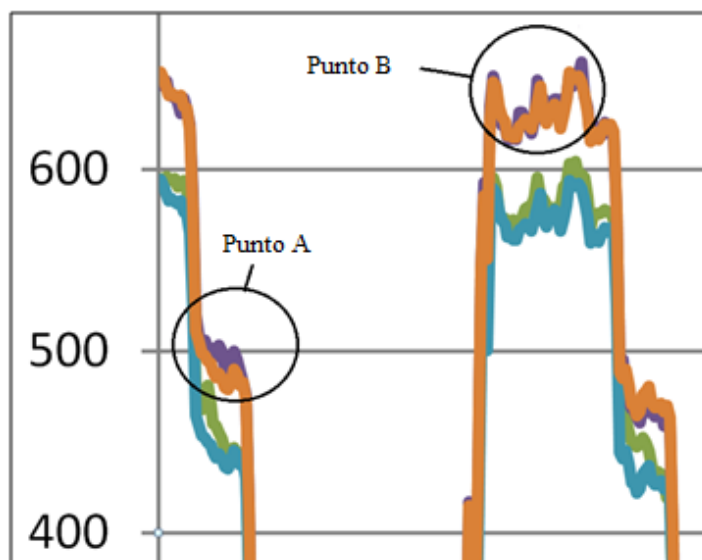
4.2.1 Desbalance de Corriente

Para este análisis se tiene como referencia que la corriente no debe superar el 110% de la corriente de la fase de menor carga, como está establecido en el artículo 55 del reglamento del servicio eléctrico. Tomando como ejemplo el tablero de cargas generales donde se observa que existe un desbalance entre las tres líneas, la línea 2 supera el 110% de la fase con menor carga que para nuestro caso es la línea 3, en los puntos A y B de la gráfica 4, y en los puntos C y D de la gráfica 5. Se observa en la gráfica 3 que este comportamiento se produce en las horas pico de trabajo, de 11 am a 2 pm, y en los momentos de menor demanda, de 8 pm a 7 am. También se observa la disminución de la corriente durante el fin de semana pero aun así existe un consumo significativo ya que el sistema de aire acondicionado y bombeo de aguas blancas no se detiene por la presencia de los damnificados en las instalaciones.

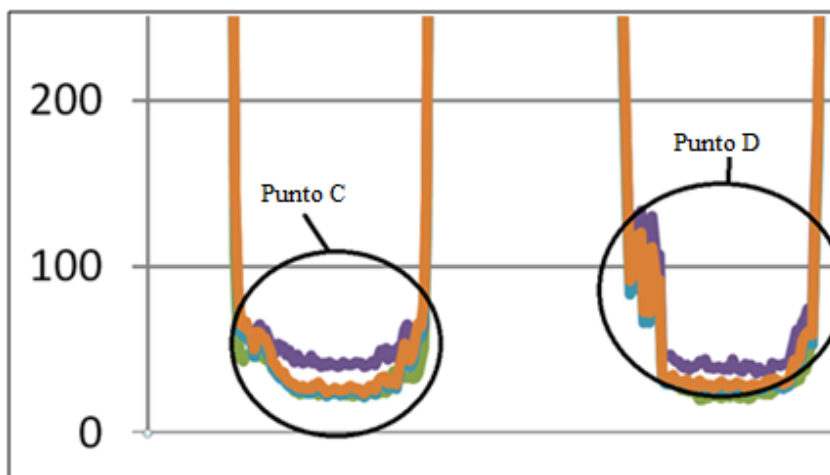
En esta perspectiva se puede decir que el desbalance es superior a lo recomendado por la norma lo que produce sobrecarga en las líneas que incide en caídas de tensión a lo largo de la distribución de los circuitos.



Gráfica 3. Comportamiento de la corriente a lo largo de la semana



Gráfica 4. Puntos donde se supera el límite establecido durante el día



Gráfica 5. Puntos donde se supera el límite establecido durante la noche

4.2.2 Desbalance de Voltaje

Según lo establecido en la norma IEEE 1159, no se debe tener desbalances de tensión superiores al 2%, Sin embargo para el tablero de cargas generales se observa en la gráfica 6 que existe un desbalance pronunciado superior al límite señalado y pocas veces se mantiene en el 2% recomendado. Este desbalance puede se

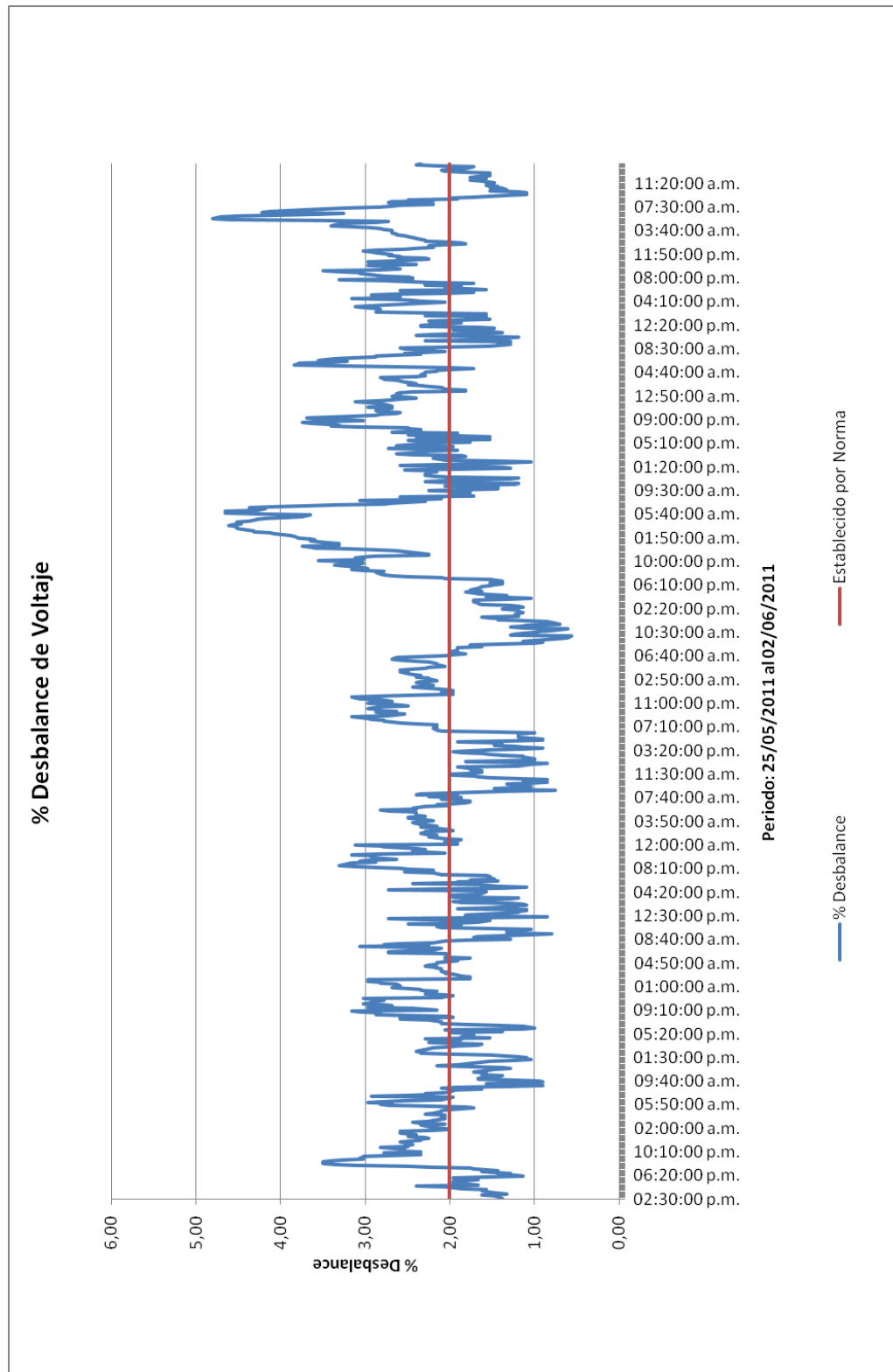
producido principalmente por la entrada en operación de varios equipos, lo que trae como consecuencia una disminución de la tensión en algunas de las líneas. El desbalance se presenta por ser las cargas de mayor consumo de naturaleza monofásica lo que produce un desbalance entre fases y por lo tanto las caídas de tensión en el sistema tampoco serán equilibradas trayendo como resultados niveles de tensión desiguales.

Las principales consecuencias de tener un desbalance entre fase tan pronunciado son las de tener pérdidas adicionales de potencia y energía, se presenta calentamiento adicional en las máquinas rotativas, limitándose la capacidad de carga nominal, existe una reducción de los sistemas de distribución en el de transporte de potencia. Y por último la propagación de desbalance a otros nodos de conexión de la red.

4.2.3 Factor de Potencia

El reglamento de servicio eléctrico nos indica que el factor de potencia no debe ser menor a 0,9 bajo condiciones normales de operación y como se observa en la gráfica 7, existen bajas pronunciadas en el factor de potencia que son ocasionadas durante los fines de semana, estas pueden ser causadas por el uso de los motores acoplados a las bombas y a los sistema de aire acondicionado en general que al trabajar con muy poca carga reducen su nivel de eficiencia, como se aprecia en la hoja de datos de los motores de las bombas en la figura 36 de los ANEXOS. También el hecho de que la carga principal durante los fines de semana es de iluminación y está representada en las lámparas fluorescentes que introducen potencia reactiva al sistema.

Este bajo factor de potencia influye directamente en el aumento de la demanda porque las cargas van a exigir mayor corriente para poder realizar el mismo trabajo por lo tanto es muy importante tomar medidas para el aumento de su nivel. Se pueden aplicar bancos de condensadores para los momentos más críticos del día, que se desconecten una vez que ya no sean necesarios para evitar sobrecompensación.



Gráfica 6. Desbalance de Voltaje

4.2.4 Tasa de distorsión en la tensión y fluctuación rápida de voltaje

La tasa de distorsión no superar el 5%, en la información recaudada durante toda la semana no se supera dicho valor, lo mismo ocurre para las fluctuaciones de voltaje en donde el valor máximo permitido es un 2% y durante toda la semana de análisis se mantiene por debajo en ambos tableros. Las gráficas obtenidas para ambos tableros se pueden apreciar en la sección de ANEXOS N° 5.

4.2.5 Análisis de Iluminación

Se tomó como ejemplo para el análisis la oficina B de la administración en la planta baja, se utilizó como valor de referencia 300 Lux para las oficinas del complejo, este valor fue tomado de las tablas recomendadas en la Norma COVENIN 2249-93. Como se puede observa en la tabla 7, los valores de iluminancias obtenidos no alcanzan este valor establecido, lo que indica que en el área de iluminación no se puede ni debería hacer reducción alguna de las luminarias instaladas. Este comportamiento se repite en la mayoría de las oficinas y se observa en las tablas 96 a 101 de los Anexos, donde también se muestra los resultados de las mediciones realizadas en cada una de las oficinas. Los valores de iluminancia fueron obtenidos como se aprecia en la figura 5, tomando los valores directamente en el área de trabajo.

El tipo de luminaria usada es T8 Y T5, las bombillas T8 poseen una potencia de 36 W y se usan en lámparas de 3 Bombillas, las T5 son de 26 W y se usan en lámparas de menor longitud en donde se colocan 2 bombillas. Los balastos utilizados son todos electrónicos lo que indica que se hace uso de forma eficiente.

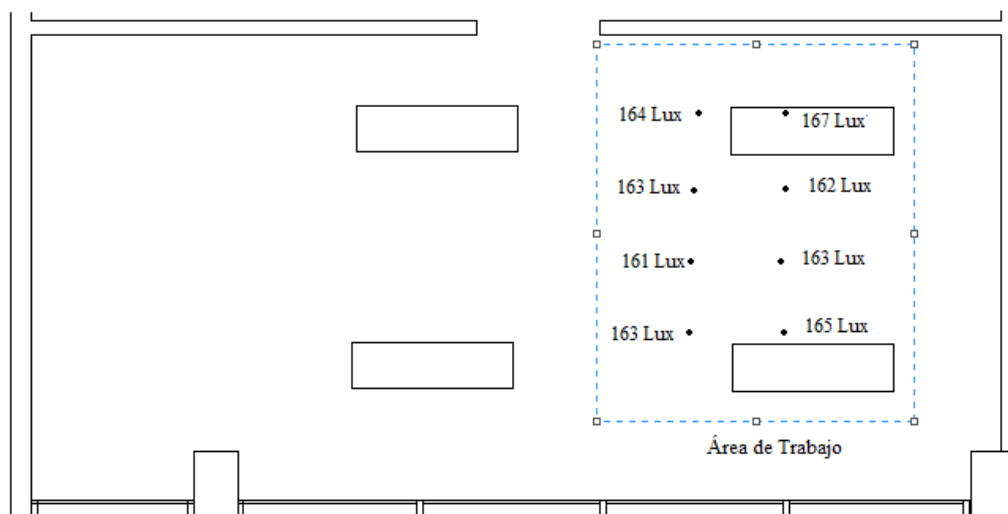


Figura 5. Medición de iluminación en oficina B en la administración

Tabla 7. Niveles de iluminación obtenidos en la oficina de administración

oficina	Iluminancia (Lux)
Administración	
Secretaría	238
Oficina A	147
Oficina B	165

Se observó a lo largo del levantamiento que existe una mala ubicación de las luminarias y no se aprovechan su capacidad lumínica, existen áreas totalmente iluminadas en donde no se trabaja y existen otras que necesitan esa cantidad de iluminación y no la poseen. Existen áreas en donde se puede hacer un mejor uso de la luz solar. Los socates de las luminarias y los bombillos como tal se encuentran en mal estado coartando la eficiencia de los mismos.

4.3 Proponer mecanismos de control automatizados

Las instalaciones del Ministerio poseen prestaciones para la instalación de un sistema automatizado, ya que en estas se controlan diferentes servicios que pudieran ser conectados a dispositivos de control que manejen su funcionamiento de forma automática, es por esto que se presentó un proyecto para la implementación de dispositivos de control que mejoraran el uso de los sistemas que controlan los servicios básicos del Ministerio, como lo son el agua, el aire acondicionado y la iluminación. Para ello se elaboró primero una evaluación general de los sistemas y se estudio el estado en que se encontraban para por ultimo presentar los controladores seleccionados para su posible implementación dentro de las instalaciones del complejo.

4.3.1 Identificación de los sistemas y sus funciones

Se encuentran divididos en tres áreas principales el control del aire acondicionado que involucra chiller y UMA, el control de las bombas y el control de la iluminación.

Sistema de aire acondicionado

Está conformado por las UMAs de cada piso y sistema de Chiller que como se observa en la figura 6, está compuesto por la bomba de agua fría, los cuatro compresores y los veinte condensadores, el fluido es distribuido a través de las tuberías a las UMAs de cada uno de los pisos en donde se distribuye a través de los ductos de ventilación por todo el piso. La función de este sistema es la de climatizar la edificación, manteniendo una temperatura confortable.

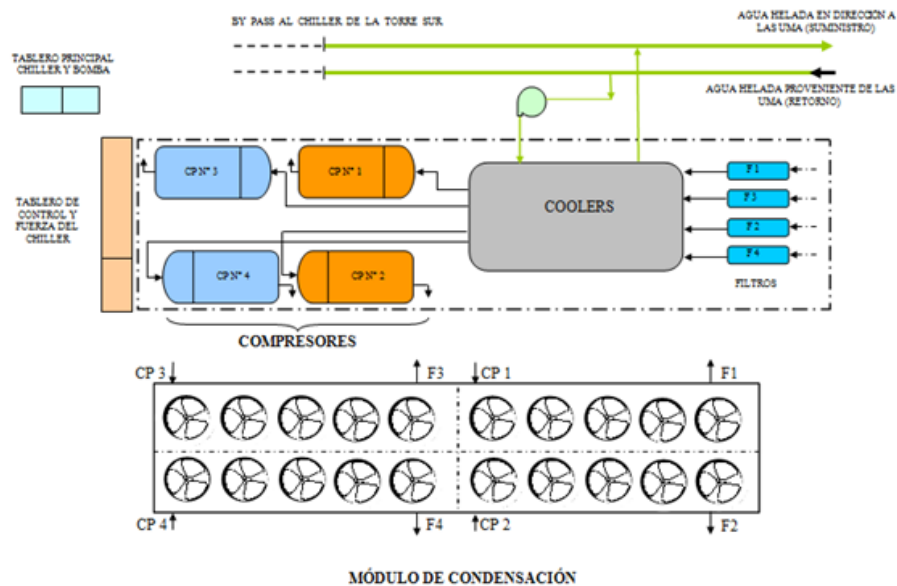


Figura 6. Esquema de funcionamiento del Chiller

Sistema de bombas

El sistema de bombas de aguas blanca está compuesto por 2 motores que controlan cada uno una bomba centrífuga que se encargan de abastecer de forma ininterrumpida a la institución ya esta no cuenta posee con un tanque superior y se hace indispensable para poder llevar el agua hasta los pisos superiores.

Sistema de Iluminación

Está compuesto por las luminarias ubicadas en los tablero TP de cada piso y controlan todas las luces de los pasillos y la función principal es la de mantener áreas extensas de la torres con el nivel de iluminación adecuado para que se puedan realizar las actividades de trabajo de forma regular.

4.3.2 Tecnología y protocolos utilizados

Sistema de aire acondicionado

La bomba del Chiller tiene instalado un variador de frecuencia que posee comunicación a través de un puerto serial RS-485 y el Chiller posee un controlador interno que permite manejar las variables de los compresores. Como temperatura de aceite nivel de aceite este también posee comunicación serial a través de un puerto RS-232

Las UMAs poseen un programador horario que se programa de manera manual para que encienda y apague de forma automática según el esquema de horario propuesto. Este programador no posee ningún tipo de salida por lo que se plantea la posibilidad de instalar un controlador que se encargue del manejo de estas unidades, la opción propuesta es la de aplicar variadores de frecuencia con salidas de control en los motores, esto para que cuando la instalación tenga menor carga térmica el motor gire a una velocidad angular menor con el consecuente ahorro energético por baja carga.

Sistema de bombas

Este sistema no posee controlador alguno por lo que se propone la instalación del variador de frecuencia que controle el motor y pueda transmitir mediante un protocolo estándar la información del estado de los motores al sistema de control principal.

Sistema de Iluminación

Este sistema no posee ningún tipo de controlador por lo que se propone la implementación del controlador Panasonic de la serie DLC-P, que permitirá manejar el apagado y encendido por áreas de la lámparas de la edificación.

4.3.3 Red de campo a utilizar.

Para la selección de la red de campo se aprovecha las ventajas que nos ofrece la instalaciones de MINTUR por lo tanto se descarta directamente la instalación de una nueva y se aprovecha la red ETHERNET ya instalada para la red de computación de la torre. A través de esta red se puede implementar un protocolo Modbus/TCP que es protocolo libre y de fácil implementación ya que solo necesita conectarse a internet a través de la red ETHERNET ya instalada.

4.3.4 Controladores seleccionados.

El controlador propuesto para la iluminación es un controlador Panasonic de la serie DLC-P que se comunican por RS-485 y soportan hasta 4 relés de iluminación Panasonic por salida y para los motores se seleccionó los variadores de frecuencia ALTIVAR® 66 Telemecanique (especificaciones en los anexos N° 7), ya que tiene salidas de control RS-422 que permite el uso de varios protocolos abiertos. También se hace uso de un conversor de protocolos que recibe las señales directamente de los controladores y lo transforma a protocolo Modbus, luego se hace uso de un convertidor que se envía la señal en TCP/IP a través de la red ETHERNET, como se observa en figura 7.

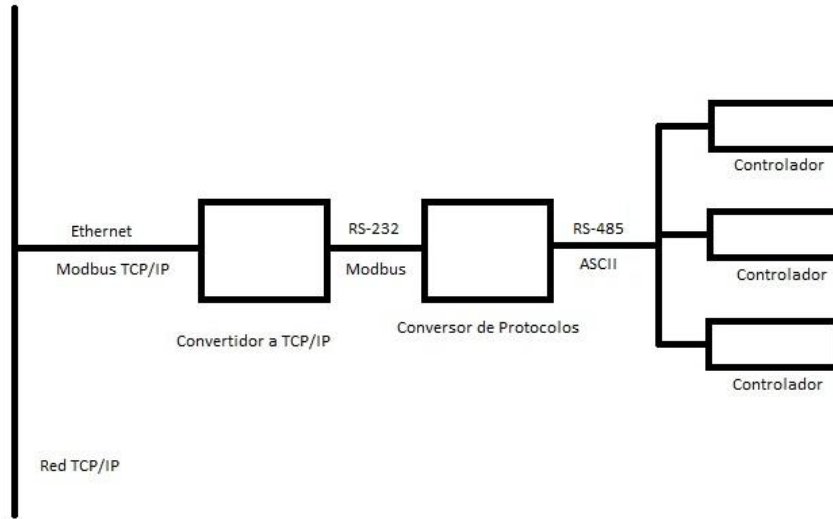


Figura 7. Esquema de la estructura a utilizar

4.3.5 Desarrollo de la interface

El Software que se utilizó para diseñar la interface del sistema es el IGSS que ofrece un paquete libre que permite manejar hasta 50 puntos lo que es suficiente para realizar el diseño para la edificación. Mediante esta interface se puede tener una visualización de todos los procesos que se llevan a cabo en tiempo real y se puede controlar el funcionamiento de los equipos. Se puede realizar el control desde cualquier PC que tenga instalado el Software y posea una conexión a internet.

A través del programa IGSS se elaboró la interface mostrada en la figura 8, y se comprobó a través de simuladores de puertos el intercambio de señales entre dispositivos.

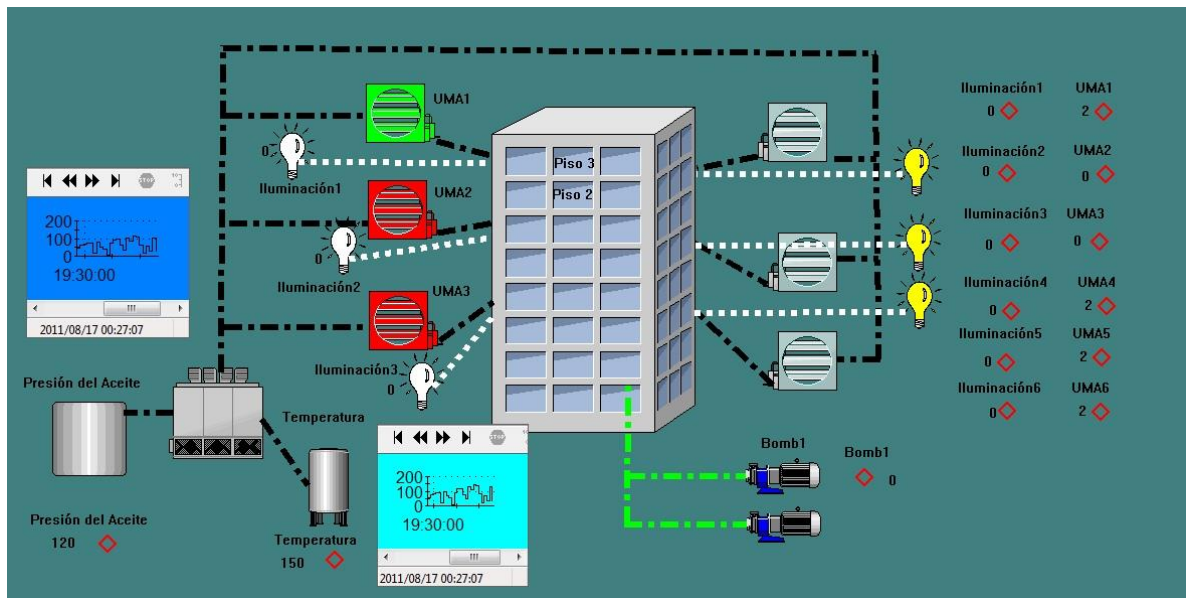


Figura 8. Interface del sistema SCADA

4.3.6 Costos de la implementación

La colocación del controlador seria en el cuarto eléctrico donde llegan los circuitos principales de los pisos, los gastos de la implemenacion se muestran en la tabla 8.

Tabla 8.Costos de implementación

Costos	Cantidad	Total (Bs)
Variadores de frecuencia	6	42.000
Controlador de iluminación	1	4.700
Convertor de Protocolos	1	3.000
Instalación de equipos	1	6.000

Total 55.700

También hay que recalcar que la instalación de una red a través de la edificación implicaría una inversión adicional a la hora de implementar un sistema en

protocolo Modbus es por lo tanto que se aprovecha las prestaciones de la red ya establecida en la institución. En la tabla 9, se muestra el ahorro que se tendría en la instalación de una red ETHERNET nueva.

Tabla 9. Costos de instalación de red

Costos	Cantidad	Total (Bs)
Instalación de cableado UTP	1	10.980
Total		10.980

4.4 Realización de factibilidad para variadores de frecuencia

Se planteó la instalación de los variadores de frecuencia en las bombas de aguas blancas de todo el complejo lo que implicó realizar un estudio en donde se muestran los ahorros obtenido por gastos de mantenimiento y demanda eléctrica. El sistema de bombas posee un equipo variador de velocidad conocido con hidroconstante este equipo reduce la velocidad por medio de engranaje y aceites. También se cálculo el retorno de la inversión realizada a través del tiempo para lo que necesitan conocer los gastos en inversión.

4.4.1 Inversión Inicial

Se propone la instalación de variadores ALTIVAR® 66 (especificaciones técnicas en la figura de los ANEXOS), ya que se ha trabajado previamente con estos equipos, se conectan a la red de 208 V y manejan la capacidad de 20 hp de los motores de las bombas. El costo de los variadores corresponde al de los 4 variadores, uno para cada bomba y se estima un precio por equipo de 20.000 Bs, el costo de la instalación se adquirió de la búsqueda de proveedores que ofrecían el servicio de instalación y se tomó un promedio. La inversión total se aprecia en la tabla 10.

Tabla 10. Inversión realizada

Gastos de inversión	TOTAL (Bs.)
Costos de los variadores	80.000
Costos de la instalación	20.000
Total	100.000

4.4.2 Costos de mantenimientos

Los elementos mecánicos para variar la velocidad requieren una mayor cantidad de mantenimientos, los costos se muestran en las tablas 11 y 12, en cambio el variador no requiere tanto mantenimiento y al ser un elemento electrónico posee una mayor vida útil. Al hidroconstante hay que hacerle un mantenimiento constante ya que maneja fluidos y tiende a detenerse su funcionamiento, mientras menos tiempo las bombas estén en mantenimiento existirá menos desgaste debido al trabajo forzado para la otra bomba. Los mantenimientos se realizan de forma anual y mensual, las especificaciones de los mantenimientos realizados se pueden encontrar en la sección de ANEXOS N° 9, esta información fue suministrado por el departamento de servicios del Ministerio. Los totales se aprecian en la tabla 13.

Tabla 11. Costos mensuales

Mantenimiento mensual	TOTAL (Bs.)
Costo del mantenimiento Actual	Bs. 12.760,00
Costo del mantenimiento Nuevo	Bs. 6.373,33

Tabla 12. Costos anuales

Mantenimiento anual	TOTAL (Bs.)
Costo del mantenimiento Actual	168.636,16
Costo del mantenimiento Nuevo	136.678,83

Se multiplicó los costos mensuales para obtener una sola tabla de costos anuales.

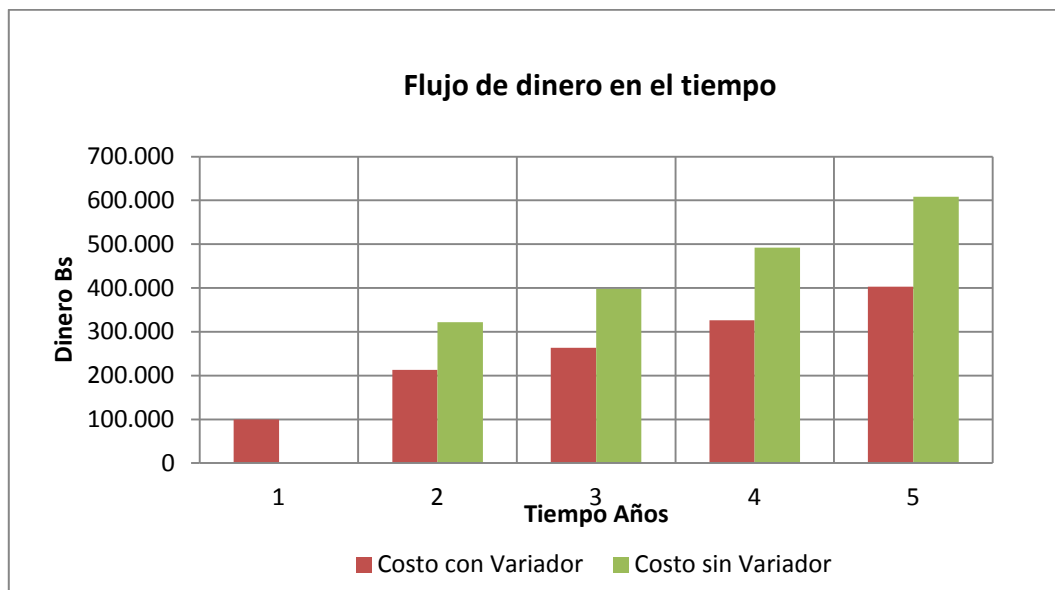
Tabla 13. Costos Totales por mantenimiento

Mantenimiento Total anual	TOTAL (Bs.)
Costo del mantenimiento Actual	321.756,16
Costo del mantenimiento Nuevo	213.158,79

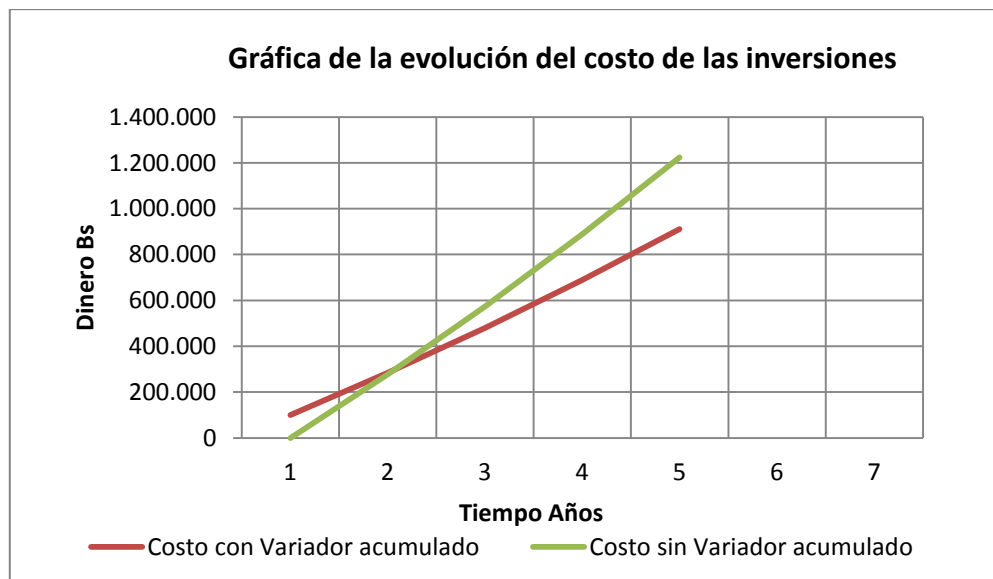
4.4.3 Retorno de inversión

Se realizó un análisis de valor presente representando los costos que se generan con la instalación del variador y el costo de mantenimiento sin ellos, llevando todos estos gastos a dinero actual, se tomó en cuenta las tasas de interés y valor de la inflación según datos del Banco Central de Venezuela, y se hizo una comparación en donde se observa en cuanto tiempo se regresaría la inversión realizada. En la gráfica 8 se aprecia el flujo de dinero a través de los años tomando en cuenta la influencia de la inflación en los costos de mantenimiento.

En la grafica 9, se observa que la inversión retornaría completamente en el segundo año de aplicación, lo hace de este un proyecto totalmente factible de implementación que produciría un ahorro considerable al Ministerio. Las tablas de los cálculos realizados se presentan la sección de ANEXOS N° 10.



Gráfica 8. Flujo de dinero en el tiempo con inflación



Gráfica 9. Evolución del costo de las inversiones del variador.

4.5 Estudio de la generación eléctrica mediante paneles solares

Se realizó el estudio para colocar paneles en el techo de la torre sur, la carga que se escogió para ser alimentada fue la carga de iluminación ya que una carga que necesita poca potencia. Para conocer los valores de los parámetros necesarios conocer para implementar el sistema se necesito por lo cual se hace un cálculo de la demanda máxima para conocer la cantidad de energía. La cantidad de equipos conectados para escoger el inversor. Se calculó la cantidad y capacidad de baterías en base a los días de autonomía escogidos, el número de paneles y el de los inversores escogidos para alimentar la carga

4.5.1 Cálculo de la energía máxima diaria

Una vez totalizada la cantidad de luminarias a alimentar a través de los paneles, se multiplicó el total por la potencia nominal y las horas de uso estimadas para la iluminación, como se aprecia en la tabla 14.

Tabla 14. Energía máxima diaria para la iluminación

Cantidad	Elemento	Tiempo (horas)	Energía (Wh)
324	Lámpara 36W	8	93.232
60	Lámpara 26W	8	12.480
		total	105.792

Tal como se demostró en 3.3.1, se calculó la energía instalada.

$$E_{\text{inst}} : 105.792 \text{ Wh/d}$$

Dividiendo entre la tensión de las baterías utilizada 24 V, se obtiene:

$$E_{\text{maxinst}} : 4.408 \text{ Ah/d}$$

Calculo la eficiencia tomando datos de las especificaciones técnicas de los equipos y obtenemos que $\eta_{\text{sist}} = 0,8$.

Haciendo la división según ecuación 8, obtengo la energía máxima:

$$E_{\max} = 5.510 \text{ Ah/d}$$

4.5.2 Elección del inversor

Para escoger el inversor se debe conocer la demanda total que se requiere en el edificio. En la tabla 15, se puede observar la demanda requerida en kW de la iluminación del piso.

Tabla 15. Carga instalada

cantidad	elemento	potencia (W)	Total (kW)
324	Lámpara 36W	36	11,66
60	Lámpara 26W	26	1,56
total			13,22

Utilizando el factor de potencia de los balastos de 0,87 [15], se obtiene que la carga es igual a 15,2 kVA.

Los inversores deben ser dimensionados al 125% de la carga total. Según recomendaciones del CEN 2009 690.8.A1. Por lo tanto, se requieren inversores con una capacidad total de 19 kVA.

Se seleccionó el uso de 7 inversores Victron Energy MultiPlus C 24/2000/50-30, por su capacidad de conectarlos en paralelo para cubrir la demanda.

- 120 Vac de salida
- 19-33 Vdc de entrada
- 60 Hz
- Potencia de salida de 3 kVA
- Eficiencia del inversor 0,93

Estos inversores serán instalados en los espacios asignados para la oficina 201, que deberá ser habilitado para el resguardo estos equipos.

4.5.3 Cantidad de baterías

Las baterías cumplen la función de almacenar energía para que los días donde la irradiación solar sea poca o nula el sistema continúe suministrando electricidad, tomando en cuenta esto se estableció autonomía de cinco días para realizar los cálculos.

Realizando la división de la energía consumida por la iluminación en Watt por hora con la tensión de alimentación de baterías o acumuladores de 24 V, tenemos que la demanda total de energía de la edificación es 5.510 Ah/d, y para obtener la capacidad de las baterías se procedió a tomar la demanda calculada y se multiplicó por los 5 días de autonomía dando como resultado una capacidad necesaria de 27.550 Ah.

$$Cap_{nec} = 5 * 5.510 \text{ Ah}$$

$$Cap_{nec} = 27.550 \text{ Ah}$$

Se calculó la profundidad máxima de descarga, la profundidad máxima de descarga diaria y la capacidad al final de la vida, para prolongar la vida útil de las baterías. Para el cálculo el MDOD y MDDOD se dividió entre el valor de profundidad de descarga de las baterías obtenido en la hoja de datos de la figura 38 de los ANEXOS, Y para el cálculo de EOL se dividió entre 80 por ciento que es un valor comúnmente asociado a este parámetro como se especifica en la norma IEEE 1013 [14].

$$CMOD = \frac{27.550}{0,8} = 34.438 \text{ Ah}$$

$$CMOD = \frac{5.510}{0,8} = 6.888 \text{ Ah}$$

$$EOL = \frac{27.550}{0,8} = 34.438 \text{ Ah}$$

El valor seleccionado es el más alto y será de 34.438 Ah, y la cantidad de módulos.

Las baterías seleccionadas fueron modulares EnerSystem, debido a su nivel de tensión que es adecuado para el sistema diseñado, y de su capacidad de corriente de de 1360 Ah obtenemos un número de 26 módulos conectadas en paralelo por instalación, para una autonomía de cinco días.

$$N^{\circ} \text{ de } \textit{modulos} = \frac{34.438}{1360} = 25,3$$

$$N^{\circ} \text{ de } \textit{modulos} = 26$$

Estos módulos serán instalados en los espacios asignados para la oficina 211, que deberá ser habilitado para el resguardo de las baterías del sistema

4.5.4 Cálculo del número de paneles

Primero se calculan los paneles en serie. Se seleccionaron unos paneles de 220 W Sunmodule debido a que el nivel de tensión a máxima potencia de estos paneles es 29 V y el regulador es de 24 V, por lo tanto el número de paneles conectados en serie será de 1.

Para el cálculo del número de ramales en paralelo la ecuación 13 [13]

$$Np = \frac{5.510 \times 1.1}{7,54 \times 6} = 133,9$$

Por lo tanto el número de paneles en paralelo será de 134.

La ubicación de los paneles solares sería en el techo de la edificación, este posee la capacidad para instalar los paneles solares. El edificio tiene un área de 490 m² y tomando las dimensiones del panel que se extrae de la hoja de datos, se tiene que ocuparían un área de 1,676 m². Dividiendo el área del edificio con la del panel solar, se obtiene la capacidad de paneles que se pueden colocar en la azotea del edificio.

Capacidad de paneles = 293 paneles

Se puede cubrir la demanda total de electricidad debido a la iluminación ya que tomando todas las luminarias de los 6 pisos tenemos que el total de paneles que se necesitarían implementar sería 134, y se ubicaran de la forma planteada en la figura 9.

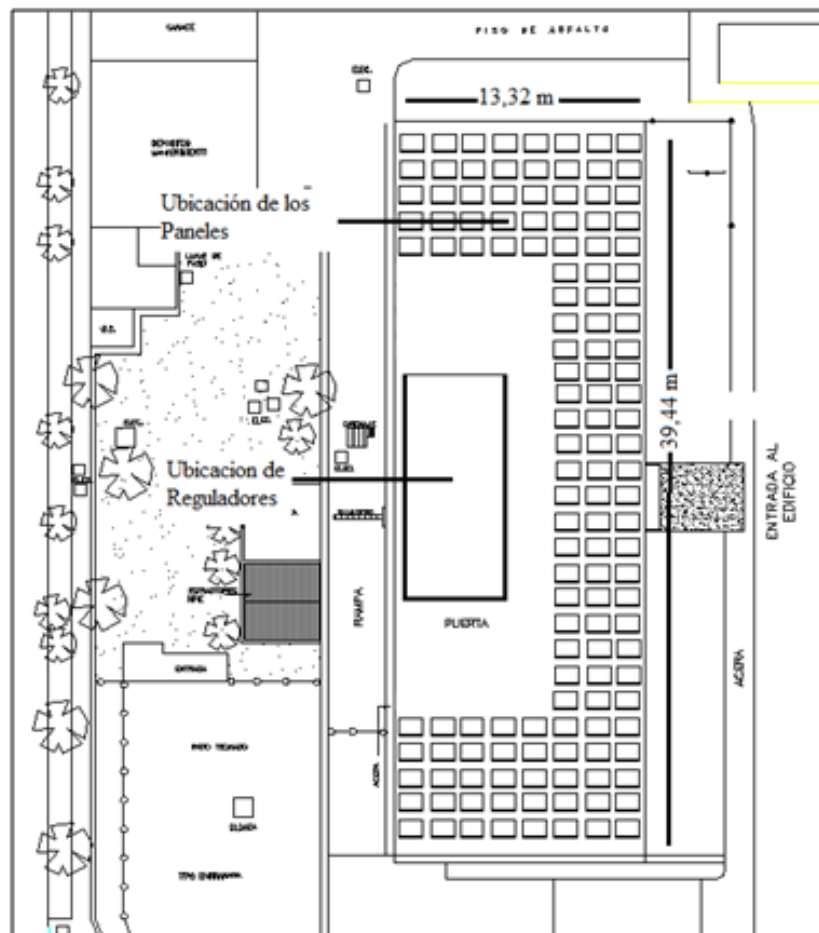


Figura 9. Ubicación de los Paneles

4.5.5 Elección del regulador

La cantidad de reguladores dependerá de la corriente que entrega el arreglo solar. El regulador seleccionado será Regulador Solener DSD Bitensión 50 A, tomando la corriente de cortocircuito de los paneles seleccionados y la multiplicamos el número de paneles obtenemos:

$$I_{reg} = 8,08 \times 134 = 1.083 \text{ A}$$

Ahora aplicamos el margen de seguridad establecido en 10% y Entonces tenemos que la corriente en el regulador será de:

$$I_{reg} = 1.191 \text{ A}$$

Con el regulador seleccionado y conociendo todas sus especificaciones técnicas obtenemos el número de reguladores a ser usados.

$$N^{\circ} reg = \frac{1.191}{50} = 23,8$$

Serán conectados 24 reguladores en paralelo, estos serán colocados en el cuarto ubicado en el techo de la torre, como se muestra en la figura 9.

4.5.6 Cálculo de orientación e inclinación

La ciudad de Caracas posee una latitud de $10,3^{\circ}$, por lo que la Inclinación tiene que ser: $10,3^{\circ} + 15^{\circ} = 25,3^{\circ}$ grados.

4.5.7 Análisis Económico

Los costos de los equipos se muestran en la tabla, el costo de la instalación fue tomado de investigación de proveedores y se llegó al valor de 10 Bs por Watt

instalado por lo que para nuestra instalación serán necesarios 18 kW los que nos da un total de 190.000 Bs.

Tabla 16. Costo de inversión del sistema fotovoltaico

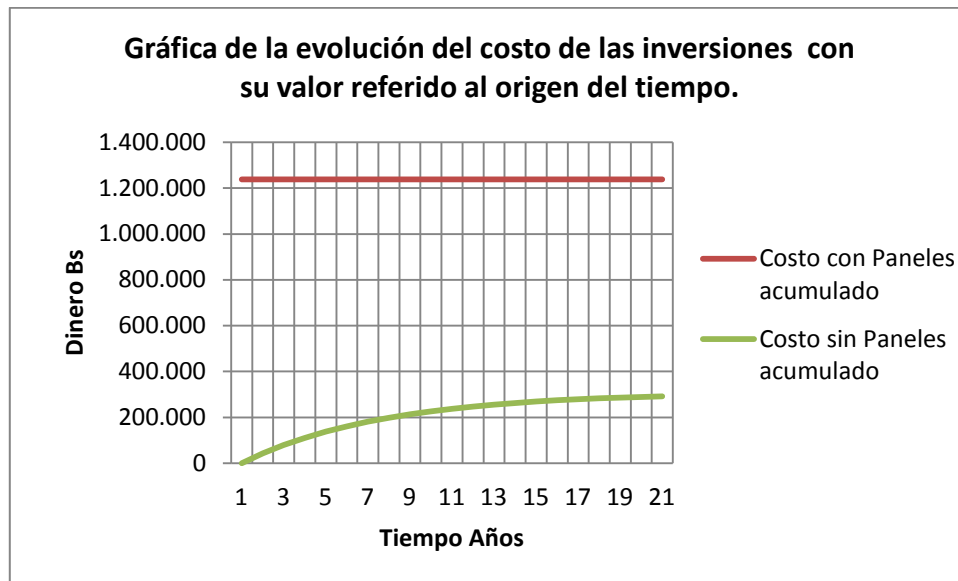
Costos	Precio (Bs)	Cantidad	Total (Bs)
Paneles fotovoltaicos Sunmodule	3.764	134	504.376
Baterías modulares 1360 Ah	17.608	26	457.808
Inversor/Cargador Victron	8.544	7	59.808
Regulador Solener	1.060	24	25.440
Instalación	180.000	1	180.000
Total			1.227.432

Se calculó además el consumo eléctrico que genera la carga de iluminación para poder más adelante realizar un cálculo del retorno de la inversión, se tomo tanto el consumo de energía como la demanda. Los resultados se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Costos por Consumo Eléctrico

Tipo de Cargo	Costo por unidad	Cantidad al Mes	Total Mensual Bs.	Total Anual Bs.
Energía kW/h	0,03714	105.792	3.929	47.148
Demanda kVA	5,39254	16	86	1.035
Total				49.183

Para la elaboración del retorno de la inversión, se tomó como inversión inicial los costos de instalación y de los equipos y se comparo con el ahorro en energía que se obtendría a lo largo de la vida útil de los paneles de 20 años, y como se observa en la grafica la inversión nunca se regresa por lo que producirá perdidas a nivel económica si se implementa dicho sistema. Como se observa en la gráfica 10.



Gráfica 10. Evolución del costo de las inversiones de los paneles.

CONCLUSIONES

Las instalaciones eléctricas en general se encuentran bien dimensionadas a pesar de las modificaciones que se le han realizado a través de los años, el edificio cuenta con un transformador capaz de soportar la demanda exigida, las protecciones están bien dimensionadas y los tableros cumplen con la función para los que fueron instalados.

La institución presenta desbalances en el nivel de corriente en las horas del mediodía que disminuye progresivamente a medida que transcurre la jornada laboral, también se presenta una disminución del factor de potencia que muestra su valor mínimo en horas de la tarde. Además los niveles de iluminancia son normales o inferiores a lo establecido por norma, por lo tanto una reducción de luminarias no es procedente.

Es posible la implementación de un sistema automatizado realizando una inversión en equipos de control automatizado que permitiría monitorear en tiempo real la situación de los sistemas de servicios de la edificación aprovechando la red ETHERNET ya establecida.

Es totalmente factible la instalación de los variadores de frecuencia en las instalaciones la inversión se recuperaría en el segundo año y el ahorro en energía consumida no sería tan significativo pero si ayudaría a reducir los consumos y expuesto a largo plazo se ahorra una gran cantidad de energía.

La instalación de paneles solares traería un ahorro del 6% del consumo total de la edificación y de unos 18 kVA, que ayuda en el ahorro total de energía. Lo que proporcionaría cierto nivel de independencia en caso de fallas o suspensión del suministro externo, en contraparte la inversión económica será bastante elevada y no tendría retorno de inversión, su implantación sería solamente justificada en el caso de

que exista un interés particular por parte del gobierno para otorgar a la institución independencia del Sistema Eléctrico Nacional.

RECOMENDACIONES

Hacer una reubicación de las cagas instaladas en los tableros de forma de que se tenga un tablero de iluminación que facilite su manejo.

Balancear las cargas monofásicas de la institución para disminuir el desbalance de corriente que se produce en las horas de máxima demanda, e instalar bancos de condensadores para aumentar el factor de potencia, se puede hacer una conexión para acoplarlo al sistema en las los horas que sea necesario y desconectarlo cuando no se necesite y de esta forma no caer en la sobrecompensación.

Reubicar las luminarias hacia los lugares de trabajo donde se necesiten y en caso de hacer falta instalar algunas más para cumplir con los requerimientos, cambiar socates, y hacerle un mantenimiento constante el sistema de iluminación.

Aplicar la propuesta efectuada en la implementación de los variadores de frecuencia en las bombas de la edificación debido a que se demostró que el ahorro que se obtendría sería beneficioso para la institución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Normativa publicada en el marco de la creación del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica oct. 2009 | sep. 2009. Fundación para el desarrollo del servicio eléctrico. Octubre 2010
- [2] Gaceta oficial N° 39.694 publicada el 13 de junio de 2011.
- [3] Plan de ahorro de energía del ministerio del poder popular para el turismo, en respuesta al comunicado del Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica. Caracas, 09 de marzo de 2010.
- [4] Decreto Presidencial N° 8.001 del 18 de enero de 2011, de la Ley Especial de Refugios Dignos para Proteger a la Población en Casos de Emergencia o Desastres. Publicado en Gaceta Oficial N° 39.599 del 21 de enero de 2011
- [5] Informe. Ubicación de Personal damnificado en las instalaciones de MINTUR. Ing. Joyce Scott. Caracas, 07 de marzo de 2011.
- [6] Norma. COVENIN (159: 1997). Tensiones normalizadas de servicio.- Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento.
- [7] Reglamento de Servicio, publicada en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 37.825, de fecha 25 de Noviembre del 2003.
- [8] IEEE 1159-1995, Prácticas recomendadas para el monitoreo de la Calidad de Energía Eléctrica.
- [9] Normas IEC 61000-2-1 – IEC 61000-4-27 – NEMA - ANSI C84.1

- [10] IEEE 519-1992, Prácticas recomendadas y requisitos para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia.
- [11] Norma. Covenin (2249: 1993). ILUMINANCIAS EN TAREAS Y AREAS DE TRABAJO.- Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento.
- [12] Pareja Aparico, Miguel. Energia Solar Fotovoltaica, calculo de una instalación aislada. Barcelona: España: Ed. Marcombo, 2010.
- [13] IEEE, Standards Coordinating Committee, IEEE Std 1562, Stand-Alone Photovoltaic (PV) Systems. New York : Ed. IEEE, 2007
- [14] IEEE, Standards Coordinating Committee, IEEE Std 1013, Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for PV Systems. New York : Ed IEEE, 2007
- [15] Hoja de datos. balastos marca: MAGNETEK B232I120RH-A 120 VOLT ELECTRONIC BALLAST
- [15] Levantamiento de información realizado en el Ministerio del Poder Popular para el Turismo. Febrero-Marzo 2010.
- [16] Resolucion 235. Normas de calidad de servicios de distribución de Electricidad. (Gaceta Oficial N° 5.730 Extraordinario del 23 de septiembre de 2004

BIBLIOGRAFÍAS

Tesis.

Omar O. Fernández P. Estudio de viabilidad y factibilidad para la implementación de variadores de velocidad a motores de las líneas de extrusión de la ladrillera CASA BLANCA. (Tesis). -Pamplona: Universidad de Pamplona, 2007.

Domingo A. Valero A. Estudio de factibilidad técnico económico financiero para la instalación de una fábrica de bolsas plástica. (Tesis). — Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, 2005.

Libros.

Eberto Llamo Medina. Metodología para la confección de los estudios de control, regulación y acomodo de carga eléctrica. Departamento de economía energética. Subdirección comercial. U.E.T.D. octubre 1984

E. Carnicer Royo, C. Mainar Hasta. Bombas Centrífugas. Thompson Paraninfo. Madrid España 1996

Instructivo y Normalización para la Elaboración de Trabajos Especiales de Grado Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Eléctrica. Lic. Belkys Vásquez. Prof. Julio Molina. Caracas, noviembre de 2008. Revisión Versión 1.1

Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. © 2002, Universidad Pedagógica Experimental Libertador

Elías Mejía. Técnicas e Instrumentos de Investigación. Unidad de Post Grado de la Facultad de Educación de la UNMSM. Serie: Textos para la Maestría en Educación. Primera edición. Lima, noviembre de 2005

Penissi F. Oswaldo A. Canalizaciones eléctricas residenciales. 9° Edición. 2005, Valencia. Normativa Publicada en el Marco de la Creación del Ministerio del Poder Popular Para La Energía Eléctrica OCT 2009 | SEP 2010. Fundación para el Desarrollo del Servicio Eléctrico. Octubre 2010

Norma.

Norma. Covenin (2249: 1993). ILUMINANCIAS EN TAREAS Y AREAS DE TRABAJO.- Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento.

Norma. Covenin (159: 1997). Tensiones Normalizadas de servicios.- Caracas: Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento.

IEEE 519-1992. Prácticas recomendadas y requisitos para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia.

IEEE 1159-1995. Prácticas recomendadas para el monitoreo de la Calidad de Energía Eléctrica

IEEE, Standards Coordinating Committee, IEEE Std 1562, Stand-Alone Photovoltaic (PV) Systems. New York : Ed. IEEE, 2007

IEEE, Standards Coordinating Committee, IEEE Std 1013, Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for PV Systems. New York : Ed IEEE, 2007

NTC 200:2009, FONDONORMA CODELECTRA. 8va Revisión.

Normas de Calidad del Servicio de Distribución de Electricidad, publicada en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 37.825, de fecha 25 de Noviembre del 2003.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO N° 1

Levantamiento de información

Tableros Sótano

Tablero TPS

Tabla 1. Pasillo

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	21	0,026	8	0,55	4,37	0,63
Lámpara fluorescente (36W)	3	0,036	8	0,11	0,86	0,12
Total				0,65	5,23	0,75

Tablero TIS

Tabla 2. Pasillo

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Total				0,05	0,40	0,06

Tabla 3. Baños

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Total				0,22	1,73	0,25

Tabla 4. Almacén central MINTUR, Archivo.

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (36W)	36	0,036	8	1,30	10,37	1,49
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,4	0,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,4	0,25
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,4	0,06
Deshumidificador	1	0,4	8	0,40	3,2	0,50
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,8	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,6	0,50
Total				3,16	27,19	3,81

Tabla 5. Oficinas y tecnología de información de sistemas

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (36W)	78	0,036	8	2,81	22,46	3,23
Lámpara fluorescente (26W)	18	0,026	8	0,47	3,74	0,54
Computadora Escritorio	36	0,4	6	14,40	86,4	18,00
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,4	0,25
Fax	1	0,2	2	0,20	0,4	0,25
Fotocopiadora	2	0,4	2	0,80	1,6	1,00
Teléfono	5	0,01	2	0,05	0,1	0,06
Microondas	1	0,8	2	0,80	1,6	1,00
Servidor	1	0,4	8	0,40	3,2	0,50
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,4	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,8	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,6	0,50
Total				20,98	130,71	25,89

Tabla 6. Sala eléctrica, Sala de bombas (de achique) aguas negras

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Total				0,22	1,73	0,25

Tabla 7. Sala de maquinas

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (36W)	3	0,036	8	0,11	0,86	0,12
Total				0,11	0,86	0,12

Tabla 8. Total del Tablero TIS

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
24,72	162,62	30,38

Tablero Servidores**Tabla 9. Sala de servidores**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
A/A Split (18000 BTU)	2	2	24	4,00	96,00	5,00
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Computadora Escritorio	10	0,4	6	4,00	24,00	5,00
Servidores	36	0,2	2	7,20	14,40	9,00
Ups	7	0,4	2	2,80	5,60	3,50
Monitor	5	0,05	2	0,25	0,50	0,31
Router	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Swicth	3	0,05	4	0,15	0,60	0,19
Gateway	3	0,05	2	0,15	0,30	0,19
Total				19,03	145,26	23,75

Tablero Bombas Aguas negras

Tabla 10. Sala de bombas (de achique) aguas negras

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Bombas (2 hp)	2	1,49	2	2,98	5,96	3,73
Total				2,98	5,96	3,73

Tablero Ascensores

Tabla 11. Sala de maquinas

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Ascensor 1	1	18,65	2	18,65	37,30	23,31
Ascensor 2	1	18,65	2	18,65	37,30	23,31
Total				37,30	74,30	46,63

Tableros Semisótano

Tablero TPSS

Tabla 12. Pasillo, Recepción, Cuarto de servicio

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	6	0,026	8	0,16	1,25	0,18
Lámpara fluorescente (36W)	24	0,036	8	0,86	6,91	0,99
Bombillo incandescente (100W)	2	0,1	8	0,20	1,60	0,23
Total				1,22	9,76	1,40

Tabla 13. Coordinación tesorería

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (36W)	3	0,036	8	0,11	0,86	0,12
Total				0,11	0,86	0,12

Tabla 14. Total del Tablero TPSS

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
1,33	10,62	1,53

Tablero TISS**Tabla 15. Pasillo, Recepción**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Total				0,45	2,80	0,56

Tabla 16. Bienes nacionales

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	15	0,036	8	0,54	4,32	0,62
Multifuncional	3	0,4	2	1,20	2,40	1,50
Computadora Escritorio	7	0,4	6	2,80	16,80	3,50
Total				4,54	23,52	5,62

Tabla 17. Coordinación tesorería

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	15	0,036	8	0,54	4,32	0,62
Computadora Escritorio	9	0,4	6	3,60	21,60	4,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Microondas	1	0,8	2	0,80	1,60	1,00
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				6,14	38,72	7,62

Tabla 18. Reproducción

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
A/A Split (18000 BTU)	1	2	4	2,00	8,00	2,50
Lámpara fluorescente (26W)	6	0,026	8	0,16	1,25	0,18
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Fotocopiadora	3	0,4	2	1,20	2,40	1,50
Radio	1	0,01	4	0,01	0,04	0,01
Total				3,77	14,09	4,69

Tabla 19. Contabilidad

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	15	0,036	8	0,54	4,32	0,62
Computadora Escritorio	9	0,4	6	3,60	21,60	4,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Microondas	1	0,8	2	0,80	1,60	1,00
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				5,74	29,12	7,12

Tabla 20. Compras

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	30	0,036	8	1,08	8,64	1,24
Computadora Escritorio	8	0,4	6	3,20	19,20	4,00
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Multifuncional	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				5,33	30,24	6,55

Tabla 21. Caja

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	1	0,036	8	0,04	0,29	0,04
Bombillo incandescente (100W)	2	0,1	8	0,20	1,60	0,23
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Total				0,24	1,89	0,27

Tabla 22. Recursos humanos

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	78	0,036	8	2,81	22,46	3,23
Computadora Escritorio	32	0,4	6	12,80	76,80	16,00
Impresora	3	0,2	2	0,60	1,20	0,75
Multifuncional	4	0,4	2	1,60	3,20	2,00
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Cámara fotográfica	1	0,01	8	0,01	0,08	0,01
Nevera	2	0,4	24	0,80	19,20	1,00
Total				18,67	123,34	23,05

Tabla 23. Coordinación de contrataciones

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Computadora Escritorio	6	0,4	6	2,40	14,40	3,00
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Multifuncional	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				3,63	19,46	4,50

Tabla 24. Baños

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Total				0,32	2,56	0,37

Tabla 25. Nomina

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	9	0,036	8	0,32	2,59	0,37
Computadora Escritorio	5	0,4	6	2,00	12,00	2,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Multifuncional	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				2,92	15,79	3,62

Tabla 26. Total del Tablero TISS

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
51,75	301,53	63,98

Tableros Planta Baja**Tablero TPPB****Tabla 27. Pasillo**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	22	0,026	8	0,57	4,58	0,66
Lámpara fluorescente (36W)	0	0,036	8	0,00	0,00	0,00
Total				0,57	4,58	0,66

Tabla 28. Administración

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	8	0,026	8	0,21	1,66	0,24
Lámpara fluorescente (36W)	15	0,036	8	0,54	4,32	0,62
Total				0,75	5,98	0,86

Tabla 29. Total Tablero TPPB

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
1,32	10,56	1,52

Tablero TIPB**Tabla 30. Pasillo**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	0	0,036	8	0,00	0,00	0,00
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Tv	1	0,4	8	0,40	3,20	0,50
Cajero	1	0,4	8	0,40	3,20	0,50
Total				1,20	8,80	1,50

Tabla 31. Atención Público

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
A/A Split (18000 BTU)	1	2	24	2,00	48,00	2,50
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	28	0,036	8	1,01	8,06	1,16
Computadora Escritorio	19	0,4	6	7,60	45,60	9,50
Multifuncional	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Teléfono	4	0,01	2	0,04	0,08	0,05
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Home Theater	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				12,75	114,74	15,83

Tabla 32. Oficina de Mantenimiento y Servicios

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Computadora Escritorio	3	0,4	6	1,20	7,20	1,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Teléfono	3	0,01	2	0,03	0,06	0,04
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				2,46	12,32	3,03

Tabla 33. Estantería de documentos impresos y audiovisuales

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Total				3,29	16,57	4,03

Tabla 34. Administración

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	0	0,036	8	0,00	0,00	0,00
Computadora Escritorio	4	0,4	6	1,60	9,60	2,00
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Multifuncional	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Teléfono	3	0,01	2	0,03	0,06	0,04
Microondas	1	0,8	2	0,80	1,60	1,00
Dvd	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Caja de Seguridad	1	0,05	24	0,05	1,20	0,06
Total				3,93	15,36	4,91

Tabla 35. Oficina de Planificación, Presupuesto y Sistemas

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	93	0,036	8	3,35	26,78	3,85
Computadora Escritorio	20	0,4	6	8,00	48,00	10,00
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Multifuncional	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Teléfono	20	0,01	2	0,20	0,40	0,25
Microondas	1	0,8	2	0,80	1,60	1,00
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Dvd	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Vhs	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Sistema de Audio	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				15,10	91,38	18,54

Tabla 36. Baños, Cuarto de servicio

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	6	0,026	8	0,16	1,25	0,18
Lámpara fluorescente (36W)	9	0,036	8	0,32	2,59	0,37
Total				0,48	3,84	0,55

Tabla 37. TOTAL TIPB

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
0,48	3,84	48,40

Tableros Piso 1**Tablero TPP1****Tabla 38. Pasillo**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	0	0,036	8	0,00	0,00	0,00
Total				0,00	0,00	0,00

Tablero TIP1**Tabla 39. Archivo**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	18	0,036	8	0,65	5,18	0,74
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Total				1,06	7,60	1,26

Tabla 40. Inspectoria

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	24	0,036	8	0,86	6,91	0,99
Computadora Escritorio	12	0,4	6	4,80	28,80	6,00
Multifuncional	5	0,4	2	2,00	4,00	2,50
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				8,17	41,34	10,11

Tabla 41. Recaudación

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	6	0,4	6	2,40	14,40	3,00
Impresora	3	0,2	2	0,60	1,20	0,75
Multifuncional	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				3,67	18,54	4,56

Tabla 42. Consultoría Jurídica

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	9	0,4	6	3,60	21,60	4,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Total				4,32	24,96	5,37

Tabla 43. Administración

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	4	0,036	8	0,14	1,15	0,17
Computadora Escritorio	9	0,4	6	3,60	21,60	4,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
DvR	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Total				4,19	23,65	5,23

Tabla 44. Secretaria Ejecutiva

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	3	0,4	6	1,20	7,20	1,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Total				1,88	10,21	2,25

Tabla 45. Reproducción y Cocina

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Fotocopiadora	4	0,4	2	1,60	3,20	2,00
Microondas	3	0,8	2	2,40	4,80	3,00
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				5,07	20,53	6,31

Tabla 46. Recursos Humanos

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Ventilador	2	0,05	8	0,10	0,80	0,11
Computadora Escritorio	7	0,4	6	2,80	16,80	3,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Sacapuntas	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Total				3,82	21,04	4,74

Tabla 47. Planificación y Presupuesto

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	5	0,4	6	2,00	12,00	2,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Cortadora de Papel	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Sacapuntas	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Total				2,57	14,43	3,19

Tabla 48. Informática

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	4	0,036	8	0,14	1,15	0,17
Computadora Escritorio	5	0,4	6	2,00	12,00	2,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				3,20	15,57	3,98

Tabla 49. Baños, Cuarto de servicio

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	6	0,026	8	0,16	1,25	0,18
Lámpara fluorescente (36W)	9	0,036	8	0,32	2,59	0,37
Total				0,48	3,84	0,55

Tabla 50. Pasillos

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	12	0,026	8	0,31	2,50	0,36
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Total				0,74	5,95	0,86

Tabla 51. TOTAL TIP1

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Consumo Total Estimada (kVA)
39,09	207,19	48,39

Tableros Piso 2**Tablero TPP2****Tabla 52. Pasillo**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	10	0,026	8	0,26	2,08	0,30
Lámpara fluorescente (36W)	3	0,036	8	0,11	0,86	0,12
Total				0,37	2,94	0,42

Tablero TIP2**Tabla 53. Gerencia de Promoción y Mercado**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Computadora Escritorio	20	0,4	6	8,00	48,00	10,00
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Teléfono	4	0,01	2	0,04	0,08	0,05
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				11,18	66,37	13,92

Tabla 54. Gerente de Promoción, Archivo de Promoción

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	0	0,036	8	0,00	0,00	0,00
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Dvd	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Total				1,16	4,55	1,44

Tabla 55. Oficina de Relaciones Institucionales

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Computadora Escritorio	12	0,4	6	4,80	28,80	6,00
Escáner	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Teléfono	3	0,01	2	0,03	0,06	0,04
Tv	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Dvd	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Sistema de Audio	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				7,41	45,42	9,22

Tabla 56. Gerencia de Recaudación y Fiscalización

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	18	0,036	8	0,65	5,18	0,74
Computadora Escritorio	12	0,4	6	4,80	28,80	6,00
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Escáner	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Teléfono	4	0,01	2	0,04	0,08	0,05
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				8,09	48,70	10,04

Tabla 57. Fondos Mixtos

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
A/A Split (18000 BTU)	1	2	24	2,00	48,00	2,50
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	0	0,036	8	0,00	0,00	0,00
Computadora Escritorio	6	0,4	6	2,40	14,40	3,00
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Dvd	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				6,11	74,94	7,63

Tabla 58. Gerencia de Formación y Capacitación

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	18	0,4	6	7,20	43,20	9,00
Impresora	6	0,2	2	1,20	2,40	1,50
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Teléfono	4	0,01	2	0,04	0,08	0,05
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Cafetera	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				11,26	61,41	14,05

Tabla 59. Oficina de Recursos Humanos

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	3	0,036	8	0,11	0,86	0,12
Computadora Escritorio	8	0,4	6	3,20	19,20	4,00
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Cortadora de Papel	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Fotocopiadora	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				5,01	23,46	6,25

Tabla 60. Auditoria Integral

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	8	0,4	6	3,20	19,20	4,00
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				4,87	24,14	6,06

Tabla 61. Pasillo

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	15	0,036	8	0,54	4,32	0,62
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Total				0,59	4,74	0,68

Tabla 62. Baños, Cuarto de servicio, Caja

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	6	0,026	8	0,16	1,25	0,18
Lámpara fluorescente (36W)	9	0,036	8	0,32	2,59	0,37
Total				0,48	3,84	0,55

Tabla 63. Total del Tablero TIP2

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
56,16	357,56	69,84

Tableros Piso 3**Tablero TPP3****Tabla 64. Pasillo**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	18	0,026	8	0,47	3,74	0,54
Lámpara fluorescente (36W)	3	0,036	8	0,11	0,86	0,12
Total				0,58	4,61	0,66

Tablero TIP3**Tabla 65. Pasillos, Recepción**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	9	0,036	8	0,32	2,59	0,37
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Total				0,73	5,01	0,88

Tabla 66. Baños

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Total				0,32	2,56	0,37

Tabla 67. Presidencia Inatur, Despacho

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W))	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	3	0,4	6	1,20	7,20	1,50
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Cortadora de Papel	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Sacapuntas	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Teléfono	3	0,01	2	0,03	0,06	0,04
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Dvd	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				3,25	21,39	4,04

Tabla 68. Dirección Ejecutiva

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	12	0,036	8	0,43	3,46	0,50
Computadora Escritorio	3	0,4	6	1,20	7,20	1,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Teléfono	2	0,01	2	0,02	0,04	0,03
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				3,05	22,30	3,77

Tabla 69. Directorio, Gerencia de Directorio

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	1	0,4	6	0,40	2,40	0,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Cortadora de Papel	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Dvd	1	0,05	2	0,05	0,10	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Sistema de Audio	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				1,83	6,86	2,26

Tabla 70. Oficina Administración, Gerencia Administración

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	24	0,036	8	0,86	6,91	0,99
Computadora Escritorio	19	0,4	6	7,60	45,60	9,50
Impresora	5	0,2	2	1,00	2,00	1,25
Escáner	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Fotocopiadora	5	0,4	2	2,00	4,00	2,50
Teléfono	4	0,01	2	0,04	0,08	0,05
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				12,56	70,42	15,60

Tabla 71. Bienes y Servicios Generales

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	0	0,036	8	0,00	0,00	0,00
Computadora Escritorio	3	0,4	6	1,20	7,20	1,50
Impresora	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Fax	1	0,2	2	0,20	0,40	0,25
Total				1,65	8,42	2,06

Tabla 72. Consultoría Jurídica

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	4	0,026	8	0,10	0,83	0,12
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	8	0,4	6	3,20	19,20	4,00
Impresora	2	0,2	2	0,40	0,80	0,50
Microondas	1	0,8	2	0,80	1,60	1,00
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				5,52	34,56	6,87

Tabla 73. Unidad de Compras y Almacén

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	2	0,026	8	0,05	0,42	0,06
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	4	0,4	6	1,60	9,60	2,00
Fotocopiadora	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Teléfono	2	0,01	2	0,02	0,04	0,03
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Total				2,69	13,38	3,33

Tabla 74. Tesorería, Reproducción

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Lámpara fluorescente (26W)	0	0,026	8	0,00	0,00	0,00
Lámpara fluorescente (36W)	6	0,036	8	0,22	1,73	0,25
Computadora Escritorio	2	0,4	6	0,80	4,80	1,00
Fotocopiadora	2	0,4	2	0,80	1,60	1,00
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Total				1,83	8,15	2,26

Tabla 75. Total del Tablero TIP3

Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
33,42	193,05	41,44

Tablero Cocina**Tabla 76. Cocina**

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
A/A Split (18000 BTU)	1	2	8	2,00	16,00	2,50
Teléfono	1	0,01	2	0,01	0,02	0,01
Microondas	2	0,8	2	1,60	3,20	2,00
Licuadaora	1	0,4	4	0,40	1,60	0,50
Cocina	1	2	6	2,00	12,00	2,00
Filtro	1	0,05	8	0,05	0,40	0,06
Tv	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Ayudante de Cocina	1	0,1	2	0,10	0,20	0,13
Frízer	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Cafetera	1	0,4	2	0,40	0,80	0,50
Nevera	1	0,4	24	0,40	9,60	0,50
Total				7,76	54,22	9,20

Tableros Restantes

Tablero de Bombas de aguas blancas

Tabla 77. Cuarto de Bombas

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Motor de Bomba N°1	1	14,92	4	14,92	59,68	18,65
Motor de Bomba N°2	1	14,92	4	14,92	59,68	18,65
Total				29,84	119,36	37,30

Tablero de UMA

Tabla 78. Cuarto de UMA

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Motor	1	7,65	6	7,65	45,90	11,43
Total				7,65	45,90	11,43

Tablero CCM

Tabla 79. Estacionamiento

Descripción	Cantidad	Potencia (KW)	Tiempo de Uso Estimado (h)	Consumo Total Estimado (kW)	Consumo Total Estimado (kWh)	Demanda Total Estimada (kVA)
Motor/Compresor 1	2	47,27	6	94,54	567,24	118,18
Motor/Compresor 2	2	66,87	6	133,74	802,44	167,18
Bomba	1	15,3	6	15,30	91,80	19,13
Motor/Bomba	1	15,3	6	15,30	91,80	19,13
Motor/Aspas de condensador	20	1,15	6	23,00	138,00	28,75
Total				281,88	1691,28	352,35

Anexo N° 2

Distribución de las Cargas Conectadas a través de los pisos

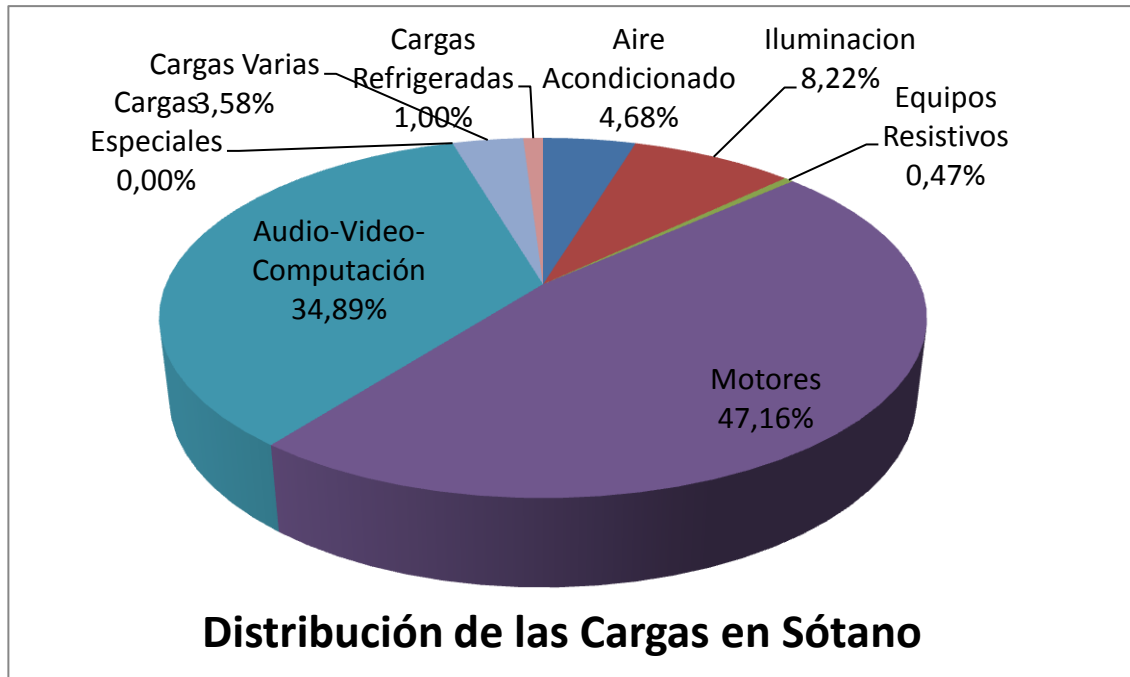


Figura 1. Distribución de las Cargas en Sótano

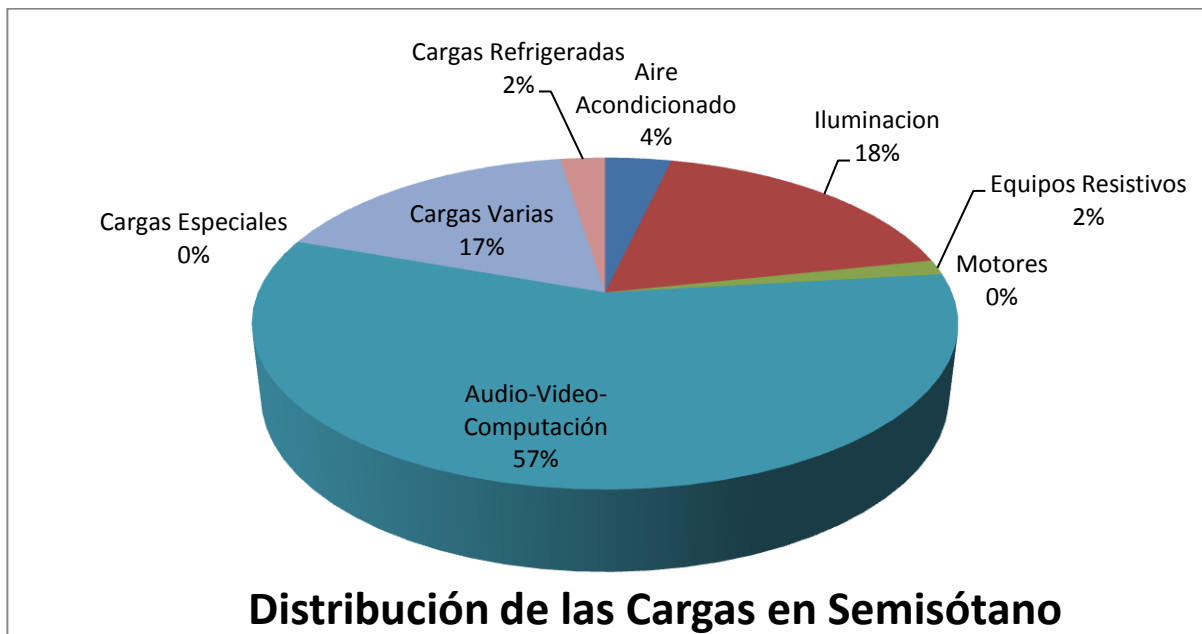
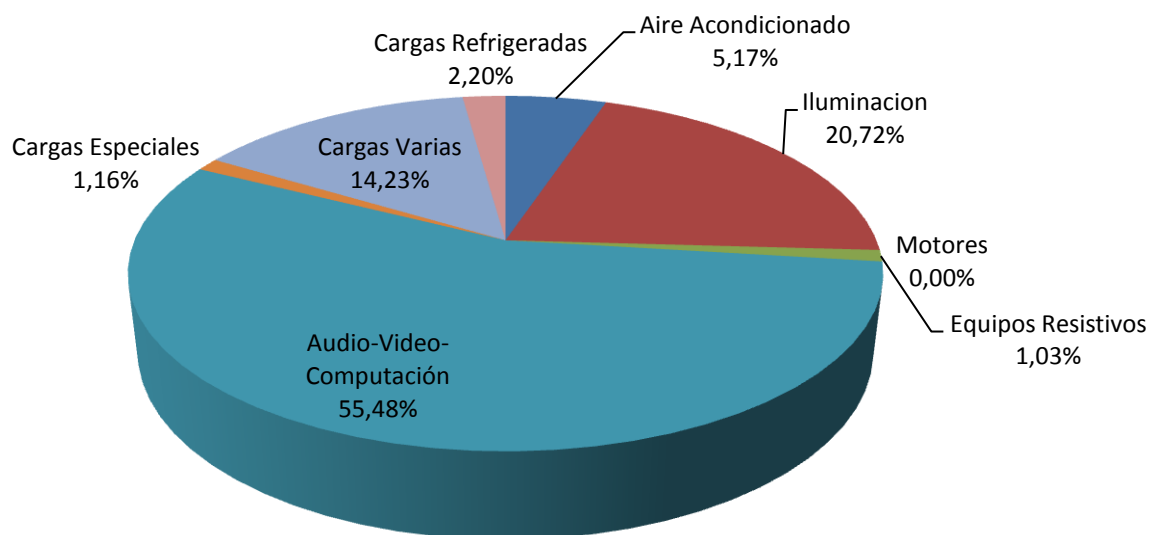
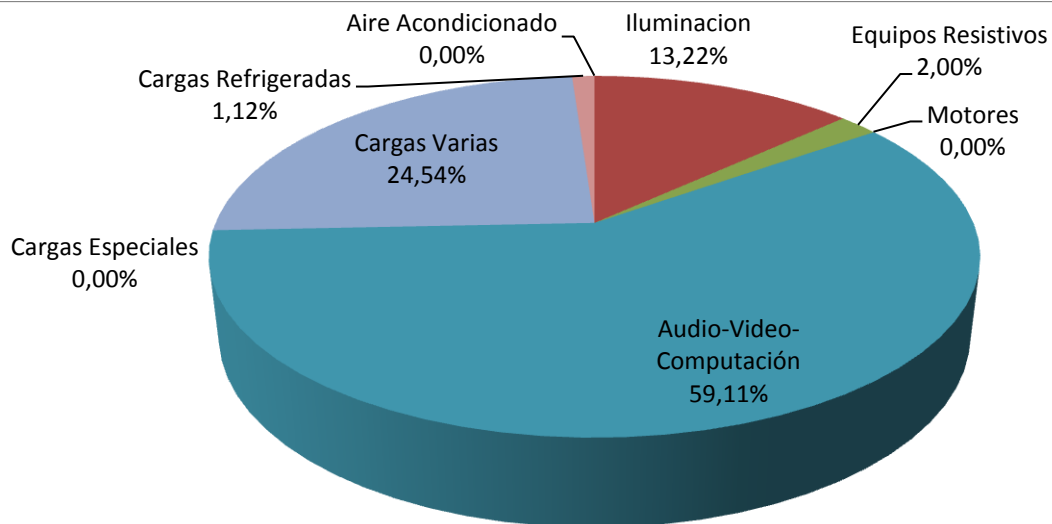


Figura 2. Distribución de las Cargas en Sótano



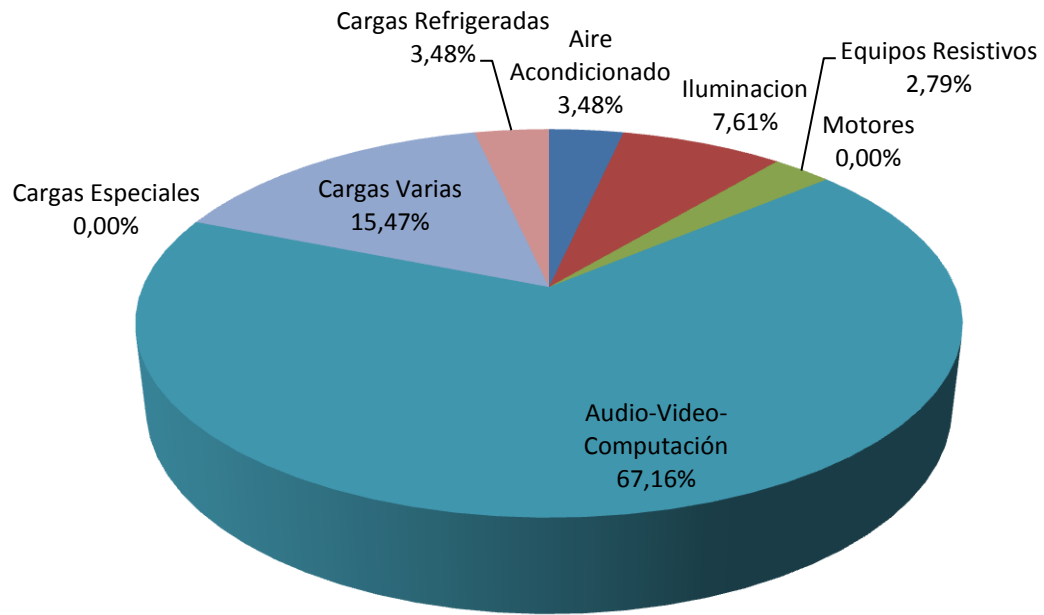
Distribución de las Cargas en Planta Baja

Figura 3. Distribución de las Cargas en Planta Baja



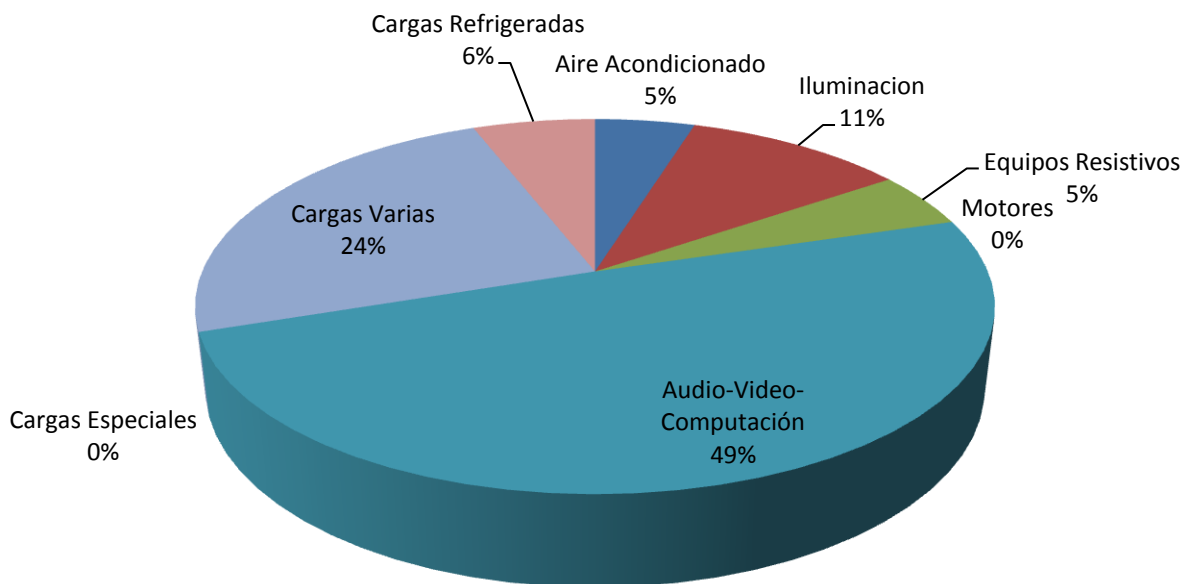
Distribución de las Cargas en Piso 1

Figura 4. Distribución de las Cargas en Piso 1



Distribución de las Cargas en Piso 2

Figura 5. Distribución de las Cargas en Piso 2



Distribución de las Cargas en Piso 3

Figura 6. Distribución de las Cargas en Piso 3

ANEXO N° 3

Planos de Circuitos

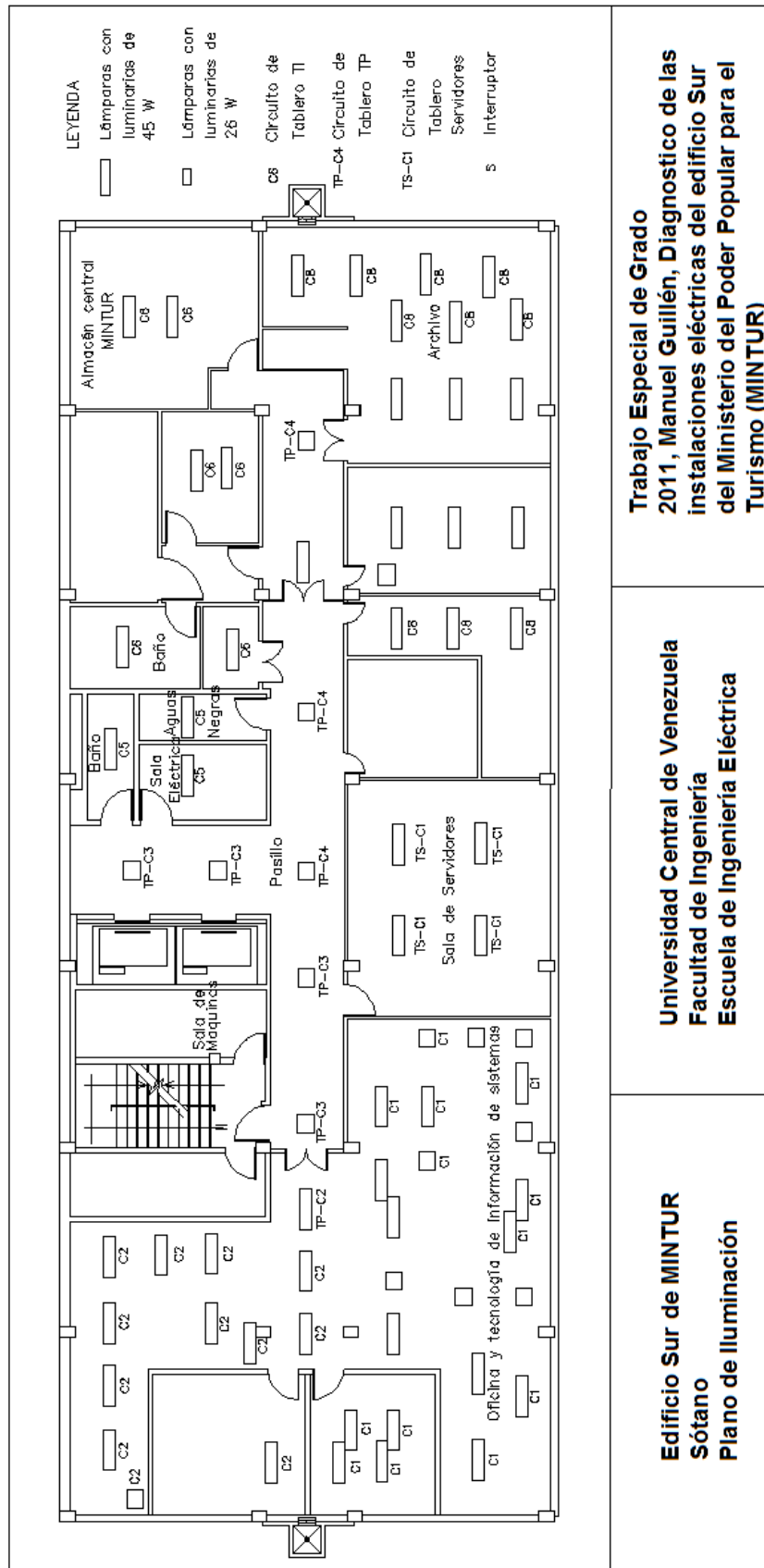


Figura 7. Plano de iluminación de sótano

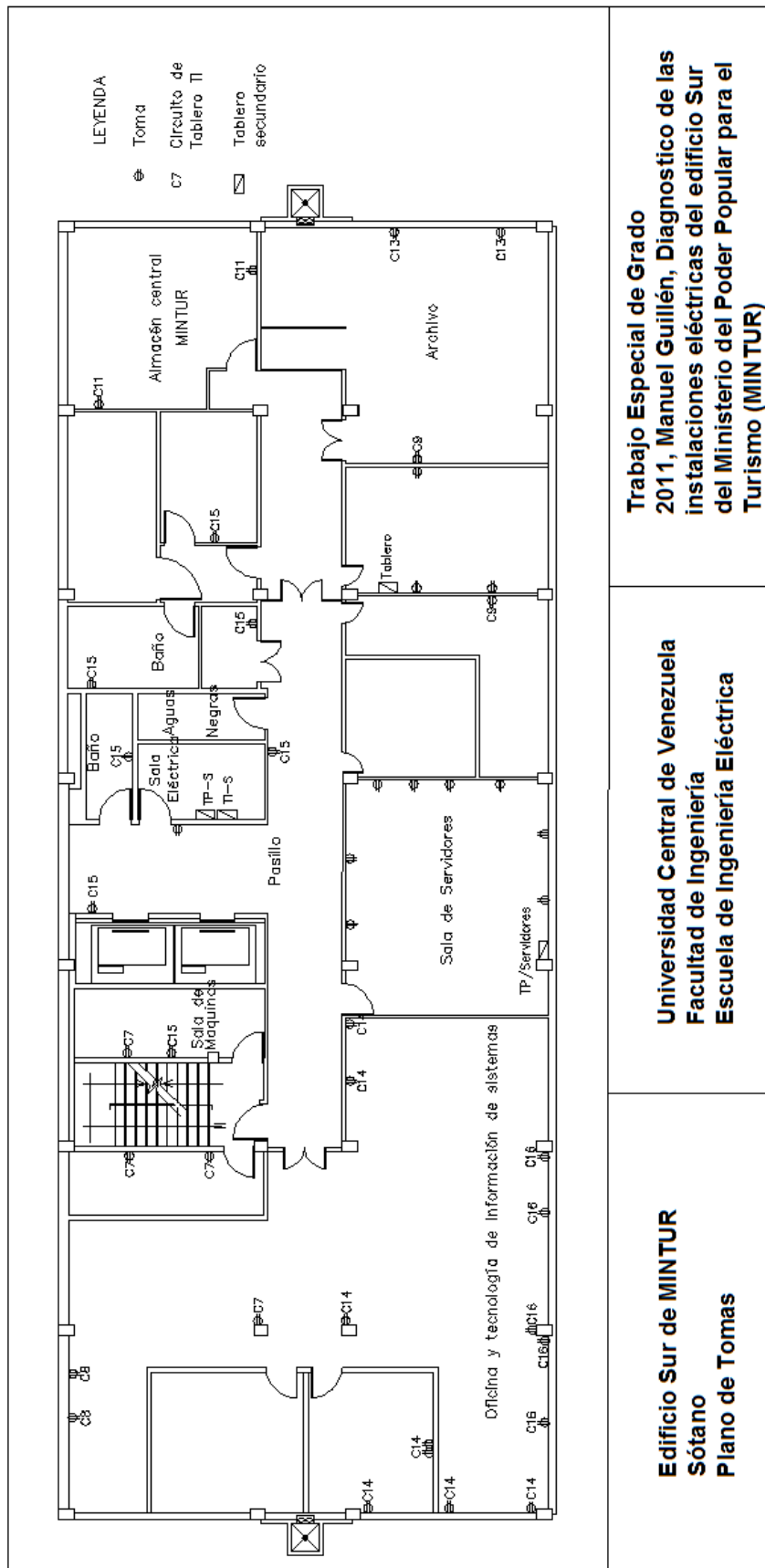


Figura 8. Plano de tomas de sótano

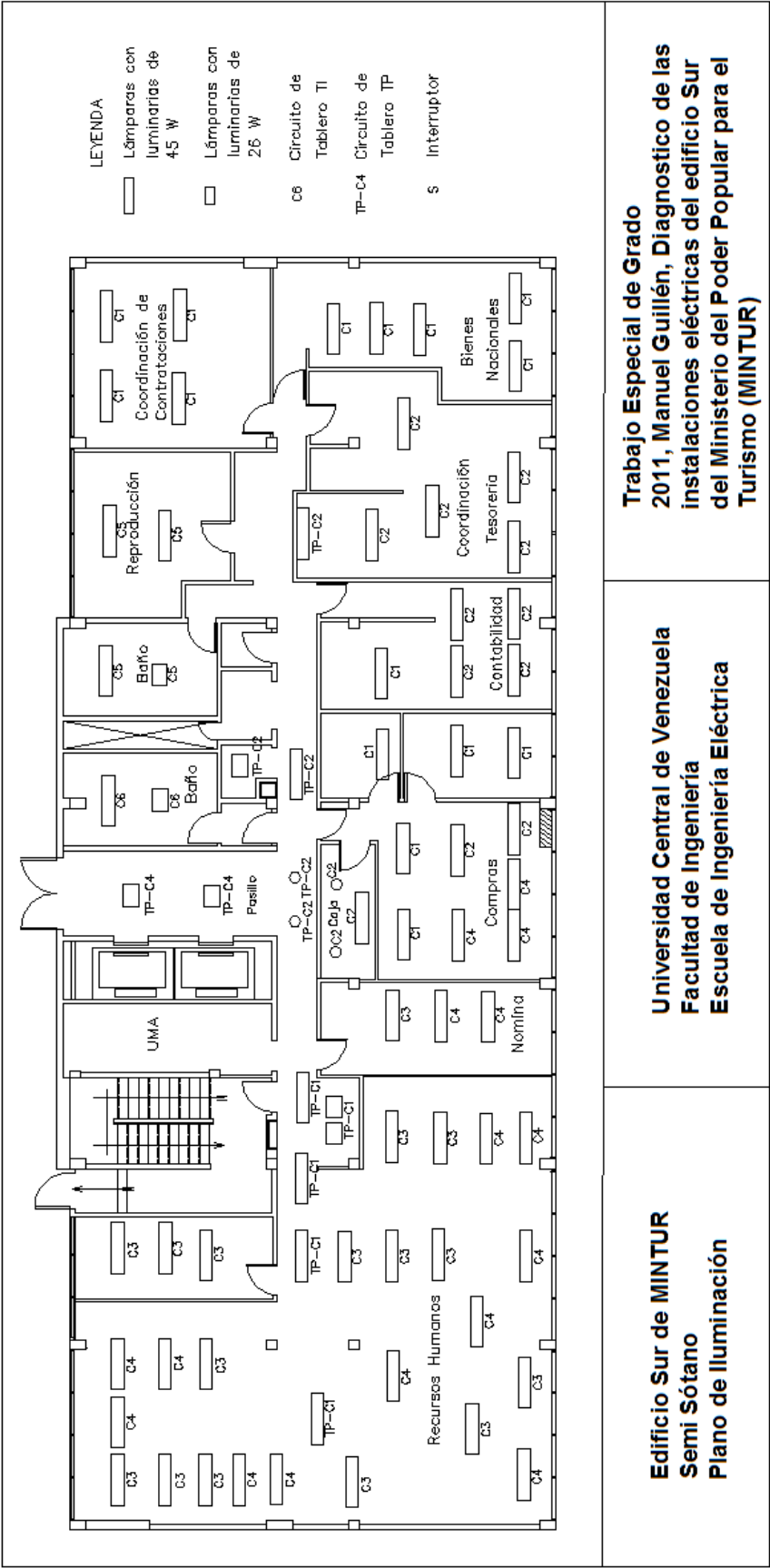


Figura 9. Plano de iluminación de semisótano

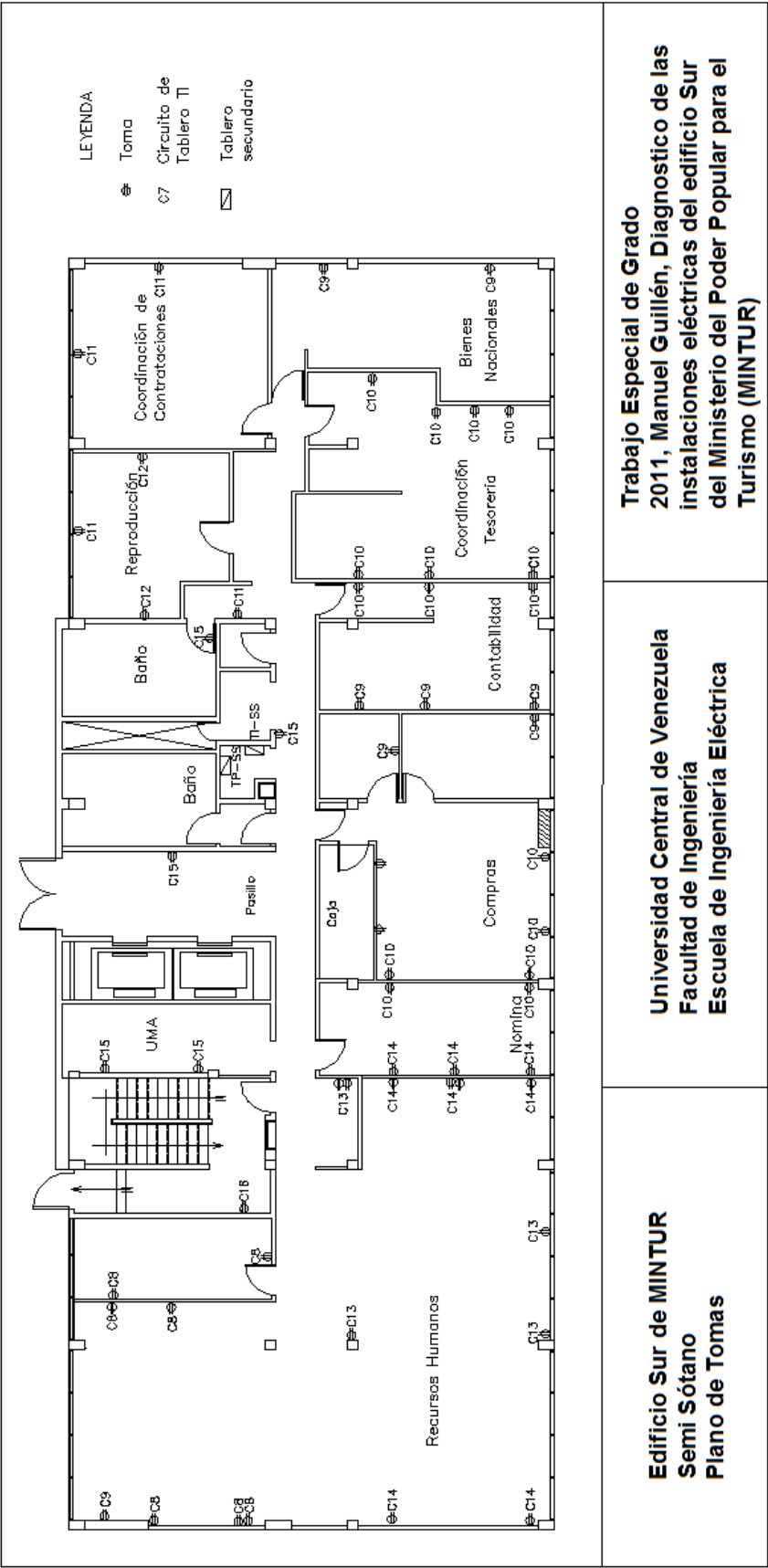


Figura 10. Plano de tomas de semisótano

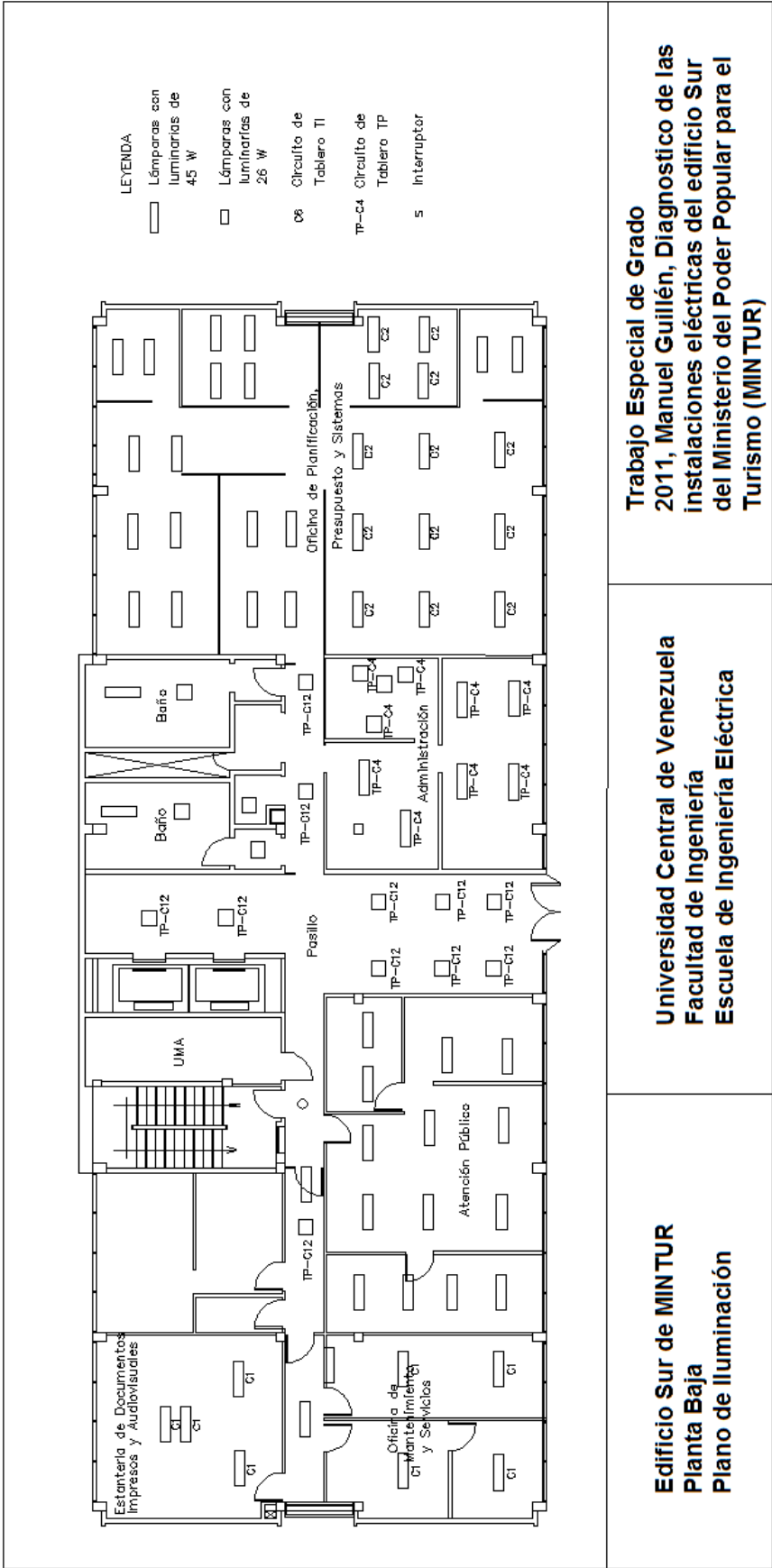


Figura 11. Planos de iluminación de planta baja

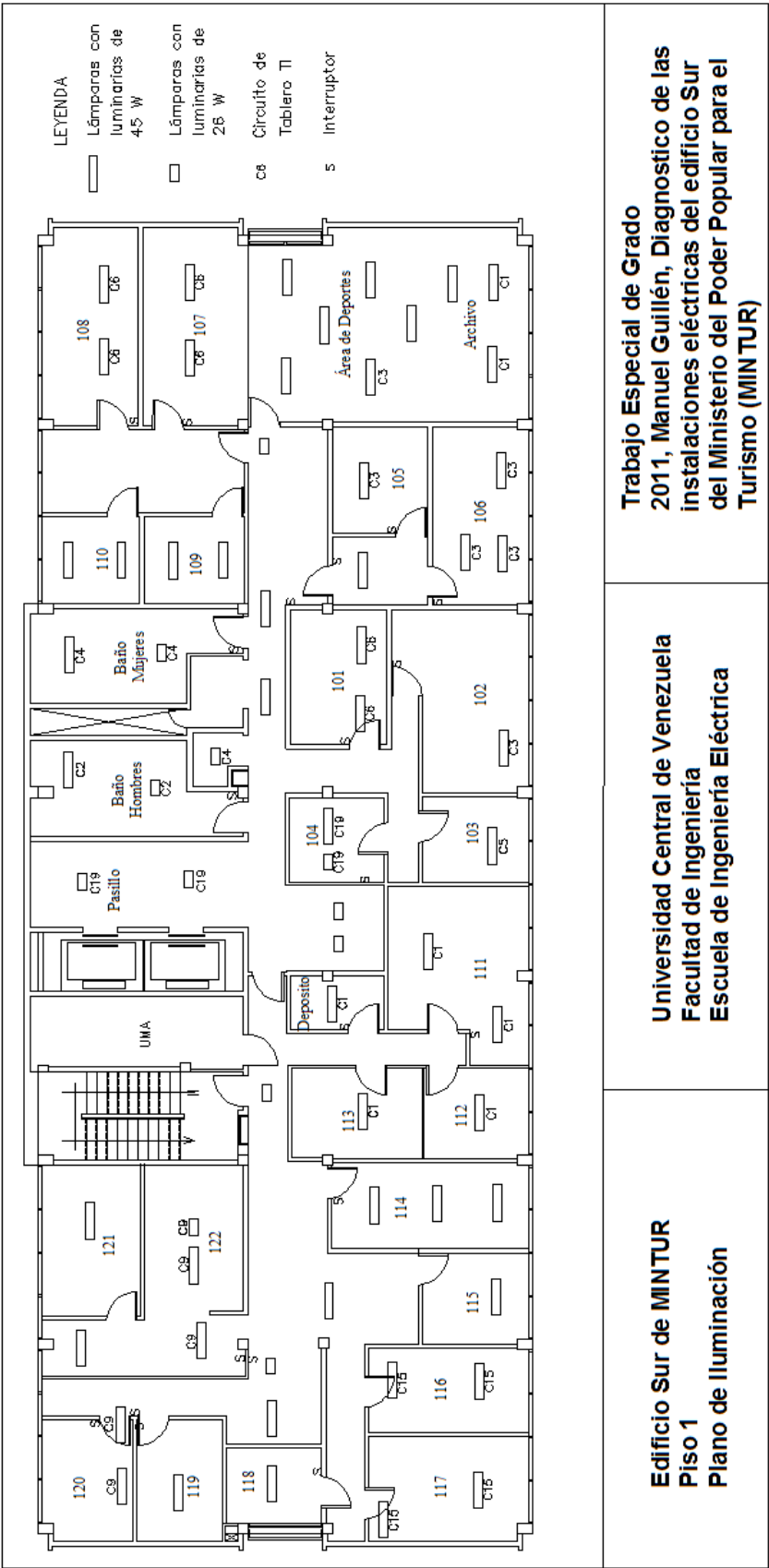


Figura 13. Plano de iluminación de piso 1

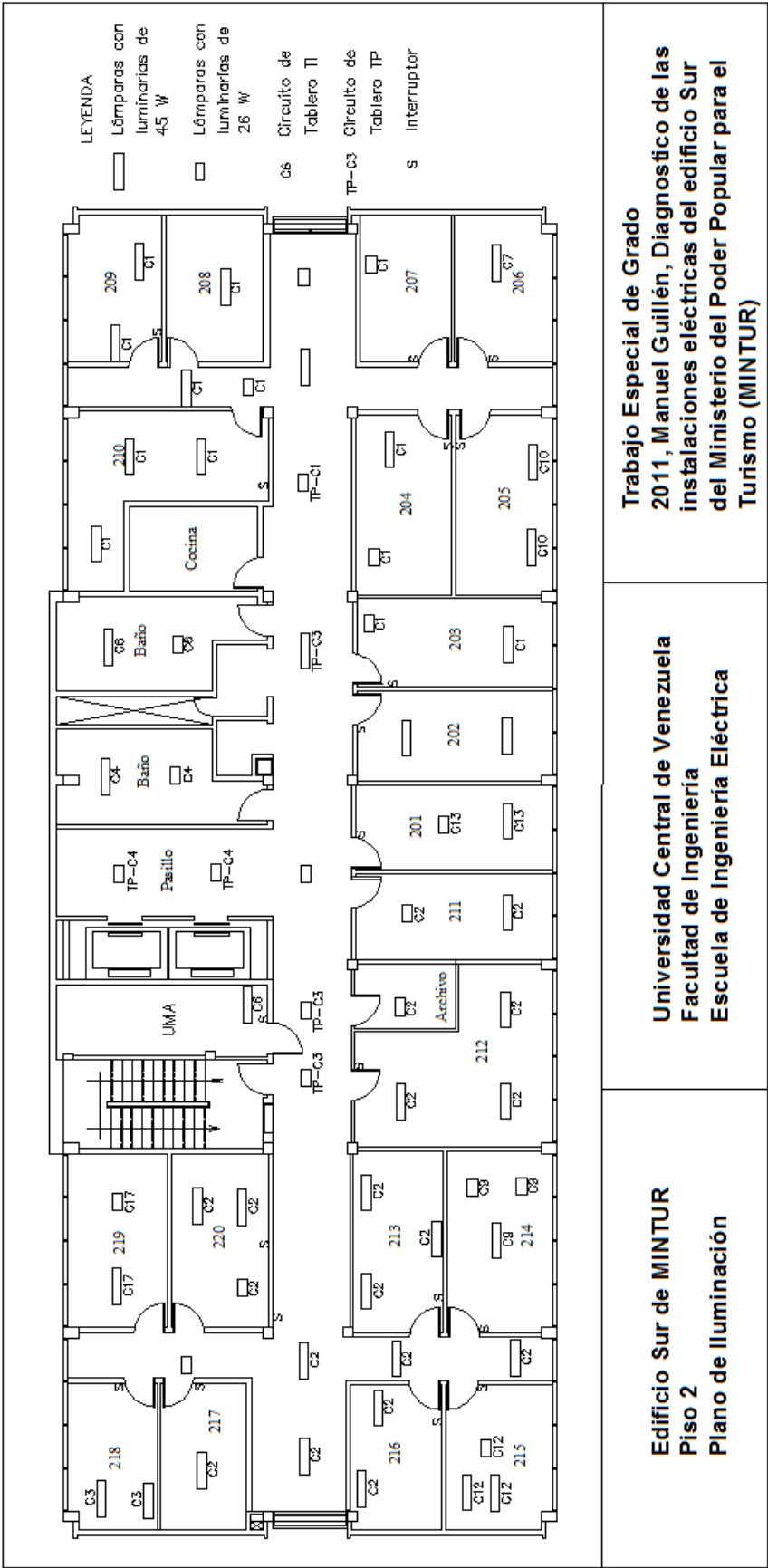


Figura 15. Plano de iluminación de piso 2

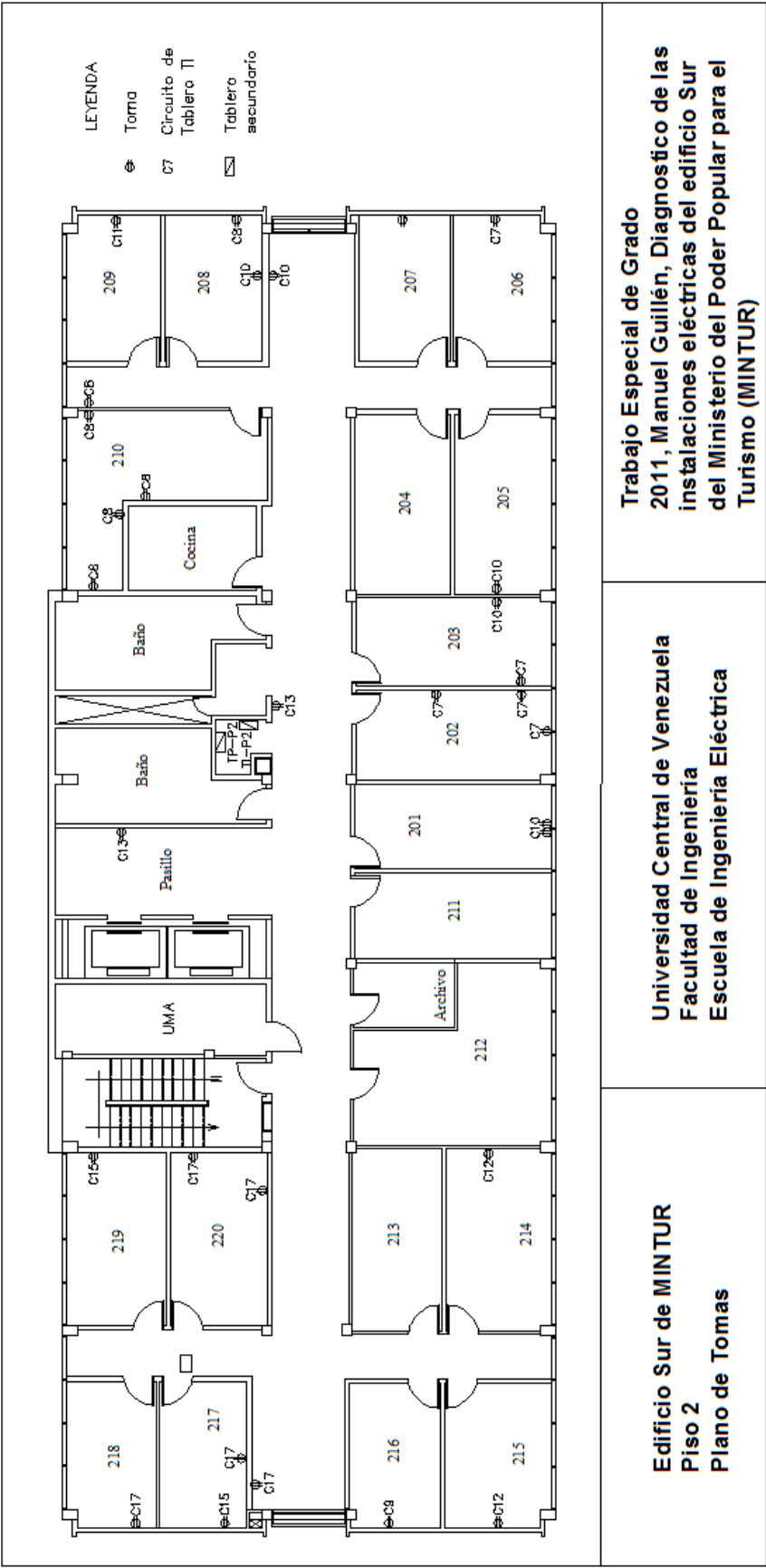


Figura 16. Plano de tomas de piso 2

Trabajo Especial de Grado 2011, Manuel Guillén, Diagnóstico de las instalaciones eléctricas del edificio Sur del Ministerio del Poder Popular para el Turismo (MINTUR)	Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Eléctrica	Edificio Sur de MINTUR Piso 2 Plano de Tomas
---	--	---

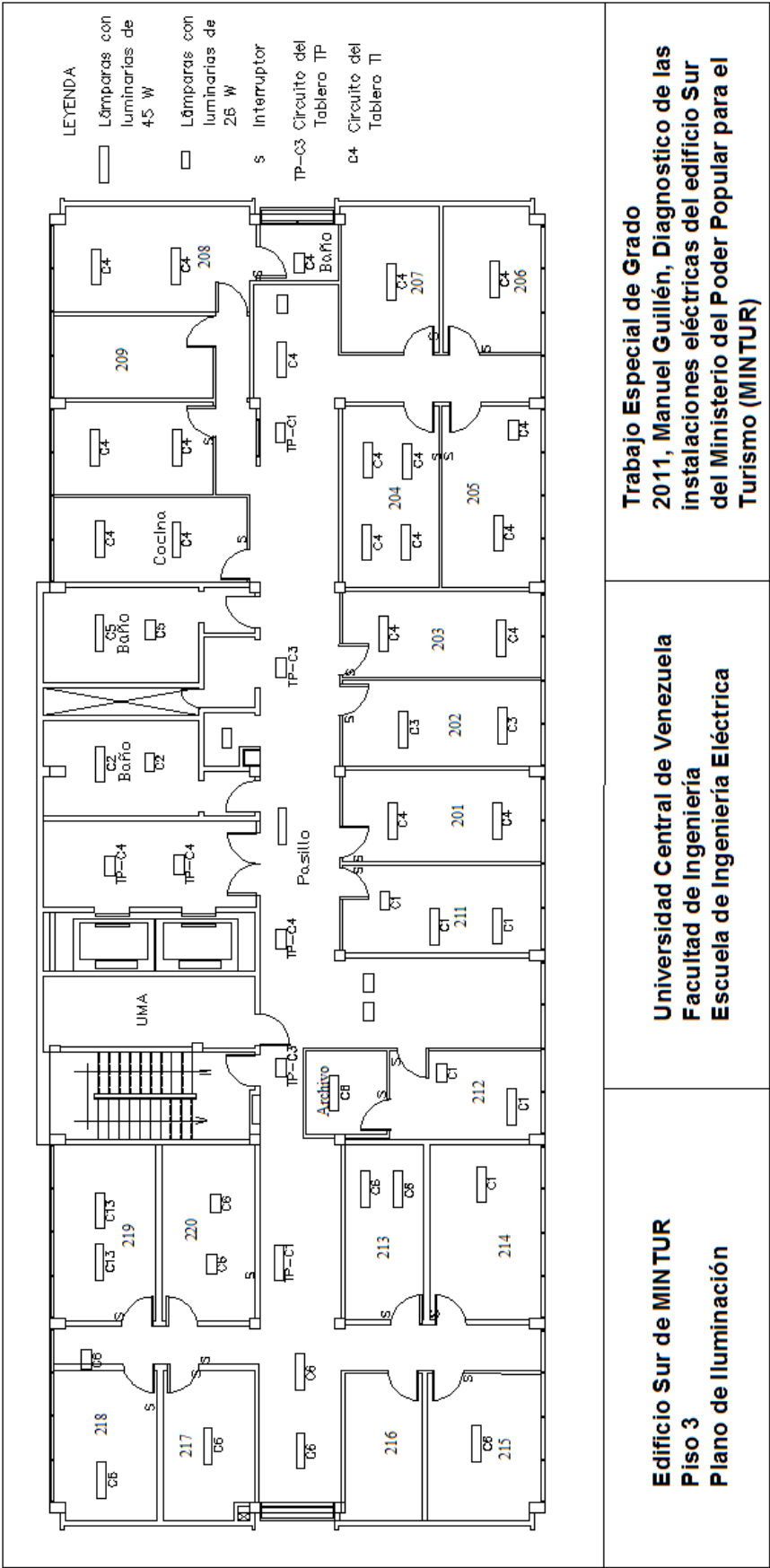


Figura 17. Plano de iluminación de piso 3

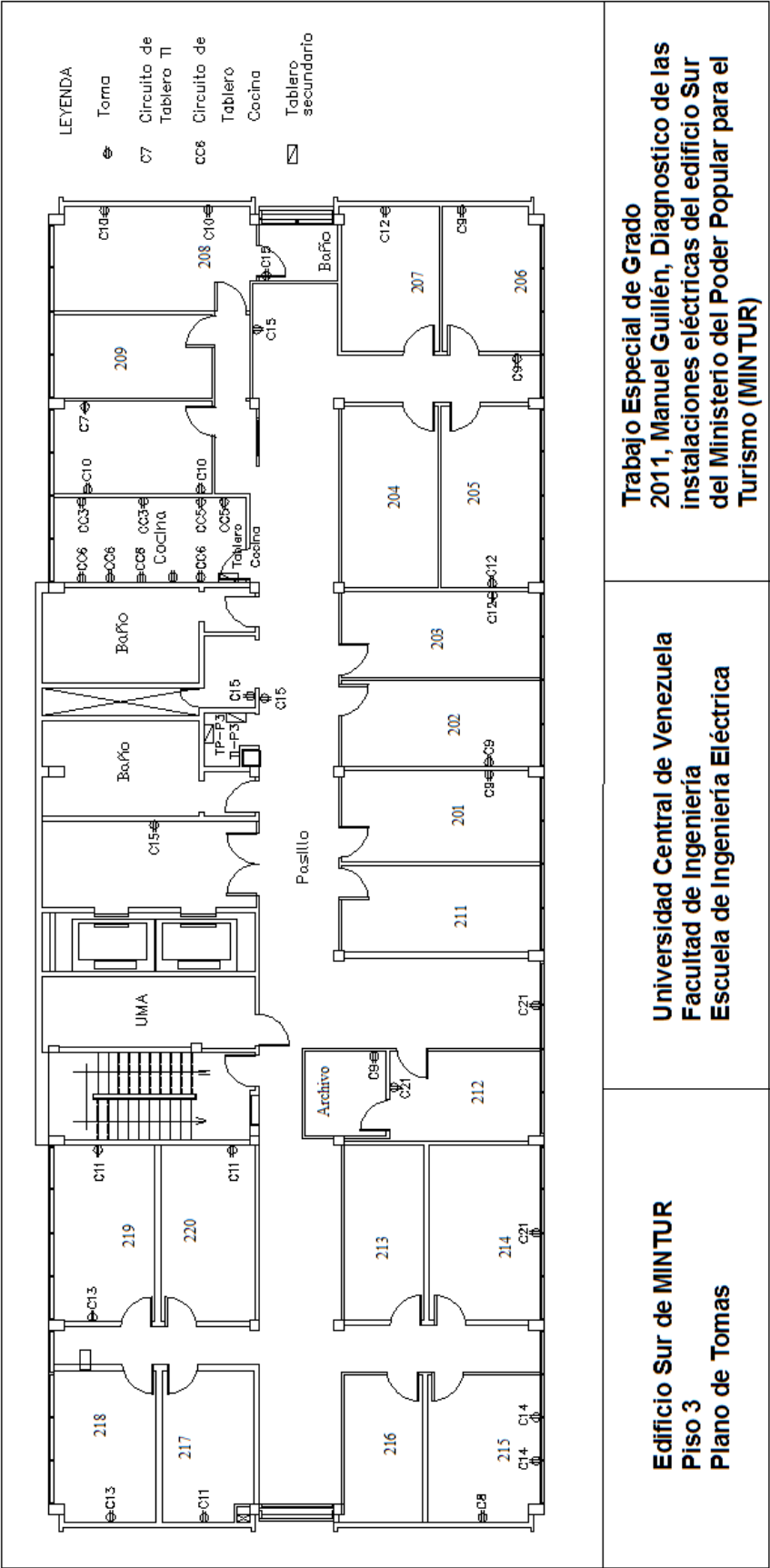


Figura 18. Plano de iluminación de piso 3

ANEXO N° 4

Tablas para el cálculo de conductores

Tabla 80. Ampacidad para tres conductores monopolares aislados, desde 0 a 2000 V en ductos subterráneo (tres conductores por ducto), basado en una temperatura del terreno de 20°C (68°F), ordenamiento en ducto según Figura B.310.2 del CEN y una temperatura del conductor de 75°C (167°F).

Calibre AWG / kcmil	1 Ducto (Fig. B.310.2, Detalle 1)		3 Ductos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos (Fig. B.310.2, Detalle 3)			1 Ducto (Fig. B.310.2, Detalle 1)		3 Ductos (Fig. B.310.2, Detalle 2)			6 Ductos (Fig. B.310.2, Detalle 3)				Calibre AWG / kcmil			
	Tipos RHW, THHW, THW,THWN, XHHW, USE		Tipos RHW, THHW, THW,THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW,THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW,THWN, XHHW, USE		Tipos RHW, THHW, THW,THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW,THWN, XHHW, USE							
	COBRE										ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE										
	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p		p	p	
	60 LF	90 LF	120 LF	60 LF	90 LF	120 LF	60 LF	90 LF	120 LF	60 LF	90 LF	120 LF	60 LF	90 LF	120 LF	60 LF	90 LF		120 LF	60 LF	
8	63	58	57	61	51	49	57	44	41	49	45	44	47	40	38	45	34	32	8		
6	84	77	75	80	67	63	75	56	53	66	60	58	63	52	49	59	44	41	6		
4	111	100	98	105	86	81	98	73	67	86	78	76	79	67	63	77	57	52	4		
3	129	116	113	122	99	94	113	83	77	101	91	89	83	77	73	84	65	60	3		
2	147	132	128	139	112	106	129	93	86	115	103	100	108	87	82	101	73	67	2		
1	171	153	148	161	128	121	149	106	98	133	119	115	126	100	94	116	83	77	1		
1/0	197	175	169	185	146	137	170	121	111	153	136	132	144	114	107	133	94	87	1/0		
2/0	226	200	193	212	166	156	194	136	126	176	156	151	165	130	121	151	106	98	2/0		
3/0	260	228	220	243	189	177	222	154	142	203	178	172	189	147	138	173	121	111	3/0		
4/0	301	263	253	280	215	201	255	175	161	235	205	198	219	168	157	199	137	126	4/0		
250	334	290	279	310	236	220	281	192	176	261	227	218	242	185	172	220	150	137	250		
300	373	321	308	344	260	242	310	210	192	293	252	242	272	204	190	245	165	151	300		
350	409	351	337	377	283	264	340	228	209	321	276	265	296	222	207	266	179	164	350		
400	442	376	361	394	302	280	368	243	223	349	297	284	321	238	220	288	191	174	400		
500	503	427	409	460	341	316	412	273	249	397	338	323	364	270	250	326	216	197	500		
600	552	468	447	511	371	343	457	296	270	446	373	356	408	296	274	365	236	215	600		
700	602	509	486	553	402	371	492	319	291	488	408	389	443	321	297	394	255	232	700		
750	632	529	505	574	417	385	509	330	301	508	425	405	461	334	309	409	265	241	750		
800	654	544	520	597	428	395	527	338	308	530	439	418	481	344	318	427	273	247	800		
900	692	575	549	628	450	415	554	355	323	563	466	444	510	365	337	450	288	261	900		
1000	730	605	576	659	472	435	581	372	338	597	494	471	538	385	355	475	304	276	1000		
Temp. Ambiente (°C)	Factores de Corrección																	Temp. Ambiente (°F)			
6-10	1.09		1.09			1.09			1.09		1.09			1.09			43-50				
11-15	1.04		1.04			1.04			1.04		1.04			1.04			52-59				
16-20	1.00		1.00			1.00			1.00		1.00			1.00			61-68				
21-25	0.95		0.95			0.95			0.95		0.95			0.95			70-77				
26-30	0.90		0.90			0.90			0.90		0.90			0.90			79-86				

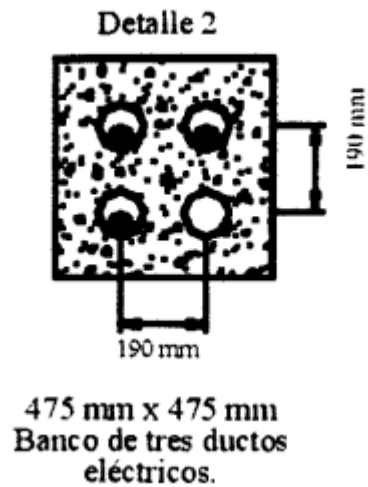


Figura 19. Dimensiones para la instalación de cables usando las tablas B.310.5 hasta B.310.10 del CEN

Tabla 81. Factor de corrección para más de tres conductores con corrientes en bandeja o cable con diversidad de carga

Número de Conductores Con Corriente	% del Valor en Tablas como Ajuste para Temperatura Ambiente si es Necesario
4 - 6	80
7 - 9	70
10 - 24	70*
25 - 42	60*
43 - 85	50*

* Esto factores incluyen el factor de diversidad de 50 %

Tabla 82. Resistencia y Reactancia de Corriente Alterna (ca) para Cables de 600 Voltios, 3 Fases, 60 Hz, 75°C (167°F) - Tres Conductores Sencillos en Conducto.

Calibre (AWG ó kcmil)	Ohmios al Neutro por Kilómetro Ohmios al Neutro por 1000 pies															Calibre (AWG ó kcmil)						
	X _L Reactancia de Conductores	Resistencia de Conductores de Cobre Sin Recubrir					Resistencia de ca de Conductores de Aluminio					Impedancia Z Eficaz a FP = 0,85 de Conductores de Cobre Sin Recubrir					Impedancia (Z) Eficaz a FP = 0,85 para Conductores de Aluminio					
		Ductos de PVC y Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero							
3/0	0,138 0,042	0,171 0,052	0,253 0,077	0,269 0,082	0,259 0,079	0,43 0,13	0,43 0,13	0,43 0,13	0,289 0,088	0,302 0,092	0,308 0,094	0,43 0,13	0,43 0,13	0,46 0,14	3/0							
4/0	0,135 0,041	0,167 0,051	0,203 0,062	0,220 0,067	0,207 0,063	0,33 0,10	0,36 0,11	0,33 0,10	0,243 0,074	0,256 0,078	0,262 0,080	0,36 0,11	0,36 0,11	0,36 0,11	4/0							
250	0,135 0,041	0,171 0,052	0,171 0,052	0,187 0,057	0,177 0,054	0,279 0,085	0,295 0,090	0,282 0,086	0,217 0,066	0,230 0,070	0,240 0,073	0,308 0,094	0,322 0,098	0,33 0,10	250							
300	0,135 0,041	0,167 0,051	0,144 0,044	0,161 0,049	0,148 0,045	0,233 0,071	0,249 0,076	0,236 0,072	0,194 0,059	0,207 0,063	0,213 0,065	0,269 0,082	0,282 0,086	0,289 0,088	300							
350	0,131 0,040	0,164 0,050	0,125 0,038	0,141 0,043	0,128 0,039	0,200 0,061	0,217 0,066	0,207 0,063	0,174 0,053	0,190 0,058	0,197 0,060	0,240 0,073	0,253 0,077	0,262 0,080	350							
400	0,131 0,040	0,161 0,049	0,108 0,033	0,125 0,038	0,115 0,035	0,177 0,054	0,194 0,059	0,180 0,055	0,161 0,049	0,174 0,053	0,184 0,056	0,217 0,066	0,233 0,071	0,240 0,073	400							
500	0,128 0,039	0,157 0,048	0,089 0,027	0,105 0,032	0,095 0,029	0,141 0,043	0,157 0,048	0,148 0,045	0,141 0,043	0,157 0,048	0,164 0,050	0,187 0,057	0,200 0,061	0,210 0,064	500							
600	0,128 0,039	0,157 0,048	0,075 0,023	0,092 0,028	0,082 0,025	0,118 0,036	0,135 0,041	0,125 0,038	0,131 0,040	0,144 0,044	0,154 0,047	0,167 0,051	0,180 0,055	0,190 0,058	600							
750	0,125 0,038	0,157 0,048	0,062 0,019	0,079 0,024	0,069 0,021	0,095 0,029	0,112 0,034	0,102 0,031	0,118 0,036	0,131 0,040	0,141 0,043	0,148 0,045	0,161 0,049	0,171 0,052	750							
	0,121	0,151	0,049	0,062	0,059	0,075	0,089	0,082	0,105	0,118	0,131	0,128	0,138	0,151								

ANEXO N° 5

Estudio de comportamiento de las cargas

Tabla 83. Resumen de Normas y Reglamentos

PARÁMETRO	NORMA/REGLAMENTO/LÍMITE
Niveles de Voltaje	Normas de Calidad del Servicio de Distribución, artículo 8, para valores de tensión menor o igual que 1 kV, valor límite + ó - 6 %
Niveles de Corriente ó % Desbalance de Corriente	Reglamento del Servicio Eléctrico, Artículo 55, valor máximo permitido: 10 % Fase menor carga
% Desbalance de Tensión	IEEE 1159 Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality, valor límite < = 2 %.
Factor de Potencia	Reglamento del Servicio Eléctrico, Artículo 57, valor mínimo permitido: no menor a 0,9 en condiciones normales de operación.
Distorsión de onda de voltaje THD	IEEE 519-1992 Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, valor límite < = 5 %.
Fluctuación rápida de voltaje (Flicker)	Normas de Calidad del Servicio de Distribución, artículo 15, valor límite Pst = 1

Tablero preferencial

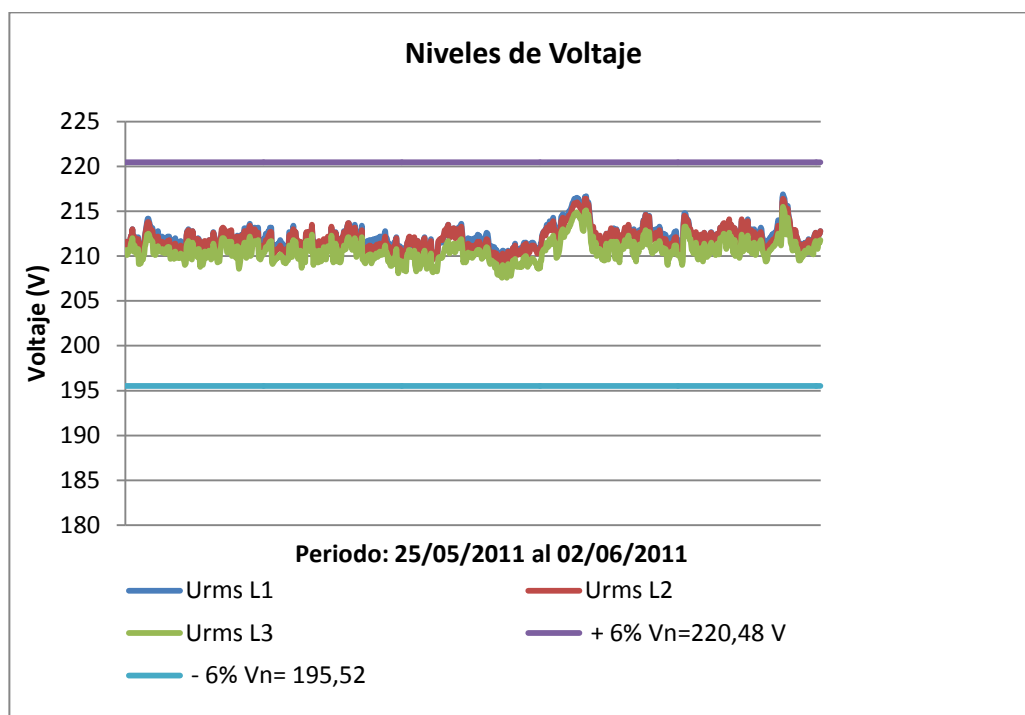


Figura 20 Niveles de Voltaje

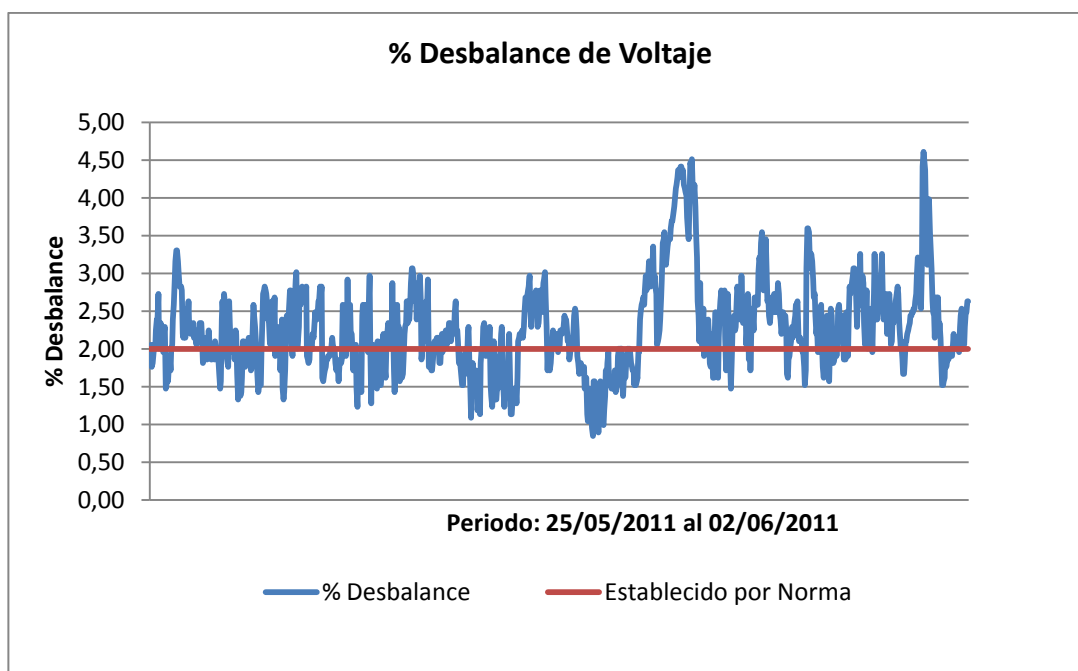


Figura 21 % Desbalance de Voltaje

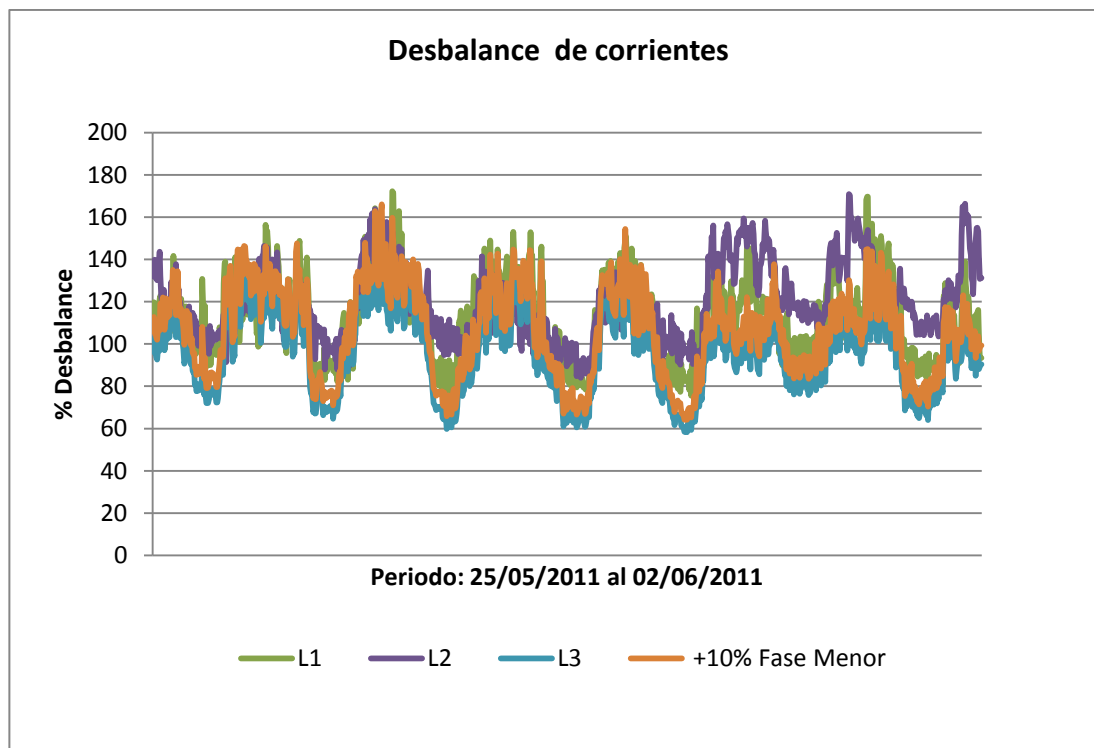


Figura 22. Desbalance de corrientes

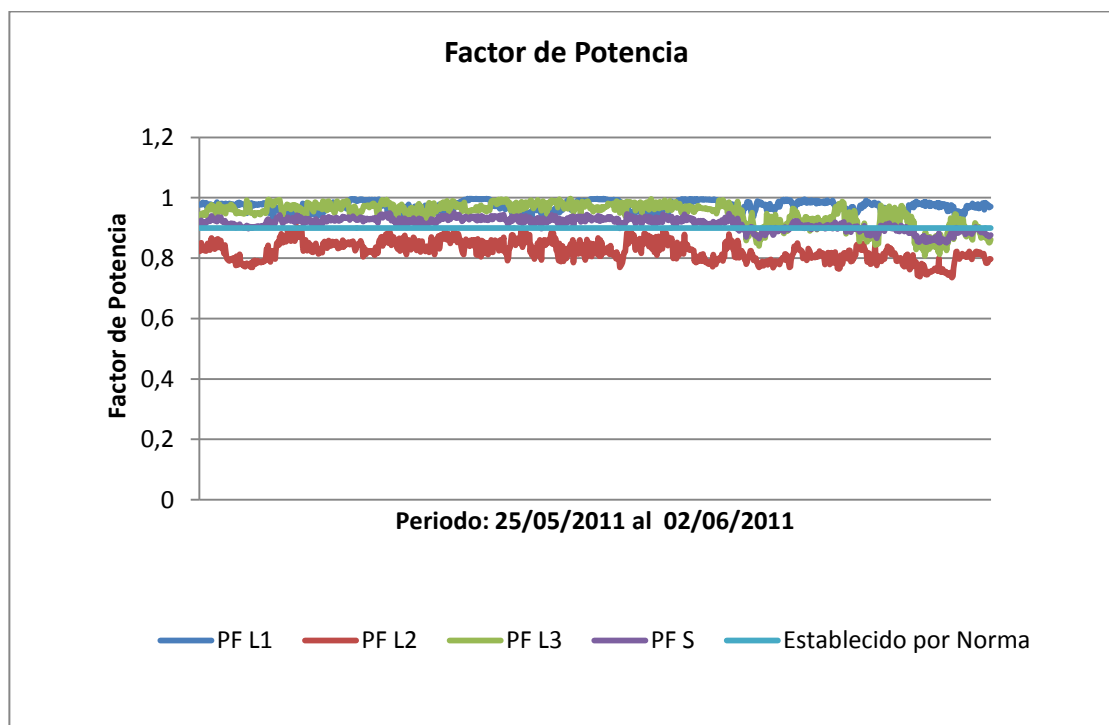


Figura 23. Factor de Potencia

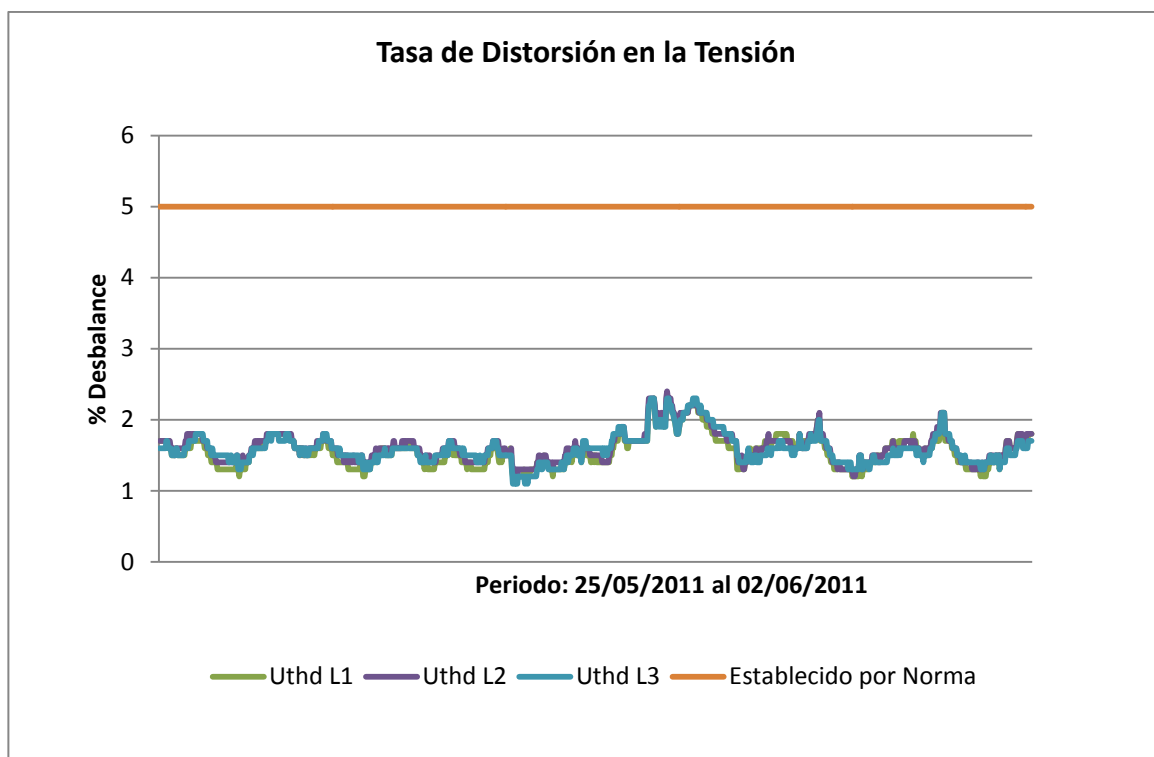


Figura 24. Tasa de Distorsión en la Tensión

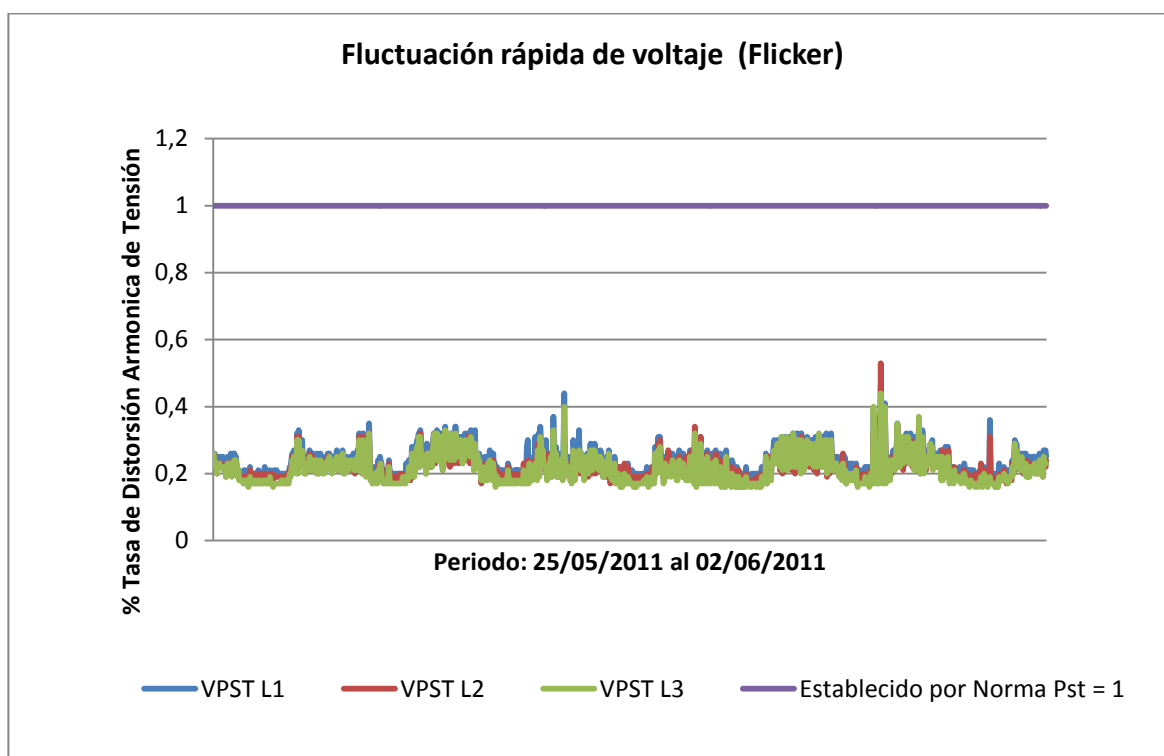


Figura 25. Fluctuación rápida de voltaje (Flicker)

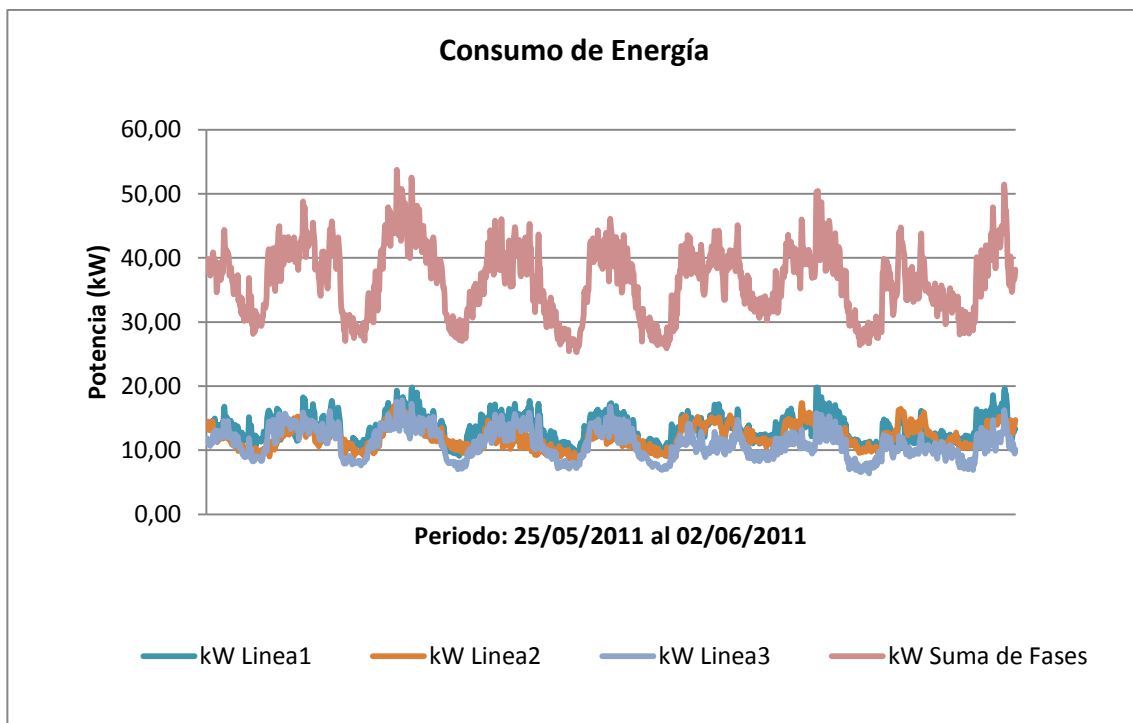


Figura 26. Consumo de Energía

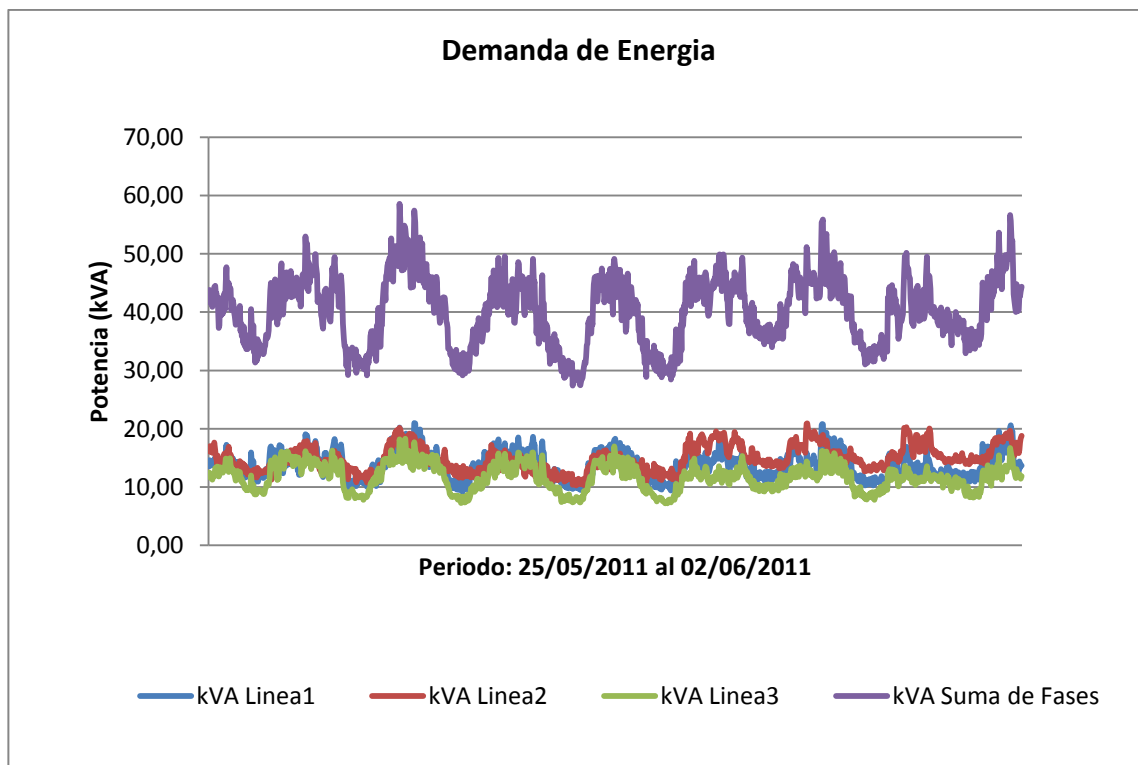


Figura 27 Demanda de Energía

Tablero Principal

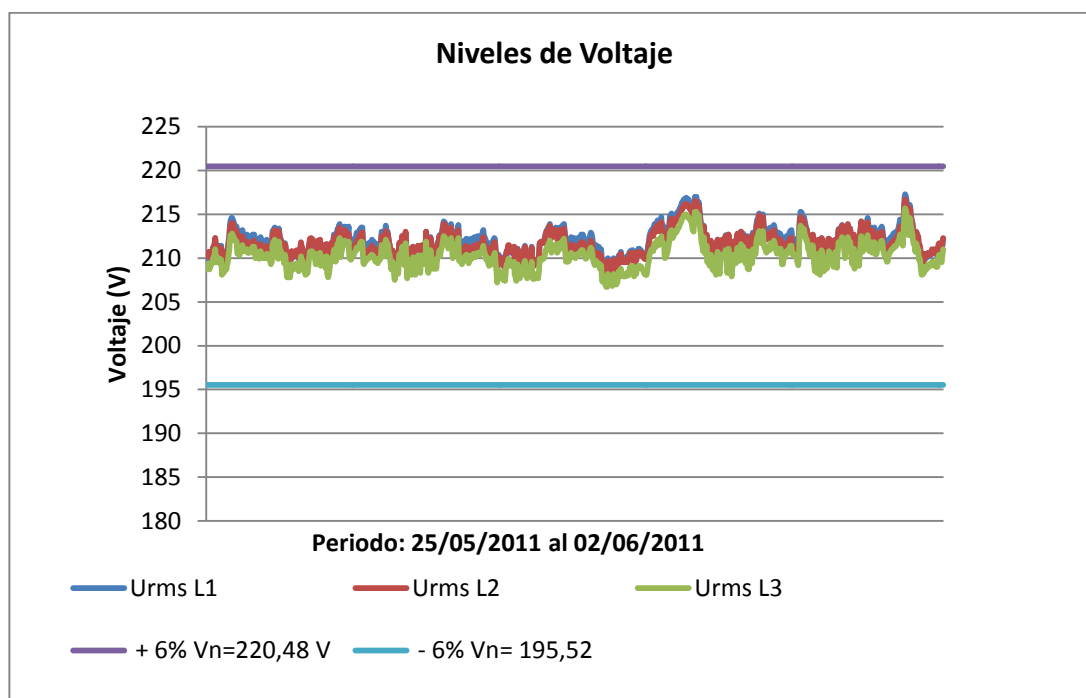


Figura 28. Niveles de Voltaje

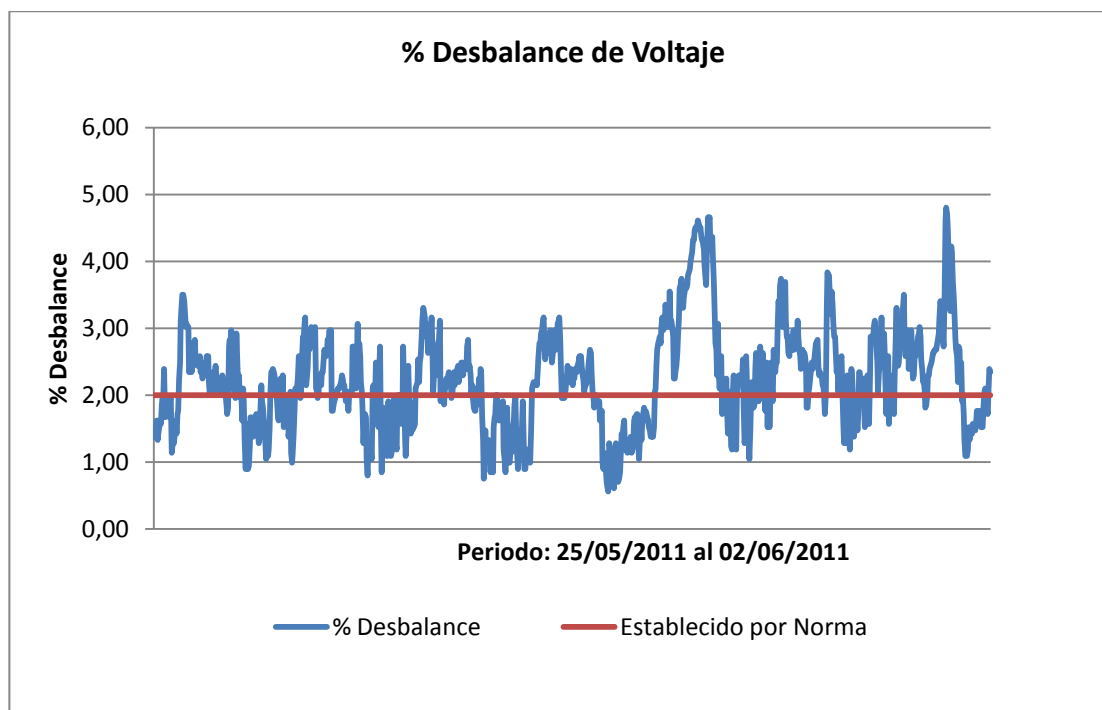


Figura 29. % Desbalance de Voltaje

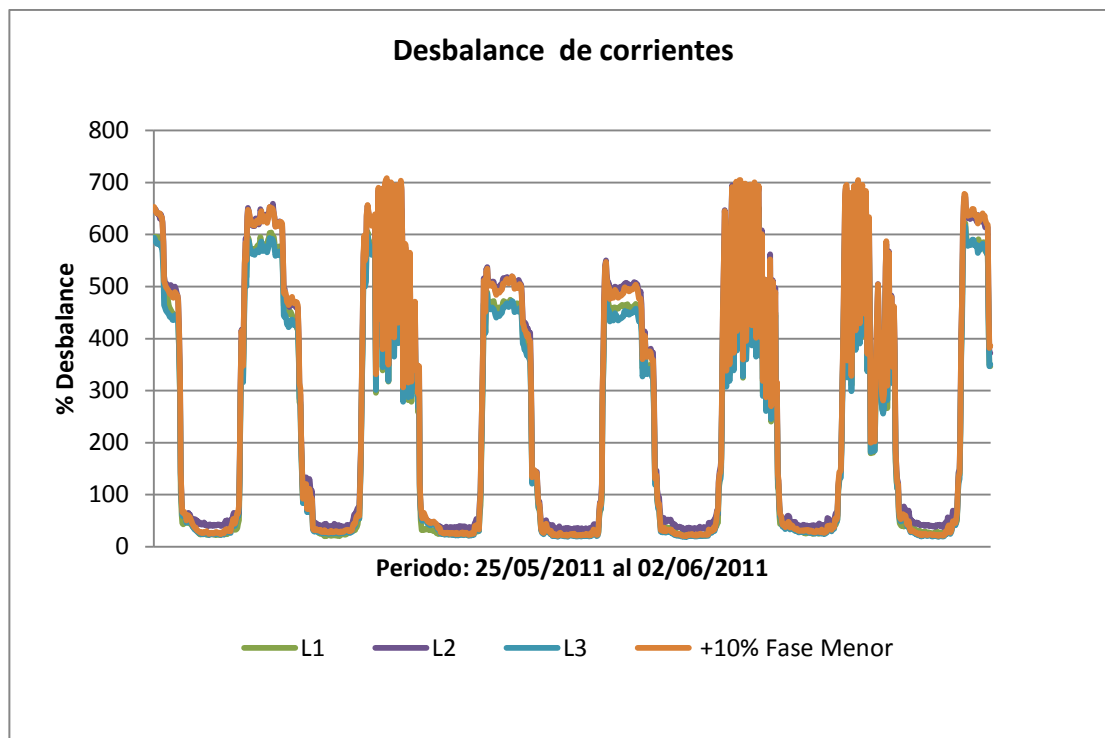


Figura 30. Desbalance de corrientes

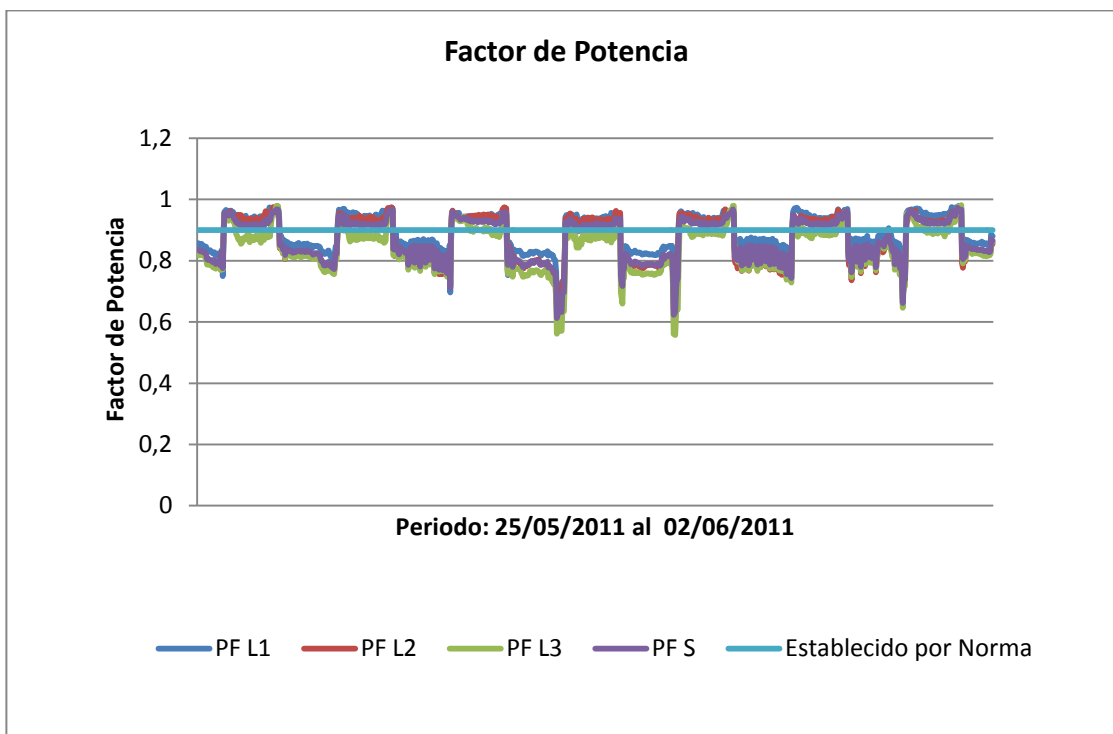


Figura 31. Factor de Potencia

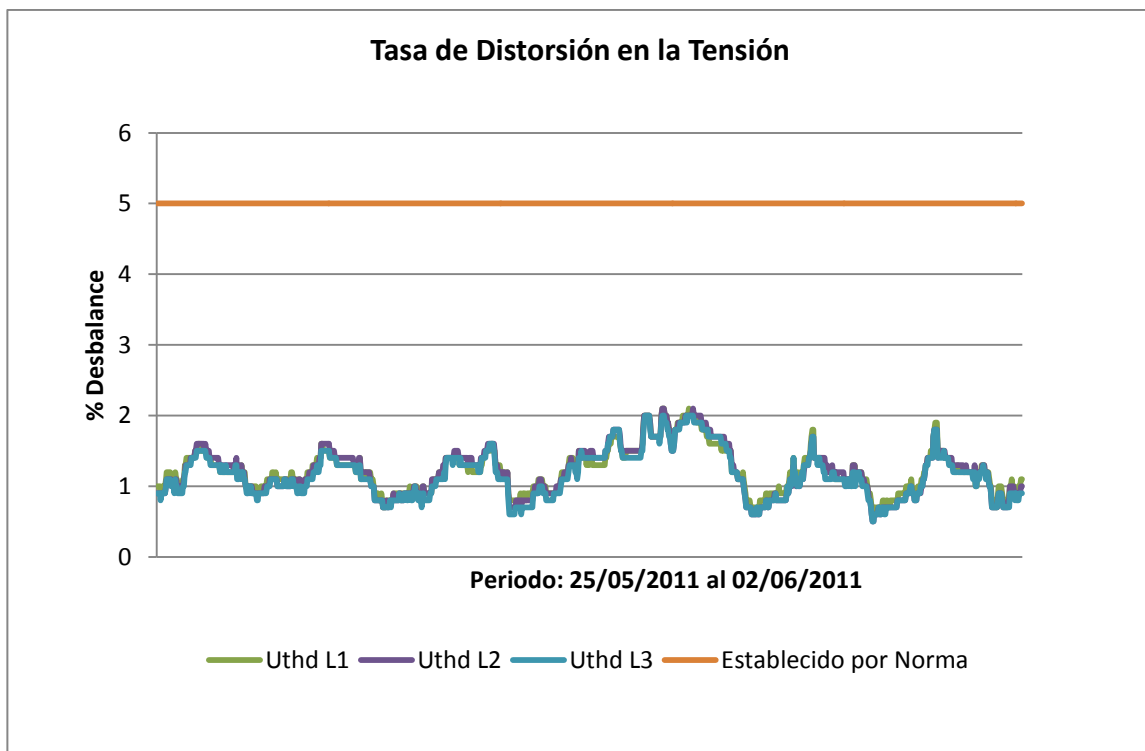


Figura 32. Tasa de Distorsión en la Tensión

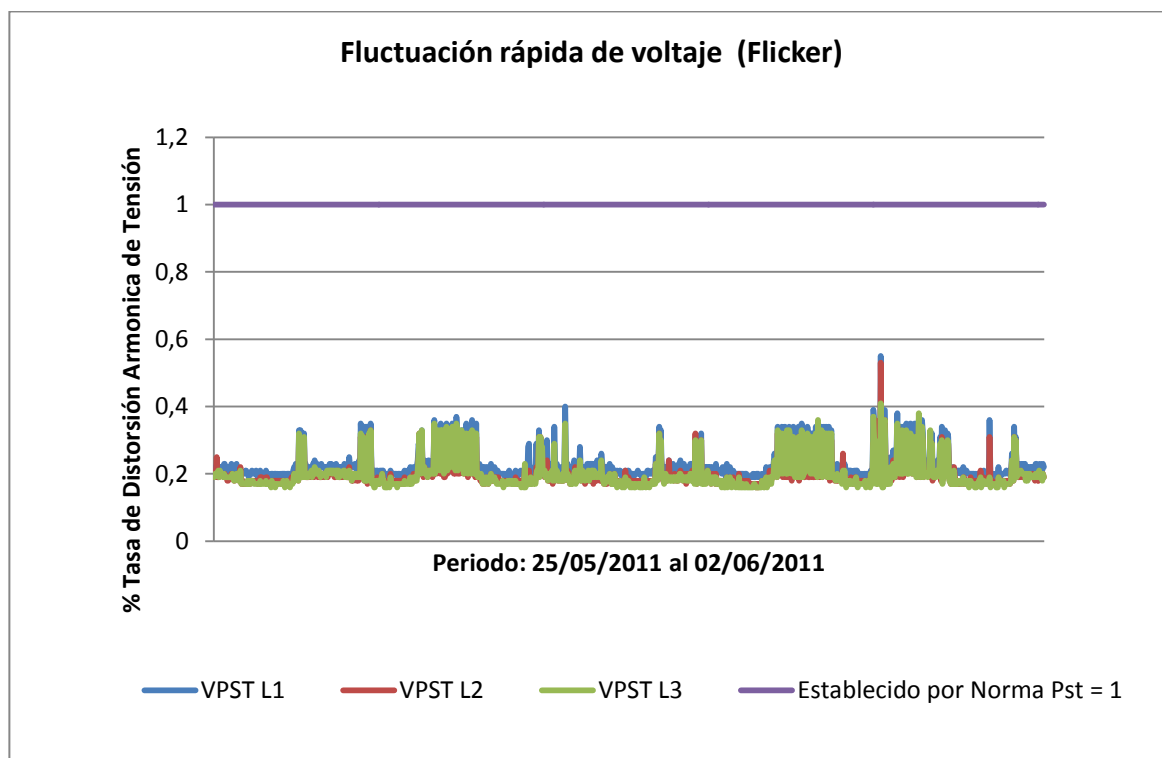


Figura 33. Fluctuación rápida de voltaje (Flicker)

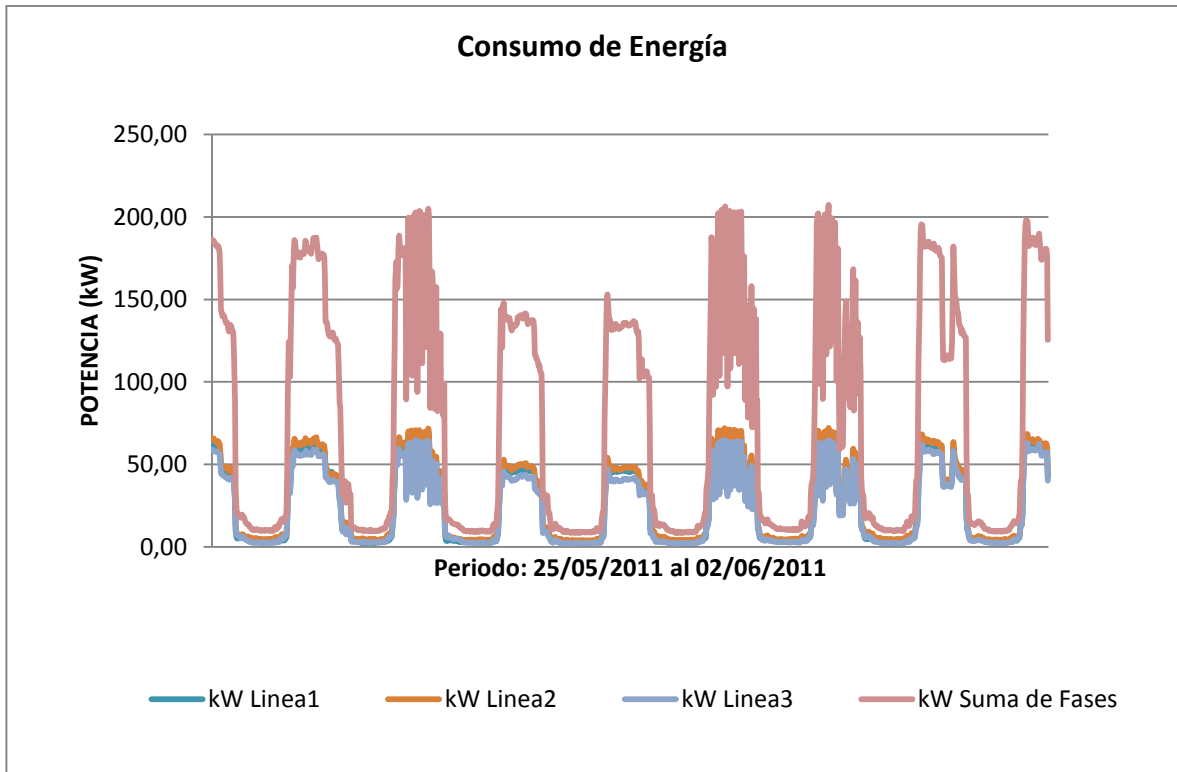


Figura 34. Consumo de Energía

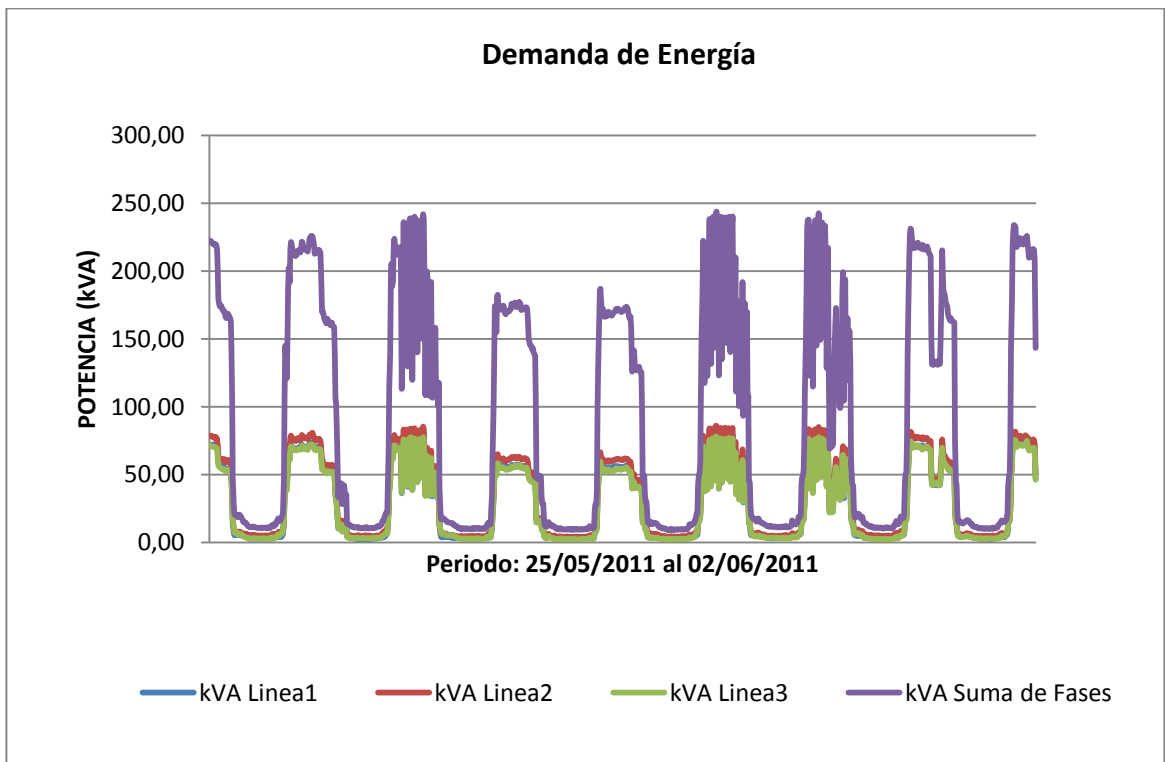


Figura 35. Demanda de Energía

ANEXO N° 6

Mediciones de niveles de Iluminación

Tabla 84. Resumen de valores de iluminancia

Área o actividad	Iluminación (Lux)			Tipo de iluminación
	A	B	C	
<u>Área de Servicio</u>				
Pasillo y escalera	100	150	200	G
Ascensores y montacargas	100	150	200	G
Baños y sanitarios públicos	100	150	200	G
<u>Oficina</u>				
Oficinas generales y privadas (véase lectura)				
<u>Lectura</u>				
Pantallas	50	75	100	G
Impresiones de tinta	200	300	500	L
Teclado o terminales	200	300	500	L
Fotografías, detalle moderado	500	750	1000	L
Bolígrafos	200	300	500	L
Marcadores	200	300	500	L
Impresos Alto contraste, buena resolución	500	750	1000	L

Mediciones realizadas

Tabla 85. Resultado de mediciones en Piso 1

oficina	Emín	Emáx	Epromedio
101	29	330	202
102	3,4	258	64
103	17	245	145
104	40	135	131
105	26	256	144
106	31	490	257
107	24	258	164
108	22	271	220
109	153	476	301
110	165	469	307
111	2,69	246	195
112	44	244	157
113	17	242	132

114	107	420	259
115	14	257	138
116	50	276	193
117	31	283	167
118	79	250	185
119	22	244	143
120	16	261	114
121	5,85	237	121
122	1,47	315	90
Deposito	123	269	210
Área de deportes	20	444	307
Pasillos	0,14	303	78
Total	42	299	177

Tabla 86. Resultado de mediciones en Piso 2

oficina	Emín	Emáx	Epromedio
201	82	334	208
202	143	289	200
203	127	292	227
204	102	289	150
205	102	300	201
206	46	262	154
207	50	267	159
208	70	258	164
209	42	270	156
210	122	323	207
211	159	290	225
212	115	302	209
213	163	349	256
214	97	476	360
215	147	576	362
216	116	314	215
217	69	263	208
218	76	425	251
219	145	300	135
220	154	448	301
Baño mujeres	97	310	203
Baño hombres	88	313	201
Archivo	121	288	204
Pasillos	1,86	292	98
Total	94	301	211

Tabla 87. Resultado de mediciones en Piso 3

oficina	Emín	Emáx	Epromedio
201	98	288	341
202	90	291	260
203	119	284	344
204	196	526	355
205	47	266	200
206	57	257	350
207	49	258	225
208	57	298	319
210	144	305	407
211	92	351	141
212	101	321	226
213	45	480	480
214	20	259	87
215	47	252	205
216	52	265	216
217	56	258	231
218	31	261	203
219	48	283	180
220	32	79	90
Archivo	103	284	190
Cocina	82	307	315
Pasillos	2,03	305	116
Baño 208	176	299	440
Baño hombres	19	287	235
Total	65	261	256

Tabla 88. Resultado de mediciones en Planta Baja

oficina	Emín	Emáx	Epromedio
Estantería de documentos impresos y audiovisuales	117	519	318
Mantenimiento y servicios			
Oficina A	117	519	265
Oficina B	154	480	317
Oficina C	232	320	441
Atención público			
Centro Contacto	62	229	139
Atención Público	202	580	366
Secretaria	332	499	470
Oficina	340	413	397

Administración			
Secretaría	145	248	238
Oficina A	147	204	147
Oficina B	86	164	165
Oficina de Planificación, presupuesto y sistemas			
Oficina A	239	517	409
Oficina B	175	330	290
Oficina C	191	325	288
Oficina Sur	230	450	347
Oficina Centro	118	186	135
Oficina Norte	190	500	312
Baño Damas	34	341	184
Baño Hombres	27	321	161
Pasillo	5	330	162
Total	150	374	278

Tabla 89. Resultado de mediciones en Semisótano

oficina	Emín	Emáx	Epromedio
Recursos Humanos			
Norte	200	414	308
Sur	142	552	309
Oficina	226	360	292
Pasillo	189	351	270
Contabilidad	127	420	291
Coordinación tesorería	130	570	282
Bienes Nacionales	109	482	315
Coordinación de contrataciones	112	390	227
Total	154	442	287

Tabla 90. Resultado de mediciones en Sótano

oficina	Emín	Emáx	Epromedio
Informática			
Norte	135	330	262
Sur	173	587	374
Centro	160	660	358
Pasillo	200	240	220
Oficina	293	470	401
Total	192	457	323

ANEXO N° 7

Especificaciones de los equipos del sistema automatizado

DLC-P704/1008/1012/1024/1036: Panasonic Lighting Controller

Description

Esta serie se comunica en BACnet MS/TP RS-485. Especialmente diseñados para aplicaciones de iluminación, este controlador tiene hasta 36 salidas y soporta hasta 4 relés industriales Panasonic por salida.

Aplicación

Esta serie es ajustable para controlar 36 zonas de iluminación, cambiando un máximo de 144 relés de iluminación Panasonic. El controlador es completamente programable en programas GCL+

Especificaciones técnicas

Inputs

6 or 9 Binary inputs (Panasonic 2-wire switches or dry contact) with LED status indication
1 Analog input with LED status indication

Outputs

4, 8, 12, 24 or 36 Panasonic lighting outputs
WR61xx 2-wire relays

Relay Switches

Up to 20 Panasonic WR 2-wire switches may be wired in parallel with controller output

Connectors

Removable screw-type terminal connectors

Wiring Class

Class 2

Power

24 VAC
50 VA (including Panasonic relays, 4 per output)

Ambient

32° to 131°F (0° to 55°C)
10 to 90% RH (non-condensing)

Dimensions

11.05 x 4 x 1.9 in.

Costo Bs 4700

Variadores de frecuencia

Especificaciones

- Variador de Frecuencia
 - Marca Telemecanique
 - Modelo ATV66D12M2
 - Valores de entrada:
 - Corriente de cortocircuito: 12 Ka @ 208 V 60 Hz
 - Corrientes de trabajo:
 - 41 A @ Par constante 4 kHz
 - 56 A @ Par Variable 4 kHz
 - 41 A @ Par Variable 10 kHz
 - Valores del motor
 - 10 Hp/7,5 kW @ Par constante 4 kHz
 - 15 Hp/11 kW @ Par Variable 4 kHz
 - 10 Hp/7,5 kW @ Par Variable 10 kHz
 - Valores de Salida
 - Rangos de frecuencias y fases: 0,1-50-60 Hz
 - Voltaje nominal: 208 V
 - Corriente nominal:
 - 34 A @ Par constante 4 kHz
 - 47 A @ Par Variable 4 kHz
 - 31 A @ Par Variable 10 kHz

Costo Bs 7.000

Convertidor de Protocolos Modbus RTU a Modbus TCP/IP I-7188EX-MTCP

Este equipo nos permite convertir la señal de Modbus RTU a una señal Modbus TCP/IP. Este equipo es totalmente indispensable en todo proceso en el que se desea transmitir las señales Modbus RTU a Modbus TCP/IP.

I-7188EX-MTCP	
CPU	
CPU	80188, 40MHz o compatible
SRAM	512K bytes
Memoria Flash	512K bytes
EEPROM	2K Bytes
NVRAM	31 Bytes (Batería de respaldo, datos validos hasta por 10 años)
RTC (Reloj en tiempo real)	Sí
Numero serial de 64 bits	Sí
Temporizador Watchdog incluido	Sí
Interfaz de Comunicación	
COM1	RS-232 (TXD, RXD, RTS, CTS, GND)
COM2	RS-485 (D2+, D2-)
Puerto Ethernet	Compatible con 10BASE-T NE2000
Formatos de puerto COM	
Bits de Datos	7, 8
Paridad	Par, Impar , Ninguno
Bit de Parada	1
Display LED	
Display LED de 5 Dígitos de 7 Segmentos	Sí (sólo para i-7188EXD-MTCP)
Indicador LED de sistema	Sí
Expansión de Hardware	
Bus de expansión E/S	Sí
Pines de E/S definidos por el usuario	14 pines
Dimensiones	
i-7188EX(D)-MTCP	123mm x 72mm x 33mm
Ambiente de Operación	
Temperatura de Operación	-25°C a +75°C
Temperatura de Almacenamiento	-40°C a +80°C
Energía	
Protección	Protección de potencia de polaridad inversa
Voltaje Requerido	+10 a +30V/DC (no regulado)
Consumo de Potencia	2W para i-7188EX-MTCP 3W para i-7188EXD-MTCP

Costo Bs 3.000

ANEXO N° 8

Hoja de aplicación para el variador de frecuencia

8 SAMPLE ASD APPLICATION DATA FORM

DATE:
COMPANY NAME:
ADDRESS:
CITY:
STATE:
ZIP CODE:
PHONE:
FAX:
E-MAIL:

8.1 APPLICATION

TYPE OF MACHINE AND/OR EQUIPMENT:	Maquina de inducción trifásica para bombas centrifugas
--------------------------------------	---

BRAKE HORSEPOWER: 20 BHP AT 3540 RPM

LOAD INERTIA REFLECTED TO MOTOR: _____ LB-FT²

TYPE OF LOAD: ☒ VARIABLE TORQUE SPEED RANGE 0 RPM TO 3540 RPM

☐ CONSTANT TORQUE SPEED RANGE _____ TO _____

☐ CONSTANT HORSEPOWER SPEED RANGE _____ TO _____

☐ OTHER: _____

LOAD DUTY CYCLE (DESCRIBE): Empieza a las 5:00 am, se encienden las bombas hasta las 11:00 pm que se apagan

NOTE: IF APPLICABLE, SHOW TIME VS. LOAD GRAPH AS AN ATTACHMENT

IMPACT LOAD (DESCRIBE): _____

NOTE: IF APPLICABLE, SHOW TIME VS. LOAD GRAPH AS AN ATTACHMENT

IS HIGH BREAKAWAY TORQUE REQUIRED (> 150%)? ☒ NO ☐ YES, SPECIFY _____ %

IS HIGH OVERLOAD TORQUE REQUIRED (> 140%)? ☒ NO ☐ YES, SPECIFY _____ %

IS SPEED REGULATION REQUIRED (< 1%)? ☒ NO ☐ YES, SPECIFY _____ % OF BASE SPEED

IS ACCELERATION OR DECELERATION TIME CRITICAL? ☐ NO ☐ YES

ACCELERATION REQUIREMENT: MINIMUM: _____ SECONDS MAXIMUM: _____ SECONDS

DECELERATION REQUIREMENT: MINIMUM: _____ SECONDS MAXIMUM: _____ SECONDS

8.2 MOTOR

TYPE/DESIGN: ☐ NEMA A ☒ NEMA B ☐ NEMA C ☐ NEMA D ☐ DEFINITE-PURPOSE INVERTER-FED

☐ OTHER (DESCRIBE): _____

MOTOR INSTALLATION: ☐ NEW OR ☒ EXISTING

IF EXISTING, PLEASE PROVIDE:

MEASURED LOAD RUNNING AMPS: 26 PEAK LOAD AMPS: 33

HORSEPOWER: 20 VOLTAGE: 230/460 FREQUENCY: 60

RPM: 3600 FLA: 49/24.5 LRA: 310/155 ENCLOSURE TYPE: TEFC FRAME: 256 HPV

SERVICE FACTOR: 1.15 GEAR BOX TYPE (WORM, PLANETARY, ETC): _____ GEAR RATIO: _____

IS AN ENCODER MOUNTED ON THE MOTOR? (DESCRIBE): _____

IS THERE A SEPARATELY POWERED BLOWER? (DESCRIBE): No

ARE THERE SPACE HEATERS IN THE MOTOR? ☒ NO ☐ YES (DESCRIBE): _____

ANY TEMPERATURE DETECTION OR TRIP DEVICE? ☐ NO ☐ YES (DESCRIBE): _____

8.3 CONTROL

TYPE: ☒ V/Hz ☐ SENSORLESS VECTOR ☐ FEEDBACK VECTOR

INDICATE TYPE OF CONTROL SCHEME TO BE UTILIZED:

☒ START / STOP

☒ HAND-AUTO SELECTOR ☒ HAND-OFF-AUTO SELECTOR ☒ RUN-JOG ☐ FORWARD-REVERSE

HAND = SPEED REFERENCE BY MANUAL SPEED POTENTIOMETER

AUTO = SPEED REFERENCE BY ☒ 0-5VDC ☐ 0-10VDC ☐ 4-20MADC ☐ 0-20MADC ☐ 20-4MADC

☐ LOCAL-REMOTE (SPECIFY): ☐ REMOTE CONTROL BY MANUAL SPEED POTENTIOMETER
☒ REMOTE CONTROL FROM REMOTE OPERATOR STATION
☐ REMOTE CONTROL FROM AUTO SPEED REFERENCE INPUT

SERIAL COMMUNICATION: ☒ YES ☐ NO

IF YES, SPECIFY: ☐ DEVICE NET ☐ MODBUS/JBUS ☐ MODBUS+ ☐ LONWORKS

☐ OTHER (SPECIFY): _____

8.4 MOTOR ENVIRONMENT

AMBIENT TEMPERATURES: 15 MINIMUM °C (°F) 35 MAXIMUM °C (°F)

ALTITUDE IF GREATER THAN 3300 FEET ABOVE SEA LEVEL, SPECIFY: N/A FT

ENCLOSURE TYPE: TEFC

SOUND LEVEL REQUIREMENT: N/A MAXIMUM DBA

8.5 CONTROL ENVIRONMENT

DISTRIBUTION VOLTAGE: 208 ± 5 %, ☐ 1 PHASE OR ☒ 3 PHASE, ☒ 60HZ OR ☐ 50 HZ

DRIVE CONTROLLER ENCLOSURE TYPE: ☐ OPEN ☒ NEMA TYPE 1 ☐ NEMA TYPE 12

☐ OTHER (SPECIFY): _____

AMBIENT TEMPERATURES: 15 MINIMUM °C (°F) 35 MAXIMUM °C (°F)

ALTITUDE IF GREATER THAN 3300 FEET ABOVE SEA LEVEL, SPECIFY: N/A FT

HUMIDITY? _____ %

SHOCK OR VIBRATION REQUIREMENT? NO

8.6 CONNECTION

TYPE OF CABLE BETWEEN MOTOR AND CONTROL: 2/0 AWG LENGTH (IN FEET): 32.8 ft

INSTALLATION: ☒ METAL CONDUIT

☐ PVC CONDUIT

☐ CABLE TRAY

☐ UNDERGROUND

☐ OTHER: _____

8.7 OTHER

ARE THERE POWER LINE HARMONIC REQUIREMENTS?

☒ YES ☐ NO

IF YES, DESCRIBE: THD menor o igual al 5%

IS THERE A CONTACTOR BETWEEN THE LINE AND THE CONTROL?

☒ YES ☐ NO

IF YES, IS IT TO BE USED TO START AND STOP THE DRIVE?

☒ YES ☐ NO

IS THERE A CONTACTOR BETWEEN THE CONTROL OUTPUT AND THE MOTOR(S)?

☐ YES ☒ NO

IF YES, WILL THE CONTACTOR BE OPERATED WHILE THE DRIVE IS RUNNING?

☐ YES ☒ NO

IS A CONTROL BYPASS CONTACTOR REQUIRED?

☐ YES ☒ NO

IS THERE A MECHANICAL BRAKE ON THE MOTOR?

☐ YES ☒ NO

IF YES, IS THE BRAKE USED FOR ANY OTHER PURPOSE THAN A HOLDING
BRAKE WHILE THE MOTOR IS STOPPED?

☐ YES ☐ NO

IF YES, EXPLAIN OPERATION:

IS THERE MORE THAN ONE MOTOR CONNECTED TO THE CONTROL?

☐ YES ☒ NO

A. IF YES, NUMBER OF MOTORS: _____

B. WILL ANY OF THE MOTORS BE STARTED WHILE OTHERS ARE RUNNING?

☐ YES ☐ NO

NOTE: REFER TO THE NATIONAL ELECTRICAL CODE FOR INDIVIDUAL MOTOR PROTECTION.

ARE THERE ANY OTHER SPECIAL REQUIREMENTS IN THIS APPLICATION?

☐ YES ☒ NO

IF YES, DESCRIBE: _____

X SIGNATURE _____

DATE: _____

CERTIFICATION DATA SHEET

Model#: 256TTFNA7013 BC
CONN. DIAGRAM: A-EE7308
OUTLINE: B-SS203116-1225

WINDING#: K256298 NONE 1
ASSEMBLY: F1/F2 CAPABLE

TYPICAL MOTOR PERFORMANCE DATA

HP	KW	SYNC. RPM	F.L. RPM	FRAME	ENCLOSURE	KVA CODE	DESIGN
20	14.9	3600	3540	256HPV	TEFC	G	B

PH	Hz	VOLTS	FL AMPS	START TYPE	DUTY	INSL	S.F	AMB	ELEVATION
3	60	230/460	49/24.5	ACROSS THE LINE	CONTINUOU S	F3	1.15	40	3300

FULL LOAD EFF: 89.5	3/4 LOAD EFF: 90.2	1/2 LOAD EFF: 88.5	GTD. EFF	ELEC. TYPE	NO LOAD AMPS
FULL LOAD PF: 86	3/4 LOAD PF: 84	1/2 LOAD PF: 77	87.5	SQ CAGE IND RUN	15 / 7.5

F.L. TORQUE	LOCKED ROTOR AMPS	L.R. TORQUE	B.D. TORQUE	F.L. RISE
29.5 LB-FT	310 / 155	53 LB-FT 180	90 LB-FT 305	60

SOUND PRESSURE @ 3 FT.	SOUND POWER	ROTOR WK^2	MAX. WK^2	SAFE STALL TIME	STARTS /HOUR	APPROX. MOTOR WGT
78 dBA	88 dBA	1.05 LB-FT^2	-LB-FT^2	15 SEC.	-	400 LBS.

Figura 36. Hoja de datos del motor de la bomba

ANEXO N° 9

Costos de Mantenimiento

Tabla 91. Costo del mantenimiento Actual

Ítem	Descripción	Unid	Cant	Precio Unit. (Bs.)	TOTAL (Bs.)
1	Mantenimiento correctivo de Motores Eléctricos de 20 HP, que incluye: a.- revisión y rectificación del eje; b.- suministro de rodamientos y su instalación; c.- limpieza de rotor y estator, aplicación de barniz dieléctrico	Und	4	3.688,00	14.752,00
2	Mantenimiento correctivo de Bombas Hidráulicas que incluye: a.- revisión y rectificación de eje; b.- suministro e instalación de sellos; c.- suministro e instalación de rodamientos; d.- revisión de impeler	Und	4	5.400,00	21.600,00
3	Mantenimiento correctivo de engranajes que incluye. A.- suministro e instalación de rodamientos; b.- suministro e instalación de estoperas; c.- revisión y rectificación de eje; d.- revisión de engranajes; e.- suministro e instalación de cadena; f.- revisión de bomba de aceite; g.- cambio de aceite refrigerante; h.- suministro e instalación de válvula solenoide para el control de presión de aceite; i.- reemplazo de O -rings; j.- suministro e instalación de manómetros tipo glicerina	Und	4	6.400,00	25.600,00
4	Alineación del conjunto motor eléctrico - caja de engranaje - bomba, que incluye: a.- suministro e instalación de cuplones; b.- alineación del conjunto; c.- fijación del conjunto a la placa base	Und	4	2.200,00	8.800,00
5	Mantenimiento de los tableros eléctricos de los sistemas de bombeo, que incluye: a.- peinado del tablero; b.- limpieza con dieléctrico de cada componente; c.- ajuste de todos los componentes	Und	3	2.950,00	8.850,00
6a	Suministro e instalación de Válvulas chek de 3" (incluye desmontaje)	Und	4	2.983,00	11.932,00
6b	Suministro e instalación de Válvulas de paso rápido de 3" (incluye desmontaje)	Und	8	1.800,00	14.400,00
7	Suministro e instalación de niples corridos de 3" (incluye desmontaje de niples deteriorados)	Und	6	327,00	1.962,00
8	Suministro e instalación de Tubería Galvanizada de 3" (incluye desmontaje de secciones corroídas)	MI	3	714,00	2.142,00
9	Mantenimiento de Válvula tipo Diafragma 2"	Und	4	200,00	800,00
10	Mantenimiento de Válvula tipo Diafragma 3"	Und	2	200,00	400,00
11	Mantenimiento de Válvula tipo Diafragma 4"	Und	2	350,00	700,00
12	Mantenimiento de Válvula tipo Compuerta 3"	Und	6	200,00	1.200,00
13	Mantenimiento de Válvula tipo Compuerta 4"	Und	6	400,00	2.400,00

14	Mantenimiento de Válvula tipo Solenoide	Und	4	220,00	880,00
15	Suministro e instalación de Válvula tipo Diafragma de 2" en tanque de agua Nro. 2 de la Torre Norte	Und	1	4.200,00	4.200,00
16	Mantenimiento y Calibración de las válvulas con flotante existente en los cuatro tanques de agua del Complejo Mintur	Und	3	550,00	1.650,00
17	Suministro, instalación y Calibración de un sistema de válvula con flotante en el tanque de agua Nro. 2 de la Torre Norte, incluye cableado hasta el tablero	Und	1	5.600,00	5.600,00
18	Reemplazo de Compensadores de dilatación de elastómeros de 3"	Und	8	2.200,00	17.600,00
19	Pintura en esmalte en elementos metálicos de acuerdo al código de colores vigente	SG	1	1.500,00	1.500,00
20	Pintura Dupont del piso de la sala de máquinas y demarcación de las áreas de circulación	SG	1	3.600,00	3.600,00
				Subtotal (Bs.)	150.568,00
				IVA (12%) Bs.	18.068,16
				TOTAL (Bs.)	168.636,16

Tabla 92. Costo del mantenimiento Nuevo

Ítem	Descripción	Unid	Cant	Precio Unit. (Bs.)	TOTAL (Bs.)
1	Mantenimiento correctivo de Motores Eléctricos de 20 HP, que incluye: a.- revisión y rectificación del eje; b.- suministro de rodamientos y su instalación; c.- limpieza de rotor y estator, aplicación de barniz dieléctrico	Und	4	3.688,00	14.752,00
2	Mantenimiento correctivo de Bombas Hidráulicas que incluye: a.- revisión y rectificación de eje; b.- suministro e instalación de sellos; c.- suministro e instalación de rodamientos; d.- revisión de impeler	Und	4	5.400,00	21.600,00
4	Alineación del conjunto motor eléctrico - caja de engranaje - bomba, que incluye: a.- suministro e instalación de cuplones; b.- alineación del conjunto; c.- fijación del conjunto a la placa base	Und	4	1.466,67	5.866,67
5	Mantenimiento de los tableros eléctricos de los sistemas de bombeo, que incluye: a.- peinado del tablero; b.- limpieza con dieléctrico de cada componente; c.- ajuste de todos los componentes	Und	3	2.950,00	8.850,00
6a	Suministro e instalación de Válvulas check de 3" (incluye desmontaje)	Und	4	2.983,00	11.932,00
6b	Suministro e instalación de Válvulas de paso rápido de 3" (incluye desmontaje)	Und	8	1.800,00	14.400,00
7	Suministro e instalación de niples corridos de 3" (incluye desmontaje de niples deteriorados)	Und	6	327,00	1.962,00

8	Suministro e instalación de Tubería Galvanizada de 3" (incluye desmontaje de secciones corroídas)	MI	3	714,00	2.142,00
9	Mantenimiento de Válvula tipo Diafragma 2"	Und	4	200,00	800,00
10	Mantenimiento de Válvula tipo Diafragma 3"	Und	2	200,00	400,00
11	Mantenimiento de Válvula tipo Diafragma 4"	Und	2	350,00	700,00
12	Mantenimiento de Válvula tipo Compuerta 3"	Und	6	200,00	1.200,00
13	Mantenimiento de Válvula tipo Compuerta 4"	Und	6	400,00	2.400,00
14	Mantenimiento de Válvula tipo Solenoide	Und	4	220,00	880,00
15	Suministro e instalación de Válvula tipo Diafragma de 2" en tanque de agua Nro. 2 de la Torre Norte	Und	1	4.200,00	4.200,00
16	Mantenimiento y Calibración de las válvulas con flotante existente en los cuatro tanques de agua del Complejo Mintur	Und	3	550,00	1.650,00
17	Suministro, instalación y Calibración de un sistema de válvula con flotante en el tanque de agua Nro. 2 de la Torre Norte, incluye cableado hasta el tablero	Und	1	5.600,00	5.600,00
18	Reemplazo de Compensadores de dilatación de elastómeros de 3"	Und	8	2.200,00	17.600,00
19	Pintura en esmalte en elementos metálicos de acuerdo al código de colores vigente	SG	1	1.500,00	1.500,00
20	Pintura Dupont del piso de la sala de máquinas y demarcación de las áreas de circulación	SG	1	3.600,00	3.600,00
				Subtotal (Bs.)	122.034,67
				IVA (12%) Bs.	14.644,16
				TOTAL (Bs.)	136.678,83

ANEXO N° 10

Cálculos de retorno de inversión para los variadores

	Con Variadores	Sin Variadores
Costo de inversión Inicial	100.000	0
Costos de Operación y Mantenimiento	213.158	321.756
Valor de Salvamento	20.000	0
Años	2	2

Interés =18%

Inflación = 23,65 %

sin inflación

Años	Costo con Variador	Costo sin Variador
0	100.000	0
1	213.158	321.756
2	213.158	321.756
3	213.158	321.756
4	213.158	321.756

con inflación

Años	Costo con Variador	Costo sin Variador
0	100.000	0
1	213.158	321.756
2	263.570	397.851
3	325.905	491.943
4	402.981	608.288

Factor de Valor presente P/F

$$P/F = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Factor de Valor presente uniforme

$$P/A = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

		Valor Presente			
Años	Factor	Costo con Variador	Costo con Variador acumulado	Costo sin Variador	Costo sin Variador acumulado
0		100.000	100.000	0	0
1	0,86	183.757	283.757	277.376	277.376
2	0,74	195.876	479.633	295.668	573.044
3	0,64	208.793	688.426	315.167	888.212
4	0,55	222.563	910.989	335.952	1.224.164

Valor Presente

VP con Variador	-427.305
VP sin Variador	-516.493

Se selecciona con variador, ya que el VP de los costos es menor.

ANEXO N° 11

Equipos seleccionados para la generación eléctrica mediante paneles solares

Paneles fotovoltaicos Sunmodule SW 220



COMPORTAMIENTO BAJO CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRUEBA (STC*)

		SW 220	SW 225	SW 230	SW 235	SW 240
Potencia en el punto de máx. potencia	P_{max}	220 Wp	225 Wp	230 Wp	235 Wp	240 Wp
Tensión en vacío	U_{oc}	36,6 V	36,8 V	36,9 V	37,0 V	37,2 V
Tensión a potencia máxima	U_{mpp}	29,2 V	29,5 V	29,8 V	30,0 V	30,2 V
Corriente de cortocircuito	I_{sc}	8,08 A	8,17 A	8,25 A	8,35 A	8,44 A
Corriente a potencia máxima	I_{mpp}	7,54 A	7,63 A	7,72 A	7,85 A	7,96 A

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

COMPORTAMIENTO A 800 W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 220	SW 225	SW 230	SW 235	SW 240
Potencia en el punto de máx. potencia	P_{max}	157,3 Wp	160,9 Wp	164,4 Wp	170,4 Wp	174,2 Wp
Tensión en vacío	U_{oc}	33,1 V	33,3 V	33,4 V	33,5 V	33,7 V
Tensión a potencia máxima	U_{mpp}	26,2 V	26,5 V	26,7 V	27,1 V	27,4 V
Corriente de cortocircuito	I_{sc}	6,68 A	6,75 A	6,82 A	6,73 A	6,80 A
Corriente a potencia máxima	I_{mpp}	6,01 A	6,08 A	6,15 A	6,28 A	6,37 A

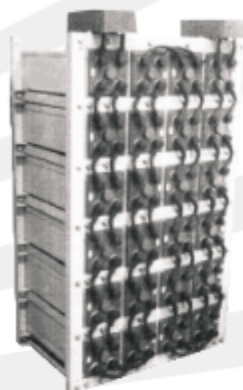
Ligera reducción de la eficiencia en el comportamiento con carga parcial a 25°C: A 200 W/m² se alcanza el 95 % (+/- 3 %) de la eficiencia bajo condiciones estándar de prueba (1000 W/m²).

Figura 37. Hoja de especificaciones del panel

Costo Bs 3.764

Baterías modulares 1360 Ah

SECCION 54.65



Acceso frontal
para una instalación
y mantenimiento sencillos



DGXI

255Ah - 1360 Ah

Aplicaciones:

SOLARES
ALTO CICLADO
PCS - Celular
Microondas
Telecomunicaciones
UPS
Servicios auxiliares

Descripción

Las baterías con celdas DGXI introducen un nuevo estándar en baterías modulares autoapilables. La instalación se facilita enormemente respecto de otros sistemas anteriores, al utilizarse módulos cuyo peso es mucho menor. Además, la celda y su contenedor de chapa de acero constituyen una sola unidad, lo que asegura una mejor compresión. La eficiencia de espacio también es superior a la de cualquier tipo de batería.

Características

"EnergSafe"

- ◆ Tecnología de recombinación regulada por válvula (VRLA), bajo mantenimiento, no necesita agregado de agua.
- ◆ Terminales especialmente diseñados, tecnología Slide-Lock™ de poste deslizante, que permite absorber el crecimiento natural de las placas, sin que se generen tensiones en la tapa, la unión tapa-jarra y el mismo terminal.
- ◆ Tapa termosellada, no se utilizan pegamentos de ningún tipo.
- ◆ Acceso frontal.
- ◆ Jarras y tapas de polipropileno con retardante de llama (UL94 VO/L, O.I., 28%).

DGXI

- ◆ Electrolito GELIFICADO y placa positiva tubular de perfil cuadrado con mayor capacidad en menor volumen.
- ◆ Placa de aleación plomo-calcio (sin cadmio): menor corriente de flote que en otras baterías; totalmente reciclable, sin daños al medio ambiente.
- ◆ Excelente comportamiento en descargas rápidas.
- ◆ Insuperable eficiencia de recombinación inicial (>95%).
- ◆ No requiere cargas de equalización programadas.
- ◆ Excelente comportamiento térmico.

CONSTRUCCION

- ◆ Dos elementos por contenedor en celdas de 7 a 16 placas; un elemento por contenedor entre 17 y 33 placas.
- ◆ Configuraciones estándar de 24V y 48V, para uso en telecomunicaciones (también disponibles en otras configuraciones).
- ◆ Terminales en la parte superior de la batería con disposición frontal o lateral.
- ◆ Posibilidad de fijación al piso y a la pared posterior, lo que permite su montaje en cabinas transportables (shelter).
- ◆ Interconexión de celdas mediante conectores flexibles con capuchones protectores de PVC en sus extremos.
- ◆ Capacidad máxima de 5,440 Ah, mediante interconexiones serie-paralelo.

Especificaciones

PLACAS: Tubos de perfil cuadrado, aleación de Plomo-calcio-estaño.

JARRA Y TAPA: Polipropileno con retardante de llama (UL94 VO/L, O.I., 28%).

SEPARADORES: Plástico microporoso.

CONECTORES: Flexibles; tornillería de acero inoxidable.

ELECTROLITO: Gelificado, densidad 1,300 gr./dm³ a 25°C (77°F).

VÁLVULA DE SEGURIDAD: Presión de apertura 100 - 110 mbar, presión de cierre 70 - 80 mbar.

Con dispositivo anti-llama.

TENSION DE FLOTE: 2,23 - 2,30 VPC (25°C/77°F); recomendado 2,25 VPC (Volt por celda).

AUTODESCARGA: 0,5-1,0 %, máximo, por semana a 25°C (77°F).

CICLADOS: 1200 ciclos al 80% de profundidades de descarga (DOD) con tensión final de 1,75 Vpc (Volt por celda).

TERMINALES: Con inserto de cobre y sistema patentado Slide-Lock™.

Hasta 16 placas: 1 terminal por polo.

De 17 a 27 placas: 2 terminales por polo.

De 29 a 33 placas: 3 terminales por polo.

Información sujeta a cambio sin previo aviso



Batería tipo VRLA

EnergSafe

Figura 38. Hoja de especificaciones de la batería

Costo Bs 17.608

Inversor/Cargador Victron Energy MultiPlus C 24/2000/50-30

MultiPlus	12 voltios 24 voltios	12/2000/80 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70	
PowerControl			sí	
PowerAssist			sí	
Conmutador de transferencia (A)			50	
INVERSOR				
Rango de tensión de entrada (V CC)		9,5 – 17 V	19 – 33 V	
Salida		Tensión de salida: 120 VAC ± 2%	Frecuencia: 60 Hz ± 0,1% (1)	
Potencia cont. salida a 25 °C (VA) (4)		2000	3000	
Potencia cont. de salida a 75°F/25°C (W)		1600	2500	
Potencia cont. salida a 100°F/40°C (W)		1450	2200	
Pico de potencia (W)		4000	6000	
Eficacia máxima (%)		92 / 94	93 / 94	
Consumo en vacío (W)		9 / 11	15 / 15	
Consumo en vacío en modo ahorro (W)		7 / 8	10 / 10	
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)		3 / 4	4 / 5	
CARGADOR				
Entrada CA		Rango de tensión de entrada 95-140 VAC	Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz	Factor de potencia: 1
Tensión de carga de 'absorción' (V CC)			14,4 / 28,8	
Tensión de carga de "flotación" (V CC)			13,8 / 27,6	
Modo de "almacenamiento" (V CC)			13,2 / 26,4	
Corriente de carga batería casa (A) (3)		80 / 50		120 / 70
Corriente de carga batería arranque (A)			4	
Sensor de temperatura de la batería			sí	

GENERAL			
Relé programable (5)		sí	
Protección (2)		a - g	
Características comunes		Temp. de funcionamiento: 0 - 50°C (refrigerado por aire)	Humedad (sin condensación): máx. 95%
CARCASA			
Características comunes		Material y color: aluminio (azul RAL 5012)	Categoría de protección: IP 21
Conexiones de la batería		Pernos M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)
Conexión 120 V CA		Borne de tornillo 6 AWG (13 mm ²)	Borne de tornillo 6 AWG (13 mm ²)
Peso		13 kg. 25 lbs	19 kg. 40 lbs
Dimensiones (al x an x p en mm. y pul.)		520x255x125 mm 20,5x10,0x5,0 pulgadas	362x258x218 mm 14,3x10,2x8,6 inch
NORMATIVAS			
Seguridad		EN 60335-1, EN 60335-2-29	
Emisiones/Inmunidad		EN55014-1, EN 55014-2, EN 61000-3-3	
1) Puede ajustarse a 50 Hz Protecciones clave: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta		d. Tensión de la batería demasiado baja h. Temperatura demasiado alta f. 120 V AC de salida del inversor g. Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta	3) At 75°F/25°C ambiente 4) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 5) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o señal de arranque del generador Capacidad nominal CA: 230V/4A Capacidad nominal CC: 4A hasta 35VDC, 1A hasta 60VDC

Figura 39. Hoja de especificaciones del inversor

Costo Bs 8.544

Regulador Solener DSD Bitensión 50 A

Físicas	
Largo × ancho × alto:	172 × 160 × 24 mm
Peso:	0,4 kg
Caja:	Acero galvanizado
Pintura:	Epoxy al horno
Grado de estanqueidad:	IP32
Rango de funcionamiento a plena carga:	-10 a +50°C
Rango de funcionamiento del LCD:	-2 a +50°C
Eléctricas	
Tensión nominal:	Bitensión 12/24 Voltios
Intensidad máxima de entrada:	30, 40 ó 50 Amperios
Intensidad máxima de salida:	30 ó 40 Amperios
Sobrecarga admisible:	25%
Autoconsumo:	< 15 mA
Perdida máxima generación/consumo:	~ 3,1/1,0 Watios (30A)
Diodo inteligente en la entrada:	En los de 30 y 40 A
Funcionamiento	
Tipo de regulación:	Serie
Tipo de batería:	Seleccionable, ver tabla en la última página
Estados de carga:	Carga profunda, flotación, igualación
Señalización del estado:	Mediante LEDs y pantalla LCD

Figura 40. Hoja de especificaciones del regulador

Costo Bs 1.060

ANEXO N° 12

Hoja de datos de los instrumentos utilizados para realizar las mediciones

Qualistar C.A 8334

MEDIDAS	C.A 8332B	C.A 8334B	Qualistar+ C.A 8335
Número de canales	3U / 4I		4U / 4I
Tensión (TRMS AC+DC)	Fase-fase De 6 V a 960 V		De 10 V a 1.000 V
	Fase-neutro De 6 V a 480 V		De 10 V a 1.000 V
	Ratio de tensión -		Hasta 500 kV
Corriente (TRMS AC+DC)	De 100 mA a 6.500 A		
	Pinzas MN MN93: de 2 a 240 Aac ; MN93A: de 0,005 Aac a 5 Aac / de 0,1 Aac a 120 Aac		
	Pinza C193 3 A a 1200 Aac		
	Pinzas AmpFLEX o MA 30 A a 6500 Aac		
	Pinza PAC93 10 A a 1000 Aac / 10 A a 1400 Aac		
	Pinza E3N		50 mA a 10 AacDC 100 mA a 100 AacDC de 10 mA a 50 kA
	Ratio de corriente		
Frecuencia	40 Hz a 69 Hz		
Potencias	W, VA, var, PF, DPF, cos ϕ , tan ϕ		
Energías	Wh, varh, VAh		
Armónicos	Sí		
	THD Sí, del orden 0 a 50, fase		
	Modo Experto - sí		
Transitorios	-	50	210
Flicker	-	Sí	
Modo Inrush	-	Sí sobre 4 periodos	Sí, > 1 minuto
Desequilibrio	-	Sí	
Registro	Min./Máx.	no	Sí
	De todas las magnitudes con 1 seg. de integración	21 minutos	41 minutos
	De todas las magnitudes (Arm. Impares) con 10 min. de integración	+ de 15 días	+ de 34 días
Alarmas	4.000 de 10 tipos distintos		10.000 de 40 tipos distintos
Reconocimiento de sensores de corriente	8		9
Valo de Peak	sí		
Representación vectorial	automática		
Visualización	LCD color ¼ VGA 320 x 240 diagonal 148 mm		
Captura de Pantallas y Curvas	8	12	50
Seguridad eléctrica	IEC 61010 1000 V CAT III / 600 V CAT IV		
Idiomas	6		25+
Interfaz de comunicaciones	RS232 opto-aislada / USB		USB de tipo B
Alimentación	Batería recargable 9,6 V NIMH o alimentación sector		
Dimensiones	240 x 180 x 55 mm		
Peso	2,1 kg		1,9 kg

Figura 41. Características Técnicas del analizador de red

TES-1330A/1332A/1334A Light Meter

Pantalla	3 1/2 digitos LCD
Rango de Medición	20/200/2000/20000 Lux (1330A also Footcandle for 1334A) 200/2000/20000/200000 Lux (1332A) 20000 lux-reading x 10; 200000 lux-reading x 100
Overrange Display	Highest digit of (1) is displayed
Resolución	0.01 Lux(1330A,1334A) & 0.1 Lux(1332A)
Precisión	+/- 3% rdg +/- 0.5% f.s.($<10,000$ lux) +/- 4% rdg +/- 10dgt ($>10,000$ lux) (calibrated to standard incandescent lamp, 2856 K)
Repetitividad	$\pm 2\%$
Características de Temperatura	$\pm 0.1\% ^\circ\text{C}$
Rango de Medición	Approx. 2 times/sec.
Recorder Output	DC 2V/f.s. (full scale) (TES-1332A)
Operación Temperatura & Humedad	0° to 40°C (32°F to 104°F) $< 70\%$ R.H.
Fuente de Poder	una batería 9V
Dimensiones	100mm(L) x 60mm(W) x 27mm(H)
Dimensión	135mm(L) x 72mm(W) x 33mm(H)
Peso	250g
Accesorios	Cubierta para llevar, 9V batería y Manual de Instrucciones

Tabla 93. Características Técnicas del luxómetro

Pinza Multimetro Digital Ut201 Uni-t

Power	3V Battery (AAA x 2)
LCD Size	35.6 x 18mm
Product Colour	Red and Grey
Product Net Weight	220g
Product Size	210 x 75.6 x 30mm
Standard Accessories	Test Lead, Batteries, English Manual, Carrying Bag
Standard Individual Packing	Gift Box
Standard Quantity Per Carton	40pcs
Standard Carton Measurement	540 x 495 x 335mm (0.09 CBM Per Standard Carton)
Standard Carton Gross Weight	23kg

Basic Functions	Range	Best Accuracy
DC Voltage	200mV/2V/20V/200V/600V	$\pm(0.8\%+1)$
AC Voltage	2V/20V/200V/600V	$\pm(1.2\%+5)$
AC Current	2A/20A/200A/400A	$\pm(1.5\%+5)$
Resistance	200 Ω /2k Ω /20k Ω /200k Ω /2M Ω /20M Ω	$\pm(1\%+2)$

Tabla 94. Características Técnicas del multímetro