



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**

**ARAGÓN**

**“METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN  
DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA  
EN UN LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

**P R E S E N T A:**

**LEONARDO VÁZQUEZ GUTIÉRREZ**

**ASESOR:**

**ING. ABEL VERDE CRUZ**



Nezahualcóyotl, Estado de México, 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mis padres, Rosa Icela Gutiérrez y Leonardo Vázquez, quienes me brindaron la oportunidad de desarrollar una educación digna, por todo su apoyo, pero sobre todo por inculcarme desde pequeño valores que han hecho de mi una mejor persona.

Este es sólo un pequeño fragmento de lo que he logrado gracias a su ejemplo de vida. Sé que el camino es largo pero estoy seguro y es gracias a ustedes que llevo conmigo lo necesario para hacer frente al futuro.

## **Agradecimientos**

Le agradezco a mi familia por todo el apoyo a lo largo de mi vida. Por motivarme a ser exitoso, a tomar con optimismo cada fracaso y por enseñarme a valorar el más pequeño detalle del día a día.

A mis amigos quienes han formado parte esencial de mi crecimiento académico y personal.

Agradezco a mis profesores por compartir de sus conocimientos, haber sido un aspecto fundamental en mi formación académica y haberme transmitido la importancia de pertenecer a la máxima casa de estudios.

A PEMEX Logística, por otorgarme material complementario y panorama para la realización del proyecto.

¡Gracias!, por todos sus consejos, ejemplos de vida y apoyo para nunca abandonar mis metas. Por ahora, no me queda más que seguir aprendiendo de nuevas experiencias, conocer a más personas y establecer nuevas metas y por supuesto hacer lo necesario para alcanzarlas, ya que eso es la enseñanza más grande que me llevo de la Universidad Nacional Autónoma de México.

*“Por mi raza hablará el espíritu”*

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	2
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
<b>Capítulo I: Generalidades de los Sistemas de Gestión de la Energía</b> .....	4
1.1 Antecedentes. ....	4
1.2 ¿Qué son los SGEN? .....	5
<b>Capítulo II: Análisis Situacional del Laboratorio L3 de la Facultad de Estudios Superiores campus Aragón</b> .....	7
2.1.1 Perfil y responsabilidades del personal. ....	8
2.1.2 Política Energética.....	9
2.1.3 Planificación Energética. ....	10
2.1.4 Implementación y Operación .....	13
2.1.5 Verificación .....	15
2.1.6 Revisión por la Dirección .....	16
2.1.7 Conclusión del Diagnostico Situacional. ....	18
<b>Capítulo III: Características Energéticas del Laboratorio</b> .....	19
3.1 Levantamiento Eléctrico .....	19
<b>Capítulo IV: Diseño e Implementación del SGEN</b> .....	28
4.1 Requisitos Generales .....	28
4.1.1 Gestión de Responsabilidades .....	29
4.1.2 Estructura Orgánica y Funcional.....	30
4.2 Política Energética .....	33
4.2.1 Alcances y Límites con el SGEN.....	34
4.3 Planeación Energética .....	34
4.3.1 Plan de Desarrollo de Actividades .....	36
4.4 Requisitos Legales y otros requerimientos.....	40
4.5 Revisión Energética .....	43
4.5.1 Análisis de Usos y Consumos de la energía. ....	44
4.6 Objetivos, Metas y Plan de Acción para la Gestión Energética.....	54
4.7 Competencia, Formación y Sensibilización.....	57
4.2 Comunicación .....	59
4.9 Documentación .....	60

4.10	Control Operacional .....	61
4.11	Diseño .....	61
4.12	Adquisición de Servicios Energéticos, Productos, Equipos y Energía ...	62
<b>Capítulo V:</b>	<b>Verificación del Sistema y Conclusiones .....</b>	<b>67</b>
5.1	Verificación.....	67
5.1.1	Seguimiento, Medición y Análisis .....	67
5.1.2	Evaluación de la Competencia de los Requisitos Legales y Otros Requerimientos.....	67
5.2.2	Auditoría interna del SGEEn .....	68
5.1.4	No conformidades, Corrección, Acciones Correctivas y Preventivas	68
5.2.2	Control de Registros .....	69
5.2	Revisión por la Dirección.....	69
5.2.1	Información de Entrada para la Revisión de la Gestión.....	69
5.2.2	Resultados de la Revisión por la Dirección .....	70
5.3	Conclusiones.....	70
<b>Definiciones</b>	.....	<b>71</b>
<b>Abreviaturas y Acrónimos</b>	.....	<b>73</b>
<b>Bibliografía</b>	.....	<b>74</b>

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento del sector energético hoy por hoy juega un papel fundamental para el desarrollo económico y social de un país, no hablemos solo de México, ya que a nivel mundial los motores que impulsan a la economía dependen servicios que se deriven ya sea en materia de transporte, gas, agua o electricidad. Por otro lado, la forma para que la generación de energía cubra la alta demanda de dichos servicios es a partir de la utilización de recursos no renovables, lo cual coloca al país lejos de una sustentabilidad energética.

El Gobierno mexicano ha implantado medidas para diversificar la forma de generar la energía y uso racional de la misma. Sin embargo, es necesario primeramente establecer un compromiso social que conlleve a un equilibrio con el uso de los recursos energéticos.

La Secretaría de Energía (SENER) junto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha lanzado una iniciativa que permita que las organizaciones establezcan metodologías que ayuden a identificar las oportunidades para mejorar la gestión corporativa y diseño de estrategias que contribuyan a la competitividad a partir de la eficiencia energética.

Pero, ¿Qué beneficio traería consigo el uso de estas estrategias?

En primera instancia se pretende incentivar a las organizaciones por contribuir con los programas de evaluación de la huella de carbono, adicionando la participación para desarrollar políticas públicas como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático y el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones. También se busca incentivar a las empresas por el reconocimiento internacional del Programa.

Viéndolo desde otro ángulo el mundo se mueve prácticamente por combustibles fósiles, en particular por el carbón, al ser el material más barato para generar energía, lo cual es una aportación importante para la emisión de gases de efecto invernadero, nocivos para la salud y conservación del medio ambiente. Es por eso que hasta que las fuentes renovables logren desplazar a las no renovables se debe de trabajar en un marco que nos permita dar paso a nuevas estrategias para el uso eficiente de energía.

## **JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto pretende demostrar que la metodología que establece la implementación de la Norma ISO 50001: 2011 es una herramienta que ayudará a la Facultad de Estudios Superiores a obtener un mayor control en el uso eficiente de la energía eléctrica, sirviéndonos como ejemplo el laboratorio L-3, ya que es la unidad con mayor demanda por la comunidad de alumnos pertenecientes a las carreras de ingeniería de dicha institución educativa.

La problemática radica en que actualmente no se tienen registros establecidos del servicio eléctrico referentes al consumo o demanda energética de esta unidad, lo cual sería una fuente de información confiable para futuros programas que contemplen la buena calidad de servicio, como lo son la resolución problemas puntuales tanto para los equipos eléctricos de laboratorio como para la propia instalación eléctrica.

Por otro lado, la finalidad que trae consigo la implementación de este sistema es conseguir, por medio de evaluaciones de consumo energético, beneficios para el desarrollo económico y competitividad, así como atribuir a la reducción de emisiones que afecten al cambio climático y salud pública. Por ello es indispensable fomentar al compromiso por realizar actividades orientadas al ahorro y uso eficiente de energía.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Llevar a cabo una metodología de diseño para la implantación de un sistema como estrategia de gestión enfocado al ahorro en consumo y uso eficiente de la energía eléctrica en el laboratorio L-3 de la Facultad de estudios Superiores Aragón.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar el consumo que aporta el laboratorio L-3 para la Facultad de Estudios Superiores Aragón por medio de un sistema de evaluación técnica.
- Identificar los indicadores energéticos dentro de la instalación.
- Realizar un análisis para determinar los indicadores de impacto ambiental respecto al consumo del laboratorio.
- Realizar un plan costo-beneficio referente al consumo energético.

## Capítulo I: Generalidades de los Sistemas de Gestión de la Energía.

---

### 1.1 Antecedentes.

Un tema de discusión, quizás el más controversial en las últimas décadas, ha sido el calentamiento global y los efectos que éste conlleva. Esto ocurre debido a dos principales factores, los cuales se derivan de procesos naturales y aquellos que se encuentran vinculados con la actividad humana.

Expertos en el tema han manifestado que el calentamiento global y los índices de gases de efecto invernadero son los más altos de la historia. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado. La influencia humana es evidente al tenor de las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, el forzamiento radiativo positivo y el calentamiento observado<sup>1</sup>

Sin embargo algunas organizaciones como lo es el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) se dio a la tarea de poner en marcha diversos proyectos los cuales tienen por objeto la divulgación del tema de contaminantes en invitan a la ciudadanía a afrontar el reto de tomar acciones que marquen la reducción de emisiones en un plan a largo plazo. Pero existen otras alternativas con efectos identificables a corto plazo, tal como lo es la reducción de los llamados contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), como el carbono negro, el metano, el ozono troposférico y muchos hidrofluorocarbonos (HFC's ). La vida útil de estos compuestos en la atmósfera es relativamente breve, entre unos días y unas pocas décadas, a diferencia del CO<sub>2</sub>, que permanece en la atmósfera durante siglos o miles de años. Y resultan peligrosos por sus efectos nocivos a la salud humana, la agricultura y los ecosistemas. Que estos contaminantes permanezcan poco tiempo en la atmósfera significa que su mitigación acarrea beneficios a corto plazo, lo que favorece especialmente a las regiones más vulnerables al cambio climático. Por ello la reducción de los CCVC representa una oportunidad que debemos aprovechar en la lucha contra los efectos de este desafío global.

---

<sup>1</sup> PCC, 2013: "Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América, p. 4.

México forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1992, la cual establece un marco de acción cuyo objetivo último es “Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.”<sup>2</sup>

Por otra parte se han implementado medidas de mitigación orientadas a la reducción de las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y la implementación de medidas de adaptación que permitan disminuir la vulnerabilidad de las comunidades humanas y los ecosistemas, representan las dos grandes alternativas de acción frente al cambio climático.

En base a estas medidas México ha fijado metas ambiciosas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) hacia 2020 y 2050. Después del sector transporte, el uso final de la energía en el sector industrial y de servicios es uno de los que presenta las mayores áreas de oportunidad para reducir dichas emisiones. Prácticas como el ahorro y uso eficiente de la energía pueden contribuir enormemente a alcanzar esas metas, especialmente en el caso de usuarios con un alto consumo de energía.

## 1.2 ¿Qué son los SGEEn?

Una herramienta utilizada en organizaciones para la optimización de recursos y reducción de costos son los llamados Sistemas de Gestión que en este caso irán dirigidos al sector Energético (SGEEn).

Para cumplir con este objetivo existe material de referencia, tal es el caso de la Norma Internacional ISO 50001: 2011 y su equivalente la Norma Mexicana NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, las cuales establecen un marco que integra el suministro, uso y consumo eficiente de la energía en organizaciones industriales, comerciales e institucionales, es decir, ayudan a una empresa a establecer procesos para mejorar la eficiencia energética. La aplicación debería reducir sus costes de energía, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y otros impactos ambientales.

La aplicación de la norma ISO 50001 permite la conformidad con el sistema de gestión de energía sostenible y demuestra que una empresa ha completado una línea base de consumo de energía, y se compromete con la mejora continua de la intensidad energética.

---

<sup>2</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático, 1992, Naciones Unidas

Los SGEN se basan en un modelo de mejora continua Planear/Hacer/Verificar/Actuar (PHVA). De tal forma se pueden establecer etapas para el desarrollo del sistema descritos en la siguiente figura:

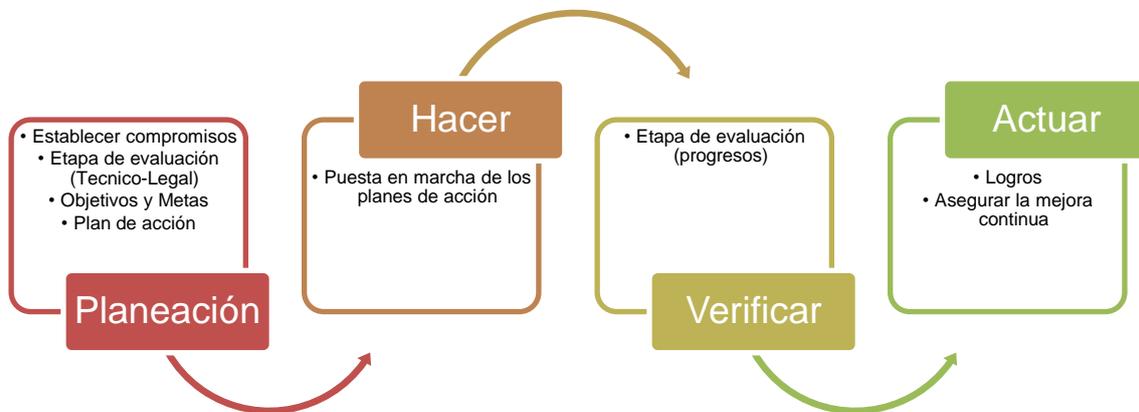


Figura 1 Etapas de un SGEN<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Conuee / GIZ : Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía, Ciudad de México., 19 agosto del 2014

## Capítulo II: Análisis Situacional del Laboratorio L3 de la Facultad de Estudios Superiores campus Aragón

A continuación se abrirá un breve panorama donde se pretende mostrar un análisis de la situación presente en el laboratorio L-3 como una Organización con fines académicos. Cabe aclarar que se realizó un estudio previo para efectuar dentro del siguiente escenario los requisitos necesarios para la implantación de la Norma.

### 2.1 Análisis diagnóstico de la Norma ISO 50001:2011

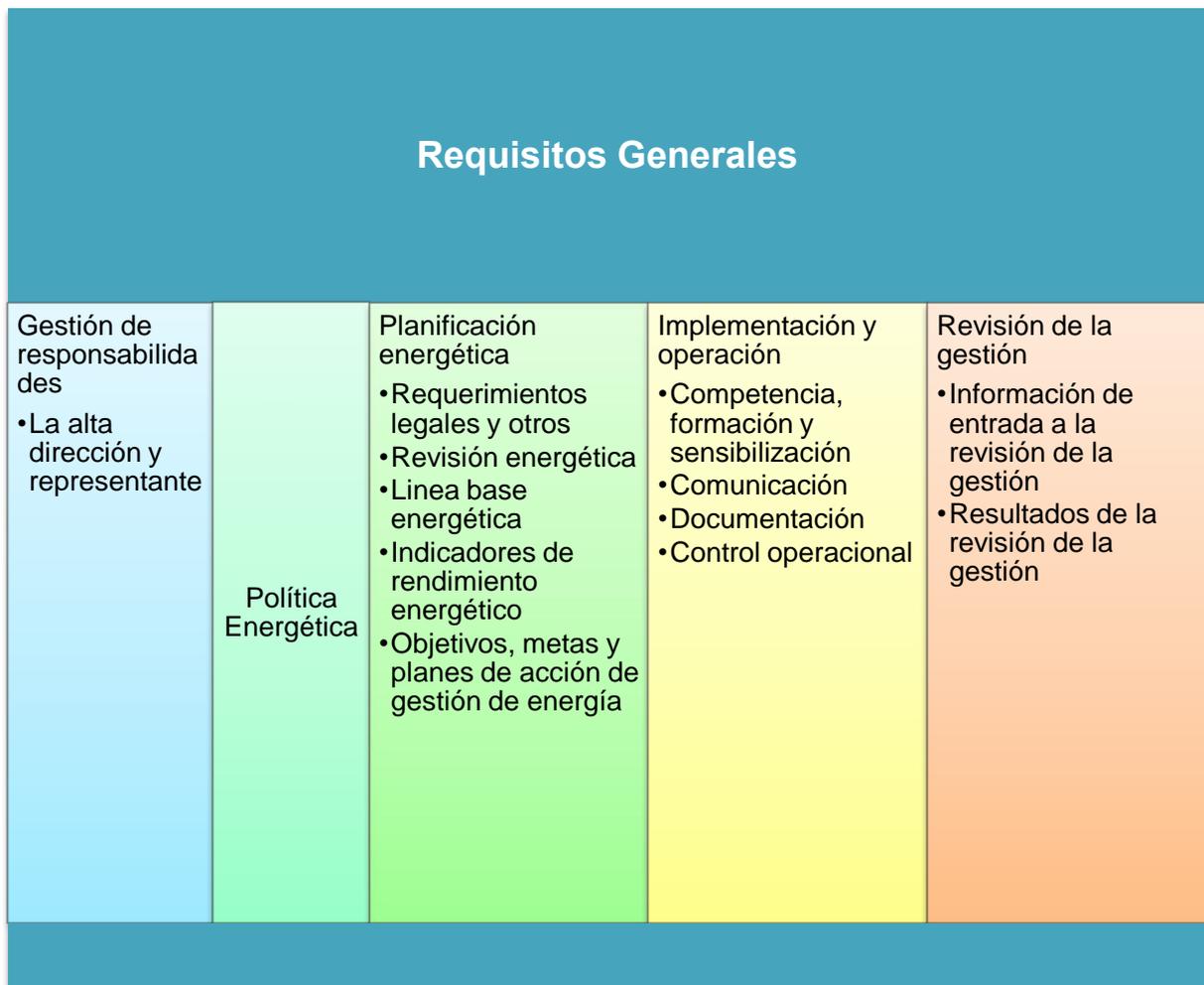


Figura 2 Requisitos Generales Norma ISO 50001:2011

## 2.1.1 Perfil y responsabilidades del personal.

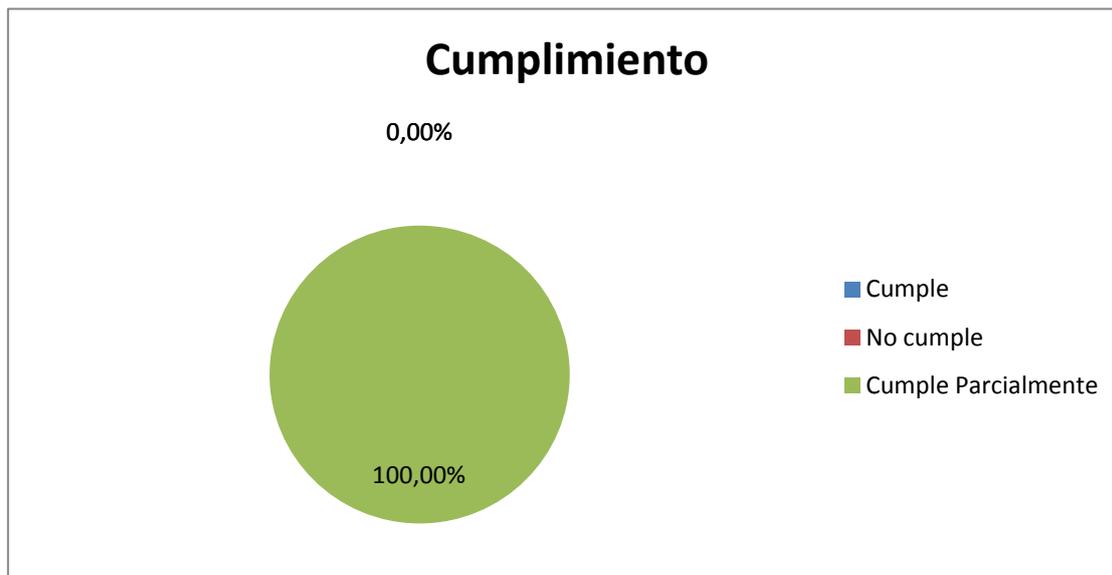
Actualmente el Laboratorio cuenta con una certificación por estar implementado un Sistema de Gestión de la Calidad referente a la Norma ISO 9001:2008, por lo tanto el personal se encuentra capacitado y cuenta con la experiencia necesaria para una futura implantación de un nuevo Sistema de Gestión.

El Laboratorio L-3 dispone de personal el cual conforma la Alta Dirección, así como de un representante y se encuentran ubicados en la jefatura administrativa en la planta baja del laboratorio, cada uno de ellos cumple con una Licenciatura y experiencia relacionada en áreas como: Gestión y Administración, Ingeniería Mecánica, Eléctrica-Electrónica, Sistemas o Industrial. Y actualmente laboran bajo dentro del ramo de Recursos humanos, Tecnología y Recursos Financieros.

Con lo anterior se hace el siguiente diagnostico:

**Tabla 1** Diagnostico Gestión de Responsabilidades

<b>Numerales</b>	<b>Cumple</b>	<b>Cumple Parcialmente</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Comentarios</b>
Requisitos del SGEN.				No aplica
4.1 Requisitos generales				No aplica
4.2 Gestión de Responsabilidades				No aplica
4.2.1 La Alta Dirección				Se cuenta con esta área pero enfocado al SGCaI
4.2.2 Representante Administrativo				Se cuenta con un representante del SGCaI.
<b>Total</b>	0	2	0	
Fuente: Norma ISO 50001:2011				



**Figura 3** Relación Porcentual Referente a la Gestión de Responsabilidades

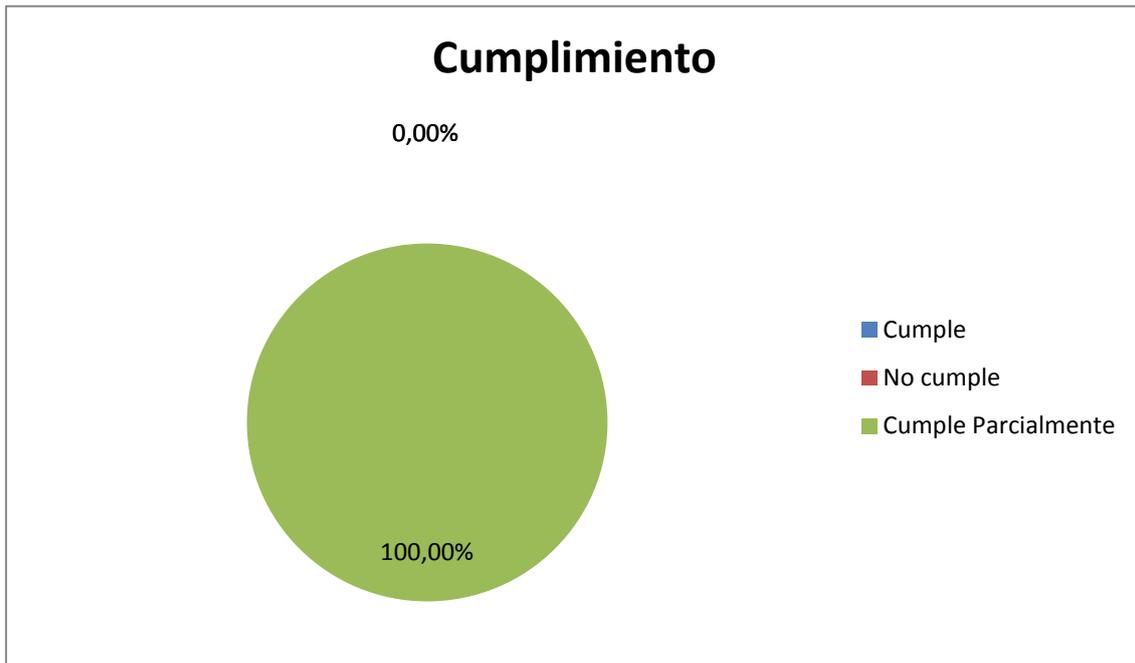
### 2.1.2 Política Energética.

La política energética debe establecer un compromiso por parte de la Alta Dirección del Sistema de Gestión de la Energía, mantener y hacer cumplir el marco normativo referente a la Norma ISO 50001:2011, así como realizar actividades de verificación que conlleven al cumplimiento de las metas y objetivos establecidos dentro del Laboratorio L-3. De igual forma se debe fomentar a la creación de una cultura organizacional orientada al uso eficiente de la energía.

Sin embargo, el laboratorio, al no contar con un compromiso para incorporar la gestión de la energía no se ha establecido la integración a la política interna actual, por ende los resultados diagnósticos son los siguientes:

**Tabla 2** Diagnostico Política Energética

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.3 Política Energética		✓		El Laboratorio aún no ha documentado programas ni servicios para el uso eficiente de la energía.
Total	0	1	0	
<b>Fuente: Norma ISO 50001:2011</b>				



**Figura 4** Relación Porcentual Referente a la Política energética

### 2.1.3 Planificación Energética.

Actualmente el laboratorio tiene implementado un sistema de mejora continua en el marco normativo del Sistema de Gestión de la Calidad, sin embargo, los planes de acción solo contemplan un presupuesto destinado al mantenimiento preventivo, correctivo y calibración de los mismos, ya sea por personal interno o por parte de terceros especialistas.

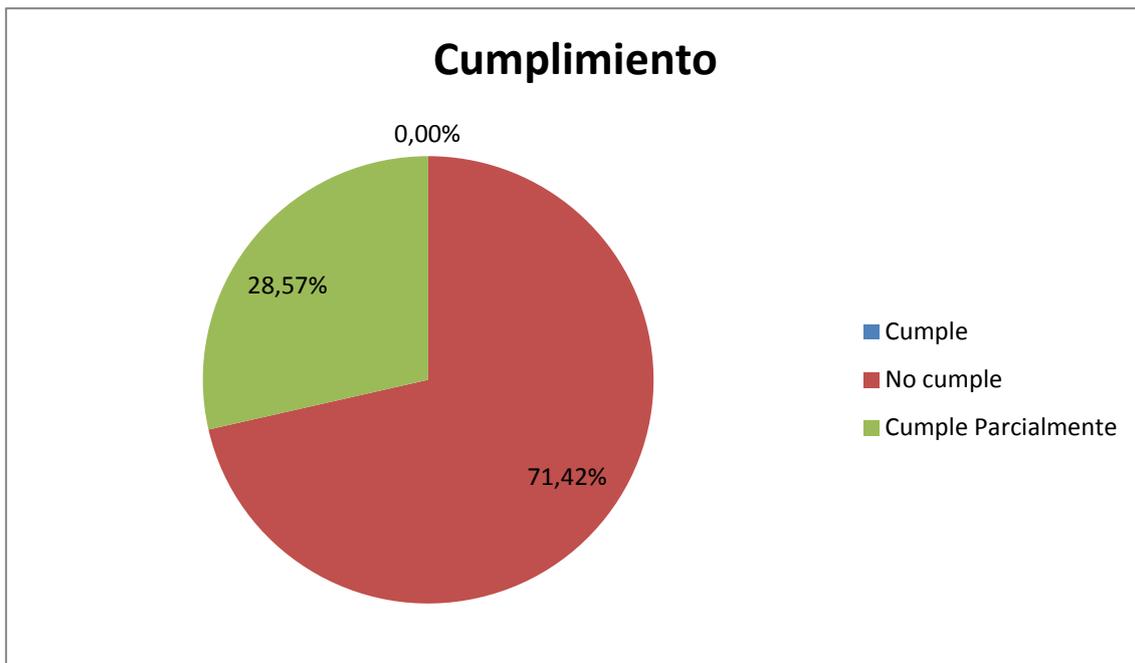
**Tabla 3** Diagnostico Planificación Energética

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.4 Planificación Energética				No aplica
4.4.1 Generalidades			✓	El laboratorio L-3 como organización no ha implementado ningún plan para el desarrollo de la UEE
Continuación de tabla				

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.4.2 Requisitos Legales y otros requerimientos			✓	No se han identificado el marco legal ni otro tipo de requisitos aplicables al laboratorio
4.4.3 Revisión Energética		✓		La FES Aragón consta de algunos proyectos de ahorro energético, sin embargo no se han implantado ni documentado por el momento
4.4.4 Línea base energética			✓	No se ha documentado una línea base del desempeño energético del L-3
4.4.5 Indicadores de desempeño energético		✓		Se tienen datos de muestreo, sin embargo pertenecen al estudio de algunos académicos con fines diferentes al SGEEn.

Continuación de tabla				
Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía			✓	No se han establecido objetivos ni metas para el desarrollo de un SGEN
Total	0	2	5	

**Fuente: Norma ISO 50001:2011**



**Figura 5** Relación Porcentual Referente a la Planificación Energética

## 2.1.4 Implementación y Operación

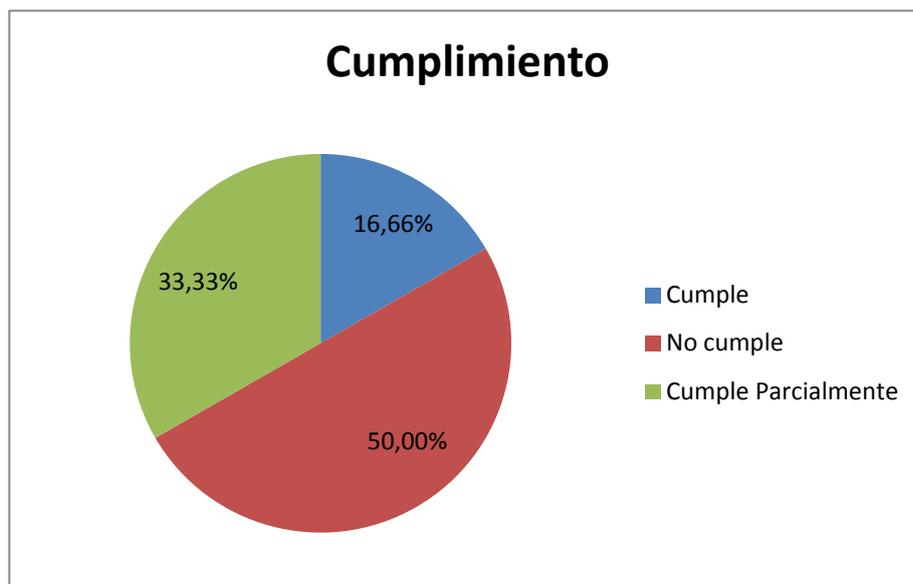
La organización por ser parte de una institución con fines académicos se cuenta con personal capacitado y actualmente laborando dentro de las instalaciones lo cual sería de mucha utilidad para abordar el SGE<sub>n</sub>, ya que los docentes son los encargados de supervisar las practicas realizadas como complemento a la parte teórica de las diversas asignaturas. Pueden servir de apoyo para cubrir algunos requerimientos como lo son los indicadores energéticos que arrojan algunas de las pruebas pertenecientes a las áreas de electricidad, electrónica, control, telecomunicaciones, medición e instrumentación.

**Tabla 4** Diagnostico Implementación y Operación

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.5 Implementación y operación				No aplica
4.5.1 Generalidades				No Aplica
4.5.2 Competencia, Formación y Toma de Conciencia		✓		El personal está capacitado para el desarrollo de un Sistema de Gestión y cuenta con conocimientos aplicables al sector energético
4.5.3 Comunicación		✓		Debido a que ya hay un SGC <sub>al</sub> aplicado, existen métodos y programas que se pueden adaptar al SGE <sub>n</sub>
4.5.4 Documentación			✓	No existe por el momento algún tipo de documentación que respalde al SGE <sub>n</sub>
Continuación de la tabla 4				

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.5.5 Control operacional	✓			Actualmente se aplican métodos para la mantener la eficiencia en los equipos en instalaciones.
4.5.6 Diseño			✓	No se ha establecido un plan de diseño para el UEE ni destinado un presupuesto para el mismo.
4.5.7 Adquisición de servicios energéticos, productos, equipos y energía			✓	No se ha destinado ningún presupuesto para la adquisición de nuevas tecnologías para el ahorro energético
Total	1	2	3	

Fuente: Norma ISO 50001:2011



**Figura 6** Relación Porcentual Referente a la Implementación y Operación

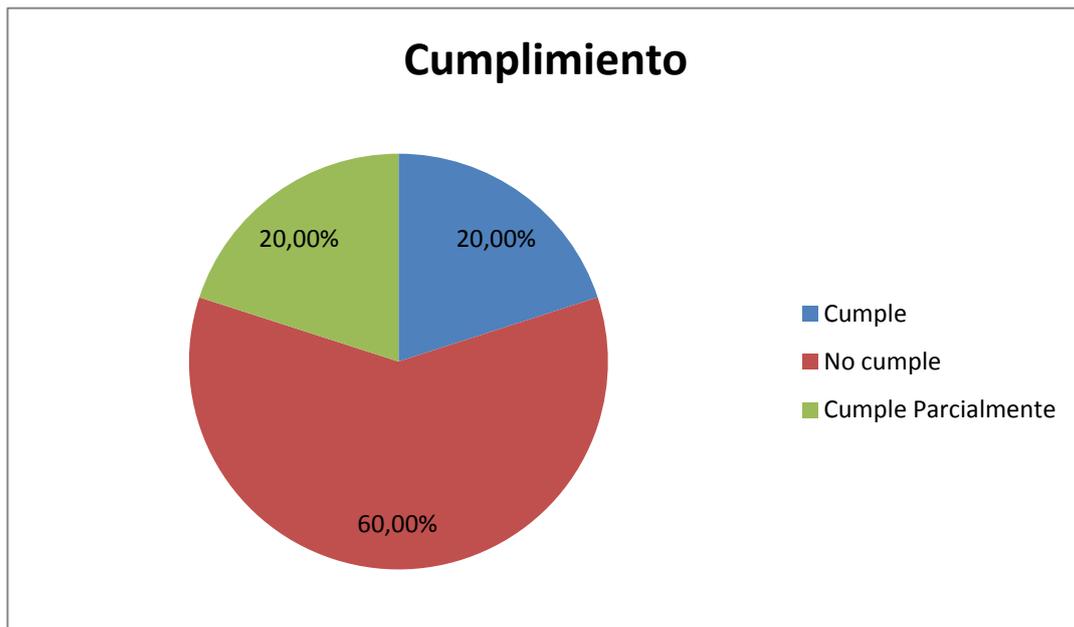
## 2.1.5 Verificación

Esta etapa se comprende por tener un control documentado de las actividades correspondientes a la mejora continua y buen desempeño de cualquier tipo de sistema implementado dentro de una organización, con ello se puede dar paso a una auditoría, recomendable por parte de terceros para evitar cualquier tipo de contacto y mal entendido con personal que labore en las instalaciones.

**Tabla 5** Diagnostico de la Verificación

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.6 Verificación				No aplica
4.6.1 Seguimiento, Medición y Análisis			✓	Como no se ha implementado el SGEEn, no se han aplicado este tipo de prácticas dirigidas al UEE
4.6.2 Evaluación de la competencia de los requisitos legales y otros requerimientos			✓	Al no estar implementado el sistema no se ha evaluado ningún requisito legal ni otro tipo de documentación
4.6.3 Auditoría interna del SGEEn			✓	Se tiene experiencia en auditorías internas, sin embargo no están enfocadas al sector energético
4.6.4 No conformidades, corrección, acciones correctivas y preventivas		✓		Se implementa documentación de acciones correctivas y preventivas
Continuación de tabla				

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.6.5 Control de registros	✓			Se tiene un control de registros para identificar índices en los equipos e instalación, sin embargo no están documentados dentro de un SGE
Total	1	1	3	
Fuente: Norma ISO 50001:2011				



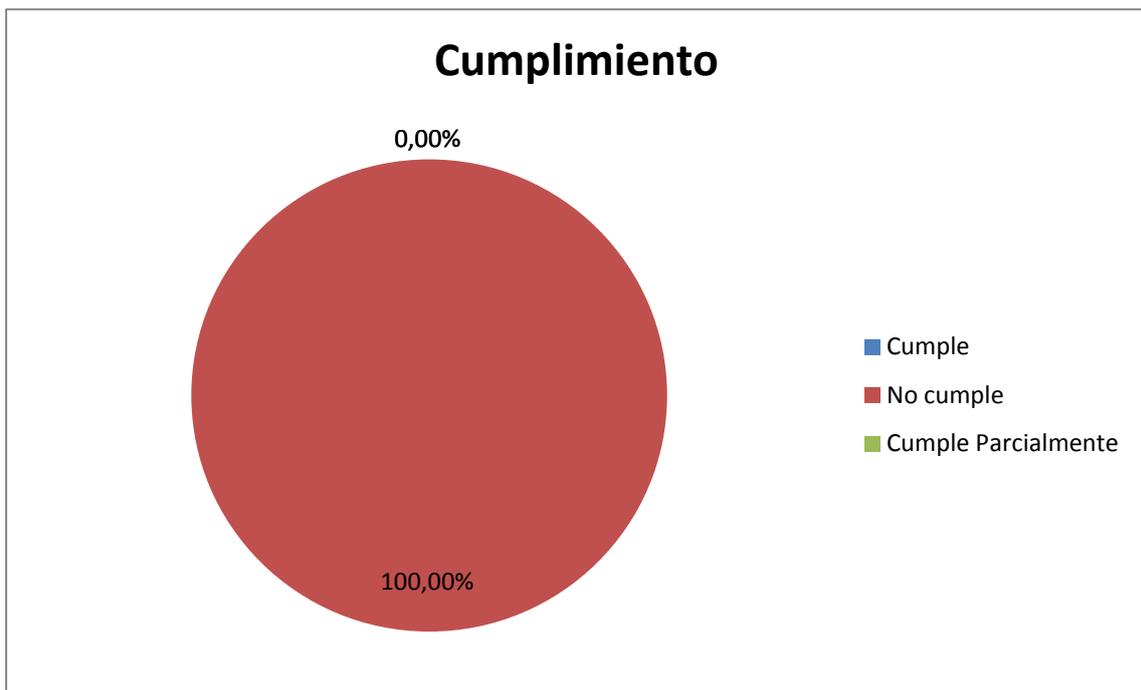
**Figura 7** Relación Porcentual Referente a la Etapa de Verificación

### 2.1.6 Revisión por la Dirección

Esta es la etapa final del Sistema de Gestión de la Energía, en el cual se ven reflejados los logros y aspectos fundamentales para el desarrollo de una mejora continua. Dado que no se ha aplicado ninguno de los requerimientos por el momento, no hay información por considerar en este proceso.

**Tabla 6** Diagnostico Revisión por la Dirección

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple	Comentarios
4.7 Revisión por la Dirección			✓	Al no estar implementado el SGE <sub>n</sub> , no hay datos o documentos que considerar.
Fuente: Norma ISO 50001:2011				



**Figura 8** Relación Porcentual Referente a la Revisión por Parte de la Dirección

## 2.1.7 Conclusión del Diagnostico Situacional.

Tabla 7 Diagnostico Inicial

Numerales	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple
4.2 Gestión de Responsabilidades	0	2	0
4.4 Política Energética	0	1	0
4.4 Planificación Energética	0	2	5
4.5 Implementación y operación	1	2	3
4.6 Verificación	1	1	3
4.7 Revisión por la Dirección	0	0	1
Total	2	8	12

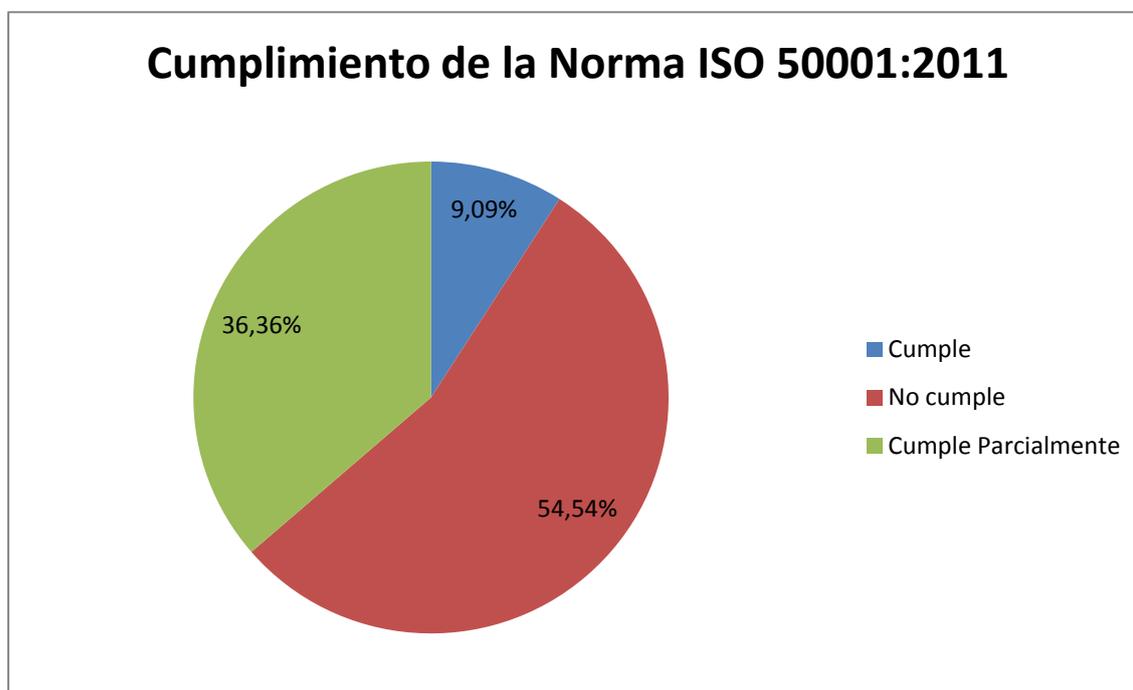


Figura 9 Grafico Porcentual del Diagnostico Inicial

Los datos arrojados por el presente análisis demuestra que el 9,09 % corresponde al cumplimiento de los requisitos referentes a la Norma ISO 50001:2011, así como que el 36,36% corresponde al cumplimiento parcial de dichos requisitos, es decir que gracias a que ya esta implementado otro tipo de SG, podrían ser adaptados o complementados para cubrir en su totalidad algunos puntos de la norma y el porcentaje restante correspondiente al 54,54% muestra los numerales de la norma en los que no se tiene ningún tipo de registro y se tendría que trabajar en su totalidad.

## Capítulo III: Características Energéticas del Laboratorio

### 3.1 Levantamiento Eléctrico

Para facilitar la ubicación de las diferentes áreas de trabajo, se dividió el laboratorio como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 8 Áreas de trabajo**

Laboratorio L-3 de la Facultad de Estudios Superiores Aragón	
Planta Baja	Pasillo principal y Vestíbulo
	Jefatura de laboratorio (Cubículo 1 y 2)
	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo / Laboratorio de Análisis de Circuitos
	Laboratorio de Maquinas eléctricas / Pasillo/OT
	Escalera/ Sanitarios
Primer Nivel	Pasillo Principal / Vestíbulo/ Salón L31016
	Almacén/ Salón L31010
	Laboratorio de Electrónica/Pasillo/OT
	Almacén/Laboratorios Medición e Inst./OT/Pasillo
	Escalera/Sanitarios
Segundo Nivel	Pasillo Principal//Grupo IDEA/Salón L32010
	Laboratorios de Control y Auto. / Pasillo/ Club de Mecatrónica/ OT/ Sala 3D
	Almacén 1 y 2/ OT/ Cubículo/Laboratorios de Telecomunicaciones/ Pasillo/ Taller Mecatrónica.

El laboratorio L-3 así como el resto de las instalaciones de la FESAr y a excepción del centro Tecnológico, Auditorio José Vasconcelos, Edificios del SUA y edificio A8 no cuentan con un medidor de registro eléctrico ya que son suministrados por la subestación ubicada a un costado del edificio de mantenimiento donde se encuentra la Superintendencia de Obras, marcado con el número 5 de la siguiente figura y tabla correspondiente:



Fuente: <http://www.aragon.unam.mx/campus/visita/>

**Tabla 9** Edificios FESAr

<b>Campus FESAr</b>	
Número	Lugar
1	Salón Usos Múltiples
2	Gimnasio
3	Pesas y Regaderas.
4	Adquisiciones
5	Inst. Académicas y Equipo Audiovisual
6	Centro de Cómputo.
7	Centro de Lenguas Extranjeras
8	Centro Tecnológico.
9	Biblioteca
10	Servicio Médico y Comedor
11	Módulo de Extensión Universitaria
12	Estacionamiento Techado.
13	Clínica Iztacala
14	Esculturas
15	Edificio de Gobierno
16	Torres de la Facultad
17	La Plaza del Estudiante

<b>Campus FESAr Continuación</b>	
Edificios	A-1, A-2, A-3- A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10, A-11, A-12
Laboratorios	L-1, L-2, L-3, L-4
Canchas	Basquetbol, Fútbol, Beisbol, Fútbol Rápido y Voleibol Playero

**Análisis de consumo:**

A continuación se mostrarán la información referente al levantamiento eléctrico realizado en las áreas mencionadas en la Tabla 7, esto para hacer el análisis correspondiente a la demanda energética del inmueble. Primeramente se muestra la tabla 9 con referencia a los generadores de la instalación eléctrica.

**Tabla 10** Generador Edificio L-3

<b>Planta Baja</b>			
Cantidad	Elemento	Carga (Watts)	Watts totales
23	 Policontacto aterrizado	324	7,452
16	 Contacto Sencillo	162	2,592
3	 Contacto Trifasico 220 v	5714,98	17,144.95
74	 Lampara Fluorecsente 3x32 W	96	6,393.6
4	 Lampara Fluorecsente 3x8 W	24	86,4

**Tabla 10** Continuación.

<b>Nivel 1</b>			
Cantidad	Elemento	Carga (Watts)	Watts totales
83	 Policontacto aterrizado	360	14,940
6	 Contacto Trifásico 220 v	5714,98	17,144.95
79	 Lámpara Fluorescente 3x32 W	96	6,652.8
4	 Lámpara Fluorescente 3x8 W	24	86,4
<b>Nivel 2</b>			
23	 Policontacto aterrizado	360	6,660
77	 Lámpara Fluorescente 3x32 W	96	6,652.8
4	Focos led	7	31.5

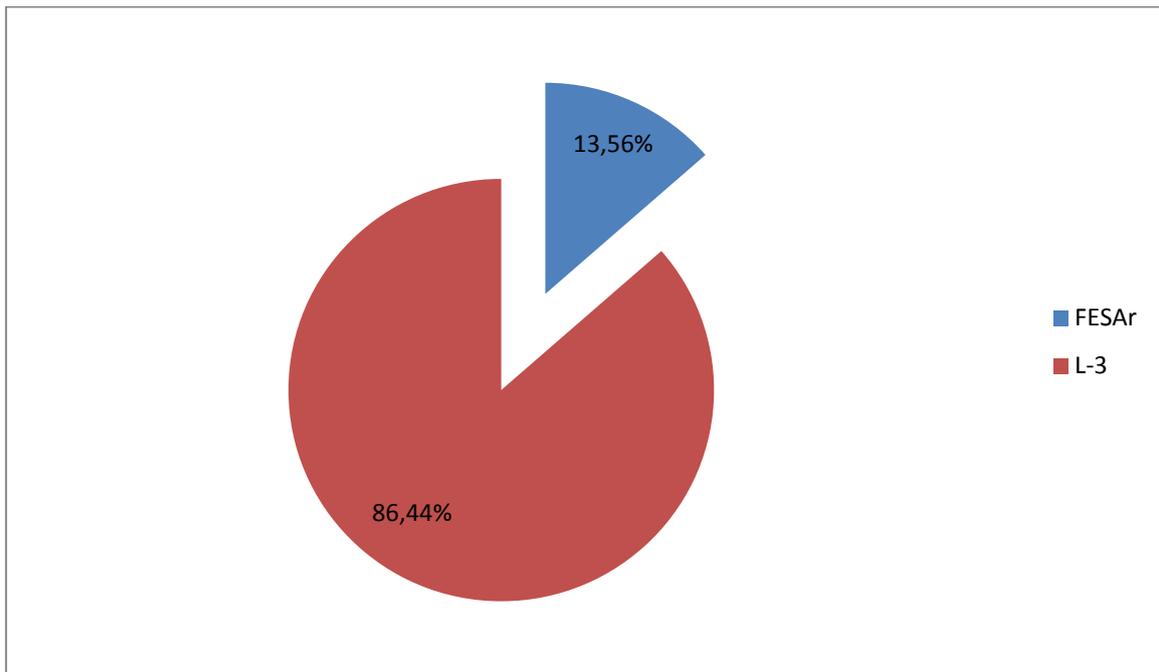
**Nota:** Para el cálculo de potencia de las salidas para contactos se cumplió con los requisitos expresados en la NOM-001-SEDE-2012, tal como se indica en Artículo 220-14(d).

Por lo tanto se tiene que:

$$\sum C. \text{ totales PB} + \sum C. \text{ totales Nivel1} + \sum C. \text{ totales Nivel2} = 102,854.84 W$$

Es decir: 102.86 Kw aprox.

Con base en el resultado anterior se tomó en consideración éste parámetro para calcular el porcentaje que ocupa el laboratorio L-3 con respecto a la carga solicitada a la CFE la cual consta de una demanda máxima de 760 Kw.



**Figura 10** Grafica Porcentual de consumo L3

Entonces se tiene que el laboratorio ocupa 13.56% de la demanda máxima de la FESAr, lo cual es un índice considerable para dar seguimiento y continuar con una etapa de planificación energética.

**Equipos de laboratorio:** el laboratorio en general muestra una diversidad de equipos utilizados por los alumnos y docentes, ya que son indispensables para la realización de prácticas complementarias a la teoría de algunas asignaturas y el uso de éstos varía considerando la exigencia del número de práctica en turno.

**Tabla 11** Equipos Electricidad

Área	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Carga (W)
Electricidad	Generador de Van de Graff	8	---	---	167,77
Electricidad	Osciloscopio 2 canales	3	Tektronix	TBS 1072B-EDU	27
Electricidad	Osciloscopio 2 canales	6	EZ	OS-5100RB	90
Electricidad	Fuente	3	Keithley	2231A	630
Electricidad	Fuente	9	SYSTRON DONNER	HHB20-2	207
Electricidad	Osciloscopio 2 canales	4	Agilent	54621A	90
Electricidad	Osciloscopio 2 canales	3	Tektronix	TBS 1072B-EDU	27
Electricidad	Osciloscopio 2 canales	8	EZ	OS-5100RB	90
Electricidad	Osciloscopio 2 canales	3	Tektronix	AFG 2021	54
Electricidad	Generador de Func.	6	PHILIPS	PM5108L	15,3
Electricidad	Generador de Func.	2	Tektronix	CFG 250	18
Electricidad	Transformador Neon	9	MR	---	324
Electricidad	PC	1	Lenovo	F0BX00DSLD	72

**Tabla 12** Equipos de Maquinas eléctricas

Área	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Carga (W)
Maquinas eléctricas	Motor Dinamómetro-Impulsión	1	Lab-Volt	8960-12	675
Maquinas eléctricas	Maquina Sincrona	2	Lab-Volt	EMS 8241	167,778
Maquinas eléctricas	Motor Impuls.-Repuls.	2	Lab-Volt	EMS 8255	167,778
Maquinas eléctricas	Motor Cap. de Marcha	2	Lab-Volt	EMS 8253	167,778
Maquinas eléctricas	Maquina con Rotor Dev.	2	Lab-Volt	EMS 8231	167,778
Maquinas eléctricas	Maquina de CD	1	Lab-Volt	EMS 8211	167,778
Maquinas eléctricas	Motor Universal	2	Lab-Volt	EMS 8254	167,778
Maquinas eléctricas	Modulo de Sinc.	2	Lab-Volt	EMS 8621	16,2
Maquinas eléctricas	Control de Vel. SCR	3	Lab-Volt	EMS 9011	270
Maquinas eléctricas	Motor Jaula de Ard.	2	Lab-Volt	EMS 8221	167,778
Maquinas eléctricas	Motor Cap. de Arranque	1	Lab-Volt	EMS 8251	167,778

**Tabla 13** Equipo Electrónica

Área	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Carga (W)
Electrónica	Gen. de Func.	27	Agilent	33220A	45
Electrónica	Osciloscopio 2 Canales	2	Agilent	DS-X 2012A	90
Electrónica	Osciloscopio 2 Canales	25	Agilent	54621A	90
Electrónica	Osciloscopio 4 Canales	4	HP	54602B	198
Electrónica	Fuente	25	Agilent	3632A	450
Electrónica	PC	1	Lenovo	F0BX00DSL D	72
Electrónica	PC	14	---	---	72
Electrónica	Proyector	1	INFOCUS	IN36 DLP	234

**Tabla 14** Equipo Instrumentación

Área	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Carga (W)
Instrumentación	PC	1	Lenovo	F0BX00DSL	72
Instrumentación	PC	19	---	---	112,5
Instrumentación	Osciloscopio 2 canales	5	Agilent	54621A	45
Instrumentación	Gen. de Func.	7	Agilent	33220A	45
Instrumentación	Puente Univ.	1	---	FT3462	36
Instrumentación	Fuente	9	Agilent	E3649A	297
Instrumentación	Sist. De Inst. Virt.	16	---	---	37,8

**Tabla 15** Equipo Control y Automatización

Área	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Carga (W)
Control y Automat.	PC	1	Lenovo	F0BX00DSL	72
Control y Automat.	PC	17	---	---	112,5
Control y Automat.	Osciloscopio	2	Agilent	64621A	90
Control y Automat.	Osciloscopio	1	EZ	OS-5100RB	90
Control y Automat.	Gen. de Func.	5	Agilent	33220A	45
Control y Automat.	Fuente	5	Agilent	E3649A	297
Control y Automat.	PLC	6	SIEMENS	LOGO 230RC	1,35

**Tabla 16** Equipo Telecomunicaciones

Área	Equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Carga (W)
Telecomunicaciones	Fuente	6	Agilent	E3649A	297
Telecomunicaciones	Fuente	2	Elettronica Veneta	PS1-PSU/EV	135
Telecomunicaciones	Modulo de Muest. Y Div. De Tiempo	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo de analiz. De Onda	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo de antenas	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo PCM	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo de Probabilidad de Error	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulador de Fracuancia	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo Amplificador de Audio	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo de Filtros	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo AM	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulación Delta	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo de Lineas de Mod.	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Modulo de Lineas de Mod.	1	TecQuipme nt	---	108
Telecomunicaciones	Gen. de Func.	6	Agilent	33220A	27
Telecomunicaciones	Osciloscopio	6	Agilent	54621A	90
Telecomunicaciones	Analiz. De Espec.	4	Agilent	E4411B	180

**Nota:** Todos los valores obtenidos de los equipos mostraron datos de placa expresados en Volt-Ampere (Maquinas eléctricas Aparente), Por lo que se aplico un Factor de Potencia establecido por 0,9.

Las tablas anteriores muestran la información de los datos de placa de los equipos disponibles en almacén. Sin embargo, para la realización del estudio de consumo se realizó un sondeo con algunos académicos que imparten laboratorio con el objeto de aproximarse al tiempo que estos equipos son utilizados por los alumnos así como la demanda establecida en los manuales de prácticas.

Con base en estos resultados se pretende plantear un panorama en el cual se adopte la práctica de uso racional de energía, ya que actualmente el personal involucrado no ha contemplado la implementación de este sistema, por ello en el siguiente capítulo se demostrarán las posibles ventajas económicas para la institución.

## Capítulo IV: Diseño e Implementación del SGen

### 4.1 Requisitos Generales

De acuerdo al análisis y recopilación de registros descritos en los capítulos anteriores se proseguirá con la implementación del sistema, con el propósito de concretar los esfuerzos y recursos de la organización.

La Norma ISO 50001 tiene como ventaja el poder ser incorporada a otro tipo de sistemas, como lo son:

- ISO 9001 (Sistemas de Gestión de la Calidad)
- ISO 14001 (Sistemas de Gestión Ambiental)
- ISO 22000 (Sistemas de Gestión sobre seguridad alimentaria)
- OHSAS 18001 (Sistemas de Gestión en materia de salud y seguridad en el trabajo)

Con base en lo anterior, el laboratorio L-3 consta de una certificación en el rol de Gestión de Calidad y podría facilitarse la integración del SGen en elementos comunes tales como:



**Figura 11** SGen bajo un enfoque integral

#### 4.1.1 Gestión de Responsabilidades

En este proceso se deberán efectuar algunos cambios debido a la integración del sistema, los cuales conllevan al personal que labora en el L-3 a un nuevo

compromiso que implique en primera instancia con una reflexión hacia la importancia del uso y eficiencia de la energía, costo de las pérdidas de energía, beneficios de la adquisición de nuevas tecnologías y rutas alternas.

#### 4.1.2 Estructura Orgánica y Funcional

En el laboratorio se cuenta con personal capacitado en el ámbito tanto eléctrico como electrónico, por ello se deberá impartir cultura organizacional que conste del los beneficios del trabajo en equipo, base para el aprovechamiento de las habilidades y desempeño del mismo. Por ello la estructura organizacional propuesta se establece en la siguiente figura y tabla:

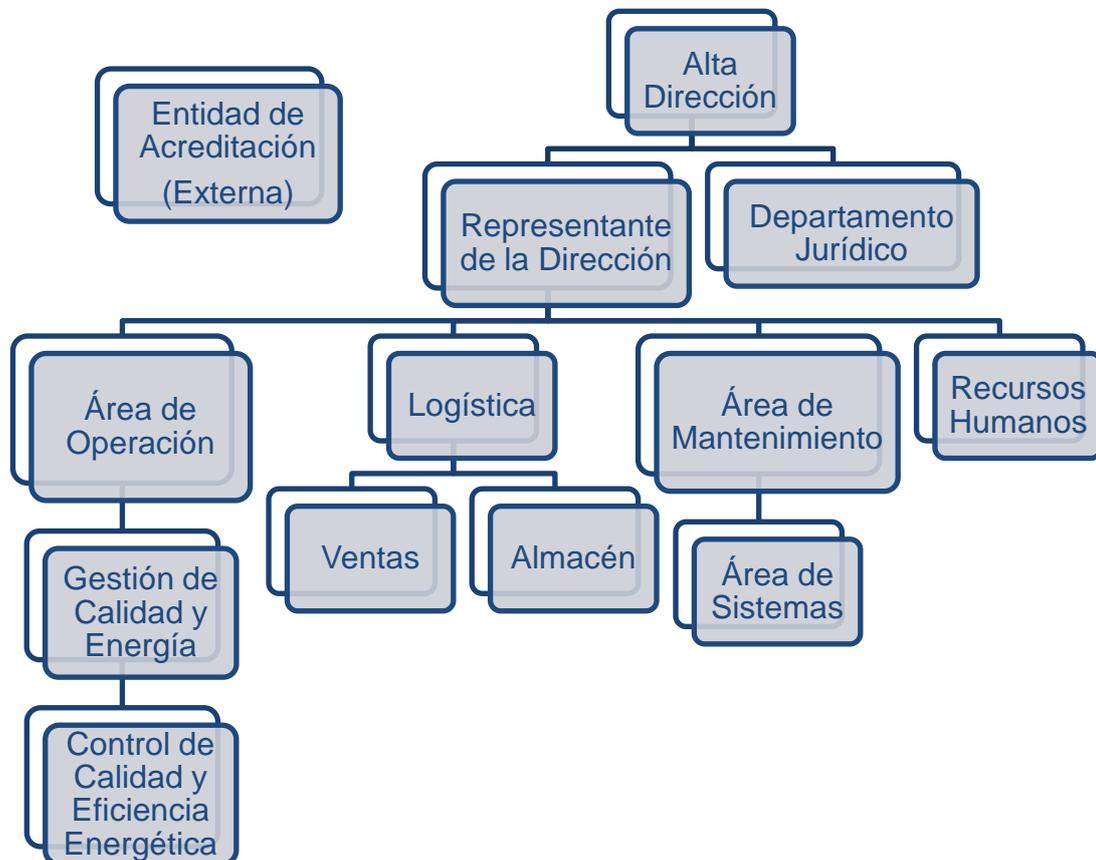


Figura 12 Propuesta de Organigrama L-3

Tabla 17 Responsabilidades del personal

Puesto	Perfil	Responsabilidades
--------	--------	-------------------

<p>La alta Dirección (Jefatura del laboratorio)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciatura en algún área relacionada con: Administración, Ingeniería Mecánica, Eléctrica-Electrónica, Sistemas, Industrial, Química.</li> <li>• Manejo de personal, recursos financieros y materiales.</li> <li>• Experiencia o capacitación en SGEN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir, establecer, implementar y mantener una política energética</li> <li>• Designar a representante (s) de la dirección y aprobar la formación de un equipo de gestión de la energía.             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar al SGEN</li> </ul> </li> </ul>
<p>Representante (s) de la Dirección</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciatura en algún área relacionada con: Administración, Ingeniería Mecánica, Eléctrica-Electrónica, Sistemas, Industrial, Química.</li> <li>• Experiencia en control de adquisición de servicios de mantenimiento, acreditación, auditorías internas y externas.</li> <li>• Conocimiento sobre la Norma ISO 50001</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar que el SGEN está establecido, implementado, mantenido y continuamente mejorado de acuerdo con la Norma Internacional ISO 5000: 2011</li> <li>• Identificar al personal, asignado por un nivel apropiado de la administración, para trabajar con el representante de la dirección en apoyo de las actividades de gestión de la energía</li> <li>• Informar a la alta dirección sobre el rendimiento energético y desempeño del SGEN</li> </ul>
<p>Continuación de la tabla 18</p>		
<p>Puesto</p>	<p>Perfil</p>	<p>Responsabilidades</p>

<p>Representante (s) de la Dirección</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar al personal, asignado por un nivel apropiado de la administración, para trabajar con el representante de la dirección en apoyo de las actividades de gestión de la energía</li> <li>• Informar a la alta dirección sobre el rendimiento energético y desempeño del SGEN</li> <li>• Definir, establecer e implementar planes o programas de auditorías</li> <li>• Asegurarse de que la planificación de las actividades de gestión de energía está diseñada para apoyar la política energética de la organización</li> <li>• Definir y comunicar las responsabilidades y competencias con el fin de facilitar la gestión eficaz de la energía</li> <li>• Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de los SGEN son eficaces (Manual de SGEN, Manual de Procedimientos técnicos y administrativos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir, establecer e implementar planes o programas de auditoría en el Laboratorio</li> <li>• Asegurarse de que la planificación de las</li> <li>• Garantizar que el SGEN está establecido, implementado, mantenido y continuamente mejorado de acuerdo con la Norma Internacional ISO 5000: 2011</li> </ul>
<p>Continuación de la tabla 18</p>		
<p>Puesto</p>	<p>Perfil</p>	<p>Responsabilidades</p>

<p>Comité Energético</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Licenciatura en algún área relacionada con: Administración, Ingeniería Mecánica, Eléctrica-Electrónica, Sistemas, Industrial, Química.</li><li>• Conocimiento sobre la Norma ISO 50001<ul style="list-style-type: none"><li>• Experiencia o capacitación en SGEN</li></ul></li><li>• Conocimientos para el manejo de equipos de medición e instrumentación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Llevar a cabo las actividades designadas por la alta dirección</li><li>• Elaboración de informes referentes al desempeño energético y del SGEN de acuerdo a área respectiva.</li></ul>
--------------------------	--	--

Cabe mencionar que el comité energético puede estar conformado por la alta dirección y representantes por tratarse de una de una organización pequeña, siempre y cuando no infrinjan o falten a alguno de los requerimientos que otorga la norma.

## 4.2 Política Energética

La Política que hasta el día de hoy forma parte del laboratorio L-3 hace referencia al compromiso que se tiene con la calidad y mejora continua en los servicios académicos que se ofrecen. La integración del SGEN, requiere hacer énfasis en las actividades de gestión en materia de eficiencia energética, a continuación se muestra una propuesta de adaptación a la política de calidad:

### Política de Calidad y Eficiencia Energética en el Laboratorio L-3.

El personal del Laboratorio L-3 en compromiso con los Sistemas de Gestión Energética y de Calidad, considera que el uso eficiente de la energía es fundamental para el control de recursos y cuidado del medio ambiente, lo cual es un reto permanente para la organización ya que entendemos por eficiencia energética a la reducción de la energía utilizada en nuestras actividades o

#### **4.2.1 Alcances y Límites con el SGEN**

Este proceso es esencial para establecer las situaciones en donde se aplicaran los planes de acción del SGEN, por ejemplo:

Alcances:

El laboratorio L-3 aplicará acciones correspondientes al desarrollo de la eficiencia y ahorro de la energía, tales como:

- Consumo de los equipos utilizados en las prácticas académicas
- Consumo de del sistema de iluminación
- Evaluación del consumo total de energía eléctrica

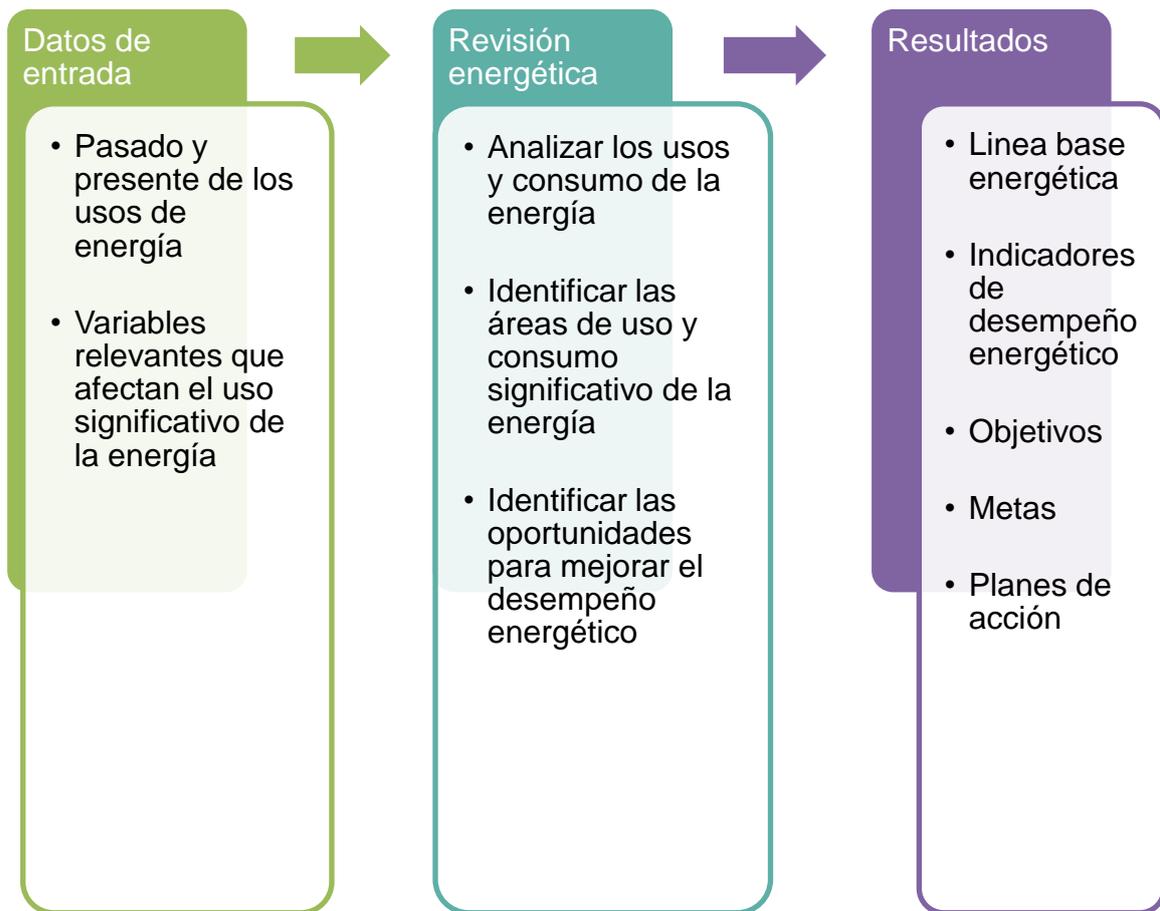
Límites:

Se tomarán datos de placa a los equipos e instrumentos de laboratorio que se usen con mayor frecuencia en las actividades correspondientes a los manuales de prácticas.

Fecha: XX/ XX/2016

#### **4.3 Planeación Energética**

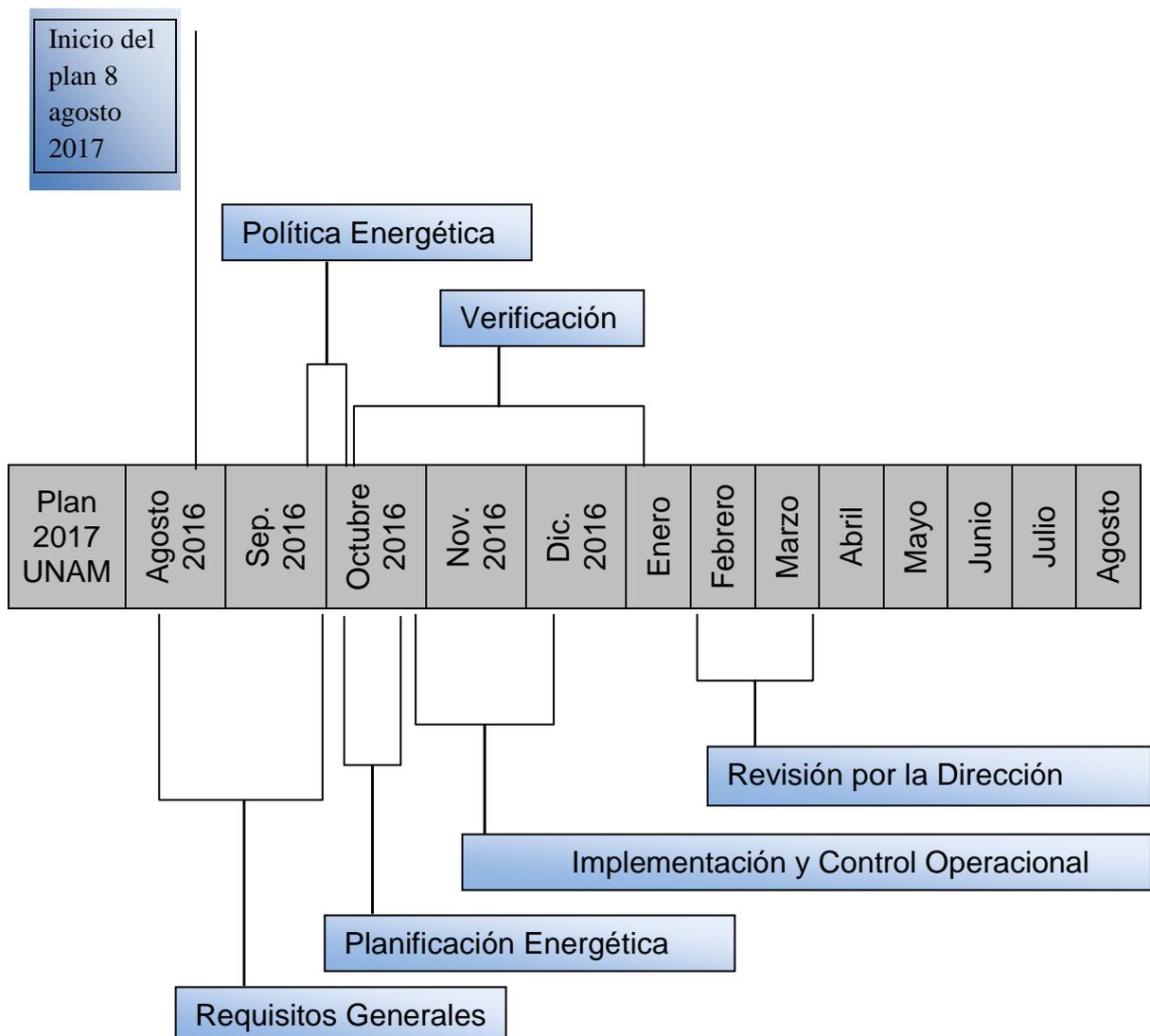
En esta etapa se desarrollará la base fundamental del proceso de gestión energética en el laboratorio L-3 de la FESAr, la cual consta de definir e identificar las labores requeridas y asignar las responsabilidades a los elementos de la organización, para ello se consideró la estructura mostrada en la siguiente figura:



**Fuente:** Norma ISO 50001

### 4.3.1 Plan de Desarrollo de Actividades

En esta etapa se deberá establecer el marco cronológico en el cual se llevaran a cabo los trabajos o actividades por parte del comité que implementará el sistema, por lo tanto recurriremos al plan a mediano plazo (anual) designado en las disposiciones de administración pública federal para la implementación del SGEN. Cabe mencionar que el plazo dependerá del cumplimiento del personal designado para tales tareas, Por ende el cronograma deja a disposición espacio en el calendario para posibles ajustes.



**Tabla 18** Plan de Desarrollo de Actividades para la Implementación del SGEN

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodo</b>	
Levantamiento de Cargas Eléctricas	Recopilación de datos y cargas energéticas en el laboratorio	Comité energético	08/08/2016	26/08/2016
Análisis Situacional respecto de la Norma ISO 50001	Estudio de antecedente a la implementación del SGEN	Comité energético	29/08/2016	23/09/2016
4.1 Requisitos Generales	Definir alcance y límites del SGEN	Alta Dirección	26/09/2016	30/09/2016
4.2.1 Alta Dirección	Designar un representante de la dirección	Alta Dirección	03/10/2016	07/10/2016
4.2.2 Representante de la Dirección	Establecer equipo del SGEN	Representante de la Dirección	03/10/2016	07/10/2016
4.3 Política energética	Definir una política energética, establecer compromiso, documentar y comunicar a todos los niveles de la organización	Alta Dirección/ Rep. de la Dirección/ Comité energético	10/10/2016	14/10/2016
4.4.1 Generalidades (Planif. energética)	Plan de desarrollo de actividades y cronograma	Todas las áreas de SGEN	17/10/2016	28/10/2016
4.4.2 Requisitos Legales y otros requerimientos	Identificar y evaluar requisitos legales y otros	Comité energético	17/10/2016	28/10/2016

**Tabla 18** Continuación.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodo</b>	
4.4.3 Revisión energética	Identificar, evaluar y documentar los usos y consumos de las fuentes de energía	Comité energético	17/10/2016	28/10/2016
4.4.4 Línea base energética	Establecer y documentar una línea base energética con base a los datos históricos de consumo y mediciones correspondientes	Comité energético	31/10/2016	10/11/2016
4.4.5 Indicadores de desempeño energético	Análisis, diagnóstico y documentación de datos energéticos	Comité energético	31/10/2016	11/11/2016
4.4.6 Objetivos, metas y planes de acción	Desarrollar y documentar un sistema de seguimiento, así como establecer objetivos y metas. Crear Planes de acción, designar funciones y destinar recursos	Todas las áreas de SGE	14/11/2016	25/11/2016
4.5.1 Generalidades (Imp. y operación )	Poner en práctica los planes de acción	Comité energético	28/11/2016	02/12/2016
4.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia	Establecer y documentar un marco para la formación y fortalecimiento de las capacidades de la organización	Comité energético	28/11/2016	09/12/2016

**Tabla 18** Continuación.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodo</b>	
4.5.3 Comunicación	Sensibilizar, motivar, establecer y documentar un plan de comunicación sobre la práctica del sistema	Comité energético	05/12/2016	09/12/2016
4.5.4 Documentación	Verificación, seguimiento y control de documentación con base a los requisitos	Comité energético	10/10/2016	21/10/2016
4.5.5 Control operacional	Identificar y documentar operaciones y actividades como medida de control	Comité energético	31/10/2016	11/11/2016
4.6.1 Seguimiento, Medición y Análisis (Verificación)	Verificar, documentar y controlar los avances en mediciones energéticas	Comité energético	31/10/2016	18/11/2016
4.6.2 Evaluación de la competencia de los requisitos legales y otros requerimientos	Documentar la evaluación de los requisitos legales	Comité energético	24/10/2016	28/10/2016
4.6.3 Auditoría interna del SGE <sub>n</sub>	Realizar documentación de las evaluaciones técnicas y cumplimiento de los procesos	Comité energético	23/01/2017	27/01/2017
4.6.4 No conformidades, corrección, acciones correctivas y preventivas	Documentar procesos de corrección y no conformidades	Comité energético	23/01/2017	27/01/2017

**Tabla 18** Continuación.

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodo</b>	
4.6.5 Control de registros	Documentación de control de actividades y trazabilidad de registros	Comité energético	24/10/2016	11/11/2016
4.7.1 Generalidades (Revisión por la Dirección)	Documentación y revisión de procesos y planes de acción para asegurar el cumplimiento normativo	Alta Dirección/ Per. Técnico/ Comité energético	30/01/2017	10/02/2017
4.7.2 Información entrada a la revisión de la gestión	Registros de material, documentos para la revisión inicial de la gestión	Alta Dirección/ Per. Técnico/ Comité energético	13/02/2017	17/20/17
4.7.2 Resultados de la revisión de la gestión	Toma de decisiones para cambios en la organización	Alta Dirección/ Per. Técnico/ Comité energético	13/02/2017	17/20/17
<b>Fuente:</b> Norma ISO 50001:2011				

Como se mencionó anteriormente, todas las actividades dependen de la forma en que el personal desarrolle el sistema. Por otro lado la CONUEE manifiesta que se debe de elaborar un reporte de evaluación de desempeño anual y uno trimestral, esta última modalidad será de forma virtual en la liga descrita por:

[www.conuee.gob.mx](http://www.conuee.gob.mx)

#### **4.4 Requisitos Legales y otros requerimientos**

Este punto se refiere al marco legal en que se trabajará en el desarrollo del sistema, éste puede incluir, por ejemplo, una regulación, ley o reglamento para la conservación de la energía. También dependerá del programa público al cual pertenezca o se inscriba el sistema, así como los ya establecidos por la ya presente gestión de calidad. En la siguiente tabla se darán a conocer las principales leyes, normas y reglamentos referentes al uso de la energía y cuidado del medio ambiente:

**Tabla 19** Requisitos Legales y otros requerimientos

Referencia	Artículo	Resumen	Medio de Seguimiento	Fecha
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	4 Párrafo 6	“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”	DOF	15-08-2016
	25	“Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.”	DOF	15-08-2016
	Transitorios Décimo Séptimo y Décimo Octavo	DECRETO por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía	DOF	15-08-2016

Continuación de la tabla 19				
Referencia	Articulo	Resumen	Medio de Seguimiento	Fecha
LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA	1	La presente Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.	DOF	24-12-2015
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE	1	La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable	DOF	09-01-2015
Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.	6	La Comisión podrá celebrar convenios de concertación con personas e instituciones para obtener la información que requiera, para coordinar acciones respecto de las materias previstas en la Ley y en este reglamento, así como para promover la participación de los sectores privado y social en la formulación y aplicación de medidas para el Aprovechamiento sustentable de la energía.	DOF	11 -09-2009

Continuación de la tabla 19				
Referencia	Artículo	Resumen	Medio de Seguimiento	Fecha
NOM-017-ENER/SCFI-2012, Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba.	---	Establecer los límites mínimos de eficacia para las lámparas fluorescentes compactas autobalastradas (LFCA), así como las especificaciones de seguridad al usuario..	DOF	09/01/2013

#### 4.5 Revisión Energética

A continuación se muestra, a manera de análisis, la recopilación de datos que corresponden a los usos y consumos de la energía en la organización.

Como se ha mencionado con anterioridad, el laboratorio L-3, como organización, no ha adoptado algún tipo de práctica dirigida a la implementación de un SGen, por lo tanto, no existe un acuerdo ni documentación presente que sirva como base de estudio de indicadores energéticos, por ende, todos los datos obtenidos servirán para cálculos de estimación y uso posterior en lo establecido por los requisitos de la norma.

#### 4.5.1 Análisis de Usos y Consumos de la energía.

Cabe mencionar, que la información recopilada pertenece al periodo de estudio (semestre 2017-1), ya que la organización no cuenta con una base de datos históricos propiamente del uso de la energía.

El propósito de esta fase es llevar a cabo un estudio correspondiente al desempeño energético que cubra con lo requerido en los puntos 4.4.4 y 4.4.5, referentes a la línea base e indicadores de desempeño energético (IDEn), de la norma ISO 50001, siendo así el primer paso para una futura implementación.

**Fuentes de energía:** primeramente, se detectaron en la organización 2 tipos de recursos, los cuales abastecen los servicios de agua y electricidad del inmueble. Sin embargo, el consumo de agua en el edificio no influye de forma considerable en el desarrollo de actividades del laboratorio, ya que éste es de uso exclusivo para sanitarios de profesores y área de limpieza, por lo que no se entrará en detalle.

Por otra parte, el consumo de energía eléctrica representa un indicador potencial en el desarrollo de actividades dentro de la instalación, y es por eso que se dispondrá de un estudio detallado.

Como se muestra en la Tabla 10, la planta baja del edificio se conforma por la Jefatura de laboratorios, laboratorio de electricidad, laboratorio de maquinas eléctricas y respectivamente una oficina técnica.

Para determinar el consumo por área se tomó en cuenta la lista de materiales y/o equipo solicitado en las prácticas, cabe mencionar que el equipo se encuentra dentro del inventario (Tabla 11 a 16), para el cálculo del tiempo se realizó un sondeo con algunos docentes que imparten la materia, las siguientes tablas muestran los datos obtenidos referentes al consumo de éste nivel:

##### **Nivel Planta Baja:**

**Tabla 20** Relación de Horarios de Laboratorio Planta Baja

<b>Materia</b>	<b>Grupos x Semana</b>	<b>Alumnos totales</b>
LAB ANALISIS DE CIRCUITOS ELECTRICOS	1	40
LAB ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	22	740
<b>Totales</b>	<b>23</b>	<b>780</b>

**Tabla 21** Consumo de Equipos para Electricidad y Magnetismo

Área	Cantidad x Practica	Equipo	Carga Nom. (W)	Horas de uso diario	Factor de Pot.
Oficina Técnica Electricidad	1	Grabadora	4	6	0,9
Análisis de Circuitos	6	Fuente	230	1	0,9
	6	Osciloscopio	100	1	0,9
	6	Gen de Func.	17	1	0,9
Electricidad y Magnetismo	6	Gen. De Van de Graff	85	0,5	0,9
	6	Fuente	230	1	0,9
	6	Osciloscopio	100	1	0,9
	6	Gen de Func.	17	1	0,9

De acuerdo a la relación de las tablas 20 y 21, los dos laboratorios pertenecientes al área de electricidad constan de 23 grupos, los cuales dispones de 2 horas para realizar las actividades requeridas en cada práctica (2 horas por práctica para todos los laboratorios dentro de la instalación), Sin embargo, estas asignaturas pertenecen al nivel de introducción, por lo tanto se realizan 5 prácticas por semestre, intercaladas por una clase teórica, siendo así 10 sesiones por semestre. En cuanto al equipo, las sesiones prácticas requieren de un uso aproximado de 30 minutos para el caso del generador de Van de Graff y 1 hora para el equipo restante.

El material en stock se limita a existencia, por lo tanto se opta por formar equipos conformados por 6 integrantes, los cuales tienen a su disposición un equipo tal sea el caso, a excepción de las prácticas que requieren de más de una fuente.

Para el cálculo de consumo:

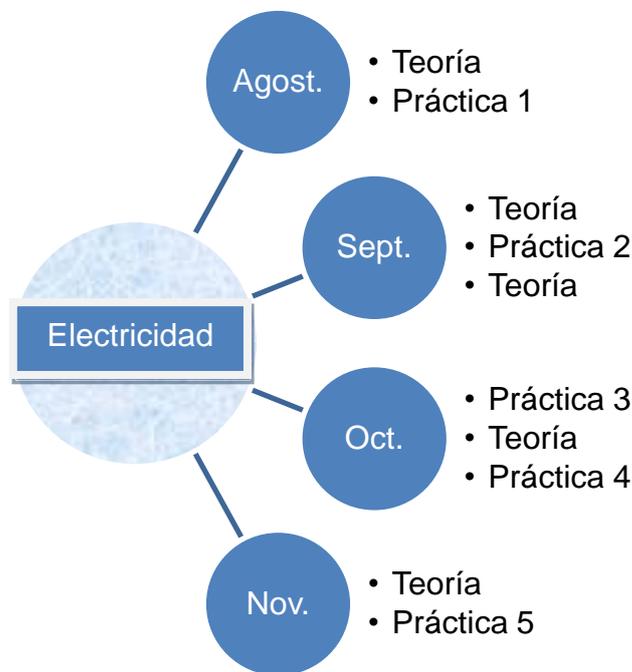
$$\frac{[(\text{Cantidad de equipos}) (\text{Watts nominales}) (0,9)(\text{horas de uso mensual})]}{1000}$$

$$= \text{Consumo} \frac{KW}{h}.$$

Con base en lo obtenido por parte de los registros del laboratorio de maquinas eléctricas, se tiene que las actividades se realizan con motores trifásicos de 187 Watts nominales aproximadamente en lapsos cortos, con un promedio de 30 minutos por clase, por lo tanto tenemos que:

$$\frac{[(Cantidad\ de\ equipos)\ (187\ Watts)\ (\cos\ 0,9)\ (\sqrt[2]{3})\ (horas\ de\ uso\ mensual)]}{1000} = Consumo\ \frac{KW}{h}.$$

Las horas de uso dependen directamente de los grupos totales por semana, para ello se realizó el siguiente procedimiento:



**Figura 13** Distribución Prácticas de Laboratorio

Este principio pertenece a una estimación Práctica-Mes, la cual consta de un promedio de 2 sesiones para el mes de agosto y noviembre y 3 para el mes de septiembre y octubre del periodo ordinario semestral.

De acuerdo a lo anterior tenemos que:

**Tabla 22** Consumo por Equipos Mensual Planta Baja

Nivel de Piso	Área	Mes	Consumo KW/h
Nivel PB	Jefatura	agosto	59,6
		septiembre	59,6
		octubre	59,6
		noviembre	59,6
	Maquinas eléctricas	agosto	8,74
		septiembre	13,12
		octubre	13,12
		noviembre	8,74
	Oficina Técnica	agosto	17,28
		septiembre	17,28
		octubre	17,28
		noviembre	17,28
	Electricidad	agosto	6,37
		septiembre	27,86
		octubre	71,22
		noviembre	29,8
Oficina Técnica	agosto	0,432	
	septiembre	0,432	
	octubre	0,432	
	noviembre	0,432	

**Nota:** el consumo referente a las oficinas técnicas se realizó bajo el siguiente criterio: 12 horas de consumo diario por cada mes en días hábiles (240 horas x mes).

**Nivel 1:** la planta corresponde a las áreas que imparten laboratorios de electrónica, medición e instrumentación. Se respetó la referencia mostrada en la Figura 5, con la excepción de que tanto en el nivel 1 como en el 2 se imparten asignaturas que ya incluyen 1 hora dedicada a la teoría dejando otra hora para realizar actividades requeridas por el manual de prácticas.

**Tabla 23** Relación de Horarios de Laboratorio Nivel de Planta 1

Materia	Grupos x Semana	Alumnos Totales
LAB AMPLIFICADORES ELECTRONICOS	4	60

LAB DISEÑO DE SISTEMAS DIGITALES	20	300
LAB DISEÑO LOGICO	14	210
LAB DISPOSITIVOS ELECTRONICOS	25	417
LAB ELECTRONICA APLICADA	1	15
LAB ELECTRONICA DE POTENCIA	8	120
LAB ELECTRONICA INDUSTRIAL	10	144
LAB MEDICION E INSTRUMENTACION	17	255
LAB INSTRUMENTACION DE PROCESOS INDUST.	1	15
<b>Totales</b>	<b>100</b>	<b>1536</b>

**Tabla 24** Consumo de Equipos para Electrónica, Medición e Instrumentación

Área	Cantidad de Equipos	Equipo	Carga Nom. (W)	Horas de uso x sesión	F.P.
Oficina Técnica Electrónica	2	PC	125	12	0,9
Amplificadores Electrónicos	4	Fuente	500	1	0,9
	4	Osciloscopio	100	1	0,9
	4	Gen. de Func.	500	1	0,9
Diseño Lógico	4	Fuente	500	1	0,9
	4	Osciloscopio	100	1	0,9
	4	Gen. de Func.	500	1	0,9
Disp. Electrónicos	4	Fuente	500	1	0,9
	4	Osciloscopio	100	1	0,9
	4	Gen. de Func.	500	1	0,9
Electrónica Aplicada	4	Fuente	500	1	0,9
	4	Osciloscopio	100	1	0,9
	4	Gen. de Func.	500	1	0,9
Electrónica de Potencia	4	Fuente	500	1	0,9
	4	Osciloscopio	100	1	0,9
	4	Gen. de Func.	500	1	0,9
Electrónica Industrial	4	Fuente	500	1	0,9
	4	Osciloscopio	220	1	0,9
	4	Gen. de Func.	500	1	0,9
Diseño de Sist. Digitales	16	PC	125	1	0,9
Inst. de Procesos Industriales	4	Fuente	500	1	0,9
	4	Osciloscopio	220	1	0,9
	4	Gen. de Func.	500	1	0,9

**Tabla 24** Continuación

Área	Cantidad de Equipos	Equipo	Carga Nom. (W)	Horas de uso x sesión	F.P.
Oficina Técnica Med. E Inst.	2	PC	125	12	0,9
Medición e Inst.	1	Puente Universal	40	1	0,9
	4	Fuente	330	1	0,9
	4	Gen. de Fun.	50	1	0,9
	4	Osciloscopio	50	1	0,9
	15	PC	125	1	0,9

El cupo promedio de los laboratorios es de 15 alumnos, formando así, 4 equipos de trabajo de 4 y 3 integrantes, con la disposición de 3 equipos (fuente, generador de funciones y osciloscopio), con un uso aproximado de 1 hora diaria por práctica en los grupos registrados en la tabla, por lo tanto:

**Tabla 25** Consumo Mensual por Equipo de Planta Nivel 1

Nivel de Piso	Área	Mes	Consumo KW/h
Nivel 1	Electrónica	agosto	1,160.92
		septiembre	1,741.39
		octubre	1,741.39
		noviembre	1,160.92
	Oficina Electrónica	agosto	27
		septiembre	27
		octubre	27
		noviembre	27
	Medición e Instrumentación	agosto	0
		septiembre	20,8
		octubre	23,25
		noviembre	114,75
	Oficina M. e I.	agosto	54
		septiembre	54
		octubre	54
		noviembre	54

Para calcular el consumo de los laboratorios pertenecientes a la asignatura de medición e instrumentación, se tomo referencia del manual de prácticas disponible en la página sugerida por los docentes: <http://chuviscar.angelfire.com/Metrologia.pdf>.

**Nivel 2:** esta planta corresponde a las áreas de control, automatización y telecomunicaciones, las actividades prácticas respetan el criterio de la sección anterior, dejando así, 10 sesiones divididas en 1 hora teórica y 1 de labor práctica:

**Tabla 26** Relación Horarios Laboratorios Control, Automatización y Telecomunicaciones

Materia	Grupos x Semana	Alumnos Totales
LAB COMUNICACIONES DIGITALES	9	130
LAB FILTRADO Y MODULACION	1	12
LAB MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADOR	7	158
LAB SISTEMAS DE COMUNICACIONES	3	45
LAB SISTEMAS DE CONTROL	6	90
<b>Totales</b>	<b>26</b>	<b>435</b>

**Tabla 27** Consumo de Equipo para Laboratorios de Control, Automatización y Telecomunicaciones

Área	Cantidad de Equipos	Equipo	Carga Nom(W)	Horas de uso x sesión	F.P.
Oficina Técnica Control	2	PC	125	12	0,9
Mecatrónica	4	PC	125	12	0,9
Sistemas de Control	6	PC	125	1	0,9
Oficina Técnica Telecom.	1	PC	125	12	0,9
Microproc. Y Microcont.	26	PC	125	1	0,9
Com. Digit.	4	Fuente	330	1	0,9
	4	Gen. de Func.	50	1	0,9
	4	Osciloscopio	100	1	0,9
	4	Analiiz. de Espect.	200	1	0,9

**Tabla 27** Continuación

Área	Cantidad de Equipos	Equipo	Carga Nom(W)	Horas de uso x sesión	F.P.
Filtrado y Mod.	4	Fuente	330	1	0,9
	4	Gen. de Func.	50	1	0,9
	4	Osciloscopio	100	1	0,9
	4	Analiiz. de Espect.	200	1	0,9
Sistemas de com.	1	Fuente	150	1	0,9
	1	Gen. de Func.	50	1	0,9
	1	Osciloscopio	100	1	0,9
	1	Modulo	120	1	0,9

**Tabla 28** Consumo Mensual por Equipo de Planta Nivel 2

Nivel de Piso	Área	Mes	Consumo KW/h
Nivel 2	Control	agosto	8,1
		septiembre	12,15
		octubre	12,15
		noviembre	8,1
	Oficina control	agosto	54
		septiembre	54
		octubre	54
		noviembre	54
	Mecatrónica	agosto	108
		septiembre	108
		octubre	108
		noviembre	108
	GPO IDEA	agosto	108
		septiembre	108
		octubre	108
		noviembre	108
	Telecom	agosto	89,73
		septiembre	141,66
		octubre	141,66
		noviembre	89,73
Oficina telecom	agosto	27	
	septiembre	27	
	octubre	27	
	noviembre	27	

Por lo tanto tenemos que:

**Tabla 29** Diagnostico Costo-Consumo

Mes	Consumo Total x mes KW/h	Costo Total x mes MXN
Agosto	1,729.18	\$1,309.4
Septiembre	2,412.29	\$2,021.05
Octubre	2,458.1	\$2,046.28
Noviembre	1,867.36	\$1,669.71
Indicadores		
Consumo Promedio Mensual	Costo Promedio Mensual MXN	Emisiones CO2 (Kg.) Promedio Mensual
2,116.73	\$ 1,761.36	952.52

Los resultados del diagnostico muestran el costo por consumo total de equipos en horarios de práctica dentro de los tres niveles de la instalación, para ello se consideró el costo por energía base de la tarifa H-M para industria de CFE que consta de:

Agosto: \$ 0.7569 MXN por KW/h

Septiembre: \$ 0.8380 MXN por KW/h

Octubre: \$ 0.8339 MXN por KW/h

Noviembre: \$ 0.8942 MXN por KW/h

Para el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> se respeto el Factor de 0.45 toneladas de CO<sub>2</sub> por MW/h<sup>4</sup>, publicado en la pagina del gobierno mexicano [www.gob.mx/](http://www.gob.mx/).

**Iluminación:** A continuación se desglosarán los resultados obtenidos por parte del sistema de alumbrado interno de la instalación. Cabe aclarar, que la información es procedente únicamente del periodo ordinario en que se cursan los laboratorios y no está considerado el periodo de exámenes finales ni intersemestral calendarizado ya que las actividades varían de acuerdo a la disposición de profesores y personal de cada área.

<sup>4</sup> SEMARNAT, Aviso para el Reporte Nacional de Emisiones, 2016

**Tabla 30 Consumo del Sistema de Alumbrado Interno**

Nivel	Cantidad	Tipo	Carga Nom(W)	Horas	F.P.	Consumo Mensual KW/h
Planta Baja	219	Lámpara Fluorescente 3x32	32	336	0,9	2,119.21
Escalera	3	Lámpara Fluorescente 3x32	32	336	0,9	29,03
Descanso Baño (H/M)	12	Lámpara Fluorescente 3x32	8	20	0,9	1,72
1	228	Lámpara Fluorescente 3x32	32	336	0,9	2,206.31
Escalera	3	Lámpara Fluorescente 3x32	32	336	0,9	29,03
Descanso Baño (H/M)	12	Lámpara Fluorescente 3x32	8	20	0,9	1,72
2	234	Lámpara Fluorescente 3x32	32	336	0,9	2,264.37
	5	Focos LED	7	336	0,9	10,58
Escalera	3	Lámpara Fluorescente 3x32	32	336	0,9	29,03

**Nota:** Para el cálculo de consumo, se consideró un uso promedio de 12 horas en pasillos, laboratorios y oficinas, en el caso de los sanitarios se estima un promedio de 1 hora por día durante los 4 meses calendarizados del periodo ordinario.

**Tabla 31 Diagnostico del Consumo Total del Sistema de Alumbrado**

Mes	Consumo KW/h	Costo	CO2
Agosto	6,691	5,064.41	3,010.95
Septiembre	6,691	5,607.05	3,010.95
Octubre	6,691	5,579.62	3,010.95
Noviembre	6,691	5,983.09	3,010.95
Indicadores			
Consumo Promedio Mensual (KW/h)	Costo Promedio Mensual (MXN)	Emisiones de CO2 (Kg.) Promedio Mensual	
6,691	\$5,558.54	3,010.95	

El consumo promedio mensual por parte del sistema de alumbrado apunta a ser casi 3 veces mayor al consumo promedio por parte de las cargas especiales, por lo tanto debe ser un indicador considerado para la mejora del desempeño energético.

#### **4.6 Objetivos, Metas y Plan de Acción para la Gestión Energética**

En el laboratorio L-3 se realizan diversas actividades enfocadas al servicio académico, por lo tanto es difícil implementar maniobras para mejorar el ahorro de energía eléctrica en horarios de práctica, sin embargo, los estudios preceden información significativa en el uso de luminarias, ya que aunque se consideró un horario de uso respecto al tiempo laboral, éste varía en ocasiones y depende de las condiciones de luz y desempeño de las labores propias de las prácticas académicas.

Como parte del procedimiento de implementación, se deben establecer objetivos y metas que apoyen a la baja de los índices de consumo y emisiones del sector eléctrico, teniendo un costo beneficio que ayude a solventar los gastos que contempla la implantación de mejoras, capacitación e integración de servicios.

La siguiente tabla muestra una matriz que contempla el objetivo y planes de acción a considerar para la mejora del desempeño energético, llevando consigo al cumplimiento de una meta en particular:

**Tabla 32 Plan de Acción para Mejora del Desempeño Energético**

<b>Objetivo</b>	Disminuir el consumo eléctrico del Laboratorio L-3 con el uso racional de equipos de cómputo e integración de nuevas tecnologías.		
<b>Plan de acción</b>	<b>Área responsable</b>	<b>IDEn</b>	<b>Documento</b>
Cambio de luminarias Fluorescentes a LED en edificio	Comité de Gestión Energética (Área de mantenimiento)	Consumo KW/h	Reporte de consumo
Suspender PC's en horarios de comida	Comité de Gestión Energética (Área de mantenimiento)	Consumo KW/h	Reporte de consumo
<b>Meta</b>	Disminuir en el consumo promedio mensual del Laboratorio en un 50%		

Considerando los aspectos anteriores, se realiza el siguiente diagnóstico:

**Tabla 33 Diagnóstico para el Plan de Acciones (Cargas Especiales)**

Mes	Consumo Total x mes KW/h	Costo Total x mes MXN
Agosto	1,667.3	\$1,261.97
Septiembre	2,350.41	\$1,969.64
Octubre	2,396.22	\$1,960
Noviembre	1,805.48	\$1,614.46
<b>Indicadores</b>		
Consumo Promedio Mensual	Costo Promedio Mensual MXN	Emisiones CO2 (Kg.) Promedio Mensual
2,054.85	\$ 1,701.51	924.68

**Tabla 34 Diagnóstico para el Plan de Acciones (Alumbrado)**

Mes	Consumo KW/h	Costo	CO2
Agosto	3,769.84	2,853.39	1,696.42
Septiembre	3,769.84	3,159.12	1,696.42
Octubre	3,769.84	3,143.66	1,696.42
Noviembre	3,769.84	3,370.99	1,696.42
Indicadores			
Consumo Promedio Mensual (KW/h)	Costo Promedio Mensual (MXN)	Emisiones de CO2 (Kg.) Promedio Mensual	
3,769.84	\$3,131.79	1,696.42	

Por lo tanto el ahorro en consumo se refleja considerando los siguientes valores:

**Tabla 35 Ahorro por Implementación del Plan de Acciones**

Promedio Mensual	Consumo KW/h	Costo	CO2
Cargas Especiales	2,116.73	\$ 1,761.36	952.52
Iluminación	6,691	\$5,558.54	3,010.95
Indicadores			
Consumo Total Promedio Mensual (KW/h)	Costo total Promedio Mensual (MXN)	Emisiones de CO2 (Kg.) Promedio Mensual	
4,403.86	\$3,659.95	1,981.73	
Implementando Plan de Acciones			
Promedio Mensual	Consumo KW/h	Costo	CO2
Cargas Especiales	2,054.85	\$ 1,701.51	924.68
Iluminación	3,769.84	\$3,131.79	1,696.42
Indicadores			
Consumo Total Promedio Mensual (KW/h)	Costo total Promedio Mensual (MXN)	Emisiones de CO2 (Kg.) Promedio Mensual	
2,912.34	\$2,416.65	1,310.55	
Ahorro			
1,491.52	\$1,243.3	671.18	

## 4.7 Competencia, Formación y Sensibilización

Esta etapa es considerada clave para designar las pautas administrativas en el desarrollo del sistema, ya que, el personal designado para la implantación del sistema debe de estar calificado para llevar a cabo las tareas pertenecientes a la estrategia de gestión.

Reiterando lo adscrito en la norma, el personal debe tener en claro la importancia de los procedimientos, requisitos y política de la organización, aunado a esto se deberá de estar consciente de los beneficios de la mejora del desempeño energético, así como las consecuencias por una desviación en los procedimientos. Claramente esto conlleva al compromiso de un cambio en la cultura organizacional.

Por otro lado, entendemos que la clave de la competencia se podría describir por cuatro factores:

- Educación
- Formación
- Experiencia
- Habilidades

Cada miembro del personal, deberá ser valorado para representar el nivel o área de asignación, por tal motivo se recurre a una herramienta utilizada por algunas empresas para determina o evaluar la formación de su personal, la matriz de competencias. A continuación se ejemplificará en la siguiente tabla:

**Tabla 36 Matriz de competencia**

Nivel/Área	Introducción a la Norma ISO 50001	Legislación energética	Control de Registros (IDEn's)	Manual de Procedimientos, Evaluaciones, Revisiones	Auditorías internas/externas	Objetivos, Metas, Planes de Acción	Mejora continua
Alta dirección	X			X		X	X
Representante de la Dirección	X		X	X	X	X	X
Departamento Jurídico		X		X	X		
Operación	X		X	X	X		
Logística				X	X	X	X
Mantenimiento	X		X	X	X		X
Recursos Humanos				X	X		

Para dar seguimiento a lo establecido en la norma, se deberá de contar con la documentación de las evaluaciones de competencia y formación, esto con el fin de adecuar las necesidades de la organización. Esta etapa se ve involucrada en el proceso de una mejora continua, que implicaría mantener actualizada la matriz de competencia, mostrando en sí el avance o evolución generado por parte del personal.

Para la capacitación del personal se deberá llevar a cabo un plan estratégico de acuerdo a las competencias profesionales de cada miembro del personal. Cabe destacar que existen diversas entidades con programas de capacitación y certificación ya sea en sistema presencial o en línea, pero para ello se deberá realizar una estructura de acuerdo al enfoque del cargo a realizar, por ejemplo:

**Alta Dirección:** Es importante para la organización promover la importancia que tiene la implementación del SEGen y es aquí donde se debe contar con personal capacitado para la implementación de estrategias con un enfoque a la gestión del desempeño energético, mejora continua del sistema, así como de inducir al personal de las diferentes áreas a un cambio en la cultura organizacional para el desarrollo de la eficiencia energética e impactos en la economía como en el ambiente.

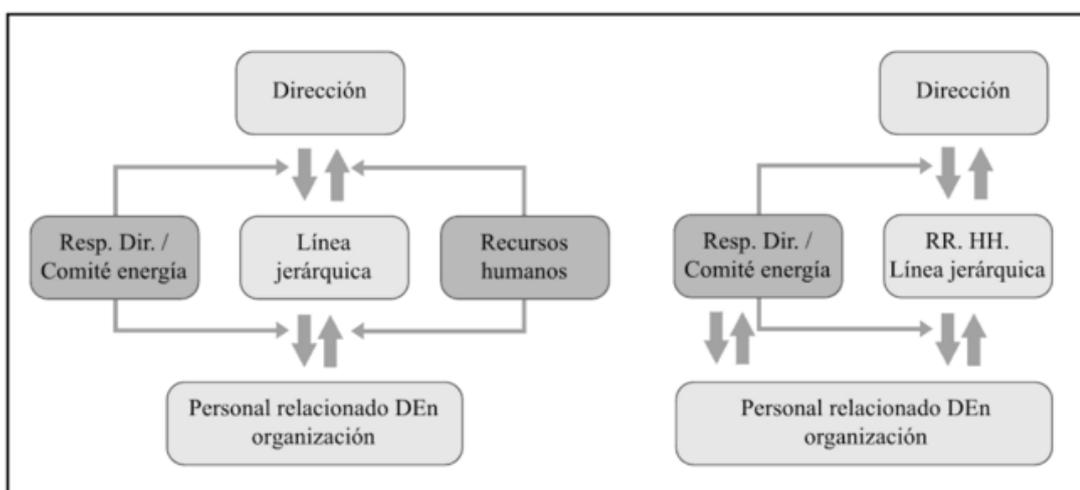
**Representante de la Dirección:** Se refiere al personal con capacidad de coordinar las actividades relacionadas al SGen a través de la Alta Dirección, así como coordinar, administrar y dar seguimiento a la implantación del sistema. Será necesario adaptar o reestructurar alguno de los documentos internos existentes en el laboratorio, por lo tanto, el personal correspondiente a este nivel de la organización debe ser capaz de elaborar el Manual de Calidad y Gestión energética, Manual de procedimientos generales, instructivos técnicos, formatos técnicos y listas maestras de documentos.

**Comité energético:** Es aquí donde se deberán realizar actividades correspondientes a la aplicación de los procedimientos, control de información, verificación del cumplimiento de la Norma ISO 50001:2011, seguimiento al plan de mejora continua, adquisición de servicios y equipos, así como de mantener las condiciones óptimas para la operación del laboratorio, equipos e instrumentos.

Se pueden derivar áreas como es el caso del área de mantenimiento, donde se requiera de personal técnico capacitado para la realización de actividades orientadas a la mejora del desempeño energético.

## 4.2 Comunicación

Este requisito contempla la fase en la cual la organización deberá establecer y documentar el procedimiento mediante el cual se desarrolla el flujo de información relacionada con la gestión y desempeño energético. No existe un mecanismo establecido por el cual se tenga que realizar esta fase de la norma, por lo que es pertinente alinear los aspectos relacionados con el sistema de gestión de la energía con los ya establecidos dentro del laboratorio. La siguiente figura muestra un ejemplo del proceso de flujo de comunicación interna de una organización



**Figura 14 Ejemplos de Flujo de Comunicación Interna del SGen<sup>5</sup>**

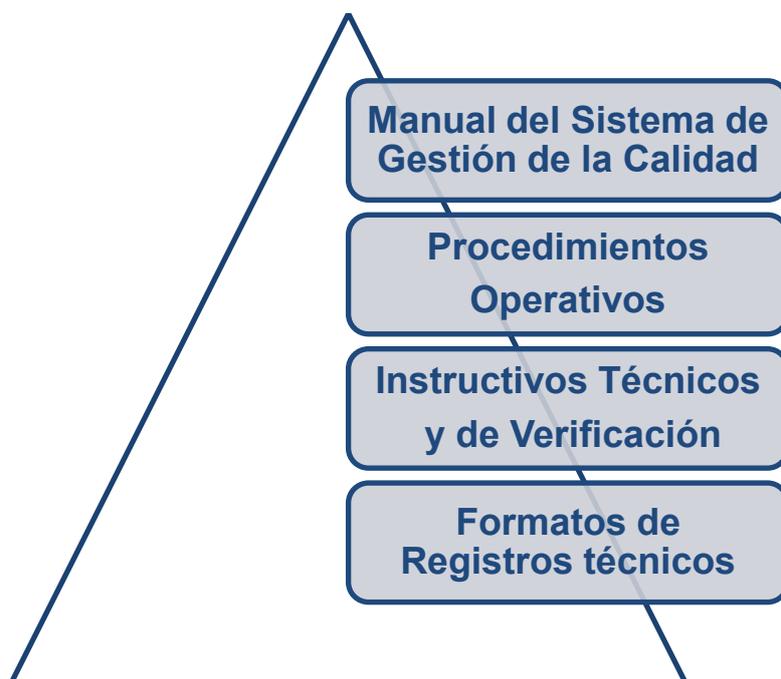
Como sugerencia al plan de mejora continua del laboratorio se debe adicionar un sistema de sugerencias y/o comentarios, los cuales den paso a la participación de los trabajadores, siendo así una forma de colaboración para el desarrollo y mejora de las actividades o procedimientos referentes al SGen.

<sup>5</sup> Alfonso Aranda Usón, Francisco Barrio Moreno, María Pilar García León, Eduardo Alcalde Germán. (2014). SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA ISO 50001. Zaragoza, España: Prensas de la Universidad de Zaragoza.

## 4.9 Documentación

En esta fase corresponde al proceso de evidenciar las actividades propias del proceso de implementación y mejora del SGEEn. Por otra parte dicha documentación debe estar establecida dentro de un marco reglamentario, propios de la organización, para la elaboración de los mismos.

En seguimiento del sistema de gestión de calidad implementado hoy en día, se considera la siguiente estructura documental de la organización:



**Figura 15 Estructura Documental**

**Manual del Sistema de Gestión de la Calidad:** documento que establece la estructura referente a los requisitos generales y política de la organización en cumplimiento a la Norma Mexicana NMX-CC-9001-IMNC-2008 y en caso de una futura implementación se deberán de realizar trabajos correspondientes a la integración del cumplimiento de los requisitos de la Norma Mexicana NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011.

**Procedimientos Operativos:** se establecen los criterios fundamentales para la implantación de las actividades correspondientes a las áreas del SGEEn.

**Instructivos técnicos y de verificación:** toda clase de actividad realizada por parte del personal encargado de la recopilación de datos de desempeño energético deberá pertenecer a un método acreditado y deberá formar parte del manual de gestión energética y de calidad.

**Formatos de registros técnicos:** se refiere a al formato mediante el cual el laboratorio registrará la información tanto interna como externa perteneciente a los sistemas de gestión.

Esta documentación deberá ser coordinada y controlada por los representantes de la alta dirección en seguimiento de la implementación y mejora del sistema.

#### **4.10 Control Operacional**

Como parte de las actividades realizadas en el laboratorio, se encuentra presente el control en materia de mantenimiento y administración de equipos, dicho anteriormente, la organización cuenta con personal capacitado para la operación de los mismos, por lo tanto, el SGEEn podría ser integrado a la documentación existente.

Aunque, parte del contenido de este texto, fue realizado por trabajos de campo, el laboratorio cuenta con una base de datos referente a:

- Procedimientos para mantenimiento y calibración de equipos
- Registros de incidentes y fallas en los equipos
- Inventario de equipos
- Levantamiento eléctrico (iluminación)

De igual forma, el laboratorio cuenta con la colaboración de un área especializada en adquisición de servicios, mantenimiento por parte de terceros, así como la colaboración del área de proyectos internos y externos.

#### **4.11 Diseño**

En el numeral 4.5.6 de la Norma ISO 50001 se hace referencia al diseño, englobando así a todo aquello que se refiera a las actividades y equipos involucrados en el desempeño energético. Esto involucra cambios en la mejora del desempeño energético, ya sea directamente en equipos, instalaciones o en algún proceso que afecte al desempeño de la energía.

Para esta etapa de implementación, la norma no exige una documentación procedente del diseño, sin embargo, es un punto a considerar para la adquisición de nuevos servicios ó mejora de algún proceso en la gestión.

En la etapa de Revisión Energética se dio a conocer información relevante en cuanto a consumo de equipo e iluminación, por lo tanto, es en esta etapa en donde la toma de decisiones para mejorar la eficiencia energética del laboratorio se vuelve de suma importancia para la creación de nuevas estrategias.

Anteriormente se dedujo una estrategia que cubría el objetivo de mejorar el desempeño energético mediante planes de acción que corresponden al uso racional de equipo de oficina y adquisición de nuevas tecnologías en cuanto a alumbrado, en el siguiente numeral se entrará en detalle de dicha estrategia.

#### **4.12 Adquisición de Servicios Energéticos, Productos, Equipos y Energía**

En el numeral 4.6 del presente listado se presentaron dos medidas de acción con el objeto de reducir el consumo eléctrico en el laboratorio a un plazo corto, sin embargo, la intención es obtener los recursos necesarios para una posible implantación del sistema, por ello se desglosará a continuación un plan de mejora para la adquisición de nuevas tecnologías.

El laboratorio cuenta con un sistema integrado por 230 lámparas de 3 tubos tipo T8 120 cm. de 32 watts c/u, sin incluir las 8 lámparas provenientes del área de sanitarios, la estrategia de mejora consta de una inversión de \$55,200.00 MXN para el cambio total de luminarias dentro del inmueble, referenciado al siguiente estudio de mercado:



**Figura 16** Base G13 Lámpara 3x32W

**Tabla 37 Estudio de Mercado Tubo LED**

	Descripción	Costo x unidad (mayoreo)	Costo total por reemplazo
	Tubo LED Tipo T8 G13 18W 1.20 MTS 127V LUZ BLANCA FRIA 6,500°K	\$ 70 MXN (Mejor oferta en <a href="http://www.mercadolibre.com.mx">www.mercadolibre.com.mx</a> )	\$48,300
Costo por consumo mensual actual \$/KW/h	Ahorro por nueva adquisición	Recuperación de Inversión	
\$5,558.54	\$2,426.75 MXN	3.5 años	

**Aspectos a considerar:**

**Balastro.**

Para elevar la temperatura del gas en el encendido se utiliza el balastro, que produce una chispa en su interior que hace que se eleve la temperatura. Por lo tanto se deberá realizar la mano de obra pertinente para efectuar los cambios, para ello se tendrá que desenergizar el dispositivo (balastro) y conectar directamente a la lámpara LED.

Costo por mano de obra: \$ **52,900.00 MXN** aprox. (Fuente: <http://www.data.obras.cdmx.gob.mx/>)

Los siguientes diagramas, muestran las áreas donde implicaría el cambio:

NÚMERO	SECCIÓN
1	JEFATURA
2	JEFATURA
3	LAB. ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
4	OFICINA TÉCNICA
5	PASILLO
6	ALMACÉN
7	LAB. ANALISIS DE CIRCUITOS
8	OFICINA TÉCNICA

**PLANTA BAJA**

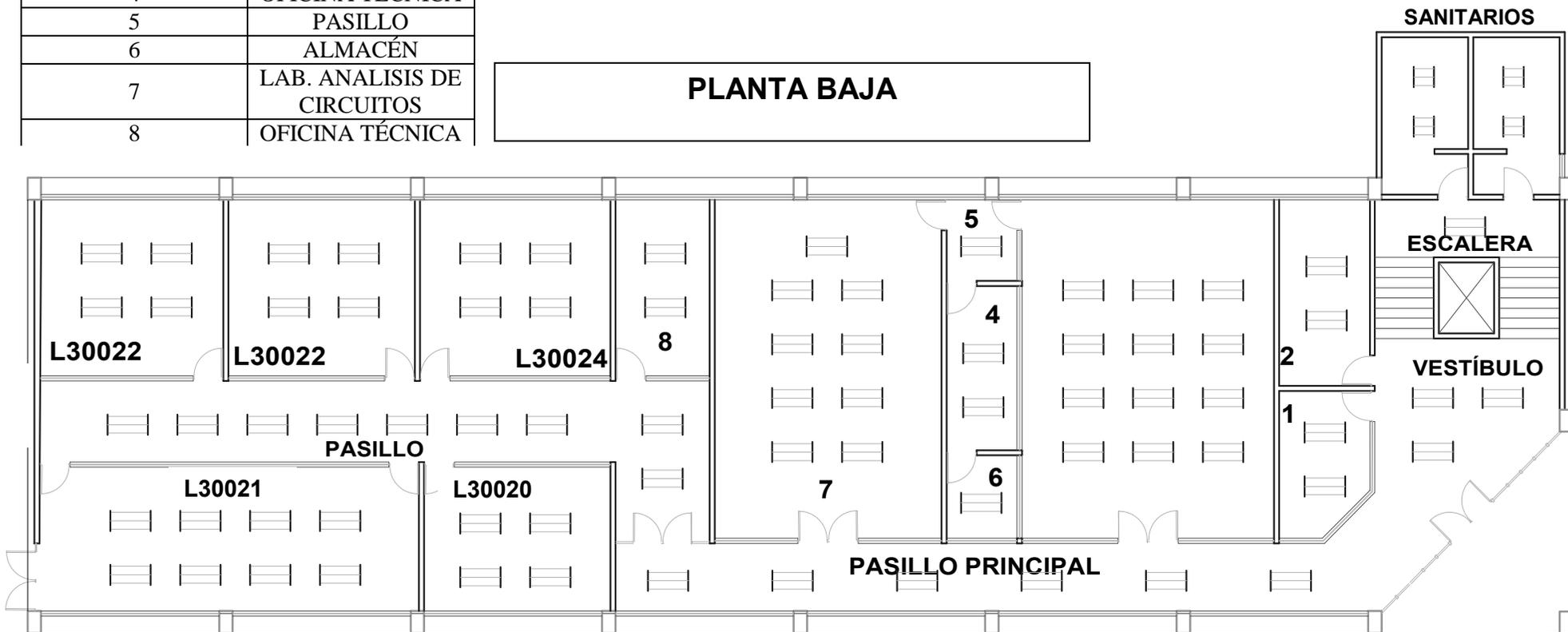


Figura 17 Croquis de Iluminación Planta Baja

NUMERO	SECCIÓN
1	OFICINA TÉCNICA DE ELECTRÓNICA
2	OFICINA TÉCNICA MEDICIÓN E INSTRUMENTACIÓN



Figura 18 Croquis de Iluminación Planta Nivel 1

NUMERO	SECCIÓN
1	CLUB DE MECATRÓNICA
2	OFICINA TÉCNICA DE CONTROL
3	OFICINA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIONES
4	TALLER MECATRÓNICA



Figura 19 Croquis de Iluminación Planta Nivel 2

## Capítulo V: Verificación del Sistema y Conclusiones

---

### 5.1 Verificación

Como parte de las etapas que contemplan los numerales 4.6 de la norma ISO 50001:2011, el proceso de verificación convoca a la alta dirección a realizar los protocolos necesarios para dar seguimiento a la homologación del SGE<sub>n</sub>, es decir, se deberá llevar a cabo las acciones pertinentes para la evaluación y validación de las acciones y/o procedimientos que conllevan a la eficiencia energética. Para ello, es necesario comparar la documentación y/o registros obtenidos antes y después de la implementación de las medidas de mejora energética.

#### 5.1.1 Seguimiento, Medición y Análisis

En capítulos anteriores se mostró la medida para detectar los factores más significativos para la mejora del desempeño energético, se tomaron aspectos claves como son:

- Usos Significativos de la energía
- Indicadores de desempeño energético
- Se establecieron objetivos, metas y planes de acción

Estas acciones son de suma importancia para identificar y controlar anomalías en el funcionamiento de equipos e instalación, fomentando la reducción de las mismas. De esta forma se facilitará la toma de decisiones en la organización, haciendo hincapié en el cumplimiento de los objetivos y metas.

#### 5.1.2 Evaluación de la Competencia de los Requisitos Legales y Otros Requerimientos

Se debe mantener un procedimiento que soporte el grado de cumplimiento de la organización de acuerdo a las evidencias documentadas, que constaten el cumplimiento de cada uno de los requisitos legales que se identifican en el laboratorio.

De igual forma se deberán integrar a la matriz todos aquellos compromisos que se hayan adquirido en el transcurso de la implementación, para solventar una próxima actualización y evaluación de cumplimiento.

## **5.2.2 Auditoría interna del SGEN**

La función de una auditoría interna será planificar, realizar, informar y seguir una auditoría de conformidad con ISO 19011 (Directrices para la auditoría de los Sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental), mediante la interpretación de los requisitos de ISO 50001, formando parte de la adecuación del SGCal existente en la organización.

El o los representantes de la alta dirección deberán efectuar los procedimientos ya establecidos referentes a lo establecido por la norma ISO 9001, por ejemplo:

- Elaborar un programa anual de auditorías internas de calidad y desempeño energético para su revisión y seguimiento de los sistemas implementados
- Contar con la capacitación y actualización de auditorías en el Sistema ISO
- Realizar reuniones de apertura, cierre y programa de actividades a auditar, donde participa el personal que se encuentra inmerso en el Sistema de Calidad y Desempeño Energético
- Documentar un informe detallado correspondiente a la evaluación del sistema, especificando la normatividad aplicada.

Asimismo se deberá notificar si es que las investigaciones muestran que los resultados del Laboratorio pudieran haber sido afectados.

Las actividades de seguimiento de la auditoría verifican y registran la implantación y efectividad de la acción correctiva tomada.

## **5.1.4 No conformidades, Corrección, Acciones Correctivas y Preventivas**

La organización deberá abordar las no conformidades reales y potenciales mediante correcciones y tomando<sup>6</sup>

Acciones correctivas y medidas preventivas, incluyendo las siguientes:

- A. Revisar las no conformidades o no conformidades potenciales;

---

<sup>6</sup> Norma ISO 50001:2011

- B. Determinar las causas de las no conformidades o no conformidades potenciales;
- C. Evaluar la necesidad de actuar para asegurar que no se produzcan o vuelvan a presentarse inconformidades;
- D. Determinar e implementar las acciones apropiadas necesarias;
- E. Mantener registros de acciones correctivas y acciones preventivas;
- F. Revisar la eficacia de la acción correctiva o preventiva adoptada.

Las acciones correctivas y las acciones preventivas deberán ser apropiadas a la magnitud de los problemas reales o potenciales y las consecuencias del rendimiento energético que se encuentren.

La organización se asegurará de que se efectúen los cambios necesarios en el sistema.

## **5.2.2 Control de Registros**

Como parte del de los procedimientos llevados a cabo en el actual sistema de calidad, se deberá integrar a la lista maestra del control de registros toda la información referente a las actividades y acciones correspondientes a la mejora del desempeño y eficiencia energética, con el fin de proporcionar trazabilidad, facilitar el progreso de las revisiones y evidencias que contemplan el buen funcionamiento del sistema.

## **5.2 Revisión por la Dirección**

La funcionalidad de esta etapa será realizar las evaluaciones y revisiones periódicas, por parte de la alta dirección, con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento del SGE.

### **5.2.1 Información de Entrada para la Revisión de la Gestión**

Es un requisito fundamental dentro de la organización, ya que es en esta revisión donde se analiza toda la información generada, consecuencia de la implementación del SGE, de forma que, la alta dirección realice una evaluación que refleje las necesidades de mejora en el sistema, siendo así un proceso conveniente para la toma de decisiones en futuras modificaciones. Esta etapa deberá ser completa, considerando los siguientes elementos:



**Figura 20 Revisión por la Dirección**

### **5.2.2 Resultados de la Revisión por la Dirección**

Es el proceso final de la implementación del sistema, el cual se debe documentar las decisiones tomadas por la Dirección y las acciones modificatorias que implicaron las mejoras del sistema convenientes para la eficiencia y desempeño energético.

Se deberá de presentar en un formato práctico que contenga:

- Cambios en la Política Energética
- Cambios en Objetivos y Metas
- Nuevas adquisiciones en recursos, servicios y tecnologías
- Cambios de Indicadores de Desempeño Energético

### **5.3 Conclusiones**

El proyecto se realizó dentro de un escenario en el cual no se ha objetado por la mejora en el desempeño de la energía, sin embargo, el fin del presente procedimiento fue demostrar de forma detallada la solución más óptima de desarrollar la competitividad de acuerdo a la disminución de la intensidad energética, así como una mejora favorable de la demanda en cuanto a eficiencia y ahorro de la energía. Por otra parte se logró concientizar sobre las aportaciones a la huella de carbono en materia de seguridad ambiental y cambio climático.

Durante la realización del estudio, se establecieron diversas estrategias que cumplieron con el objetivo de identificar las oportunidades de mejora, por ejemplo, realizando el análisis para una reducción de costes aunado a la reducción del consumo energético, mostrando así un programa para una futura adquisición de nuevas tecnologías.

Gracias a la metodología, se logró identificar una línea base energética así como establecer los principales indicadores de desempeño energético mediante un estudio de usos y consumos dentro de la organización. Esto supone coadyuvar a la facultad a que contemplan la implantación del Sistema de Gestión Energética para obtener mejoras significativas en cuanto a eficiencia energética, estableciendo los criterios necesarios para un control del consumo energético independientemente del sector al cual sea conveniente aplicar los planes de acción.

Por otra parte, se logró ejemplificar un factor de sumo interés, el cual implica otro beneficio de carácter ambiental, ya que como se mencionó en primera instancia, el porcentaje mayoritario sobre las fuentes o recursos para la generación de energía entran en la clasificación de no renovables, por lo cual las emisiones de se considera directamente proporcional al consumo de energía.

## Definiciones

Metodología para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en un Laboratorio de Prueba y Ensayo

**Acciones Correctivas:** Una acción correctiva es aquella que llevamos a cabo para eliminar la causa de un problema. Las correcciones atacan los problemas, las acciones correctivas sus causas.

**Acciones Preventivas:** las acciones preventivas se anticipan a la causa, y pretenden eliminarla antes de su existencia. Evitan los problemas identificando los riesgos. Cualquier acción que disminuya un riesgo es una acción preventiva.

**Consumo energético:** el consumo energético está integrado por el consumo de energía eléctrica y de gas, gasoil y biomasa, además del que se realiza con los medios de transporte particulares (automóviles, motocicletas, etc.), que se concreta en el consumo de productos derivados del petróleo.

**Efecto Invernadero:** es el efecto de atrapar el calor del sol, debido al cambio de longitud de onda que se produce en la radiación solar al atravesar determinados medios y luego no poder volver a escaparse a la atmósfera. Cuando hay exceso de algunos gases, como el CO<sub>2</sub>, este efecto aumenta artificialmente, con peligro de que eleve la temperatura y se provoquen desertizaciones, disminución de las masas de hielo polares e inundaciones.

**Eficiencia energética:** conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados.

**Energía:** capacidad de producir un trabajo.

**Factor de Potencias:** Es un indicador cualitativo y cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. El factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

**Indicador de Desempeño Energético (IDEn):** Un indicador de desempeño es una herramienta de evaluación y apoyo a la decisión, que permite medir una situación en un instante concreto o su tendencia a lo largo del tiempo.

**KW/h (kilo watt hora):** Símbolo para el Kilo Vatio-hora, unidad de energía eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades, equivalente a 3,6 millones de Julios y que expresa la energía que desarrolla un equipo generador, de 1 vatio de potencia durante una hora, o consume un equipo consumidor de la misma potencia durante el mismo tiempo. Utilizada frecuentemente para medir el consumo eléctrico.

**Lámpara:** fuente construida para producir una radiación óptica, generalmente visible.

**LED:** Diodo emisor de luz, también conocido como LED (acrónimo del inglés de Light-Emitting Diode), es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. Las lámparas con diodos LED permiten reducir el consumo eléctrico y duran más.

**Ley:** es una norma jurídica dictada por el legislador, es decir, un precepto establecido por la autoridad competente, en que se manda o prohíbe algo en consonancia con la justicia cuyo incumplimiento conlleva a una sanción.

**Línea base Energética:** referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético y permite cuantificar el ahorro obtenido con la implantación de las medidas identificadas en el plan de acción.

**Norma:** Una norma es entendida como una regla del ordenamiento jurídico existente, por la cual el mismo tiene como objetivo ordenar el comportamiento de las personas en sociedad.

**Organización:** sistema social, formado con el fin de alcanzar un mismo objetivo en común. Como todo sistema, éste puede contar con subsistemas internos, que tengan asignados tareas específicas.

**Parámetro:** elemento o dato importante desde el que se examina un tema, cuestión o asunto.

**Potencia eléctrica:** Trabajo en el cual se realiza un trabajo. Es el trabajo dividido por el tiempo (J/s). Se mide en W (Watts).

**Procedimiento:** término que hace referencia a la acción que consiste en proceder, que significa actuar de una forma determinada.

**Protocolo:** conjunto de reglas de formalidad que rigen los actos y ceremonias diplomáticas y oficiales.

**Reglamento:** conjunto ordenado de reglas o preceptos dictados por la autoridad competente para la ejecución de una ley, para el funcionamiento de una corporación, de un servicio o de cualquier actividad.

**Requisito:** un requisito es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio.

**Sistema:** un *sistema* es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo.

## Abreviaturas y Acrónimos

Metodología para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en un Laboratorio de Prueba y Ensayo

**CCVC:** Contaminantes climáticos de vida corta

**CFE:** Comisión Nacional de Electricidad

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

**CONUEE:** Consejo Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

**CRE:** Comisión Reguladora de Energía

**FESAr:** Facultad de Estudios Superiores Aragón

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**IC:** Ingeniería en Computación

**IEE:** Ingeniería Eléctrica Electrónica

**INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

**Norma:** ISO 50001:2011

**SENER:** Secretaría de Energía

**SGCal:** Sistema de Gestión de la Calidad

**SGEn:** Sistema de Gestión de la Energía

**UEE:** Uso Eficiente de la Energía

- **Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía.** (2016). 2nd ed. [PDF] México, D.F.: Noé Villegas Alcántar, Israel Jáuregui Nares, Odón de Buen Rodríguez (Conuee), David Lameiras Barrera, Ana Délia Córdova Pérez, Ernesto Feilbogen (GIZ); p.<http://www.gob.mx/>. Available at: [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119159/Manual\\_SGE\\_n\\_Conuee\\_2da\\_Edicion.compressed.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119159/Manual_SGE_n_Conuee_2da_Edicion.compressed.pdf).
- **ISO 50001:2011**, Energy Management Systems, 2011
- Alfonso Aranda Usón, Francisco Barrio Moreno, María Pilar García León, Eduardo Alcalde Germán. (2014). **SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA ISO 50001**. Zaragoza, España: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- GARCÍA KERDAN, I. (2011). **Línea Base del uso Final de la Energía Eléctrica en Edificios Comerciales y de Servicios de la República Mexicana: Indicadores Energéticos**. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005**, Instalaciones Eléctricas (utilización), Diario Oficial de la Federación, 2012
- **ISO 19011:2011**, Guidelines for Auditing Management Systems, 2011
- gob.mx. (2016). **Registro Nacional de Emisiones (RENE)**. [online] Recuperado de: <http://www.gob.mx/>.
- Ambientum.com. (2006). **Medio Ambiente - Revista Ambientum**. [online] Recuperado de: <http://www.ambientum.com/revistanueva/2006-10/observatorioelectricidad.htm>.