

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



**Facultad de Ciencias Químicas  
Carrera de Ingeniería Ambiental**

**“Elaboración de un Plan de Producción Más Limpia aplicado al consumo de agua,  
luz y resmas de papel en el edificio matriz de la Empresa Eléctrica CENTROSUR”**

Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Gustavo Israel Mosquera Tapia  
C.I.: 0104441365

**Directora:**

Ing. Jéssica Ximena Criollo Bravo, Mgt.  
C.I.: 0104289848

**Tutor-Centrosur**

Ing. Juan Antonio Vásquez Palacios  
C.I.: 0102419645

**Cuenca – Ecuador  
2018**



## RESUMEN

La aplicación de un programa de Producción Más Limpia (PML) en el sector de los servicios, es muy poco conocida, a pesar de los beneficios ambientales, económicos y productivos que conlleva. En el presente trabajo se diseñó un plan de PML, con la finalidad de optimizar el uso de insumos, agua y energía, minimizando los impactos negativos generados en los procesos administrativos ejecutados en el edificio matriz de la Empresa Eléctrica CENTROSUR. Para lo cual se tomó como referencia el programa de PML propuesto por El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, basado en un conjunto de actividades agrupadas en 5 etapas, exceptuando la última de implementación, seguimiento y evaluación. Se utilizó información de los años 2016 y 2017 del consumo de electricidad, agua potable y resmas de papel, se levantaron in situ los niveles de iluminación y electricidad consumida por el ascensor, se estimó el consumo de lámparas y focos, además del volumen de agua en griferías y sanitarios. Un total de 9 alternativas de PML fueron evaluadas considerando aspectos ambientales, económicos y técnicos.

**Palabras clave:** Producción más limpia, servicios, insumos, procesos, CENTROSUR.



## ABSTRACT

The application of a Cleaner Production Program in the services sector is very little known, despite the environmental, economic and productive benefits that entails. In the present work a Cleaner Production Program plan was designed, with the purpose of optimizing the use of inputs, water and energy, minimizing the negative impacts generated in the administrative processes executed in the headquarters building of the Electric Company CENTROSUR. For which the Cleaner Production Program was taken as a reference by the Center for the Promotion of Sustainable Technologies, which was based on a set of activities grouped into five stages, except for the last one of implementation, monitoring and evaluation. Information from the years 2016 and 2017 was used for the consumption of electricity, drinking water and reams of paper, the lighting and electricity levels consumed by the lift were raised on-site, the consumption of lamps and spotlights was estimated, as well as the volume of water in taps and fittings. A total of nine Cleaner Production Program alternatives were evaluated considering environmental, economic and technical aspects.

**Key Words:** Cleaner production, services, supply, process, CENTROSUR.



## Tabla de contenido

<b>RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSITUCIONAL .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>13</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>14</b>
<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
Objetivo general .....	19
Objetivos específicos.....	19
<b>CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL Y SITIO DE ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
1.1. Producción Más Limpia .....	20
1.1.1. Principios de la PML .....	21
1.1.2. Estrategias de PML .....	22
1.1.3. Beneficios de la PML .....	23
1.1.4. Programa de PML.....	24
1.1.5. PML en los servicios.....	25
1.2. Sitio de estudio: Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR .....	26
1.3. Programa de PML .....	28
<b>CAPÍTULO 2: LÍNEA BASE PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE PML.....</b>	<b>30</b>
2.1. Creación de la base del programa de PML .....	30
2.1.1. Asegurar el compromiso de la gerencia .....	30
2.1.2. Creación del comité de PML .....	30
2.1.3. Identificación de obstáculos al programa y sus posibles soluciones.....	31
2.2. Preparación del diagnóstico de PML.....	31
2.2.1. Recopilación de información sobre los procesos de producción.....	31



2.2.2. Evaluación de los procesos e identificación de las Operaciones Unitarias Críticas	40
2.2.3. Definición del enfoque del diagnóstico con base en las OU críticas	44
<b>CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE LAS OPERACIONES UNITARIAS CRÍTICAS</b>	<b>45</b>
3.1. Identificación de causas de ineficiencias	45
3.2. Plantear opciones de PML	45
3.2.1. Energía eléctrica	46
3.2.2. Agua	46
3.2.3. Resmas de papel	46
3.2.4. Personal	47
3.3. Selección de opciones de PML a ser evaluadas	47
<b>CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA</b>	<b>48</b>
4.1. Definición del tipo de evaluación	48
4.1.1. Evaluación ambiental	49
4.1.2. Evaluación económica	49
4.1.3. Evaluación técnica	53
4.1.4. Medidas complementarias	54
4.2. Selección y presentación de opciones de PML factibles	55
4.2.1. Evaluación de las opciones de PML identificadas	55
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>56</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>61</b>
Anexo A: Lista de abreviaturas	61
Anexo B: Convenio con la empresa	62
Anexo C: Consumo total de resmas de papel	66
Anexo D: Papel por Dirección, 2016	67
Anexo E: Papel por Dirección, 2017	70
Anexo F: Consumo eléctrico de lámparas y focos	74
Anexo G: Analizador de calidad de energía PQM-702-Sonel	75
Anexo H: Consumo eléctrico de ordenadores	76
Consumo actual	76



Consumo estimado de la medida .....	77
Anexo I: Puntos de medición de nivel de iluminación .....	78
Anexo J: Mediciones iluminación al interior del edificio.....	81
Anexo K: Identificación de causas de ineficiencia.....	83
Anexo L: Principales medidas de PML .....	84
Anexo M: Implementación de botellas .....	85
Anexo N: Preguntas para la elaboración de la lista de criterios .....	86
Anexo O: Lista de criterios.....	87
Anexo P: Consideraciones para el cálculo del aspecto ambiental .....	89
Anexo Q: Consideraciones para el cálculo del aspecto económico .....	91
Anexo R: Estimaciones del consumo de las alternativas .....	94
Anexo S: Gráficos radiales de las medidas de PML evaluadas .....	96

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Esquema del concepto de PML.....	20
Ilustración 2. Estrategias de PML. ....	23
Ilustración 3. Ubicación del edificio matriz de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR .....	26
Ilustración 4. Etapas y pasos para la aplicación de un programa de PML. ....	28
Ilustración 5. Consumo anual de resmas de papel por Dirección. ....	36
Ilustración 6. Diagrama de flujo del servicio ofrecido en el edificio matriz de la CENTROSUR. ....	40
Ilustración 7. Procesos administrativos y Direcciones. ....	41
Ilustración 8. Porcentaje del consumo de resmas de papel por Direcciones, (I) 2016 y (D) 2017.....	42
Ilustración 9. Papel consumido vs. Papel reciclado en 2016. ....	42
Ilustración 10. Porcentaje del consumo promedio anual de agua. ....	43
Ilustración 11. Porcentaje del consumo promedio anual de electricidad. ....	43
Ilustración 12. Mediciones realizadas al nivel de los puestos de trabajo.....	44
Ilustración 13. Equipo utilizado para realizar las mediciones. ....	44
Ilustración 14. Puntos de medición en la planta baja. ....	78



Ilustración 15. Puntos de medición en el cuarto piso. ....	79
Ilustración 16. Puntos de medición en el octavo piso. ....	80
Ilustración 17. Sanitarios en las instalaciones de la CENTROSUR. ....	83
Ilustración 18. (I) bombilla incandescente y (D) lámpara fluorescente parabólica. ....	83
Ilustración 19. Evaluación integral del cambio a luminaria LED. ....	96
Ilustración 20. Evaluación integral de activar temporizador en computadoras. ....	96
Ilustración 21. Evaluación integral de la pistola de riego con regulación del caudal. ....	96
Ilustración 22. Evaluación integral de botellas al interior de los reservorios de inodoros. .	96
Ilustración 23. Evaluación integral de inodoros ecológicos. ....	97
Ilustración 24. Evaluación integral de urinarios ECO ZERO. ....	97
Ilustración 25. Evaluación integral de regulación de la presión de la grifería. ....	97
Ilustración 26. Evaluación integral del aprovechamiento de luz natural. ....	97
Ilustración 27. Evaluación integral de la alternativa de cambio de ascensor. ....	98

### Índice de tablas

Tabla 1. Estrategias para la PML. ....	22
Tabla 2. Beneficios tras la aplicación de un programa de PML. ....	24
Tabla 3. Descripción de las Direcciones en el edificio matriz de la CENTROSUR. ....	27
Tabla 4. Estructura del Departamento de Gestión Ambiental. ....	30
Tabla 5. Obstáculos identificados y sus posibles soluciones. ....	31
Tabla 6. Programa de PML en el hotel Austria, Nicaragua. ....	32
Tabla 7. Consumo de agua, 2016-2017. ....	33
Tabla 8. Consumo de agua de los sanitarios y grifería, 2016-2017. ....	34
Tabla 9. Consumo de resmas de papel y su equivalencia en peso, 2016-2017. ....	34
Tabla 10. Consumo de resmas de papel por Direcciones, 2016-2017. ....	35
Tabla 11. Total mensual de papel gestionado correspondiente al edificio matriz CENTROSUR, 2016. ....	36
Tabla 12. Consumo de energía eléctrica, 2016-2017. ....	37
Tabla 13. Número de focos y lámparas en cada piso del edificio de la CENTROSUR. ....	38
Tabla 14. Consumo eléctrico de lámparas y focos en cada piso, 2016-2017. ....	38
Tabla 15. Consumo eléctrico de ascensores durante días laborables. ....	39



---

Tabla 16. Consumo eléctrico de ascensores durante fin de semana. ....	39
Tabla 17. Identificación de causas de ineficiencias .....	45
Tabla 18. Resumen de las opciones de PML propuestas. ....	45
Tabla 19. Opciones de PML seleccionadas para ser evaluadas. ....	47
Tabla 20. Profundidad de las evaluaciones para las opciones de PML. ....	48
Tabla 21. Mercurio contenido en bombillas fluorescentes. ....	49
Tabla 22. Costo de implementación LED Sylvania. ....	50
Tabla 23. Consumo anual de la luminaria LED a implementar. ....	50
Tabla 24. Costo de implementación de Sanitarios Ecológicos. ....	51
Tabla 25. Consumo anual de los sanitarios ecológicos a implementar. ....	51
Tabla 26. Costo de implementación de Botellas en los inodoros. ....	52
Tabla 27. Consumo anual de las botellas a implementar. ....	52
Tabla 28. Requerimiento de las alternativas. ....	53
Tabla 29. Alternativas adicionales de PML. ....	54
Tabla 30. Matriz de evaluación de opciones. ....	56
Tabla 31. Consumo total de resmas de papel durante 2016. ....	66
Tabla 32. Consumo total de resmas de papel durante 2017. ....	66
Tabla 33. Consumo de papel en la Dirección de Distribución, 2016. ....	67
Tabla 34. Consumo de papel en la Dirección Financiera, 2016. ....	67
Tabla 35. Consumo de papel en la Dirección Comercial, 2016. ....	68
Tabla 36. Consumo de papel en la Dirección de Tecnología de la Información, 2016. ....	68
Tabla 37. Consumo de papel en la Dirección de Planificación, 2016. ....	69
Tabla 38. Consumo de papel en la Dirección de Talento Humano, 2016. ....	69
Tabla 39. Consumo de papel en la Presidencia Ejecutiva, 2016. ....	70
Tabla 40. Consumo de papel en la Dirección de Distribución, 2017. ....	70
Tabla 41. Consumo de papel en la Dirección Financiera, 2017. ....	71
Tabla 42. Consumo de papel en la Dirección Comercial, 2017. ....	71
Tabla 43. Consumo de papel en la Dirección de Tecnología de la Información, 2017. ....	72
Tabla 44. Consumo de papel en la Dirección de Planificación, 2017. ....	72
Tabla 45. Consumo de papel en la Dirección de Talento Humano, 2017. ....	73
Tabla 46. Consumo de papel en la Presidencia Ejecutiva, 2017. ....	73
Tabla 47. Consumo eléctrico y su equivalencia en dólares de lámparas y focos, 2016-2017. .....	74

---





Tabla 48. Consumo estimado en KW/h de las luminarias LED.....	74
Tabla 49. Costo de implementación LED Silvania.....	75
Tabla 50. Consumo eléctrico actual de monitores.....	76
Tabla 51. Consumo eléctrico actual de CPU.....	76
Tabla 52. Consumo eléctrico total de las computadoras.....	76
Tabla 53. Consumo eléctrico estimado de la medida, monitor.....	77
Tabla 54. Consumo eléctrico estimado de la medida, CPU.....	77
Tabla 55. Consumo eléctrico estimado de la medida.....	77
Tabla 56. Mediciones de julio 30 de 2018.....	81
Tabla 57. Mediciones de julio 31 de 2018.....	82
Tabla 58. Especificaciones de los implementos de las principales medidas de PML.....	84
Tabla 59. Consideraciones de las descargas de inodoros.....	85
Tabla 60. Consideraciones de la implementación de botellas.....	85
Tabla 61. Lista de criterios para realizar las evaluaciones.....	87
Tabla 62. Consideraciones del aspecto ambiental para el cambio a luminaria LED.....	89
Tabla 63. Consideraciones del aspecto ambiental para la activación del temporizador en ordenadores.....	89
Tabla 64. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de pistola de riego con regulación de caudal.....	89
Tabla 65. Consideraciones del aspecto ambiental para la introducción de botellas al interior de los reservorios.....	90
Tabla 66. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de inodoros ecológicos.....	90
Tabla 67. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de urinarios ECO ZERO.....	90
Tabla 68. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de regulación de presión en la grifería.....	90
Tabla 69. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de cambio de luminaria a LED.....	91
Tabla 70. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de activar temporizador en ordenadores.....	91
Tabla 71. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de pistola de riego con regulación de caudal.....	92



---

Tabla 72. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de implementación de botellas.....	92
Tabla 73. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de Inodoros ecológicos .....	92
Tabla 74. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de urinarios ECO ZERO .....	93
Tabla 75. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de regulación de la presión en la grifería.....	93
Tabla 76. Cálculo de consumos para sanitarios .....	94
Tabla 77. Consideraciones para estimar el costo de la alternativa de sanitarios. ....	94
Tabla 78. Costo de implementación de la alternativa de cambio de inodoros.....	94
Tabla 79. Cálculo de consumos para urinarios.....	95
Tabla 80. Consideraciones para estimar el costo de la alternativa de urinarios.....	95
Tabla 81. Costo de implementación de la alternativa de urinarios. ....	95



---

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional

---

Gustavo Israel Mosquera Tapia en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Elaboración de un Plan de Producción Más Limpia aplicado al consumo de agua, luz y resmas de papel en el edificio matriz de la Empresa Eléctrica CENTROSUR”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, octubre 2018.

Gustavo Israel Mosquera Tapia

C.I: 0104441365



---

### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Gustavo Israel Mosquera Tapia, autor del trabajo de titulación “Elaboración de un Plan de Producción Más Limpia aplicado al consumo de agua, luz y resmas de papel en el edificio matriz de la Empresa Eléctrica CENTROSUR”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, octubre 2018.

Gustavo Israel Mosquera Tapia

C.I: 0104441365



## DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios por regalarme una grandiosa familia además de permitirme conocer grandes amigos con quienes fue un privilegio compartir ésta etapa de mi vida.

A mi madre Elizabeth, por ser mi ejemplo a seguir, gracias a su amor, sacrificio y apoyo incondicional en todo momento.

A mis abuelos Gustavo y Francisca, por ser mis pilares durante cada etapa de mi vida, brindandome toda su sabiduría para ser una persona integra.

A toda mi familia, ya que sin ellos no hubiese sido posible cumplir cada una de las metas que me he propuesto en la vida.



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento en mi vida y haberme brindado salud para alcanzar mis objetivos.

A mi madre Elizabeth, por haberme apoyado en todo momento durante este trayecto, además de sus consejos, sus valores, por la motivación constante de ser más para servir mejor, me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi abuelo Gustavo, quien desde pequeño me inculco valores de respeto, perseverancia y honestidad, siempre creyendo en mis capacidades y animandome a dar el máximo en cada uno de los retos que se presentaban en mi vida.

Un especial agradecimiento a mis mentores en este campo, Jéssica Ximena Criollo Bravo y Juan Antonio Vásquez Palacios, directores de éste proyecto tanto en la Universidad de Cuenca como en la Empresa Eléctrica CENTROSUR, por compartir su vasto conocimiento ayudándome a alcanzar todos los objetivos propuestos.



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el Trabajo de Titulación: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA APLICADO AL CONSUMO DE AGUA, LUZ Y RESMAS DE PAPEL EN EL EDIFICIO MATRIZ DE LA EMPRESA ELÉCTRICA CENTROSUR”, ha sido desarrollado por el estudiante Gustavo Israel Mosquera Tapia con CI: 0104441365.

Cuenca, Octubre de 2018.

Ing. Jéssica Ximena Criollo Bravo.,Mgt.

Docente de la Universidad de Cuenca


DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN





El tutor de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., certifica que el Trabajo de Titulación: “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA APLICADO AL CONSUMO DE AGUA, LUZ Y RESMAS DE PAPEL EN EL EDIFICIO MATRIZ DE LA EMPRESA ELÉCTRICA CENTROSUR”, ha sido desarrollado por el estudiante Gustavo Israel Mosquera Tapia con CI: 0104441365.

Cuenca, Octubre de 2018.



---

Ing. Juan Antonio Vásquez Palacios

Jefe del Departamento de Gestión Ambiental

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN





**ESTA TESIS HA SIDO DESARROLLADA DENTRO DEL CONVENIO DE LA  
UNIVERSIDAD DE CUENCA Y LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR.**



## INTRODUCCIÓN

Hoy en día es indiscutible la relación existente entre el desarrollo empresarial y el ambiente. Los ecosistemas proveen a las industrias de los recursos ambientales necesarios para la producción de bienes y servicios que contribuyan al bienestar de la población. Posteriormente, el uso de dichos bienes genera residuos que, comúnmente, son vertidos al agua, suelo o atmósfera. La acumulación constante de desechos ha desembocado en un deterioro paulatino del ambiente, por lo que, para asegurar la supervivencia de futuras generaciones, la sociedad se encuentra frente al reto de armonizar el desarrollo industrial y la gestión ambiental (Quintero & Salichs, 2007).

La producción de residuos está ligada a cualquier proceso; sin embargo, se han planteado alternativas que buscan reducir su generación durante toda la cadena de producción, puesto que, por una parte, esto implica pérdidas económicas al aprovechar mal los recursos y, por otro lado, contaminación ambiental. Frente a ello, desde 1980 la Producción Más Limpia (PML) ha sido promovida como una estrategia que permite a las empresas minimizar el desperdicio e incrementar su desempeño ambiental, al mismo tiempo en que obtienen beneficios financieros de dichas actividades. Además, la PML abrió las puertas para sistemas de gestión ambiental más formales e inversiones estratégicas, incrementando la productividad y participación en el mercado (Khalili, Duecker, Ashton, & Chavez, 2015).

Durante la Conferencia de Río sobre medio ambiente y sostenibilidad, denominada como Agenda 21, se dio prioridad a la implementación de la PML y, tecnologías de prevención y reciclaje (United Nations Environment Programme, 2007). Para ese entonces, su objetivo era reducir el impacto ambiental de la industria y construir ideas basadas en el concepto de que el que contamina paga, centrándose en estrategias aplicadas a aspectos técnicos (Gavrilescu, 2004). Sin embargo, desde las últimas décadas, el alcance de la PML ha cambiado considerablemente. Desde la disminución de la contaminación, reducción de desechos, pasando por el diseño de productos con menor impacto ambiental, hasta el turismo sostenible, cuidado de la salud y administración (Almeida, Agostinho, Giannetti, & Huisingh, 2015).

La aplicación de un programa de PML implica oportunidades de mejora, reducción de costos y aumento de la productividad, por medio de cambios operacionales relativamente sencillos de ejecutar como buenas prácticas operacionales, hasta cambios extensos como



la sustitución de insumos tóxicos o el cambio a tecnologías más limpias y eficientes. A diferencia del tratamiento al final del tubo, el cual se centra en qué hacer con los residuos generados, la PML previene la contaminación, aplicándose a cualquier proceso (Schaltegger, Bennett, Burritt, & Jasch, 2008).

A pesar de los beneficios que la PML implica, aún no ha sido ampliamente adoptada como podría esperarse. El desarrollo de la PML en Ecuador aún es bajo, donde los esfuerzos principales provienen de un reducido número de instituciones públicas y privadas. El Ministerio del Ambiente (MAE), bajo la Dirección Nacional de Control y Prevención de la Contaminación, cuenta con la Gestión de la PML, teniendo respaldo jurídico en la Constitución del Estado, en la Ley de Gestión Ambiental, en la Ley de Ciencia y Tecnología y sobre todo su respaldo se fundamenta en los principios emitidos en la Cumbre de Río 1992 para la consecución del Desarrollo Sostenible (DS) (MAE, 2004).

En este contexto, es fundamental que el número de organismos nacionales que aplican PML, incremente especialmente con enfoques en el sector, poco estudiado, de servicios. Conociendo los beneficios ambientales, económicos y productivos de la aplicación de un programa de PML, el presente trabajo busca diseñar un plan de PML, con la finalidad de optimizar el uso de resmas, agua y energía, minimizando los impactos negativos generados en las actividades del edificio matriz de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Diseñar un plan de Producción Más Limpia, con el fin de optimizar el uso de materia prima, agua y energía, minimizando los impactos ambientales negativos generados en las actividades de la Empresa Eléctrica CENTROSUR.

### Objetivos específicos

- Elaborar el diagnóstico de la situación actual el uso de agua, energía insumos y generación de residuos en el edificio matriz de la Empresa Eléctrica CENTROSUR.
- Identificar oportunidades de Producción Más Limpia que son posibles de implementar en el edificio matriz de la Empresa Eléctrica CENTROSUR.
- Realizar una evaluación técnica, ambiental y económica de las oportunidades de Producción Más Limpia.

## CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL Y SITIO DE ESTUDIO

### 1.1. Producción Más Limpia

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define a la PML como la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, a los procesos productivos, a los productos y a los servicios, para incrementar la eficiencia global y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente (Ilustración 1). Puede ser aplicada a los procesos de cualquier industria, a los productos y a los diferentes servicios prestados a la sociedad (UNEP, 2007).

En los procesos productivos, la PML conduce al ahorro de materias primas, agua y energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas; y a la reducción, en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desechos, durante el proceso de producción (Khan, 2008). En los productos, la PML busca reducir los impactos negativos de los mismos sobre el ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto. En los servicios, la PML implica incorporar el quehacer ambiental en el diseño y su prestación (Staniškis, 2011).

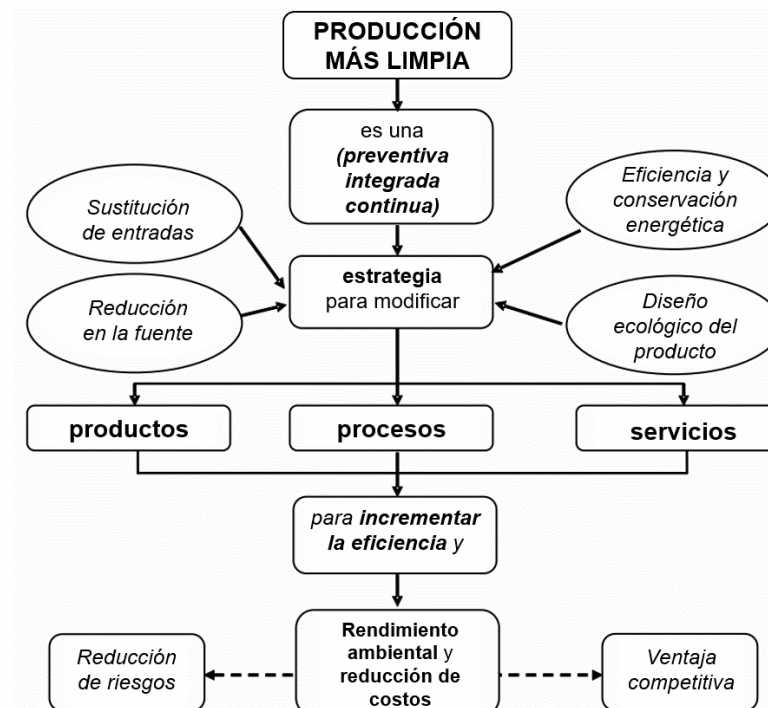


Ilustración 1. Esquema del concepto de PML.

Fuente: Staniškis (2011).



La PML es una estrategia para la prevención de la contaminación en la fuente, en lugar de buscar controlarla al final del proceso, logrando así una mayor eficiencia ambiental. Por otra parte, la mayor eficiencia económica está ligada a la disminución del consumo de materia prima y energía, recuperación de materiales y subproductos, e incluso la disminución de impuestos y cargos ambientales (Schaltegger et al., 2008).

La PML no es exclusivamente un concepto técnico, sino que envuelve un cambio de actitud y prácticas de manejo, aplicación de conocimientos disponibles y la mejora o modificación de la tecnología. Por lo que la PML no tiene porqué ser costosa o implicar cambios importantes de tecnología. De acuerdo a información del Banco Mundial, al implementarse mecanismos de PML: i) sin hacer inversión de capital, se puede lograr una reducción de 20 a 30% de la contaminación, y ii) haciendo inversiones, con tasas de retorno en meses, se puede alcanzar una reducción adicional del 20% o más (Gavrilescu, 2004).

#### 1.1.1. Principios de la PML

##### *Principio de precaución*

No solo se centra en evitar, en un contexto más amplio, garantiza que los trabajadores estén protegidos contra enfermedades y que las industrias estén protegidas contra daños (Staniškis, 2011). Este principio exige la reducción de emisiones al ambiente, demandando un rediseño del sistema de producción y consumo, buscando sostenibilidad a largo plazo (Gonçalves, 2013), donde la importancia fundamental del principio es tomar medidas para mitigar las posibles causas de la contaminación ambiental (Jackson, 2002).

##### *Principio de prevención*

Este principio es especialmente importante en los casos donde se sabe que un producto o proceso causan daño, requiere que las acciones se tomen antes de que ocurran los impactos ambientales (Jackson, 2002). La naturaleza preventiva de la PML requiere un nuevo enfoque para reconsiderar el diseño de los productos, la demanda del consumidor, los patrones de consumo de materiales y, de hecho, toda la base material de la actividad económica (Staniškis, 2011).

##### *Principio de integración*

La integración implica la adopción de una visión holística del ciclo de producción, y un método para introducir la idea es a través del análisis del ciclo de vida (Jackson, 2002). Una de las dificultades en el enfoque preventivo, es la integración de medidas de protección

ambiental a través de los límites del sistema. La regulación tradicional al final del proceso generalmente se aplica en un grado específico al exigir medidas integradas al proceso para reducir la generación de contaminantes (Staniškis, 2011).

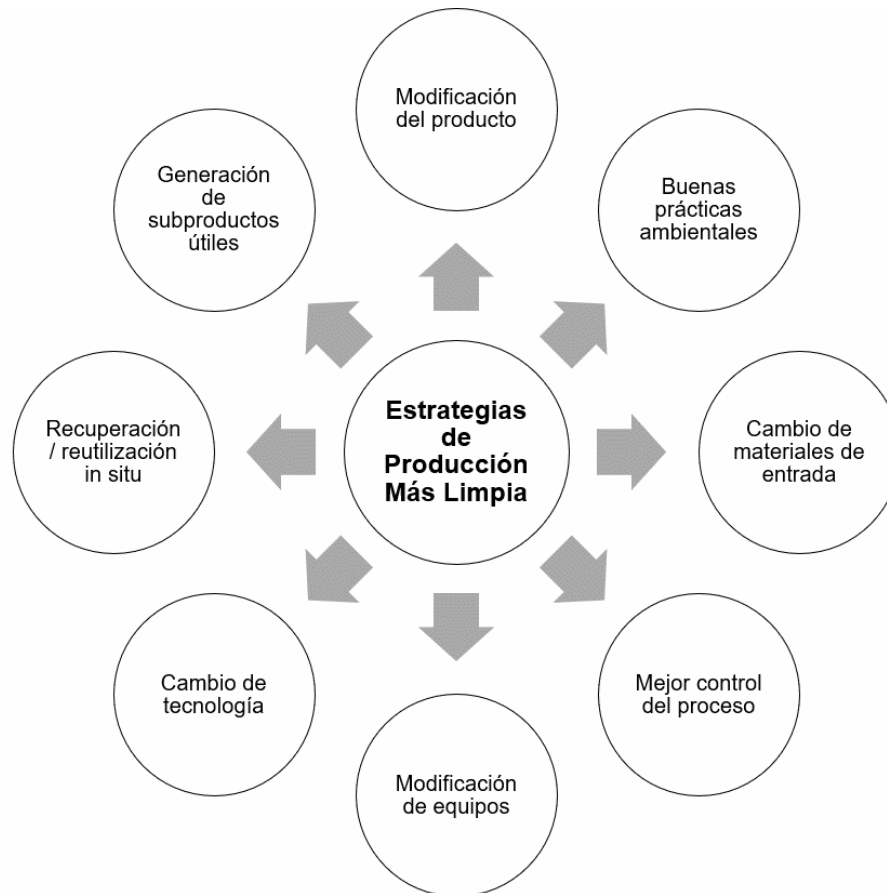
### 1.1.2. Estrategias de PML

Se pueden aplicar varias técnicas y medidas, que van desde soluciones de bajo costo o incluso sin costo, hasta tecnologías avanzadas que requieren de alta inversión. Existen diversas estrategias de PML que pueden implementarse en diferentes niveles de la cadena de producción, las que son descritas en la Tabla 1 y esquematizadas en la Ilustración 2.

Tabla 1. Estrategias para la PML.

<b>Estrategia</b>	<b>Descripción</b>
Buenas prácticas ambientales	Disposiciones apropiadas para evitar fugas y derrames; lograr procedimientos, prácticas de operación y mantenimiento, estandarizados y adecuados.
Cambio de materiales	Reemplazar insumos peligrosos o no renovables, por otros menos peligrosos o renovables con una vida útil más larga.
Mejor control del proceso	Modificación de procedimientos, instrucciones de la maquinaria, registros de los procesos, para así obtener procesos más eficientes y con menores tasas de generación de residuos y emisiones.
Modificación de equipos	Plantear mejoras para que los procesos se ejecuten con mayor eficiencia de energía y recursos, menores tasas de generación de residuos y emisiones.
Cambio de tecnología	Modificaciones en la secuencia de procesamiento y/o vía de síntesis para minimizar las tasas de generación de residuos y emisiones durante la producción.
Recuperación/reutilización in situ	Aprovechamiento de materiales de desecho o flujos de energía en el mismo proceso o en otra aplicación útil dentro de la empresa.
Generación de subproductos útiles	Transformación de residuos desechados en materiales que pueden reutilizarse o reciclarse para aplicarse fuera de la empresa.
Modificación del producto	La aplicación de ingeniería de ciclo de vida o diseño ecológico.

Fuente: Duflou & Kellens (2014) y UNIDO (2012).



*Ilustración 2. Estrategias de PML.  
Fuente: Duflou & Kellens (2014).*

### 1.1.3. Beneficios de la PML

Los beneficios de la aplicación de PML se pueden agrupar en: ambientales, financieros, operacionales y comerciales, presentados en la Tabla 2. El más relevante de los antes mencionados es la reducción de costos operativos y el mejoramiento de la productividad de la empresa. Por lo que se podría afirmar que la aplicación de un programa de PML lleva al ahorro de costos y a mejorar la eficiencia de las operaciones, y es pertinente implementarlas tanto en las organizaciones que prestan servicios como a las empresas.

Tabla 2. Beneficios tras la aplicación de un programa de PML.

Beneficios	Ejemplo
Ambientales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor generación de desechos.</li><li>• Reducción de impactos ambientales asociados al ciclo de vida de los productos.</li><li>• Reducción de la cantidad y toxicidad de emisiones y desechos.</li></ul>
Financieros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción de costos al optimizar el uso de materia prima e insumos en general.</li><li>• Ahorro por mejor uso de recursos como agua, energía, entre otros.</li><li>• Reducción de la inversión asociada al tratamiento y disposición final de residuos.</li><li>• Incremento de ganancias</li></ul>
Operacionales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mayor eficiencia de los procesos.</li><li>• Mejora de las condiciones de salud y seguridad ocupacional.</li><li>• Prósperas relaciones con la autoridad de aplicación ambiental y las comunidades.</li><li>• Mayor motivación del personal.</li></ul>
Comerciales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mejor posicionamiento de los productos en el mercado.</li><li>• Mejor imagen corporativa.</li><li>• Acceso a nuevos mercados.</li><li>• Incremento de ventas y margen de ganancia.</li></ul>

Fuente: Hoof, Monroy, & Saer (2007); UNEP (2007).

#### 1.1.4. Programa de PML

Un programa de PML es una combinación de varios enfoques, es un proceso iterativo y de pasos múltiples. Debido a que la PML puede ser aplicada a los procesos, productos y servicios, y éstos difieren ampliamente entre sí, los pasos que se ejecuten para la aplicación de un programa de PML pueden variar, en función de las características de la empresa y lo que se pretenda lograr por medio del programa, tanto las etapas como sus respectivos pasos pueden ser modificados y/o adaptados.





#### 1.1.5. PML en los servicios

La aplicación de la PML es cada vez más amplia y se expande fuera de los límites industriales, como al turismo sostenible, agricultura, e incluso a los servicios de salud (Hens et al., 2018).

La PML aplicada a los servicios se basa en incorporar preocupaciones ambientales en su diseño y entrega (Gavrilescu, 2004). Se sabe que el sector de servicios influye en la problemática ambiental, pero se desconoce con exactitud cómo lo hacen. Sin embargo, se conoce que sus impactos están relacionados al consumo de papel y energía, disposición inadecuada de residuos, desperdicio de luz y agua, entre otros (Fúquene Retamoso, 2007).

El turismo como un servicio depende de procesos y el uso de productos, por lo que las estrategias de PML pueden ser aplicadas. El concepto de PML no necesariamente se promueve explícitamente dentro del turismo sostenible. Existen dos formas relacionadas con la PML: i) en términos de prevención de desechos se promueve la meta de cero desperdicios empleando las 4R: reemplazar, reducir, reutilizar y reciclar; y ii) para evitar la degradación del ambiente se aplica el concepto de capacidad de carga (Lee, 2001).

En las estaciones de servicio se da mantenimiento y reparación de los vehículos; en el servicio de lavado de automotores se utiliza agua y otros agentes limpiadores. Las prácticas de PML que pueden ser aplicadas con el personal mediante capacitaciones de las condiciones del proceso, seguridad industrial, manejo de materiales y salud ocupacional, además de incentivos para que se comprometan con la aplicación de las medidas. Por otra parte, la sistematización y uniformidad de operaciones, reutilización y reciclaje de materiales, uso de equipos de lavado que permitan la regulación de la presión del agua, entre otros (Quintero & Salichs, 2007).

De igual manera, en restaurantes donde se transforman los alimentos básicos en comida para el consumo directo, se han identificado aspectos ambientales que deben considerarse, los cuales podrían manejarse desde un enfoque de PML. Partiendo desde el adiestramiento del personal, evitar la generación de desechos, empleo de sistemas de lavado a presión, utilizar equipos sólo cuando sea necesario, adquisición de equipos que permitan ahorrar energía, rediseño de circuitos eléctricos y cambio de sistemas de iluminación, y muchos más, enfocados a prestar servicios de calidad con sus respectivas consideraciones ambientales (Fúquene Retamoso, 2007; Quintero & Salichs, 2007).

En hoteles existen diversos aspectos ambientales a considerar, como la gestión de energía, agua, compras y abastecimiento, mantenimiento y atención en las habitaciones. Puesto que para prestar servicios los hoteles demandan grandes cantidades de energía, por medio de la aplicación de PML centrada en inversiones para un uso más eficiente de energía y acertadas prácticas de administración interna, se podrían reducir gastos de funcionamiento con cortos períodos de amortización (Quintero & Salichs, 2007).

En cuanto a la Empresa Eléctrica CENTROSUR al ser una institución que brinda servicios, posee un gran potencial para la aplicación de PML en áreas administrativas donde su principal insumo son las resmas de papel; además la implementación de nueva tecnología, permitiría el ahorro de agua y energía eléctrica, por lo tanto, disminuiría los impactos negativos al medio ambiente, aprovechando de manera eficiente los recursos empresariales.

## 1.2. Sitio de estudio: Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR

En la Ilustración 3 es posible apreciar la ubicación del edificio matriz de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR.



Ilustración 3. Ubicación del edificio matriz de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR  
Fuente: (Google Earth, 2018)



Siendo su misión la de suministrar el Servicio Público de Energía Eléctrica para satisfacer las necesidades de la sociedad, cumpliendo estándares de calidad, con responsabilidad social, ambiental y económica, sobre la base de la gestión del talento humano e implantación de nuevas tecnologías, y cuya visión es la de ser un referente a nivel internacional al que por su eficiencia, altos estándares de calidad, innovación, responsabilidad social y ambiental, contribuya al desarrollo del sector eléctrico y del país.

Para efecto del presente trabajo cada una de las Direcciones fueron designadas por sus respectivas siglas, tal como se presenta en la Tabla 3.

*Tabla 3. Descripción de las Direcciones en el edificio matriz de la CENTROSUR.*

<b>Dirección</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Siglas</b>
Dirección Administrativa Financiera	Brindar una eficiente prestación de bienes y servicios a los clientes internos y externos, con un adecuado control y registro.	DAF
Dirección de Comercialización	Comprar energía eléctrica y venderla al consumidor final en condiciones óptimas de atención, medición, facturación y recaudación.	DICO
Dirección de Distribución	Proveer el servicio de energía eléctrica con calidad a sus clientes, dentro del área de concesión, mediante la construcción, operación y mantenimiento del Sistema de Distribución.	DIDIS
Presidencia Ejecutiva	Definir e impulsar las políticas y estrategias orientadas a la satisfacción del cliente y la creación de valor para la organización.	PE
Dirección de Tecnología de la Información	Proveer Servicios Informáticos que satisfagan los requerimientos de la organización orientados a agregar valor al servicio otorgado a los clientes	DITIC
Dirección de Talento Humano	Gestionar el desarrollo de talento humano y su bienestar integral, aportando al crecimiento de la organización.	DTH
Dirección de Planificación	Planificar la expansión de la Empresa buscando mejorar la calidad del servicio, preservar el medio ambiente y obtener una adecuada rentabilidad para el capital invertido.	DIPLA

*Fuente: EMPRESA ELÉCTRICA CENTROSUR, 2018.*

### 1.3. Programa de PML

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) en su Guía Técnica General de Producción Más Limpia, propone la aplicación de un programa de PML en una empresa con base en el conjunto de actividades ejecutados en 19 pasos, agrupados en 5 etapas, como se aprecia en la Ilustración 4.

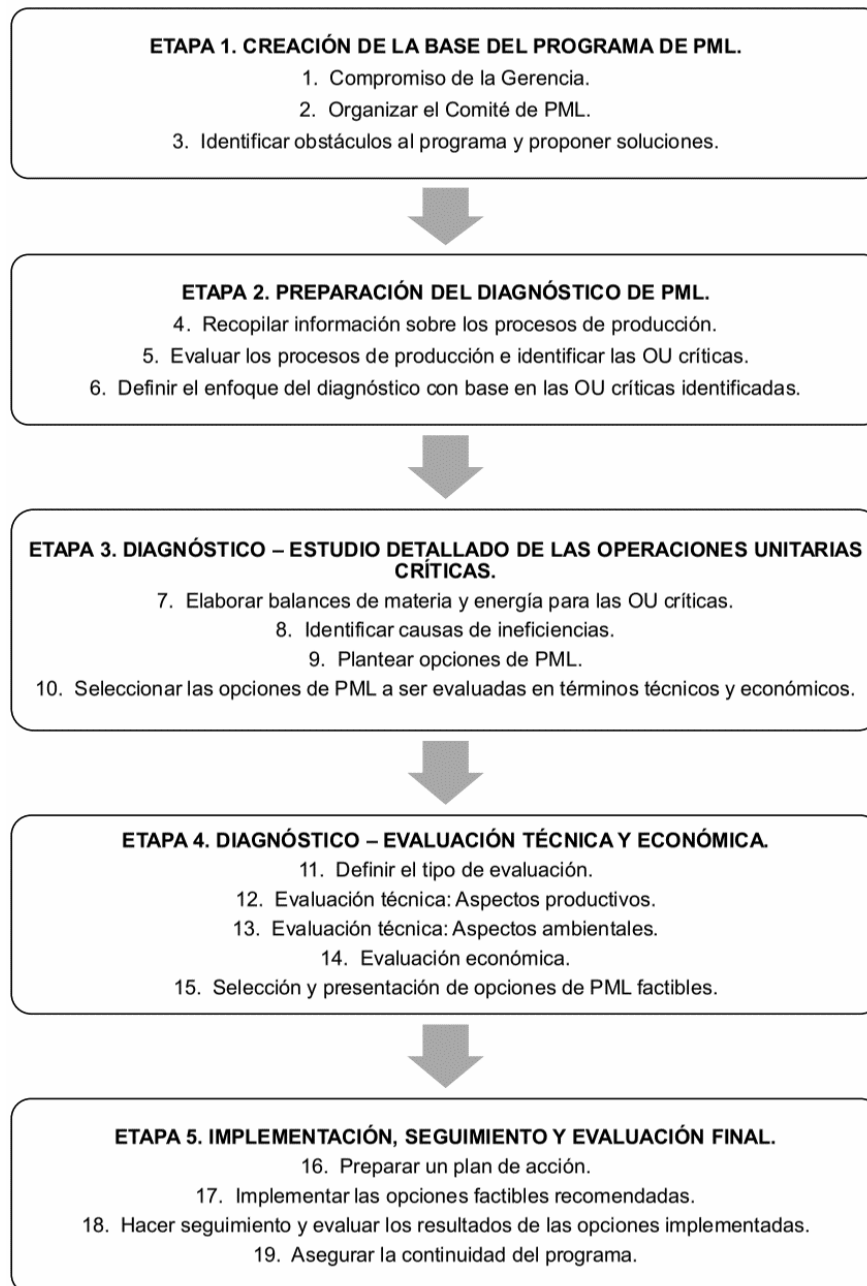


Ilustración 4. Etapas y pasos para la aplicación de un programa de PML.  
Fuente: Elaboración propia.



La primera etapa, denominada “CREACIÓN DE LA BASE DEL PROGRAMA DE PML”, crea instrumentos y condiciones necesarias para el desarrollo del programa. Consta de 3 pasos: 1) asegurar el compromiso de la gerencia y por ende el de los trabajadores, 2) crear un comité con la capacidad de tomar decisiones que permitan la gestión de las actividades del programa, 3) identificar los obstáculos que podrían impedir el éxito del programa y plantear soluciones.

En la segunda etapa, “PREPARACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE PML”, elabora un diagnóstico inicial que facilite la identificación de las actividades en las que se enfocarán las próximas dos etapas. Mediante 3 pasos: 4) recopilar información sobre las actividades realizadas en la empresa, lo que posteriormente facilitará la identificación y el planteamiento de opciones de PML, 5) evaluar los procesos de producción e identificar las OU críticas, para lo que tendrán que ser identificadas todas las entradas, salidas y las relaciones entre éstas, valiéndose de diagramas de flujo, 6) con base en las OU críticas se debe definir la forma en la que el equipo abarcará el estudio detallado de dichas operaciones.

En la tercera etapa titulada como “DIAGNÓSTICO – ESTUDIO DETALLADO DE LAS OU CRÍTICAS”, el análisis detallado de las operaciones identificadas facilitará el planteamiento de opciones de PML. Para lograrlo esta etapa se conforma de 4 pasos, que se presentan como: 7) balances de materia y energía para las OU críticas para reconocer cualquier pérdida existente, 8) identificar las causas de ineficiencias hará posible contar con una línea base sobre el desempeño de la instalación, 9) plantear opciones de PML, basada en prioridades que permitan hacer a las OU más eficientes, reciclaje y recuperación de materia, y 10) seleccionar las opciones de PML a ser evaluadas en términos técnicos y económicos, deberán ser descartadas aquellas que sean imposibles de implementar, o con impedimentos de carácter interno o externo.

En la etapa 4 se realiza el “DIAGNÓSTICO – EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA” en la cual se pretende establecer la viabilidad de las opciones de PML identificadas. Para evaluar un proyecto son necesarios estudios de carácter técnico, económico, legal, organizacional y financiero. Para ello se siguen 5 pasos, como siguen: 11) definir el tipo de evaluación y la profundidad con la que serán realizadas; 12) evaluación técnica considerando aspectos productivos y realizando sus respectivas proyecciones de masa y energía; 13) evaluación técnica de aspectos ambientales; se cuantifica la reducción en cantidad absoluta, concentración y peligrosidad, tanto de los insumos utilizados, como de



los residuos asociados a las salidas de las operaciones; 14) evaluación económica utilizando criterios que permitan analizar el beneficio económico, estos pueden ser el periodo de recuperación de la inversión y rentabilidad de la inversión; y 15) selección y presentación de opciones de PML factibles con base en un orden de prioridad.

## CAPÍTULO 2: LÍNEA BASE PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA DE PML

### 2.1. Creación de la base del programa de PML

#### 2.1.1. Asegurar el compromiso de la gerencia

Para asegurar el compromiso de la gerencia para la ejecución, eficacia y continuidad del programa y mediante éste la colaboración de los empleados, se procedió a la firma del convenio específico celebrado entre la Empresa Eléctrica CENTROSUR y el estudiante Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia. La recepción del mismo se realizó el 16 de enero del 2018 y posteriormente se comenzó con el desarrollo del tema. El convenio mencionado puede apreciarse en el Anexo B.

#### 2.1.2. Creación del comité de PML

Para el desarrollo del presente documento se contó con el apoyo de los funcionarios que conforman el Departamento de Gestión Ambiental de la CENTROSUR como se indica en la tabla 4. Para la implementación y seguimiento del Plan será conformado el respectivo comité multidisciplinario.

*Tabla 4. Estructura del Departamento de Gestión Ambiental*

<b>Nombre</b>	<b>Sector</b>	<b>Cargo</b>
Ing. Vásquez Juan Antonio	Administrativo	Jefe del Departamento de Gestión Ambiental
Ing. Jiménez Hidalgo Karina Del Cisne	Administrativo	Ingeniero Ambiental
Ing. Juan Corral	Administrativo	Ingeniero Ambiental

*Fuente: Elaboración propia*





### 2.1.3. Identificación de obstáculos al programa y sus posibles soluciones

Se realizó un análisis de los obstáculos que interferirían en el éxito del plan de PML en el edificio matriz, además de plantear las posibles soluciones, presentados en la Tabla 5, detallada a continuación:

Tabla 5. Obstáculos identificados y sus posibles soluciones.

Obstáculos	Descripción	Solución
Organizativos	Datos de consumo de energía eléctrica: el consumo en los períodos enero-febrero de 2016 y enero-abril de 2017 han sido estimados	Para los datos estimados podrían realizarse proyecciones a partir de los datos reales que se poseen
Información	Se desconocen los beneficios de PML	Indicar beneficios con base en casos de estudios exitosos
Institucionales	Resistencia al cambio	Mostrar los beneficios de la implementación de focos LED en las instalaciones, así como la relación directa en la disminución del rubro a pagar

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Preparación del diagnóstico de PML

### 2.2.1. Recopilación de información sobre los procesos de producción

#### 2.2.1.1. Información bibliográfica relacionada con el tipo de empresa

La PML enfocada en los servicios es muy diversa, pero básicamente está centrada en la prevención de la contaminación y el uso eficiente de recursos. Existen varios casos exitosos de la aplicación de programas de PML que son de utilidad para el presente trabajo, siendo el de mayor afinidad, el caso especificado en la Tabla 6.



Tabla 6. Programa de PML en el hotel Austria, Nicaragua.

<b>Caso</b>	<b>HOTEL AUSTRIA</b>
<b>Lugar</b>	León, Nicaragua
<b>Producto</b>	Servicio de hospedaje
<b>Características</b>	<p>Mediana empresa</p> <p>30 empleados distribuidos en el área administrativa, recepción, limpieza, restaurante, cocina, mantenimiento y seguridad.</p> <p>35 habitaciones que están distribuidas en 2 edificios</p>
<b>Medidas de PML</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sustitución del consumo de energía eléctrica por energía renovable mediante 28.8 m<sup>2</sup> de paneles solares térmicos.</li> <li>- Optimización del sistema de iluminación, 90% de las bombillas son ahorradoras de 14 y 20 W.</li> <li>- Campaña de ahorro energético con los empleados y clientes: charlas para explicar la importancia y beneficios del ahorro energético; carteles en las habitaciones.</li> <li>- Aislamiento de techos y ventanas para mejorar la calidad de las habitaciones, mediante la instalación de láminas de poroplast.</li> <li>- Cambio de tarifas de energía eléctrica y agua, de comercial a industrial, reduciendo los costos.</li> <li>- Uso de lavador semiindustrial.</li> <li>- Desconexión de refrigeradores en las habitaciones sin uso.</li> </ul>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de 40000 kWh en el consumo energético anual, lo que equivale a 21%. Esta disminución reduce la emisión de 20.6 ton de CO<sub>2</sub> al año, además de un ahorro de \$13900</li> </ul>

Fuente: UCI (2012).



### 2.2.1.2. Información técnica de la empresa

#### i) Consumo de agua

La información correspondiente al consumo de agua potable, del edificio matriz de la CENTROSUR, fue solicitada a la Dirección de Comercialización. Para el desarrollo de la línea base de consumo de agua correspondiente al año 2016-2017, se utilizaron las planillas mensuales del consumo de dicho servicio.

En la Tabla 7 se presenta el consumo de agua potable durante los años 2016 – 2017 del edificio, además de la equivalencia de dicho consumo en dólares, segregado por meses.

Tabla 7. Consumo de agua, 2016-2017.

Mes	2016		2017	
	Consumo de agua (m <sup>3</sup> )	Equivalencia en dólares	Consumo de agua (m <sup>3</sup> )	Equivalencia en dólares
Enero	315	374.24	270	321.19
Febrero	331	394.08	280	333.69
Marzo	329	391.60	350	421.19
Abril	337	401.52	355	427.44
Mayo	317	376.72	308	368.69
Junio	506	611.08	363	437.44
Julio	298	353.16	342	411.19
Agosto	385	461.04	277	329.94
Septiembre	328	390.36	331	397.44
Octubre	309	366.80	322	386.19
Noviembre	307	364.32	291	347.44
Diciembre	291	344.48	316	378.69
Total	4053	\$4,829.40	3805	\$4,560.53

Fuente: Elaboración propia

#### Agua consumida por sanitarios y grifería



De acuerdo a las características de los sanitarios y la grifería, se han determinado el volumen anual de consumo y sus costos asociados, lo cual se aprecia con mayor detalle en la

Tabla 8.

Tabla 8. Consumo de agua de los sanitarios y grifería, 2016-2017.

	Sanitario		Grifería	
	2016	2017	2016	2017
Consumo por descarga (L)	13.00	13.00	6.20	6.20
Número de personas	430	430	430	430
L/persona	10732.80	10621.00	1266.35	1266.35
Días laborables	239	227	239	227
m <sup>3</sup> /año	2565.14	2410.97	302.66	287.46
<b>Costo anual</b>	<b>\$ 3,180.77</b>	<b>\$ 2,989.60</b>	<b>\$375.30</b>	<b>\$356.45</b>

Fuente: Elaboración propia

\*La cantidad de L/persona, se obtuvo mediante la multiplicación de la cantidad de consumo de litros por descarga por el número de personas y por el factor de veces que los funcionarios utilizan los sanitarios que es de 1,9 veces al día.

## ii) Consumo de papel

Para el desarrollo de la línea base de consumo de papel correspondiente al año 2016 y 2017 (Anexo C) se recopilaron los datos procedentes de los Kardex de cada Dirección de la CENTROSUR. En la Tabla 11 se presenta el consumo durante los años indicados, además de la equivalencia en peso.

Tabla 9. Consumo de resmas de papel y su equivalencia en peso, 2016-2017.

Mes	2016		2017	
	Consumo	Peso (kg)	Consumo	Peso (kg)
Enero	131	305.23	132	307.56
Febrero	121	281.93	99	230.67
Marzo	133	309.89	128	298.24
Abril	125	291.25	108	251.64
Mayo	129	300.57	117	272.61
Junio	121	281.93	115	267.95
Julio	110	256.3	128	298.24



Agosto	137	319.21	114	265.62
Septiembre	134	312.22	131	305.23
Octubre	150	349.5	161	375.13
Noviembre	155	361.15	113	263.29
Diciembre	114	265.62	100	233
<b>Total</b>	<b>1560</b>	<b>3634.8</b>	<b>1446</b>	<b>3369.18</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### *Consumo de resmas de papel por Dirección*

En la Tabla 10 se puede apreciar el consumo total de resmas de papel durante el año 2016 y 2017 (detallados en los Anexos D y E), por cada Dirección en el edificio matriz de la CENTROSUR.

*Tabla 10. Consumo de resmas de papel por Direcciones, 2016-2017.*

<b>Dirección</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Dirección de Distribución	216	217
Dirección Administrativa Financiera	492	503
Dirección de Comercialización	583	435
Dirección de Tecnología de la Información	60	71
Dirección de Planificación	65	65
Dirección de Talento Humano	119	131
Presidencia Ejecutiva	25	24

*Fuente: Elaboración propia*

En la Ilustración 5 se esquematiza el consumo de resmas de papel por Direcciones, evidenciando que el mayor consumo se encuentra en DICO, DAF y DIDIS.

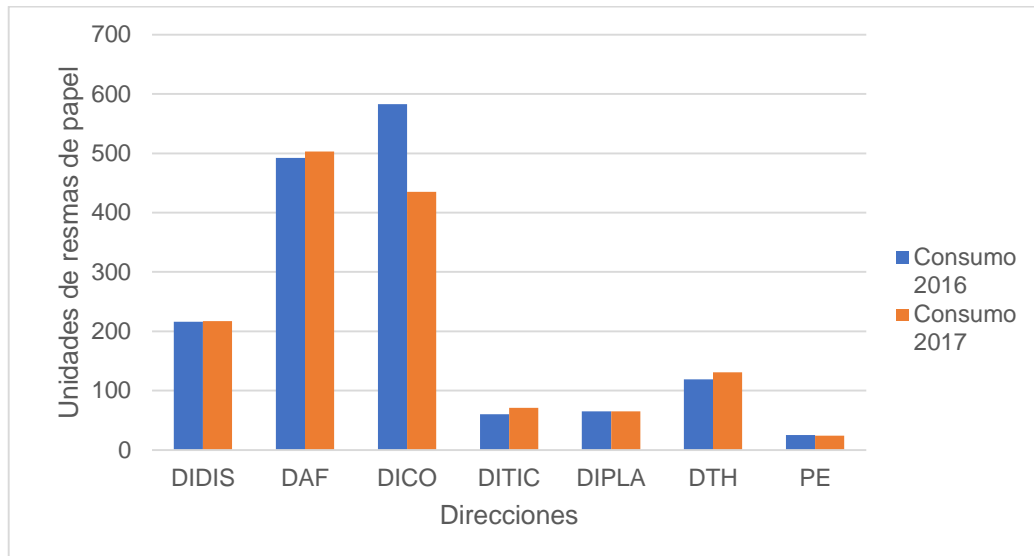


Ilustración 5. Consumo anual de resmas de papel por Dirección.  
Fuente: Elaboración propia

#### Papel gestionado o reciclado

Para el consumo de papel se utilizaron datos proporcionados por el personal de la CENTROSUR. La información corresponde a los meses de enero a junio, no poseía un registro mensual detallado por Direcciones, por lo que se procedió a realizar sus respectivas estimaciones, lo que se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Total mensual de papel gestionado correspondiente al edificio matriz CENTROSUR, 2016.

Fecha	Gestionado (lb)	Gestionado (kg)	Resmas (un)	Hojas (un)
Ene-16	103,25	46,93	20,14	10071,08
Feb-16	95,37	43,35	18,60	9302,29
Mar-16	104,83	47,65	20,45	10224,83
Abr-16	98,52	44,78	19,22	9609,81
May-16	101,67	46,21	19,83	9917,32
Jun-16	95,37	43,35	18,60	9302,29
Jul-16	55,00	25,00	10,73	5364,81
Ago-16	68,50	31,14	13,36	6681,62
Sep-16	67,00	30,45	13,07	6535,31
Oct-16	75,00	34,09	14,63	7315,65
Nov-16	77,50	35,23	15,12	7559,50
Dic-16	57,00	25,91	11,12	5559,89



<b>Total</b>	<b>999,00</b>	<b>454,09</b>	<b>194,89</b>	<b>97444,40</b>
--------------	---------------	---------------	---------------	-----------------

Fuente: Elaboración propia.

### iii) Consumo de energía eléctrica

Para el desarrollo de la base de datos del consumo de energía eléctrica de la CENTROSUR, se utilizaron los datos provenientes de las planillas, correspondientes a los meses de agosto-diciembre del 2016, debido a que los meses de enero-julio el medidor presentó averías no se registró información en el sistema, por lo que, la información fue estimada a partir de los datos conocidos.

En la Tabla 12 se observa el consumo de energía, mensual, durante el período 2016 - 2017 en el edificio matriz de la CENTROSUR, y su equivalencia en dólares:

Tabla 12. Consumo de energía eléctrica, 2016-2017.

Meses	2016		2017	
	Consumo de energía (KWh)	Equivalencia en dólares	Consumo de energía (KWh)	Equivalencia en dólares
Enero	63000	4473.00	70087	4976.18
Febrero	63000	4473.00	60795	4316.45
Marzo	63000	4473.00	70990	5040.29
Abril	63000	4473.00	64086	4550.11
Mayo	63000	4473.00	68766	4882.39
Junio	63000	4473.00	68898	4891.76
Julio	63000	4473.00	68829	4886.86
Agosto	71107	5048.60	65894	4678.48
Septiembre	68753	4881.47	65087	4621.18
Octubre	69932	4965.17	66674	4733.86
Noviembre	66330	4709.43	65244	4632.33
Diciembre	70823	5028.44	65718	4665.98
<b>Total</b>	<b>787945 KWh</b>	<b>\$55944.11</b>	<b>801068 KWh</b>	<b>\$56875.87</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Energía consumida en focos y lámparas

Se contaron los focos y lámparas en cada piso del edificio, registrando sus características para así determinar la energía que éstos consumen, los cuales son registrados en la Tabla

13. Cabe aclarar que cada lámpara consta de tres tubos, siendo de dos tipos: lámparas con tubos de 17 y 32 watts; en el caso de los focos, esta cantidad corresponde a 20 watts. Adicionalmente se comprobó que, en promedio, éstos permanecen encendidos 12 horas al día.

Tabla 13. Número de focos y lámparas en cada piso del edificio de la CENTROSUR.

Piso	Lámparas		Focos
	17 watts	32 watts	20 watts
Planta baja	132	162	30
1 <sup>er</sup>	75	135	30
2 <sup>do</sup>	75	135	30
3 <sup>er</sup>	75	135	30
4 <sup>to</sup>	75	135	30
5 <sup>to</sup>	75	135	15
6 <sup>to</sup>	81	240	15
7 <sup>mo</sup>	45	123	20
8 <sup>vo</sup>	240	0	15
<b>Suma</b>	<b>873</b>	<b>1200</b>	<b>215</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las características de las unidades identificadas, se determinó su consumo durante los años de estudio por cada piso, considerando 232 días laborados en 2016 y 227 en 2017 (ver Anexo F), como se evidencia en la Tabla 16, además del costo de dicho consumo.

Tabla 14. Consumo eléctrico de lámparas y focos en cada piso, 2016-2017.

Pisos	2016		2017	
	Consumo [KWh]	Costo [\$]	Consumo [KWh]	Costo [\$]
Planta baja	22349.95	\$ 2,085.25	21868.27	\$ 2,040.31
1er	17246.88	\$ 1,609.13	16875.18	\$ 1,574.45
2do	17246.88	\$ 1,609.13	16875.18	\$ 1,574.45
3er	17246.88	\$ 1,609.13	16875.18	\$ 1,574.45
4to	17246.88	\$ 1,609.13	16875.18	\$ 1,574.45
5to	16411.68	\$ 1,531.21	16057.98	\$ 1,498.21
6to	26049.89	\$ 2,430.45	25488.47	\$ 2,378.07
7mo	14201.18	\$ 1,324.97	13895.12	\$ 1,296.41
8vo	12193.92	\$ 1,137.69	11931.12	\$ 1,113.17



<b>Suma</b>	<b>160194.14</b>	<b>\$ 14,946.11</b>	<b>156741.68</b>	<b>\$ 14,624.00</b>
-------------	------------------	---------------------	------------------	---------------------

*Fuente: Elaboración propia*

### *Energía consumida en los ascensores*

Durante los días 31 de agosto hasta 6 de septiembre, de 2018, se realizó la medición del consumo eléctrico diario de los ascensores del edificio matriz. Para ello se utilizó un analizador de calidad de energía PQM-702-Sonel (ANEXO G), el mismo que registró datos en intervalos de 10 min, estos datos posteriormente fueron analizados para el propósito del presente trabajo.

En las Tabla 15 y Tabla 16 se presentan los resultados de las mediciones, al sumar el promedio del consumo anual durante días laborables y fines de semana, se obtiene el valor total de 55166.27 KW para los dos ascensores en el edificio.

*Tabla 15. Consumo eléctrico de ascensores durante días laborables.*

<b>Días laborables</b>	<b>Consumo diario [kW]</b>	<b>Consumo anual [kW]</b>	<b>Consumo anual de dos ascensores [kW]</b>
31/08/2018	105.418	25300.24	50600.48
03/09/2018	105.751	25380.29	50760.59
04/09/2018	107.992	25918.08	51836.16
05/09/2018	104.502	25080.48	50160.96
06/09/2018	103.293	24790.29	49580.59
<b>Promedio</b>	<b>105.391</b>	<b>25293.88</b>	<b>50587.75</b>

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 16. Consumo eléctrico de ascensores durante fin de semana.*

<b>Fin de semana</b>	<b>Consumo diario [kW]</b>	<b>Consumo anual [kW]</b>	<b>Consumo anual de dos ascensores [kW]</b>
1/9/2018	23.777	2972.17	5944.33
2/9/2018	12.851	1606.36	3212.71
<b>Promedio</b>	<b>18.314</b>	<b>2289.26</b>	<b>4578.52</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## 2.2.2. Evaluación de los procesos e identificación de las Operaciones Unitarias Críticas

### 2.2.2.1. División del proceso en operaciones unitarias

En el edificio matriz de la CENTROSUR se realizan actividades de carácter administrativo, por lo que podría definirse como un solo proceso global desarrollado por varias Direcciones, como se esquematiza en la Ilustración 6, por esta razón posteriormente no será posible identificar las operaciones unitarias críticas debido a las características de la empresa antes mencionadas.



Ilustración 6. Diagrama de flujo del servicio ofrecido en el edificio matriz de la CENTROSUR.  
Fuente: Elaboración propia

En cada Dirección, el personal consume recursos para cumplir sus labores diarias. Es decir, que las entradas y salidas se limitan a electricidad, agua potable, resmas de papel y recursos varios presentes en menor proporción, como se visualiza en la Ilustración 7. Es imposible establecer relaciones entre las entradas y salidas mediante diagramas, debido a que se dispone de un medidor general para electricidad y agua potable, lo que no sucede con las resmas de papel.





Ilustración 7. Procesos administrativos y Direcciones.  
Fuente: Elaboración propia

#### i) Resmas de papel

Se dispone de información, segmentada por Direcciones, de las resmas de papel consumidas durante los años 2016 y 2017. En la Ilustración 8 es posible apreciar esta información como porcentaje en cada unidad departamental, observando que el mayor consumo en 2016 y 2017 proviene de DICO y DAF, mientras que el menor consumo en ambos años recae en PE y DIPLA.

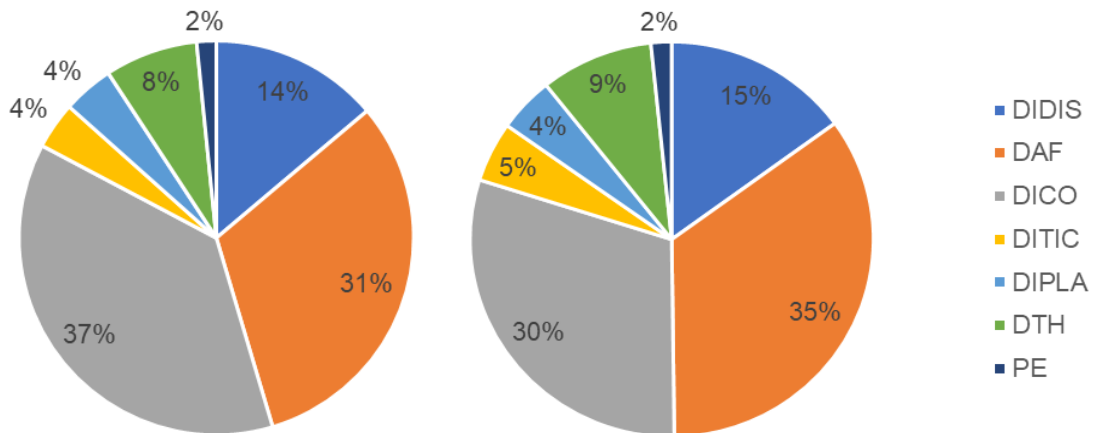


Ilustración 8. Porcentaje del consumo de resmas de papel por Direcciones, (I) 2016 y (D) 2017.  
Fuente: Elaboración propia

En la empresa se ejecutan buenas prácticas ambientales, entre ellas la reutilización y reciclaje de papel. Referente a dichas prácticas, se dispone información del año 2016, donde el porcentaje de papel reciclado fue del 12%, lo que equivale a 454.09 kg de los 3634.8 kg consumidos en dicho año, como se aprecia en la Ilustración 9.

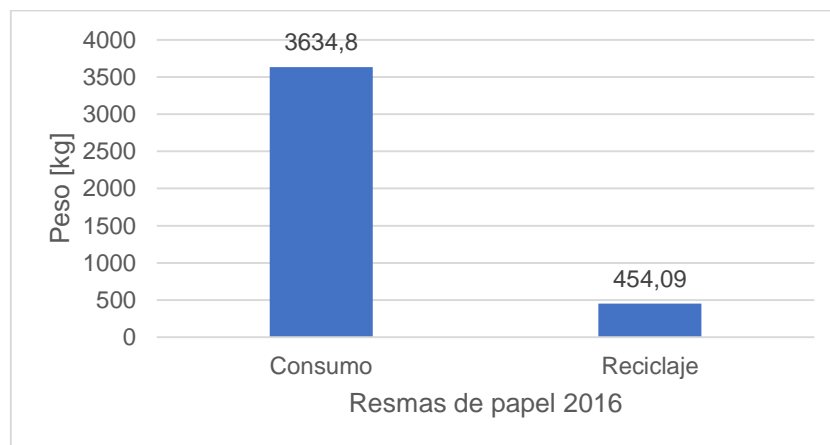


Ilustración 9. Papel consumido vs. Papel reciclado en 2016.  
Fuente: Elaboración propia

## ii) Agua potable

La información correspondiente a agua potable está disponible por meses. Las estimaciones del consumo de los inodoros y grifería se han determinado de acuerdo a sus características. En la Ilustración 10, se puede evidenciar que el mayor consumo anual de agua corresponde a los inodoros con un 63%.

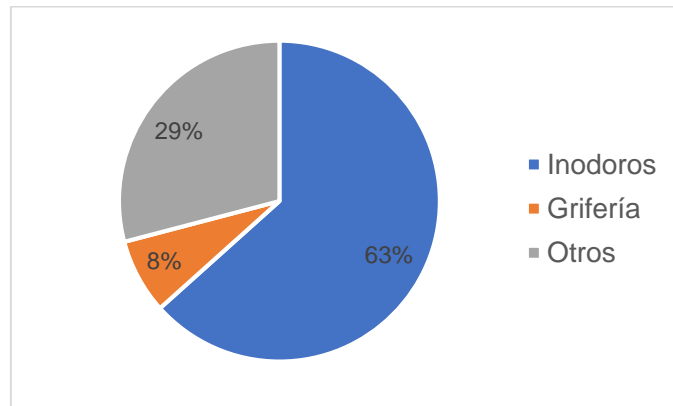


Ilustración 10. Porcentaje del consumo promedio anual de agua.  
Fuente: Elaboración propia

### iii) Energía eléctrica

Las estimaciones de focos/lámparas y computadoras (computadoras Anexo H) se han determinado de acuerdo a sus características. Además se complemento con el consumo generado por aire acondicionado y cafeteras de la CENTROSUR. En la categoría otros están incluidos: cocinas de inducción, teléfonos, radios, impresoras, proyectores, frigoríficos, luminaria externa. En la Ilustración 11, se puede evidenciar los diferentes porcentajes de consumo generados en el edificio matriz de la CENTROSUR.

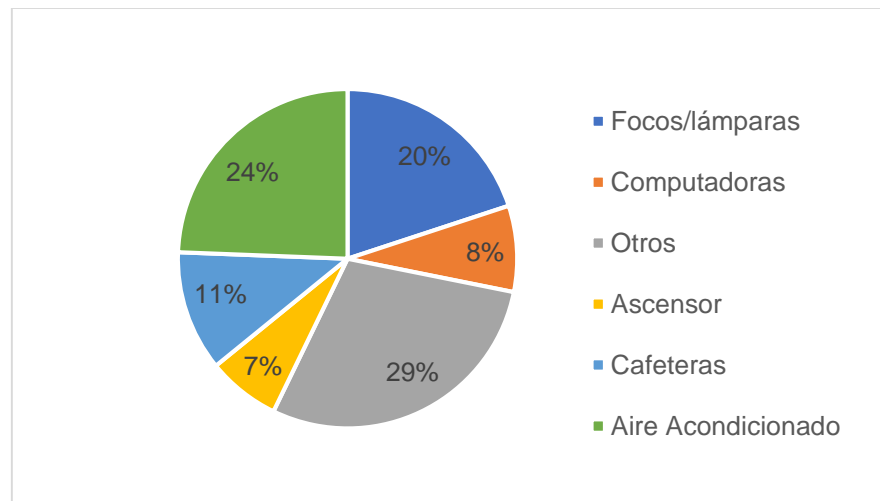


Ilustración 11. Porcentaje del consumo promedio anual de electricidad.  
Fuente: Elaboración propia

Se realizaron mediciones de los niveles de iluminación, con luz natural, en la planta baja, cuarto y octavo piso; debido a que la incidencia del sol es diferente en la mañana y tarde, las mediciones se ejecutaron a las 9:00 y 16:00 de los días 30 y 31 de julio del 2018,

tomando 6 puntos (ver Ilustración 18) abarcando las partes frontales, laterales y traseras del edificio, especificados en el Anexo I.

A causa de que la normativa ecuatoriana no posee metodología para la medición de los niveles de iluminación, se usó la propuesta por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el documento divulgativo de Iluminación en el puesto de trabajo (ver Ilustración 12). Como se muestra en la Ilustración 13, el equipo empleado fue un Luxómetro Testo 545, con certificación N° 1527716. Usando como referencia el Decreto Ejecutivo 2393, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, se compararon los resultados con los valores de iluminación mínima de 20 luxes y 300 luxes, en el primer caso para pasillos, patios y lugares de paso y, en el segundo, siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía. Los resultados de dichas mediciones indican que, utilizando luz natural como fuente de iluminación, los puestos de trabajo cumplen con el mínimo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393, los valores de cada medición se aprecian con detalle en el Anexo J.

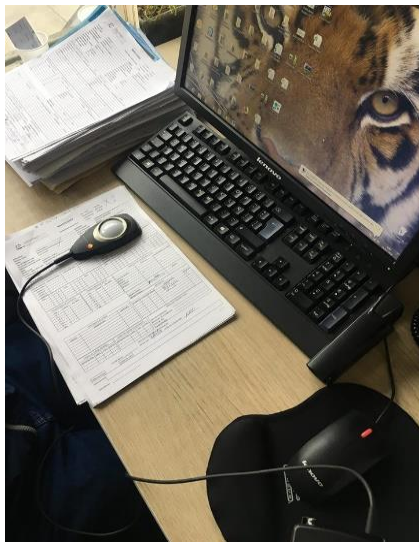


Ilustración 12. Mediciones realizadas al nivel de los puestos de trabajo.  
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 13. Equipo utilizado para realizar las mediciones.  
Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3. Definición del enfoque del diagnóstico con base en las OU críticas

Para conseguir este propósito se tomarán en cuenta aspectos: económico, social y ambiental, centrados en los consumos de agua, energía eléctrica y resmas de papel.

## CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE LAS OPERACIONES UNITARIAS CRÍTICAS

### 3.1. Identificación de causas de ineficiencias

Se lograron identificar las siguientes causas de ineficiencias (ANEXO K):

Tabla 17. Identificación de causas de ineficiencias

Ineficiencia	Causa	Criterio
Consumo excesivo de agua	Antigüedad de grifería e inodoros	Cantidad de desechos generados
Consumo excesivo de energía eléctrica	Uso de luminaria fluorescente	Cantidad de CO2 emitido al ambiente
Consumo excesivo de resmas de papel	Naturaleza del proceso	Cantidad de desechos generados

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Plantear opciones de PML

En la Tabla 18 se presentan las siguientes opciones de PML propuestas, las cuales serán descritas a continuación:

Tabla 18. Resumen de las opciones de PML propuestas.

Recursos e insumos	Opción
Energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambio a luminaria LED</li><li>• Activar temporizador en computadoras</li><li>• Aprovechar luz natural</li><li>• Cambio de ascensores</li></ul>
Agua	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pistola de riego con regulación del caudal</li><li>• Estandarización del caudal</li><li>• Captación de agua lluvia</li><li>• Grifería con temporizador</li><li>• Botellas al interior de los reservorios de inodoros</li><li>• Inodoros ecológicos</li><li>• Urinarios ECO ZERO</li></ul>
Resmas de papel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Firma digital</li><li>• Copiadoras con registro</li></ul>
Personal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buenas prácticas ambientales</li><li>• Capacitaciones</li></ul>

Fuente: Elaboración propia



### 3.2.1. Energía eléctrica

El principal ajuste para la disminución del consumo de electricidad es la sustitución de luminaria fluorescente a LED, debido a que consumiría una fracción de energía en comparación con las actuales. Otra opción es aprovechar la luz natural como fuente de iluminación, puesto que cumple con los límites mínimos establecidos. Paralelamente, en las computadoras es posible activar el temporizador con un tiempo de 5 min para proceder a hibernar. Además, se propone el cambio de ascensores a causa de su elevado consumo energético.

A pesar de que las luminarias LED poseen menor cantidad de luxes, esto no influye en la intensidad de iluminación porque el ángulo de emisión de luz es menor a 180° lo cual implica que toda la luz generada se enfoca hacia la parte frontal del LED, lo que no ocurre en lámparas fluorescentes (Ferro, Gonzalías, & López, 2012).

### 3.2.2. Agua

La limpieza de áreas verdes y externas se realiza los fines de semana, empleando para ello el flujo constante de agua procedente de la llave, por lo que se propone utilizar una pistola de riego que permita la regulación del caudal de salida. Adicionalmente, implementar captación de agua lluvia para evitar consumir el agua potable.

Relativo al consumo de agua en los grifos, sustituirlos por grifería con temporizador o regular la presión de la grifería y estandarizarla a un caudal de 4 L/min. En referencia a la descarga de los inodoros, se pueden implementar botellas de 500 ml en el interior de los reservorios de cada uno, disminuyendo así el volumen de agua en las descargas. También, se puede optar por cambiar a inodoros ecológicos, los cuales podrían ayudar a disminuir hasta en un 40% el volumen de agua necesaria en cada descarga. Incluso se plantea la opción de la implementación de urinarios ECO ZERO, los cuales no utilizan agua.

### 3.2.3. Resmas de papel

Para un consumo eficiente de resmas de papel sería conveniente utilizar plataformas virtuales, en las que se puedan cargar datos, además del registro de firmas virtuales, puesto que la necesidad de firmar documentos físicos es una de las causas de consumo de dicho recurso.

Otra alternativa sería la implementación de copiatoras que posean un registro del número de copias y permita la identificación del trabajador que las realizó, de tal manera que se pueda conocer la Dirección que genera mayor retención de hojas de papel, y así facilitar la posterior implementación de sistemas digitales.

#### 3.2.4. Personal

En relación a las buenas prácticas ambientales mediante la concientización del personal de la empresa, al proveerles conocimientos, para desarrollar habilidades y actitudes para el mejoramiento de sus actividades laborales y hábitos de consumo de agua, energía y recursos.

### 3.3. Selección de opciones de PML a ser evaluadas

El sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia se descarta debido a que el espacio disponible en la Empresa para este propósito y el punto donde sería utilizada el agua, presenta impedimentos estructurales de transporte. El personal posee la buena práctica ambiental de cerrar la llave luego de usarla, por lo que implementar grifería con temporizador no sería factible. La implementación de copiatoras con registro se planteó al iniciar este trabajo, sin embargo, en febrero de 2018 dicha opción fue efectuada por DITIC. A continuación, se presenta una tabla con las alternativas a ser evaluadas, en el Anexo L se detallan algunas de las características más relevantes de dichas alterativas:

Tabla 19. Opciones de PML seleccionadas para ser evaluadas.

Recursos e insumos	Opción seleccionada
Energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambio a luminaria LED</li><li>• Activar temporizador en computadoras</li><li>• Aprovechar luz natural</li><li>• Cambio de ascensores</li></ul>
Agua	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pistola de riego con regulación del caudal</li><li>• Botellas al interior de los reservorios de inodoros</li><li>• Inodoros ecológicos</li><li>• Estandarización de caudal en griferías</li><li>• Cambio de urinarios por ECO ZERO</li></ul>
Resmas de papel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Firma digital</li></ul>
Personal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buenas prácticas ambientales</li><li>• Capacitaciones</li></ul>

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

### 4.1. Definición del tipo de evaluación

Para las alternativas de PML seleccionadas se realizarán evaluaciones económicas, ambientales y técnicas, con diferente grado de profundidad según sea el caso. En la Tabla 20 se presenta la profundidad de cada evaluación en las diversas alternativas.

Tabla 20. Profundidad de las evaluaciones para las opciones de PML.

Opción de PML	Profundidad de la evaluación
Cambio a luminaria LED	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación ambiental: reducción de emisiones y generación de residuos.</li><li>• Evaluación económica: ahorro, recuperación y rentabilidad de la inversión.</li><li>• Evaluación técnica: costo de mano de obra y adquisición de elementos.</li></ul>
Aprovechamiento de luz natural	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación ambiental: reducción de emisiones</li></ul>
Pistola de riego con regulación del caudal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación ambiental: ahorro de agua</li><li>• Evaluación económica: ahorro</li></ul>
Botellas al interior de los reservorios de inodoros	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación ambiental: ahorro de agua</li><li>• Evaluación económica: ahorro</li></ul>
Estandarización del caudal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación ambiental: ahorro de agua</li><li>• Evaluación económica: ahorro</li><li>• Evaluación técnica: costo de mano de obra y adquisición de elementos.</li></ul>
Inodoros ecológicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación ambiental: ahorro de agua</li><li>• Evaluación económica: ahorro, recuperación, TIR y rentabilidad de la inversión.</li><li>• Evaluación técnica: costo de mano de obra y adquisición de elementos.</li></ul>
Urinarios ECO ZERO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación ambiental: ahorro de agua</li><li>• Evaluación técnica: costo de mano de obra y adquisición de elementos.</li></ul>

Fuente: Elaboración propia



#### 4.1.1. Evaluación ambiental

##### 4.1.1.1. Energía eléctrica

Al aprovechar la luz natural se disminuiría 22.36 ton CO<sub>2</sub>. Al sustituir las luminarias se evitaría emitir anualmente 23.85 ton CO<sub>2</sub>. Por otra parte, se evitaría generar 11.44 g de mercurio como residuo, puesto que, a diferencia de las bombillas de descarga, la luminaria LED no lo utiliza. En la Tabla 21 se puede apreciar la cantidad de mercurio contenido en 2228 bombillas/tubos fluorescentes en el edificio matriz.

Tabla 21. Mercurio contenido en bombillas fluorescentes.

Tipo	Mercurio
17 W	4.37 g
32 W	6.00 g
20 W	1.08 g
<b>Total</b>	<b>11.44 g</b>

Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.1.2. Agua potable

La reducción del volumen de descargas debido a las botellas permitiría un ahorro de 108.54 m<sup>3</sup> de agua al año, lo que implica una reducción del 4.36% de su consumo. En el caso de estandarizar el caudal en la grifería, se ahorrarían 104.7 m<sup>3</sup> de agua al año, lo que implica su reducción porcentual en 35.48%.

El cambio de sanitarios por otros ecológicos, ahorraría anualmente 1574.32 m<sup>3</sup> de agua, lo que equivale a reducir su consumo en 63.28%. Debido a que los urinarios ECO ZERO no consumen agua, se ahorraría 260.64 m<sup>3</sup> de agua al año, es decir 100% del consumo de agua de los urinarios.

El uso de pistola con regulación de flujo permitiría reducir un 50% del consumo anual de agua destinada a las actividades de limpieza y riego de exteriores, es decir 52 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.2. Evaluación económica

El ahorro anual de todas las alternativas con luminaria LED sin aprovechar luz natural \$10,579.21. Mientras que, sin cambiar a LED, con aprovechando luz natural el valor sería

de \$9,490.47. Los criterios que se utilizaron para realizar la evaluación económica son el costo de implementación y el período de retorno expresado en años.

#### 4.1.2.1. Energía eléctrica

##### Cambio por luminaria LED

Como se visualiza en la Tabla 22, el costo total de implementar 2228 unidades de luminarias LED, sería \$ 6,957.03.

Tabla 22. Costo de implementación LED Silvania.

Elemento	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubo LED 120 cm	1200	\$ 3.21	\$ 3,852.00
Tubo LED 60 cm	873	\$ 3.01	\$ 2,627.73
Lámpara LED	215	\$ 2.22	\$ 477.30
<b>Total</b>	<b>2228</b>		<b>\$6,957.03</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se presentan los valores del consumo anual que tendrían las diferentes luminarias LED al ser implementadas, el monto total es de \$8,435.16.

Tabla 23. Consumo anual de la luminaria LED a implementar.

Elemento	Potencia	Cantidad	Consumo anual
Tubo LED 120 cm	18 W	1200	\$ 5,804.01
Tubo LED 60 cm	9 W	873	\$ 2,111.21
Lámpara LED	9 W	215	\$ 519.94
Total		2228	\$8,435.16

Fuente: Elaboración propia

El promedio de los costos del consumo de energía eléctrica de las luminarias fluorescente de los años 2016 y 2017, especificados en la Tabla 14, es de \$ 14,785.06. La diferencia entre el valor mencionado y el monto total de consumo anual de la luminaria LED, daría como resultado el ahorro tras la implementación de dicha medida, ascendiendo a \$6,349.90.

Por lo que el periodo de recuperación de la inversión de implementar luminarias LED sería de 1.10 años. Mientras que la rentabilidad de la inversión es del 91%. Concluyendo que la medida de PML es muy atractiva en términos económicos.

Se ha tomado un peso promedio de 200 g por cada bombilla/tubo, puesto que el costo de disposición de 1 kg de estos elementos es de \$1.45. Lo cual implicaría que, al implementar las luminarias LED se ahorraría el costo de disposición de las luminarias fluorescentes lo que es equivalente a \$646.12.

#### *Cambio de ascensor*

El consumo eléctrico del ascensor actual es de 55166.27 kWh, lo que equivale a \$ 5,147.01 por año, mientras que el consumo estimado del ascensor Mitsubishi NextWay-S Serie-AW es 33099.76 kWh, con una equivalencia de \$ 3,088.21. La diferencia entre ambos valores es de \$ 2,058.81, lo que sería el ahorro que implicaría la medida. Mientras que el costo de implementación sería de \$ 130,000.00, con un índice de rentabilidad del 2% y un periodo de retorno de la inversión igual a 63.14 años.

#### 4.1.2.2. *Agua potable*

##### *Baños ecológicos*

En la Tabla 24 se aprecia el costo de implementación de 80 sanitarios ecológicos, con un valor de \$6,212.80.

*Tabla 24. Costo de implementación de Sanitarios Ecológicos.*

<b>Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total</b>
Sanitarios ecológicos	80	\$77.66	\$6,212.80

*Fuente: Elaboración propia*

Paralelamente en la Tabla 25 se presentan los valores del consumo anual que tendrían los sanitarios ecológicos al ser implementados, el monto total es de \$1,135.46.

*Tabla 25. Consumo anual de los sanitarios ecológicos a implementar.*

<b>Medida</b>	<b>Consumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo anual</b>
Sanitarios ecológicos	4.8 L/descarga	80	\$1,133.03

*Fuente: Elaboración propia*



El promedio de los costos del consumo de agua potable de los sanitarios en los años 2016 y 2017, es de \$ 3,085.19. La diferencia entre el valor mencionado y el monto total de consumo anual, daría como resultado el ahorro tras la implementación de dicha medida, ascendiendo a \$1,952.16.

Por lo que el periodo de recuperación de la inversión de implementar sanitarios ecológicos sería de 3.18 años. Mientras que la rentabilidad de la inversión es del 31%. El TIR a los 5 años es del 20%. Concluyendo que la medida de PML es atractiva en términos económicos.

#### *Botellas en los inodoros*

Otra de las alternativas planteadas es introducir botellas de 500 ml al interior de los reservorios de agua de los inodoros, medida que ya fue probada en el octavo piso del edificio matriz de la CENTROSUR (cálculos detallados en el Anexo M). Esta medida tiene un costo únicamente de \$8, debido a que las botellas se reciclaron, como se aprecia en la Tabla 26.

*Tabla 26. Costo de implementación de Botellas en los inodoros.*

<b>Medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Costo total</b>
Botellas	80	Reciclaje	\$0
Arena	0.5 m3	\$16	\$8

*Fuente: Elaboración propia*

El nuevo volumen de agua consumido con esta implementación es de 1245 m<sup>3</sup> con un costo de \$ 3,039.24. Lo que, en comparación con el consumo de 2016 significaría un ahorro de \$ 154.84, como se aprecia en la siguiente tabla:

*Tabla 27. Consumo anual de las botellas a implementar.*

<b>Medida</b>	<b>Consumo</b>	<b>Consumo anual</b>	<b>Ahorro</b>
Botellas	12.5 L/descarga	\$ 3,039.24	\$ 154.84

*Fuente: Elaboración propia*

#### *Pistola reguladora de caudal*

El pitón plástico ajustable tipo pistola cuesta \$3.25, y su implementación ahorraría hasta \$64.48 al año.



#### 4.1.3. Evaluación técnica

Para las medidas evaluadas, se ha determinado el número de trabajadores, objetos a reemplazarse, horas de trabajo requeridas para su ejecución, el sueldo necesario, como se especifica en la Tabla 28. A continuación, se enlistan las alternativas de PML:

- A. Cambio a luminaria LED
- B. Activar temporizador en computadoras
- C. Pistola de riego con regulación del caudal
- D. Botellas al interior de los reservorios de inodoros
- E. Inodoros ecológicos
- F. Cambio de urinarios por ECO ZERO
- G. Regular la presión de la grifería para un caudal de 4lt/min
- H. Aprovechamiento de luz natural
- I. Cambio de ascensor

Tabla 28. Requerimiento de las alternativas.

Alternativas	N° de trabajadores	N° de objetos a cambiar	Horas de trabajo	Sueldo por hora	Costo total
A	2	2288	110	\$ 3.55	\$ 781.00
B	0	0	0	0	-
C	0	0	0	0	-
D	1	80	8	\$ 3.55	\$ 28.40
E	2	80	320	\$ 3.55	\$ 2,272.00
F	2	17	68	\$ 3.55	\$ 482.80
G	1	73	8	\$ 3.55	\$ 28.40
H	0	0	0	0	-

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la alternativa I, los costos tanto de instalación, como de materiales ya se encuentran incluido en el costo de adquisición.

#### 4.1.4. Medidas complementarias

Existen medidas de PML que dependerán de cómo las personas las ejecuten, entre ellas están: activar temporizador en computadoras, firma digital, capacitaciones y buenas prácticas ambientales.

Debido a que la activación del temporizador en computadoras ya se encuentra implementado, la Dirección correspondiente debe encargarse de hacer una revisión y seguimiento continuos, para asegurar que se encuentre programado en todos los ordenadores del edificio y así, esté generando buenos resultados.

La firma digital es el tipo de firma electrónica más avanzado y seguro que nos permite cumplir con los requisitos legales y normativos más exigentes desde nuestro ordenador, por lo tanto permitiendonos reducir el consumo de papel, además de agilizar los procedimientos. Los resultados que podrían obtenerse al implementar esta opción dependerían del factor humano, donde entrarían en juego las buenas prácticas ambientales y capacitaciones.

Debido a que las capacitaciones y buenas prácticas ambientales se encuentran en función de la subjetividad de las personas, todos los resultados que podrían esperarse de las opciones descritas en esta sección serían variables.

Estas medidas adicionales podrían agruparse y tener como meta reducir el consumo de papel, por lo que se ha propuesto un plan de acción detallado en la siguiente tabla:

*Tabla 29. Alternativas adicionales de PML*

<b>Alternativa</b>	<b>Acciones a desarrollar</b>
Firma digital	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implementación de la tecnología de firma digital.</li><li>• Capacitación al personal sobre el manejo adecuado de dicha tecnología.</li></ul>
Buenas prácticas ambientales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fomentar el ahorro de papel</li></ul>
Capitaciones	<ul style="list-style-type: none"><li>• Concientizar sobre el ahorro de papel y los beneficios asociados.</li><li>• Definir alternativas que faciliten el ahorro de papel</li><li>• Implementar señaléticas en sitios estratégicos que fomenten dicho ahorro.</li></ul>

*Fuente: Elaboración propia*



## 4.2. Selección y presentación de opciones de PML factibles

### 4.2.1. Evaluación de las opciones de PML identificadas

Para comparar las opciones de PML identificadas y establecer prioridades se tomarán como referencia la lista y preguntas claves para la definición de criterios provenientes del manual de Aplicaciones de las Metodologías de Producción Más Limpia de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge. Se han considerado los siguientes criterios: efecto ecológico, efecto económico, factibilidad técnica, esfuerzo organizacional y costo de implementación. Resultando en una lista de preguntas (Anexo N) que posteriormente se emplearon para diseñar la matriz de ponderación (Anexo O) utilizada para la evaluación.

Las alternativas a ser evaluadas se han puesto en una lista, como se aprecia a continuación:

- A Cambio a luminaria LED
- B Activar temporizador en computadoras
- C Pistola de riego con regulación del caudal
- D Botellas al interior de los reservorios de inodoros
- E Inodoros ecológicos
- F Urinarios ECO ZERO
- G Regular la presión de la grifería para un caudal de 4 L/min
- H Aprovechamiento de luz natural
- I Cambio de ascensor

Se decidió darle al aspecto ambiental (AA) un peso del 50% debido a que se busca reducir el impacto ambiental de la empresa, por otro lado, el aspecto económico (AE) y costo de implementación (CI) tienen un 20% cada uno, mientras que el aspecto técnico (AT) y esfuerzo organizacional (EO) poseen 5% cada uno.

Los detalles de los cálculos para el aspecto ambiental, aspecto económico y costos de implementación se detallan en los Anexos P, Q y R.

La evaluación se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 30. Matriz de evaluación de opciones.

Alternativas	AA	AE	AT	EO	CI	Total	Prioridad
A	5	4	4	5	3	4	2
B	3	5	4	5	5	4	2
C	5	5	4	5	5	5	1
D	2	5	4	5	5	3	3
E	5	3	4	5	3	4	2
F	5	2	3	5	4	4	2
G	5	5	4	5	5	5	1
H	5	5	5	4	5	5	1
I	5	2	4	2	2	4	2

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

La situación actual de las actividades de carácter administrativo que se ejecutan en el edificio matriz de la Empresa Eléctrica CENTROSUR, evidencia que se utilizan grandes cantidades de recursos. Anualmente se utiliza un promedio de 3502 kg de papel, debido a que se imprimen 90000 documentos al mes, siendo las Direcciones DAF y DICO los que consumen más del 60% de papel; sin embargo, se recicla una fracción de papel, que en 2016 fue del 12%. En cuanto al consumo eléctrico, 787945 KWh en 2016 y 801068 KWh en 2017, al rededor del 29% de electricidad se debe al consumo de elementos como cocinas de inducción, teléfonos, radios, impresoras, proyectores, frigoríficos y luminaria externa; seguido de aire acondicionado con el 24%; focos y lámparas con el 20%; cafeteras con el 11%; 8% por computadoras; y 7% por los elevadores. En promedio los focos y lámparas consumen 160884.64 KW/h al año, con un uso ininterrumpido de 12 horas al día, cantidad que podría reducirse debido a que no se aprovecha la iluminación natural, comprobándose que en los puestos de trabajo la iluminación natural es suficiente y supera el mínimo recomendado en el Decreto Ejecutivo 2393. En 2016 se utilizaron 4053 m<sup>3</sup> de agua y 3805m<sup>3</sup> en 2017, de los cuales, aproximadamente el 63% es causado por los 13 L por descarga en los sanitarios, lo que se ha relacionado a su antigüedad.





Con base en lo anteriormente mencionado se han identificado 9 alternativas de PML que podrían ser aplicadas. A saber, son: a) cambio a luminaria LED, b) activar temporizador en computadoras, c) usar pistola de riego con regulación del caudal, d) introducción de botellas al interior de los reservorios de los inodoros, e) cambio a inodoros ecológicos, f) sustitución de los urinarios actuales por equipamiento con tecnología ECO ZERO, g) regulación de la presión de la grifería a un caudal de 4 L/min, h) aprovechar la luz natural y i) cambio de ascensor.

Luego de ser evaluadas en términos económicos, ambientales y técnicos, las alternativas c, g y h, tienen prioridad 1, debido a que, en los criterios de calificación, dichas alternativas son las que mayor calificación alcanzan, puesto que no implican costos adicionales, reducen  $\geq 25\%$  del consumo actual de recursos, que, a pesar de necesitar adaptaciones técnicas relativamente fáciles de ejecutar, poseen bajo costo de inversión. Con las alternativas a, b, e, f, i, las cuales poseen prioridad 2, el escenario es diferente, porque cada una presenta un comportamiento diferente en cada criterio, a causa de que cada una tiene diferentes requerimientos. Por otro lado, la alternativa d, podría resultar atractiva de implementar, pero tiene prioridad 3, puesto que la reducción del volumen es menor del 5%, lo que le da una baja calificación en el aspecto ambiental. En el Anexo S puede apreciarse con mayor detalle el comportamiento de cada alternativa frente a los diversos criterios de evaluación.

La aplicación de estas alternativas de PML tendría un costo de inversión de \$ 20,484.98 y un ahorro anual de \$ 10,579.21 para los años siguientes, además de una disminución anual de 55,36 ton de CO<sub>2</sub>, 11,44 g de Hg y 2044,67 m<sup>3</sup>. Mejorando la imagen de la empresa desde el punto de vista ambiental, lo que acercaría a la institución hacia la obtención del Reconocimiento Ambiental Ecuatoriano Punto Verde.

## RECOMENDACIONES

- Crear una base de datos del número de impresiones para facilitar la toma de medidas en las Direcciones de mayor consumo.
- Realizar el pesaje mensual de hojas recicladas para generar una base de datos sólida que permita dar seguimiento a las buenas prácticas ambientales.



## BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, C. M. V. B., Agostinho, F., Giannetti, B. F., & Huisingsh, D. (2015). Integrating cleaner production into sustainability strategies: an introduction to this special volume. *Journal of Cleaner Production*, 96, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.083>
- CENACE. (2018). *Informe del Factor de Emisión de CO2 2017*.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia, & y Tecnologías Ambientales. (2002). Casos de aplicación de Producción Más limpia en Colombia. Editorial Clave.
- Duflou, J., & Kellens, K. (2014). Cleaner Production. In *CIRP Encyclopedia of Production Engineering* (pp. 205–208). Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20617-7\\_6635](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20617-7_6635)
- Durán, T., & Esther, G. (2017). Manual para realizar diagnósticos sobre uso eficiente del agua en edificaciones. Retrieved from <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/22242>
- Ferro, H. A. M., Gonzalías, Y. F. R., & López, Y. U. (2012). Estudio de los beneficios de cambio de bombillas de sodio de alta presión por diodos emisores de luz de alto brillo. *El Hombre y la Máquina*, (39), 12–18.
- Fúquene Retamoso, C. E. (2007). *Producción limpia, contaminación y gestión ambiental*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Gavrilescu, M. (2004). Cleaner production as a tool for sustainable development. *Environmental Engineering and Management Journal*, 3, 45–70.
- Gonçalves, V. B. (2013). The precautionary principle and environmental risk management: contributions and limitations of economic models. *Ambiente & Sociedade*, 16(4), 121–138. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000400008>
- Hens, L., Block, C., Cabello-Eras, J. J., Sagastume-Gutierrez, A., Garcia-Lorenzo, D., Chamorro, C., ... Vandecasteele, C. (2018). On the evolution of “Cleaner Production”



- as a concept and a practice. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3323–3333. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.082>
- Hoof, B. V., Monroy, N., & Saer, A. (2007). *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental*. Alfaomega, Universidad de los Andes. Facultad de Administración.
- Jackson, T. (2002). *Industrial ecology and cleaner production*. Edward Elgar Publishing. Retrieved from <https://www.elgaronline.com/view/1840645067.00012.xml>
- Khalili, N. R., Duecker, S., Ashton, W., & Chavez, F. (2015). From cleaner production to sustainable development: the role of academia. *Journal of Cleaner Production*, 96, 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.099>
- Khan, Z. (2008). Cleaner production: an economical option for ISO certification in developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.06.007>
- Lee, K. F. (2001). Sustainable tourism destinations: the importance of cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 9(4), 313–323. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00071-8)
- Ministerio del Ambiente. (2004, April). Diagnóstico base para el desarrollo de política y estrategia nacional de Producción Más Limpia. Retrieved from <http://www.tecnologiaslimpias.cl/ecuador/docs/DIAGNOSTICOPRODCLIMP.pdf>
- Organization of American States. (2002, April 25). Cleaner Production and Cleaner Energy: Towards Increased Action in the Hemisphere. Retrieved from [http://portal.oas.org/Portals/7/Ciencia\\_Tecnologia/Clean\\_Prodhn\\_Clean\\_Energy\\_3.1\[1\].pdf](http://portal.oas.org/Portals/7/Ciencia_Tecnologia/Clean_Prodhn_Clean_Energy_3.1[1].pdf)
- Quintero, O., & Salichs, A. (2007). *Gestión ambiental para una producción más limpia en la región centro de Argentina: Herramientas para la aplicación de producción más limpia: Alternativas de mejora en actividades de servicios: Manual para consultores* (Books). Inter-American Development Bank. Retrieved from <http://publications.iadb.org/handle/11319/4852>



- Schaltegger, S., Bennett, M., Burritt, R. L., & Jasch, C. (2008). Environmental Management Accounting (EMA) as a Support for Cleaner Production. In *Environmental Management Accounting for Cleaner Production* (pp. 3–26). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8913-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8913-8_1)
- Staniškis, J. K. (2011). Water saving in industry by Cleaner Production. In *Water Purification and Management* (pp. 1–33). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9775-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9775-0_6)
- United Nations. (2005). *Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias*. United Nations Publications.
- United Nations Environment Programme. (2007). *Environmental agreements and cleaner production*. UNEP. Retrieved from <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7718>
- United Nations Industrial Development Organization. (2012). Manual on the Development of Cleaner Production Policies - Approaches and Instruments. Retrieved from [https://www.unido.org/sites/default/files/2007-11/9750\\_0256406e\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2007-11/9750_0256406e_0.pdf)
- Universidad para la Cooperación Internacional. (2012). Caso exitoso de PML: Hotel Austria. Retrieved from [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana3/P\\_L\\_Hotel\\_Austria.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana3/P_L_Hotel_Austria.pdf)
- Vieira, L. C., & Amaral, F. G. (2016). Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 113, 5–16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.034>



## ANEXOS

### Anexo A: Lista de abreviaturas

CPTS: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles

DS: Desarrollo Sostenible

MAE: Ministerio del Ambiente Ecuador

OU: Operaciones unitarias

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PML: Producción Más Limpia

DIPLA: Dirección de Planificación

DAF: Dirección Administrativa Financiera

DICO: Dirección de Comercialización

DIDIS: Dirección de Distribución

PE: Presidencia Ejecutiva

DITIC: Dirección de Tecnología de la Información

DTH: Dirección de Talento Humano

UN: United Nations

CNPMLYTA: Centro Nacional de Producción Más Limpia

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

AA: Aspecto ambiental

AE: Aspecto Económico

AT: Aspecto Técnico

EO: Esfuerzo Organizacional

CI: Costo de Implementación



## Anexo B: Convenio con la empresa

**CONVENIO ESPECIFICO CELEBRADO ENTRE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. Y EL ESTUDIANTE Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia QUE DESARROLLA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

En la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, a los 10 días del mes de enero del año dos mil dieciocho, comparece libre y voluntariamente por una parte la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., debida y legalmente representada por el Ing. Francisco Carrasco Astudillo en su calidad de Presidente Ejecutivo; y por otra en calidad de estudiante que desarrolla el trabajo de investigación el Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia, y convienen en celebrar el presente convenio específico de trabajo de investigación, sujeto a las siguientes cláusulas y declaraciones de voluntad:

**PRIMERA.- ANTECEDENTES:** La Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A., constituye una persona jurídica, encargada de prestar el servicio público de energía eléctrica, que tiene como objeto, entre otros, la distribución y comercialización del servicio de energía eléctrica para su área de concesión, siendo considerada una de las empresas líderes a nivel nacional tanto por su funcionamiento como por sus resultados.

La Empresa con el objeto de apoyar al desarrollo de habilidades técnicas y administrativas de los jóvenes estudiantes de educación superior, ha mantenido convenios para la ejecución de programas de prácticas, pasantías, de desarrollo de tesis hoy trabajos de investigación para estudiantes de colegios y universidades respectivamente. De igual manera, a través de sus trabajadores, ha venido impulsando y supervisando proyectos de tesis hoy de desarrollo de trabajos de investigación en las diferentes áreas de la Empresa.

En tal virtud la Universidad de Cuenca, ha solicitado el desarrollo de trabajos de investigación en la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A., misma que ha sido aprobada y autorizada a favor del Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia,

**SEGUNDA.- DOCUMENTOS DEL CONVENIO:**

1. Convenio de desarrollo de trabajo de investigación suscrito entre la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A., y la Universidad de Cuenca.
2. Oficio Nro. Nro. CENTROSUR-DIPLA-2018-0003-OF, de fecha 08 de enero de 2018, en la que se notifica a la Universidad de Cuenca aprobando y autorizando el desarrollo de trabajo de investigación en la Empresa.

**TERCERA.- INTERPRETACION Y DEFINICION DE TERMINOS:** Los términos del Convenio deben interpretarse en un sentido literal, en el contexto del mismo, y cuyo objeto revela claramente la intención de los contratantes. En todo caso su interpretación sigue las siguientes normas: 1) Cuando los términos se hallan definidos en las leyes ecuatorianas, se estará a tal definición. 2) Si no están definidos en las leyes ecuatorianas se estará a lo dispuesto en el convenio en su sentido literal y obvio, de conformidad con el objeto contractual y la intención de los comparecientes.

**CUARTA.- OBJETO DEL CONVENIO:** Por los antecedentes expuestos la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A., y el Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia, convienen en celebrar el presente convenio específico de desarrollo de trabajo de investigación previa la obtención del título de tercer nivel en la carrera de Ingeniería Ambiental.

**QUINTA.- DURACIÓN DEL CONVENIO:** El desarrollo del trabajo de investigación tendrá la duración de seis meses, sin embargo el plazo podrá ser ampliado única y exclusivamente por parte de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., y solo cuando el estudiante haya desarrollado íntegramente el desarrollo del trabajo de investigación, es decir el plazo solo se ampliará para efectos de entrega del trabajo a favor de la Empresa; siendo necesario para que proceda la ampliación contarse necesariamente con informe del tutor de la Empresa que certifique que los trabajos se cumplieron a cabalidad, por tanto la ampliación del plazo es únicamente para la entrega de informes, razón por la cual el plazo ampliado no se considerará como parte del desarrollo de trabajo de investigación consecuencia no podrá exigir estipendio alguno, situación

Convenio Especifico - Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia





aceptada expresamente por quienes suscriben el presente instrumento, renunciando en lo posterior a cualquier reclamación administrativa, extrajudicial o judicial”.

Se deja expresa constancia que en ningún caso la ampliación sobrepasará los tres meses.

**SEXTA.- HORARIO:** El desarrollo del trabajo de investigación por su naturaleza no está sujeto a horario; sin embargo el estudiante que desarrolla el trabajo de investigación deberá ajustarse al o los horarios en los que labora la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A. y coordinar su asistencia con el tutor designado por la Empresa.

**SÉPTIMA.- OBLIGACIONES DE LA PARTES:**

**DEL ESTUDIANTE QUE DESARROLLA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

- Cumplir eficientemente con las tareas encomendadas en el desarrollo de su trabajo de investigación;
- Cumplir con lo establecido en el régimen disciplinario interno vigente de la Empresa que se asimila al presente solamente a efectos de garantizar un correcto y adecuado comportamiento del mismo y no para fines de orden laboral.
- Cumplir con todo lo demás que esté establecido en el convenio correspondiente.
- Guardar y mantener confidencialidad sobre la información a la que tenga acceso.
- Entregar al final del proceso un ejemplar completo de su trabajo de investigación.

**DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.**

- Brindar las facilidades necesarias, proveer insumos y materiales necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación;
- La Empresa, de así requerirlo el estudiante que desarrolla el trabajo de investigación, podrá emitir el certificado correspondiente del desarrollo del trabajo de investigación, luego de la ejecución de la misma.
- Encargar la práctica de labores estrictamente relacionadas con el desarrollo de la investigación.

**OCTAVA.- RECONOCIMIENTO ECONÓMICO AL ESTUDIANTE QUE DESARROLLA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:** Se le reconocerá a favor del estudiante que desarrolla el trabajo de investigación 240 dólares mensuales por seis meses, valor del cual se realizarán las retenciones legales que correspondan.

**NOVENA.- SERVICIO DE TRANSPORTE:** El estudiante que desarrolla el trabajo de investigación no podrá bajo ningún concepto hacer uso del servicio de transporte para el traslado desde su residencia hacia la Empresa o viceversa.

**DÉCIMA.- FINANCIAMIENTO:** El presente convenio de desarrollo del trabajo de investigación, será financiado con cargo al presupuesto de la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A. conforme consta en la partida presupuestaria 5220020090010009.

**DÉCIMA PRIMERA.- PROHIBICIONES GENERALES PARA EL ESTUDIANTE QUE DESARROLLA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- a) Hacer uso indebido de los bienes de la Empresa
- b) Correr riesgos innecesarios que puedan afectar su salud o la de los demás.
- c) Asistir bajo los efectos de bebidas alcohólicas o sustancias estupeficientes;
- d) Hacer uso del transporte de los trabajadores de la Empresa
- e) Realizar las actividades consignadas en un lugar diferente del asignado.
- f) Por ningún motivo, el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación realizarán funciones orgánicas como remplazo de un puesto vacante que no ha sido cubierto por la Empresa.
- g) Todo lo correspondiente al régimen disciplinario vigente.

Convenio Específico - Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia



El incurrir en la prohibición dispuesta en los literales a), b), c) d), y g) de esta cláusula, dará lugar a la terminación inmediata del presente convenio, sin que exista reclamo ni administrativo ni judicial, aspecto aceptado expresamente por el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación.

**DÉCIMA SEGUNDA.- TERMINACIÓN DEL CONVENIO:** La Empresa se reserva el derecho de dar por terminado el presente convenio, previo aviso a la Institución Educativa, de considerar que dichas actividades estén afectando los intereses de la misma o que el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación este incumpliendo sus obligaciones acordadas.

De igual manera terminarán por los siguientes motivos:

- Por el cumplimiento del plazo establecido para la realización del desarrollo del trabajo de investigación;
- Por mutuo acuerdo de las partes;
- Por abandono del estudiante que desarrolla los trabajos de investigación;
- Por muerte del el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación;
- Por incumplimiento e inobservancia del convenio.

**DÉCIMA TERCERA.- DE LA NO EXISTENCIA DE RELACIÓN LABORAL:** Por su naturaleza este convenio no origina relación laboral, no genera derechos ni obligaciones laborales o administrativas, no se crea ningún tipo de estabilidad laboral con el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación, no son sujetos de indemnización alguna.

No obstante, aun cuando, el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación no mantiene ningún vínculo laboral con la Empresa, tiene la obligación de cumplir cabalmente con lo establecido en su convenio y deberá sujetarse al Reglamento Interno, Código de Ética y a las políticas internas de la Empresa, en lo que fuere aplicable.

**DÉCIMA CUARTA.- PROPIEDAD INTELECTUAL:** El estudiante que desarrolla los trabajos de investigación Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia, declara que respetará los asuntos de Propiedad Intelectual en general e Industrial en particular, de la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A.

Adicionalmente el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia libre y voluntariamente se somete a que en relación a la Propiedad Intelectual, mantendrá confidencialidad sobre toda información recibida de la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A., y adoptarán todas las acciones razonables para prevenir la divulgación a terceros sobre tales informaciones por sus empleados o por cualesquiera otros, si existieren, involucrados en la ejecución de este contrato.

Se deja expresa constancia que el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación es el único responsable de los criterios, conceptos e ideas a ser incorporados en su trabajo de investigación. Si bien se reconoce la titularidad y propiedad intelectual del estudiante que desarrolla los trabajos de investigación respecto de su trabajo de investigación, no obstante en razón de la firma del presente convenio y las facilidades que la Empresa brinda para el desarrollo del trabajo, esta puede utilizar los resultados del trabajo de investigación en el cumplimiento de su objeto social y sus procesos internos, sin que esto implique una facultad para la comercialización del mismo, no pudiendo el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación reclamar por este concepto el reconocimiento de sus derechos de autor, conforme se establece expresamente.

**DÉCIMA QUINTA.- CLAUSULA DE CONFIDENCIALIDAD:** El estudiante que desarrolla los trabajos de investigación en virtud de la suscripción del presente convenio se compromete a: 1) Manejar de manera confidencial la información que como tal le sea presentada y entregada, y toda aquella que se genere en torno aquella como fruto de la prestación del desarrollo del trabajo de investigación. 2) Guardar confidencialidad sobre esa información y no emplearla en beneficio propio o de terceros mientras conserve sus características de confidencialidad o mientras sea manejada como un secreto empresarial o comercial. 3) Solicitar previamente y por escrito autorización para cualquier información relacionada con el tema del trabajo de investigación autorización que debe solicitársele al Tutor quien en caso de considerarlo necesario solicitará autorización al Presidente Ejecutivo, presentando el texto a publicar con un mes de antelación a la fecha en la que se desea enviar a edición 4) Informar inmediatamente al Tutor sobre cualquier

Convenio Especifico - Sr. Gustavo Israel Mosquera Tapia





hallazgo o innovación alcanzada en el desarrollo de su trabajo de investigación y mantener sobre todo ello los compromisos de confidencialidad requeridos y necesarios.

El incumplimiento de la presente clausula dará lugar para la terminación inmediata del presente convenio, sin perjuicio de las acciones de orden legal que proponga la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A., en contra del el estudiante que desarrolla los trabajos de investigación.

**DÉCIMA SEXTA.- PROHIBICION DE CESIÓN:** Se le está expresamente prohibido al estudiante que desarrolla los trabajos de investigación transferir o ceder a cualquier título todo o en parte la ejecución del presente convenio.

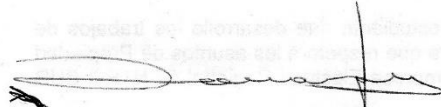
**DÉCIMA SEPTIMA.- TUTOR DEL ESTUDIANTE QUE DESARROLLA EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:** El o los tutor(es) del estudiante que desarrolla los trabajos de investigación por parte de la Empresa Eléctrica Regional CENTRO SUR C.A., será(n) Ing. Juan Antonio Vásquez.

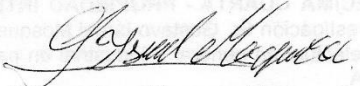
**DÉCIMA OCTAVA.- CONTROVERSIAS:**

En caso de producirse controversias derivadas de la aplicación de las cláusulas y términos estipulados en este Convenio, las partes se comprometen a solucionarlas de manera amistosa, mediante el diálogo directo; caso contrario, de persistir las diferencias, éstas se ventilarán ante el Centro de Mediación y Arbitraje de las Cámaras de la Producción del Azuay.

**DÉCIMA NOVENA.- ACEPTACIÓN**

Las partes aceptan, el contenido de todas y cada una de las cláusulas de este Convenio en fe de lo cual proceden a suscribirlo en dos (2) ejemplares de igual tenor y valor

  
Ing. Francisco Carrasco Astudillo  
**PRESIDENTE EJECUTIVO**  
**EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL**  
**CENTRO SUR C.A.**

  
Gustavo Israel Mosquera Tapia  
C.C. 0104441365  
Estudiante que desarrolla los trabajos de Investigación



## Anexo C: Consumo total de resmas de papel

Tabla 31. Consumo total de resmas de papel durante 2016.

Fecha	Saldo 2015	Ingreso 2016	Consumo 2016	Peso (kg)
Enero	122	210	131	305.23
Febrero		120	121	281.93
Marzo		70	133	309.89
Abril		130	125	291.25
Mayo		125	129	300.57
Junio		215	121	281.93
Julio		10	110	256.30
Agosto		168	137	319.21
Septiembre		85	134	312.22
Octubre		220	150	349.50
Noviembre		120	155	361.15
Diciembre		90	114	265.62
<b>Total 2016</b>	<b>125</b>	<b>1563</b>	<b>1560</b>	<b>3634.80</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Consumo total de resmas de papel durante 2017.

Fecha	Saldo 2016	Ingreso 2017	Consumo 2017	Peso (kg)
Enero	126	174	132	307.56
Febrero		90	99	230.67
Marzo		160	128	298.24
Abril		20	108	251.64
Mayo		170	117	272.61
Junio		70	115	267.95
Julio		55	128	298.24
Agosto		130	114	265.62
Septiembre		125	131	305.23
Octubre		200	161	375.13
Noviembre		125	113	263.29
Diciembre		120	100	233.00
<b>Total 2017</b>	<b>119</b>	<b>1439</b>	<b>1446</b>	<b>3369.18</b>

Fuente: Elaboración propia



## Anexo D: Papel por Dirección, 2016

Tabla 33. Consumo de papel en la Dirección de Distribución, 2016.

Fecha	Ingreso-16	Consumo-16	Saldo 2015
Ene-16	40	18	15
Feb-16		14	
Mar-16	40	20	
Abr-16		16	
May-16		16	
Jun-16	40	19	
Jul-16		21	
Ago-16	38	17	
Sep-16		15	
Oct-16	40	19	
Nov-16		20	
Dic-16	40	21	
<b>Total</b>	<b>238</b>	<b>216</b>	<b>37</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 34. Consumo de papel en la Dirección Financiera, 2016.

Fecha	Ingreso-16	Consumo-16	Saldo 2015
Ene-16	100	43	17
Feb-16	60	46	
Mar-16		49	
Abr-16	70	40	
May-16		39	
Jun-16	80	34	
Jul-16		38	
Ago-16	80	41	
Sep-16		43	
Oct-16	100	44	
Nov-16		34	
Dic-16		41	
<b>Total</b>	<b>490</b>	<b>492</b>	<b>15</b>

*Fuente: Elaboración propia*



Tabla 35. Consumo de papel en la Dirección Comercial, 2016.

Fecha	Ingreso-16	Consumo-16	Saldo 2015
Ene-16	50	48	36
Feb-16	50	36	
Mar-16		43	
Abr-16	50	46	
May-16	100	47	
Jun-16	50	48	
Jul-16		38	
Ago-16	50	53	
Sep-16	50	51	
Oct-16	50	61	
Nov-16	100	74	
Dic-16	50	38	
<b>Total</b>	<b>600</b>	<b>583</b>	<b>53</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Consumo de papel en la Dirección de Tecnología de la Información, 2016.

Fecha	Ingreso-16	Consumo-16	Saldo 2015
Ene-16		2	5
Feb-16	10	3	
Mar-16		6	
Abr-16	10	6	
May-16		5	
Jun-16	15	4	
Jul-16		2	
Ago-16		12	
Sep-16	10	2	
Oct-16	20	10	
Nov-16		4	
Dic-16		4	
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>10</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 37. Consumo de papel en la Dirección de Planificación, 2016.

Fecha	Ingreso-16	Consumo-16	Saldo 2015
Ene-16		11	32
Feb-16		4	
Mar-16		3	
Abr-16		5	
May-16		6	
Jun-16	20	5	
Jul-16		3	
Ago-16		0	
Sep-16		10	
Oct-16	10	8	
Nov-16		6	
Dic-16		4	
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>65</b>	<b>-3</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Consumo de papel en la Dirección de Talento Humano, 2016.

Fecha	Ingreso-16	Consumo-16	Saldo 2015
Ene-16	20	7	8
Feb-16		15	
Mar-16	20	8	
Abr-16		5	
May-16	25	14	
Jun-16		11	
Jul-16	10	7	
Ago-16		12	
Sep-16	25	11	
Oct-16		7	
Nov-16	20	16	
Dic-16		6	
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>119</b>	<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 39. Consumo de papel en la Presidencia Ejecutiva, 2016.

Fecha	Ingreso-16	Consumo-16	Saldo 2015
Ene-16		2	9
Feb-16		3	
Mar-16	10	4	
Abr-16		7	
May-16		2	
Jun-16	10	0	
Jul-16		1	
Ago-16		2	
Sep-16		2	
Oct-16		1	
Nov-16		1	
Dic-16		0	
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo E: Papel por Dirección, 2017

Tabla 40. Consumo de papel en la Dirección de Distribución, 2017.

Fecha	Ingreso-17	Consumo-17	Saldo 2016
Ene-17		17	39
Feb-17	40	19	
Mar-17		15	
Abr-17		19	
May-17	40	16	
Jun-17		20	
Jul-17	40	26	
Ago-17		12	
Sep-17	40	21	
Oct-17		21	
Nov-17	40	16	
Dic-17		15	
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>217</b>	<b>22</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 41. Consumo de papel en la Dirección Financiera, 2017.

Fecha	Ingreso-17	Consumo-17	Saldo 2016
Ene-17	100	46	17
Feb-17		31	
Mar-17	80	53	
Abr-17		31	
May-17	100	51	
Jun-17		35	
Jul-17		47	
Ago-17	80	44	
Sep-17	10	42	
Oct-17	100	45	
Nov-17		45	
Dic-17	100	33	
<b>Total</b>	<b>570</b>	<b>503</b>	<b>84</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Consumo de papel en la Dirección Comercial, 2017.

Fecha	Ingreso-17	Consumo-17	Saldo 2016
Ene-17	50	45	48
Feb-17	50	33	
Mar-17	50	38	
Abr-17		35	
May-17		22	
Jun-17	50	34	
Jul-17		40	
Ago-17	50	40	
Sep-17	50	38	
Oct-17	50	64	
Nov-17	50	23	
Dic-17		23	
<b>Total</b>	<b>400</b>	<b>435</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 43. Consumo de papel en la Dirección de Tecnología de la Información, 2017.

Fecha	Ingreso-17	Consumo-17	Saldo 2016
Ene-17	4	5	10
Feb-17		4	
Mar-17		6	
Abr-17	20	4	
May-17	10	11	
Jun-17		3	
Jul-17		2	
Ago-17		4	
Sep-17	10	6	
Oct-17	50	9	
Nov-17		8	
Dic-17		9	
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>71</b>	<b>33</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Consumo de papel en la Dirección de Planificación, 2017.

Fecha	Ingreso-17	Consumo-17	Saldo 2016
Ene-17		11	
Feb-17		4	
Mar-17		3	
Abr-17		5	
May-17		6	
Jun-17		5	
Jul-17		3	
Ago-17		0	
Sep-17		10	
Oct-17		8	
Nov-17		6	
Dic-17		4	
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>65</b>	<b>-65</b>

Fuente: Elaboración propia





Tabla 45. Consumo de papel en la Dirección de Talento Humano, 2017.

Fecha	Ingreso-17	Consumo-17	Saldo 2017
Ene-17	20	8	9
Feb-17		8	
Mar-17	30	12	
Abr-17		12	
May-17		9	
Jun-17	20	14	
Jul-17	15	8	
Ago-17		10	
Sep-17	15	12	
Oct-17		11	
Nov-17	15	13	
Dic-17	20	14	
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>131</b>	<b>13</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Consumo de papel en la Presidencia Ejecutiva, 2017.

Fecha	Ingreso-17	Consumo-17	Saldo 2016
Ene-17			3
Feb-17		0	
Mar-17		1	
Abr-17		2	
May-17	20	2	
Jun-17		4	
Jul-17		2	
Ago-17		4	
Sep-17		2	
Oct-17		3	
Nov-17	20	2	
Dic-17		2	
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>19</b>

Fuente: Elaboración propia



## Anexo F: Consumo eléctrico de lámparas y focos

Nota: Días laborables en 2016: 239 / Días laborables en 2017: 227 / Promedio de días laborables al año: 233 /  
Precio de KW/h: \$ 0.09 / Horas de uso de luminarias: 12 horas.

Tabla 47. Consumo eléctrico y su equivalencia en dólares de lámparas y focos, 2016-2017.

	Consumo KW/h 2016			Consumo KW/h 2017			Promedio consumo KW/h (2016-2017)		
	Lámparas		Focos	Lámparas		Focos	Lámparas		Focos
	17 watts	32 watts	20 watts	17 watts	32 watts	20 watts	17 watts	32 watts	20 watts
<b>PB</b>	6435792	14867712	1720800	6112656	14121216	1634400	6274224	14494464	1677600
<b>1er</b>	3656700	12389760	1720800	3473100	11767680	1634400	3564900	12078720	1677600
<b>2do</b>	3656700	12389760	1720800	3473100	11767680	1634400	3564900	12078720	1677600
<b>3er</b>	3656700	12389760	1720800	3473100	11767680	1634400	3564900	12078720	1677600
<b>4to</b>	3656700	12389760	1720800	3473100	11767680	1634400	3564900	12078720	1677600
<b>5to</b>	3656700	12389760	860400	3473100	11767680	817200	3564900	12078720	838800
<b>6to</b>	3949236	22026240	860400	3750948	20920320	817200	3850092	21473280	838800
<b>7mo</b>	2194020	11288448	1147200	2083860	10721664	1089600	2138940	11005056	1118400
<b>8vo</b>	11701440	0	860400	11113920	0	817200	11407680	0	838800
<b>Suma</b>	42563988	110131200	12332400	40426884	104601600	11713200	41495436	107366400	12022800
<b>Consumo Total</b>	165027.59 KW/h			156741.68 KW/h			160884.64KW/h		
<b>Costo Total</b>	\$ 15,397.07			\$ 14,624.00			\$ 15,010.54		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Consumo estimado en KW/h de las luminarias LED.

	Lámparas		Focos
	9 watts	18 watts	9 watts
PB	3321648	8153136	754920
1er	1887300	6794280	754920
2do	1887300	6794280	754920
3er	1887300	6794280	754920
4to	1887300	6794280	754920
5to	1887300	6794280	377460
6to	2038284	12078720	377460
7mo	1132380	6190344	503280
8vo	6039360	0	377460
<b>Suma</b>	<b>21968172</b>	<b>60393600</b>	<b>5410260</b>
<b>Consumo Total</b>	87772.03 KW/h		
<b>Costo Total</b>	\$ 8,189.13		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Costo de implementación LED Silvania.

	Unidades	Precio unitario (\$)	Costo
Tubo LED 120 cm 18W Silvania	1200	3.21	\$ 3,852.00
Tubo LED 60cm	873	3.01	\$ 2,627.73
Lampara LED	215	2.22	\$ 477.30
Total	2288	8.44	\$ 6,957.03

Fuente: Elaboración propia

## Anexo G: Analizador de calidad de energía PQM-702-Sonel



- Analiza, mide y registra de acuerdo a la norma IEC 61000-4-30.
- Intervalo de tensión: 0,0...760,0 V
- Intervalo de frecuencia: 40 Hz a 70 Hz
- La alimentación del analizador se suministra por la red sometida a prueba y es usada en todos los tipos de redes desde 64 V hasta 760 V
- Reloj sincronizado en tiempo real con el protocolo GPS



## Anexo H: Consumo eléctrico de ordenadores

## Consumo actual

Tabla 50. Consumo eléctrico actual de monitores.

Monitores		381 unidades	
Consumo en watts	On	Off	Standby
	18.84	0.15	0.33
Horas	On	Off	Standby
	10	13	1
Anual	Consumo (KW/h)		Costo
	17435.78		\$ 1,626.76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Consumo eléctrico actual de CPU.

CPU		381 unidades	
Consumo en watts	On	Off	Standby
	50	1.5	3
Horas	On	Off	Standby
	10	13	1
Anual	Consumo (KW/h)		Costo
	47777.4		\$ 4,457.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Consumo eléctrico total de las computadoras.

Computador		381 unidades	
Anual	CONSUMO (KW/h)		COSTO
	65213.1792		\$ 6,084.39

Fuente: Elaboración propia



## Consumo estimado de la medida

Tabla 53. Consumo eléctrico estimado de la medida, monitor

Monitor		381 unidades		
Consumo en watts	On	Off	Standby	
	18.84	0.15	0.33	
Horas	On	Off	Standby	
	9	13	2	
Anual	Consumo (KW/h)		Costo	
	15743.22		\$ 1,468.84	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Consumo eléctrico estimado de la medida, CPU.

CPU		381 unidades		
Consumo en watts	On	Off	Standby	
	50	1.5	3	
Horas	On	Off	Standby	
	9	13	2	
Anual	Consumo (KW/h)		Costo	
	43479.72		\$ 4,056.66	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Consumo eléctrico estimado de la medida

Computador		381 unidades	
Anual	CONSUMO (KW/h)	COSTO	
	59222.9448	\$ 5,525.50	

Fuente: Elaboración propia

Anexo I: Puntos de medición de nivel de iluminación

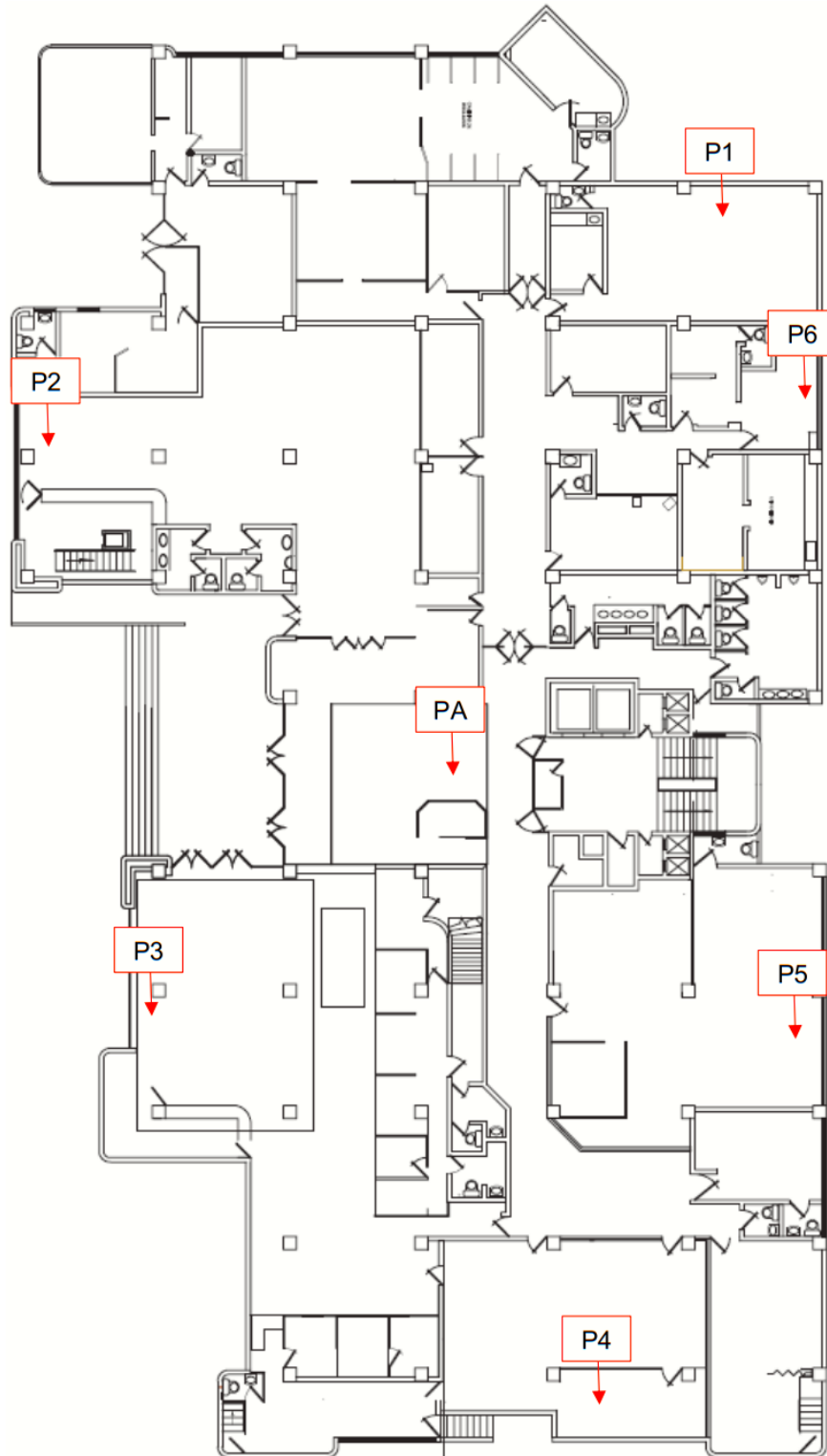
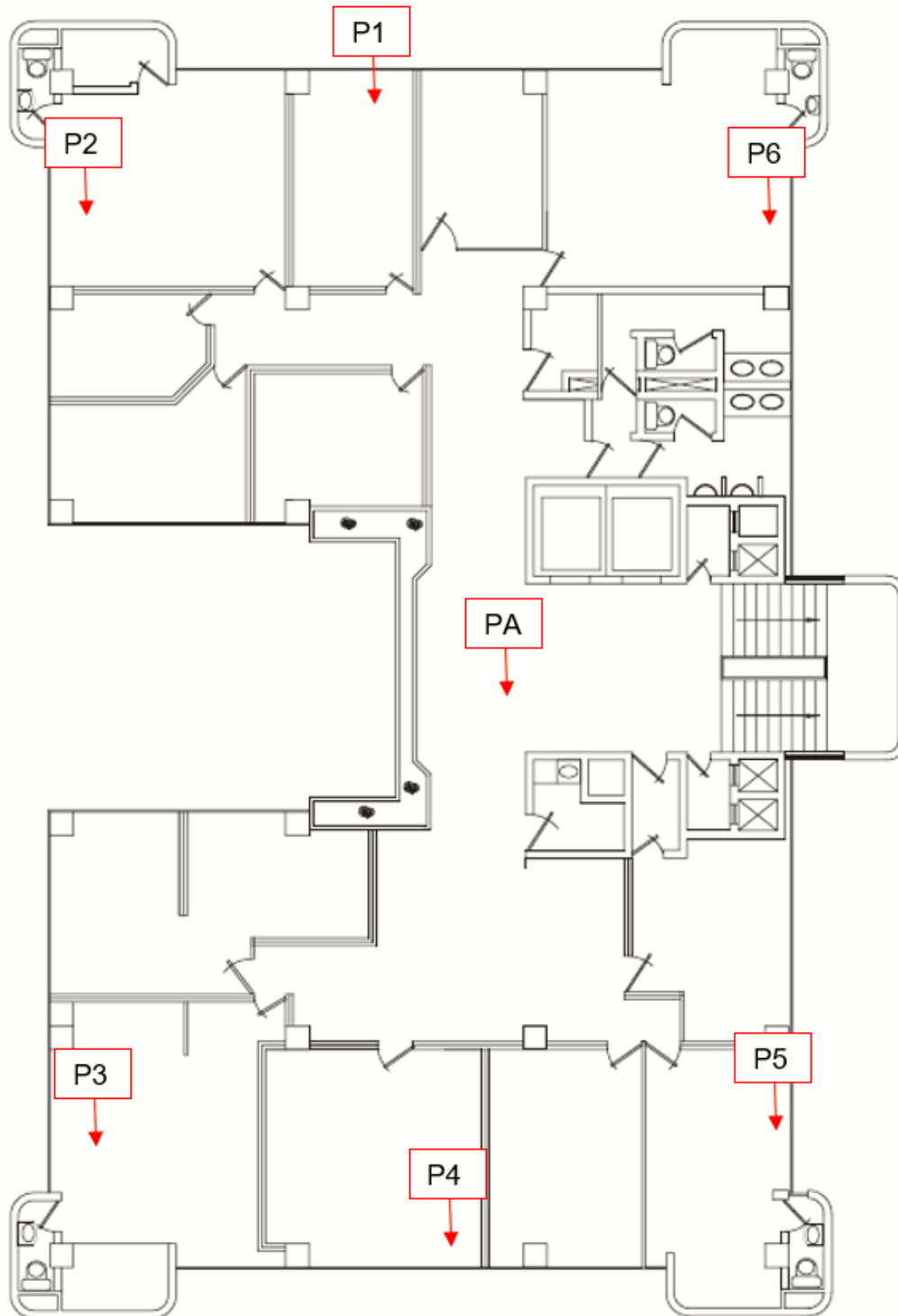
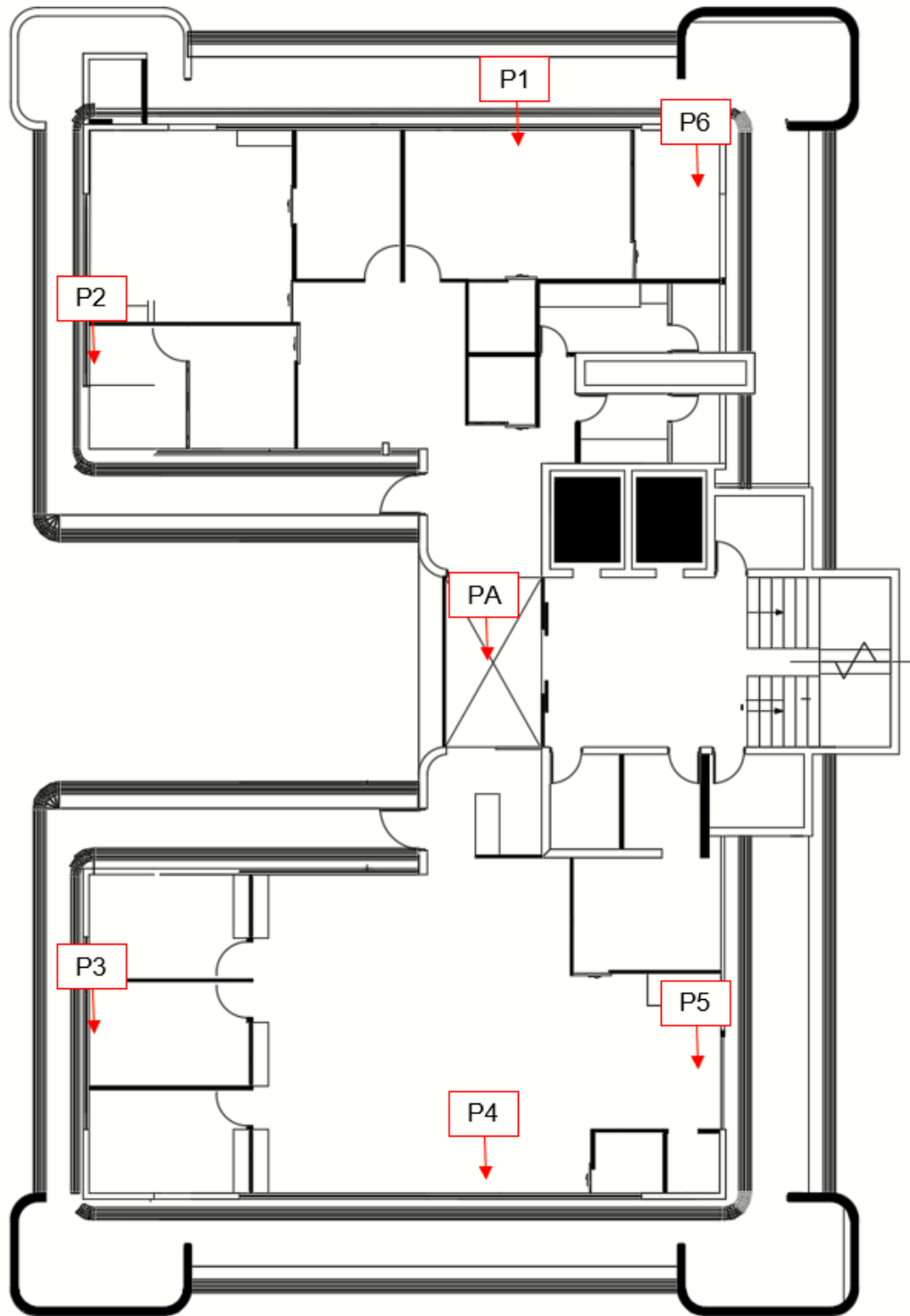


Ilustración 14. Puntos de medición en la planta baja.



*Ilustración 15. Puntos de medición en el cuarto piso.*





*Ilustración 16. Puntos de medición en el octavo piso.*



## Anexo J: Mediciones iluminación al interior del edificio

Tabla 56. Mediciones de julio 30 de 2018.

Hora	9:00		16:00	
Condición del cielo	Nublado		Parcialmente nublado	
<b>PLANTA BAJA</b>				
Puntos	Luxes	NMP	Luxes	NMP
P1	758	Cumple	728	Cumple
P2	Comedor	-	Comedor	-
P3	Atc. cliente	-	Atc. cliente	-
P4	726	Cumple	625	Cumple
P5	1093	Cumple	730	Cumple
P6	Dpto. médico	-	Dpto. médico	-
PA	624	Cumple	360	Cumple
<b>CUARTO PISO</b>				
Puntos	Luxes	NMP	Luxes	NMP
P1	754	Cumple	1011	Cumple
P2	430	Cumple	547	Cumple
P3	725	Cumple	456	Cumple
P4	564	Cumple	586	Cumple
P5	720	Cumple	625	Cumple
P6	635	Cumple	742	Cumple
PA	180	Cumple	228	Cumple
<b>OCTAVO PISO</b>				
Puntos	Luxes	NMP	Luxes	NMP
P1	723	Cumple	937	Cumple
P2	652	Cumple	952	Cumple
P3	414	Cumple	5370	Cumple
P4	531	Cumple	759	Cumple
P5	624	Cumple	3798	Cumple
P6	328	Cumple	349	Cumple
PA	158	Cumple	1720	Cumple

*NMP: nivel mínimo permitido*

Tabla 57. Mediciones de julio 31 de 2018.

Hora	9:00		16:00	
Condición del cielo	Nublado		Nublado	
<b>PLANTA BAJA</b>				
<b>Puntos</b>	<b>Luxes</b>	<b>NMP</b>	<b>Luxes</b>	<b>NMP</b>
P1	580	Cumple	714	Cumple
P2	Comedor	-	Comedor	-
P3	Atc. cliente	-	Atc. cliente	-
P4	607	Cumple	615	Cumple
P5	2800	Cumple	710	Cumple
P6	Dpto. médico	-	Dpto. médico	-
PA	884	Cumple	380	Cumple
<b>CUARTO PISO</b>				
<b>Puntos</b>	<b>Luxes</b>	<b>NMP</b>	<b>Luxes</b>	<b>NMP</b>
P1	1086	Cumple	850	Cumple
P2	342	Cumple	468	Cumple
P3	380	Cumple	417	Cumple
P4	540	Cumple	525	Cumple
P5	720	Cumple	610	Cumple
P6	841	Cumple	715	Cumple
PA	134	Cumple	180	Cumple
<b>OCTAVO PISO</b>				
<b>Puntos</b>	<b>Luxes</b>	<b>NMP</b>	<b>Luxes</b>	<b>NMP</b>
P1	909	Cumple	870	Cumple
P2	660	Cumple	729	Cumple
P3	710	Cumple	627	Cumple
P4	1090	Cumple	715	Cumple
P5	545	Cumple	1015	Cumple
P6	5246	Cumple	412	Cumple
PA	230	Cumple	1129	Cumple

Fuente: Elaboración propia

## Anexo K: Identificación de causas de ineficiencia



*Ilustración 17. Sanitarios en las instalaciones de la CENTROSUR.  
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 18. (I) bombilla incandescente y (D) lámpara fluorescente parabólica.  
Fuente: Elaboración propia*

## Anexo L: Principales medidas de PML

Tabla 58. Especificaciones de los implementos de las principales medidas de PML.

	<b>SILVANIA LED TUBE T8</b> Tubo Led T8 9w 6500K Glass Potencia: 9 W Vida útil: 25000 horas Tubo Led T8 18w 6500K Glass Potencia: 18 W Vida útil: 25000 horas
	<b>SILVANIA TOLEDO A60</b> Hasta un 80% de ahorro de energía Vida promedio de hasta 15 000 horas Encendido inmediato
	<b>PITÓN PLÁSTICO AJUSTABLE TIPO PISTOLA</b> Con control de flujo 7 tipos de riego
	<b>INODORO MILÁN A115-S</b> Simple descarga: 4.8 L Inodoro de alta eficiencia
	<b>Urinario ECO ZERO</b> No requiere de agua Con válvula-key

Fuente: Elaboración propia



## Anexo M: Implementación de botellas

Nota: el costo del m<sup>3</sup> de agua en Cuenca es de \$ 1.24

Tabla 59. Consideraciones de las descargas de inodoros.

<b>Actual</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>Promedio</b>
Consumo por descarga (L)	13	13	13
Personal (individuo)	430	430	430
L/persona	10732.8	10621	10676.9
Días laborables	239	227	233
L consumidos/anuales	2565139.2	2410967	2488053.1
m <sup>3</sup> consumidos/ anuales	2565.1392	2410.967	2488.0531
Costo/anual	\$ 3,180.77	\$ 2,989.60	\$ 3,085.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Consideraciones de la implementación de botellas.

<b>Medida a implementar</b>	<b>Botellas</b>
Consumo por descarga (L)	12.5
Personal (individuo)	430
L/persona	10212.5
Días laborables	233
L consumidos/anuales	2379512.5
m <sup>3</sup> consumidos/ anuales	2379.5
Costo/ anual	\$ 2,950.60

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N: Preguntas para la elaboración de la lista de criterios

### ***¿Cuáles son los beneficios ambientales de la opción?***

- ¿Cuál es la reducción esperada en el consumo de agua?
- ¿Cuál es la reducción esperada en el consumo de energía?
- ¿Cuál es la reducción esperada en el consumo de resmas de papel?
- ¿Cuál es la reducción esperada de efluentes?

### ***¿Cuáles son los beneficios financieros de la opción?***

- ¿Cuál es el ahorro por la reducción en el consumo de agua?
- ¿Cuál es el ahorro por la reducción en el consumo de energía?
- ¿Cuál es el ahorro por la reducción en el consumo de resmas de papel?
- ¿Cuál es el ahorro por la reducción en el costo de efluentes?

### ***¿Qué tan complicada la opción desde un punto de vista técnico?***

- ¿Qué tan común es la tecnología en general/en el país/en la empresa?
- ¿Qué tan complicada es la operación/el mantenimiento/el servicio?
- ¿Qué tan estable es la operación?
- ¿Los repuestos están disponibles rápidamente en tiempo y distancia?
- ¿Qué capacitación se necesita para los operarios?

### ***¿Qué tan fácil se puede implementar la opción?***

- ¿Hay resistencia interna en la empresa frente a este tipo de tecnología (factores tradicionales, culturales o sociales)?
- ¿Los empleados de la empresa están en capacidad de implementar por sí mismos la opción?
- ¿Qué niveles jerárquicos en la empresa son necesarios para la implementación (operarios, técnicos, ingenieros, gerentes)?
- ¿Es necesaria la asistencia de una empresa externa para la implementación?
- ¿La tecnología recomendada está disponible en la ciudad/el país/en el exterior?
- ¿Hay restricciones internas para la compra de la tecnología (Ej. Regulaciones de importación, exportación)?

### ***¿Qué tan altos son los costos de la opción propuesta?***

- ¿Cuál es el costo de la inversión en equipos?
- ¿Cuál es el tiempo de amortización de la inversión?





- ¿Cuál es el tiempo de depreciación?
- ¿Cuál es el costo de la implementación/ingeniería?
- ¿Cuál es el costo de capacitación de los empleados?
- ¿Cuál es el costo adicional de operación?
- ¿Cuál es el costo adicional de los materiales auxiliares adicionales utilizados?

## Anexo O: Lista de criterios

Tabla 61. Lista de criterios para realizar las evaluaciones.

Criterio	Escala	Establecimiento
Aspecto financiero (beneficio económico)	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amortización a corto plazo (&lt; 1 año).</li> <li>- No requiere inversión o el costo de la inversión es muy bajo (&lt; 750 US).</li> <li>- No implica costos operacionales adicionales.</li> </ul>
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amortización a mediano plazo (1 - 3 años).</li> <li>- Bajo costo de inversión (&lt; 7500 US).</li> <li>- Costos operacionales iguales que hasta el momento.</li> </ul>
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amortización de mediano a largo plazo (3 - 6 años).</li> <li>- Costo moderado de inversión (&lt; 75.000 US).</li> <li>- Costos operacionales iguales que hasta el momento</li> </ul>
	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amortización a largo plazo (&gt; 6 años).</li> <li>- Alto costo de inversión (&gt; 75.000 US).</li> <li>- Costos operacionales mayores que hasta el momento.</li> </ul>
	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inversión no aceptable para la empresa.</li> </ul>
Aspecto ambiental (Reducción esperada del consumo de agua, energía eléctrica y remas de papel)	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción <math>\geq</math> 25%</li> </ul>
	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción entre el <math>\geq</math> 10% y &lt; 25%</li> </ul>
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción entre el <math>\geq</math> 5% y &lt; 10%</li> </ul>
	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción &lt; 5%</li> </ul>
	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No tiene sentido ecológicamente (Ej. Por consumo adicional de energía)</li> </ul>



Aspecto técnico (Complejidad técnica)	5	- Medidas organizacionales - No se necesitan adaptaciones técnicas
	4	- Adaptaciones técnicas fáciles y previamente conocidas. - Cambios libres de problemas, no ocasionan mayores esfuerzos en mantenimiento u operación
	3	- Adaptaciones técnicas bien conocidas. - Cambios operacionales manejables, pero no muy simples. - Esfuerzo operacional igual que hasta el momento, mantenimiento periódico necesario
	2	- Cambios técnicos complejos a gran escala. - Implica mayor esfuerzo operacional o en mantenimiento.
	1	- Implementación no viable técnicamente
Esfuerzo organizacional (Cambios organizacionales)	5	- No se necesitan cambios organizacionales o en el proceso. - No requiere parar las actividades.
	4	- Necesitan cambios marginales en la organización o en el proceso. - Capacitación mínima a los empleados. - Interrupción corta en la producción (1 día).
	3	- Cambios moderados organizacionales o en el proceso. - Se requiere capacitación de los empleados. - Interrupción moderada de la producción (< 2 semanas).
	2	- Grandes cambios a nivel organizacional o en el proceso. - Se requiere capacitación específica de los empleados. - El paro en la producción es más largo que el paro anual por mantenimiento.
	1	- La implementación no es viable a nivel organizacional.

*Fuente: Elaboración propia*

## Anexo P: Consideraciones para el cálculo del aspecto ambiental

Tabla 62. Consideraciones del aspecto ambiental para el cambio a luminaria LED.

Alternativa: Cambio de luminaria LED	Consumo		Ton CO <sub>2</sub>	Disminución (Ton CO <sub>2</sub> )	Disminución (%)
	KWh	MWh			
Actual: Luminaria Fluorescente	160884.64	160.88	52.48	23.85	45%
Implementación: Luminaria LED	87772.03	87.77	28.63		

Nota: Factor de CO<sub>2</sub> = 0,3262 tomado de (CENACE, 2018). Todos los valores son anuales.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Consideraciones del aspecto ambiental para la activación del temporizador en ordenadores.

Alternativa: Activar temporizador en ordenadores	Consumo		Ton CO <sub>2</sub>	Disminución (Ton CO <sub>2</sub> )	Disminución (%)
	KWh	MWh			
Estado actual	65213.18	65.21	21.27	1.95	9%
Implementación: Disminución en 1 h de encendido aumento en 1 h de standby	59222.94	59.22	19.32		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de pistola de riego con regulación de caudal

Alternativa: Pistola de riego con regulación de caudal	Consumo (m <sup>3</sup> )	Disminución (m <sup>3</sup> )	Disminución (%)
Estado actual	2488.05	52	50%
Implementación: Pistola de riego	2379.51		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Consideraciones del aspecto ambiental para la introducción de botellas al interior de los reservorios.

<b>Alternativa: Botellas al interior de los reservorios</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (%)</b>
Estado actual	2488.05	108.54	4%
Implementación de la botella	2379.51		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de inodoros ecológicos

<b>Alternativa: inodoros ecológicos</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (%)</b>
Estado actual	2488.0531	1574.32	63%
Implementación: inodoros ecológicos	913.7328		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de urinarios ECO ZERO

<b>Alternativa: urinarios ECO ZERO</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (%)</b>
Estado actual	260.64	260.64	100%
Implementación: urinarios ECO ZERO	0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Consideraciones del aspecto ambiental para la alternativa de regulación de presión en la grifería

<b>Alternativa: Regulación de presión en la grifería</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Disminución (%)</b>
Estado actual	465.8835	165.31	35%
Implementación: Regulación de presión en la grifería	300.57		

Nota: El número de veces que se utiliza un lavamanos fue obtenido de Durán & Esther (2017).

Fuente: Elaboración propia



## Anexo Q: Consideraciones para el cálculo del aspecto económico

Tabla 69. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de cambio de luminaria a LED

<b>Alternativa:</b>	Consumo	Costo
Cambio de luminaria LED	(m <sup>3</sup> )	(\$)
<b>Actual</b>	160884.64	\$ 15,010.54
<b>Implementación</b>	87772.03	\$ 8,189.13
<b>Ahorro</b>		\$ 7,484.93
<b>Costo de implementación</b>		\$ 7,738.03
<b>Periodo de retorno</b>		1.03 años
<b>Índice de rentabilidad</b>		97%

Nota: Precio del kWh = \$0,0933

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de activar temporizador en ordenadores.

<b>Alternativa:</b>	Consumo	Costo
Activar temporizador en ordenadores	(m <sup>3</sup> )	(\$)
<b>Actual</b>	65213.18	\$ 6,084.39
<b>Implementación</b>	59222.94	\$ 5,525.50
<b>Ahorro</b>		\$ 558.89
<b>Costo de implementación</b>		-
<b>Periodo de retorno</b>		0 años
<b>Índice de rentabilidad</b>		100%

Nota: Precio del kWh = \$ 0,0933

Fuente: Elaboración propia



Tabla 71. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de pistola de riego con regulación de caudal

<b>Alternativa:</b>	<b>Consumo</b>	<b>Costo</b>
Pistola de riego con regulación de caudal	(m <sup>3</sup> )	(\$)
<b>Actual</b>	104	\$ 128.96
<b>Implementación</b>	52	\$ 64.48
<b>Ahorro</b>		\$ 64.48
<b>Costo de implementación</b>		\$ 3.25
<b>Periodo de retorno</b>		0.05
<b>Índice de rentabilidad</b>		1984%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de implementación de botellas.

<b>Alternativa:</b>	<b>Consumo</b>	<b>Costo</b>
Implementación de botellas	(m <sup>3</sup> )	(\$)
<b>Actual</b>	2488.05	\$ 3,085.19
<b>Implementación</b>	2379.51	\$ 2,950.60
<b>Ahorro</b>		\$ 134.59
<b>Costo de implementación</b>		\$ 36.4
<b>Periodo de retorno</b>		0.21 años
<b>Índice de rentabilidad</b>		100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de Inodoros ecológicos

<b>Alternativa:</b>	<b>Consumo</b>	<b>Costo</b>
inodoros ecológicos	(m <sup>3</sup> )	(\$)
<b>Actual</b>	2488.05	\$ 3,085.19
<b>Implementación</b>	913.73	\$ 1,133.03
<b>Ahorro</b>		\$ 1,952.16
<b>Costo de implementación</b>		\$ 8,484.80
<b>Periodo de retorno</b>		4.35 años
<b>Índice de rentabilidad</b>		23%



Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de urinarios ECO ZERO

<b>Alternativa:</b>	<b>Consumo</b>	<b>Costo</b>
Urinarios ECO ZERO	(m <sup>3</sup> )	(\$)
<b>Actual</b>	253.038	\$ 313.77
<b>Implementación</b>	0	-
<b>Ahorro</b>		\$ 313.77
<b>Costo de implementación</b>		\$ 4,230.50
<b>Periodo de retorno</b>		13.48 años
<b>Índice de rentabilidad</b>		7%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Consideraciones para el aspecto económico de la alternativa de regulación de la presión en la grifería

<b>Alternativa:</b>	<b>Consumo</b>	<b>Costo</b>
Regulación de la presión en la grifería	(m <sup>3</sup> )	(\$)
<b>Actual</b>	465.88	\$ 577.70
<b>Implementación</b>	300.57	\$ 372.71
<b>Ahorro</b>		\$ 204.99
<b>Costo de implementación</b>		\$ 28.40
<b>Periodo de retorno</b>		0.14 años
<b>Índice de rentabilidad</b>		100%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo R: Estimaciones del consumo de las alternativas

## Alternativa de sanitarios

Tabla 76. Cálculo de consumos para sanitarios

<b>Actual</b>	2016	2017	Promedio (16-17)
Consumo por descarga (L)	13	13	13
Personal (individuo)	430	430	430
L/persona	10732.8	10621	10676.9
Días laborables	239	227	233
L consumidos/año	2565139.2	2410967	2488053.1
m <sup>3</sup> consumidos/año	2565.1392	2410.967	2488.0531
Costo/año	\$ 3,180.77	\$ 2,989.60	\$ 3,085.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Consideraciones para estimar el costo de la alternativa de sanitarios.

<b>Medida a implementar</b>	Inodoro Milán (A115-S)
Consumo por descarga (L)	4.8
Personal (individuo)	430
L/persona	3921.6
Días laborables	233
L consumidos/año	913732.8
m <sup>3</sup> consumidos/año	913.7328
Costo/año	\$ 1,133.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78. Costo de implementación de la alternativa de cambio de inodoros.

	Unidades	Precio unitario	Total
Inodoro Milán (A115-S)	80	\$ 77.66	\$ 6,212.80

Fuente: Elaboración propia



*Alternativa de urinarios ECO ZERO**Tabla 79. Cálculo de consumos para urinarios.*

<b>Actual</b>	2016	2017	Promedio (16-17)
Consumo por descarga (L)	1	1	1
Descarga por día	3	3	3
Personal (individuo)	362	362	362
L/persona	362	362	362
Días laborables	239	227	233
L consumidos/año	259554	246522	253038
m <sup>3</sup> consumidos/año	259.554	246.522	253.038
Costo/año	\$ 321.85	\$ 305.69	\$ 313.77

*Fuente: Elaboración propia**Tabla 80. Consideraciones para estimar el costo de la alternativa de urinarios.*

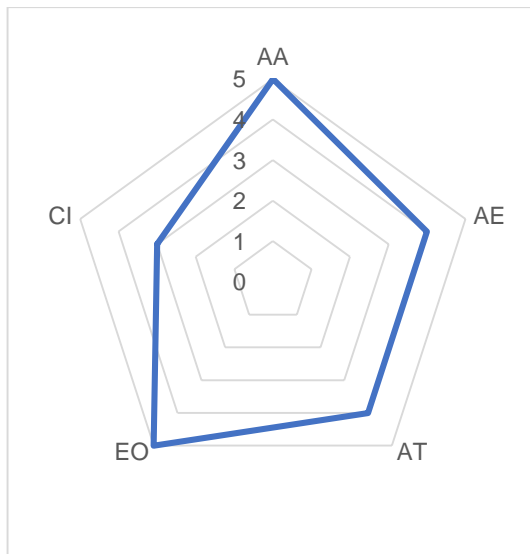
<b>Medida a implementar</b>	Urinario ECO ZERO
Consumo por descarga (L)	0
Descarga por día	362
Personal (individuo)	0
L/persona	233
Días laborables	0
T55pñe3L consumidos/año	0
m <sup>3</sup> consumidos/año	-

*Fuente: Elaboración propia**Tabla 81. Costo de implementación de la alternativa de urinarios.*

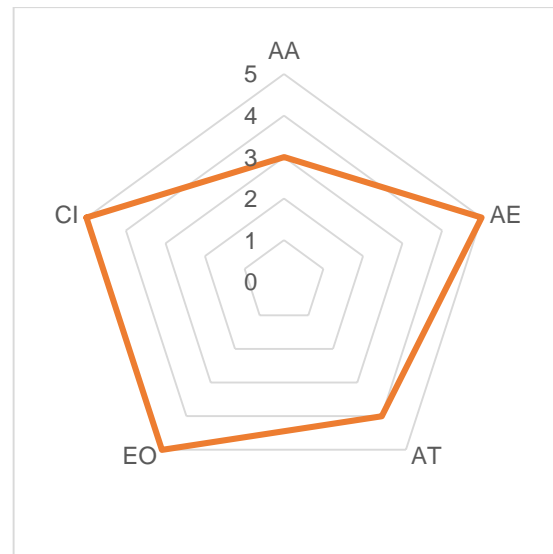
	Unidades	Precio (unidad)	Total
Urinario ECO ZERO	17	\$ 220.50	\$ 3,748.50

*Fuente: Elaboración propia*

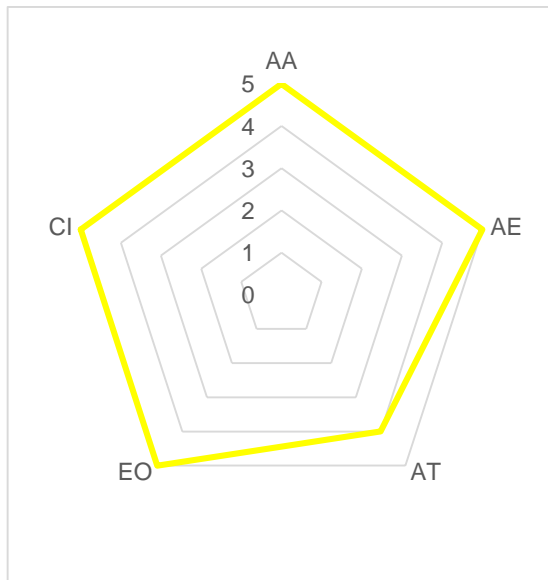
### Anexo S: Gráficos radiales de las medidas de PML evaluadas



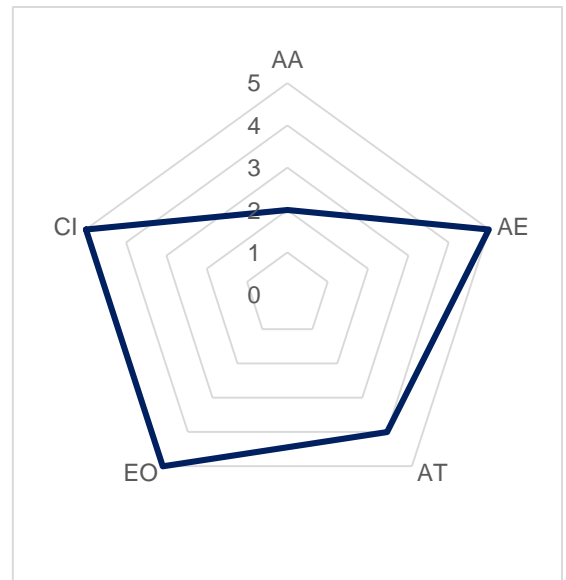
*Ilustración 19. Evaluación integral del cambio a luminaria LED.  
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 20. Evaluación integral de activar temporizador en computadoras  
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 21. Evaluación integral de la pistola de riego con regulación del caudal.  
Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 22. Evaluación integral de botellas al interior de los reservorios de inodoros.  
Fuente: Elaboración propia*

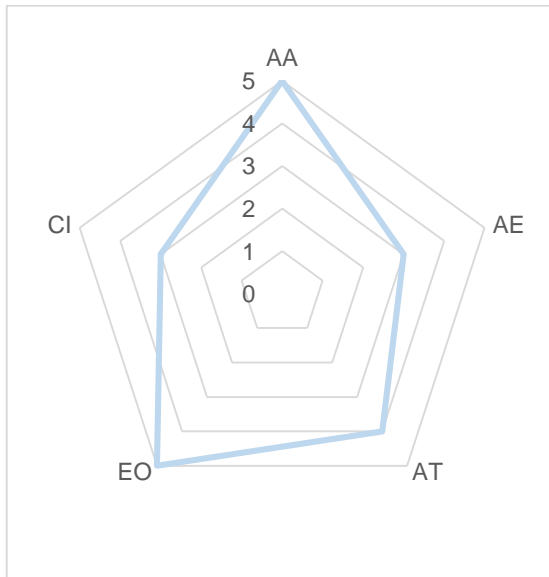


Ilustración 23. Evaluación integral de inodoros ecológicos.

Fuente: Elaboración propia

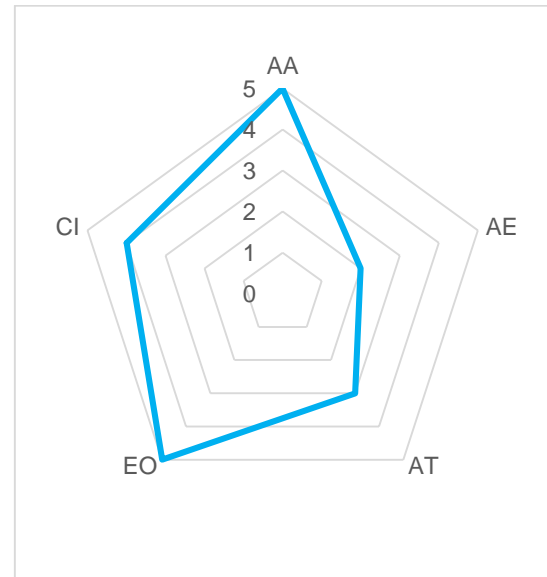


Ilustración 24. Evaluación integral de urinarios ECO ZERO.

Fuente: Elaboración propia

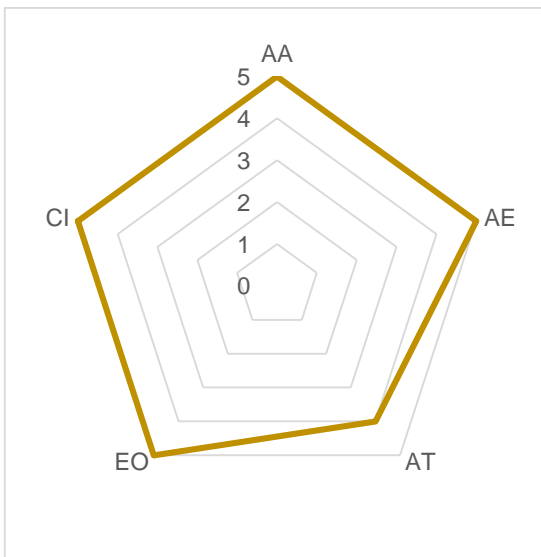


Ilustración 25. Evaluación integral de regulación de la presión de la grifería.

Fuente: Elaboración propia

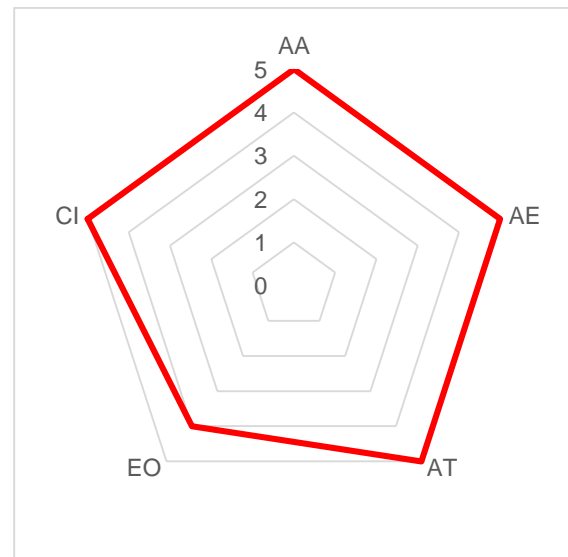


Ilustración 26. Evaluación integral del aprovechamiento de luz natural.

Fuente: Elaboración propia

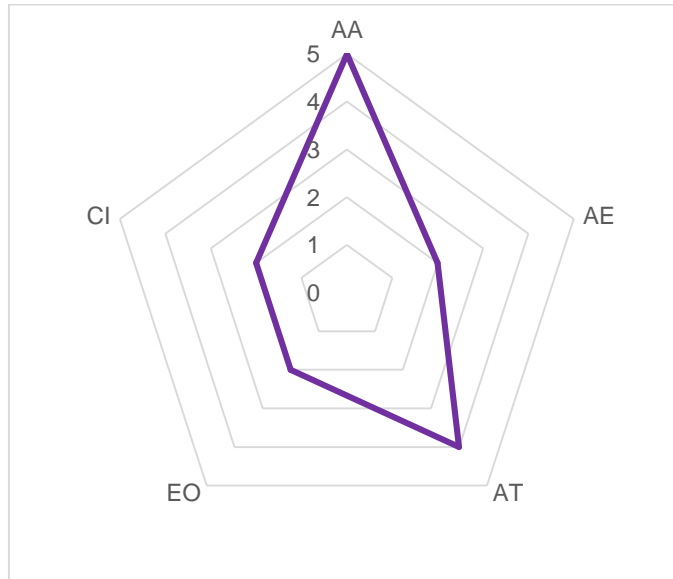


Ilustración 27. Evaluación integral de la alternativa de cambio de ascensor.  
Fuente: Elaboración propia