

**UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**DISEÑO DE UN PLAN DE ECOEFICIENCIA PARA DOCE ESTACIONES
DE LA GAM Y EL EDIFICIO CENTRAL DEL BENEMÉRITO CUERPO
DE BOMBEROS DE COSTA RICA**

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**Escuela de Ciencia Ambientales de la Universidad Nacional para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental**

WENDY MARCELA HIDALGO MASÍS

Heredia, Costa Rica

Diciembre, 2019

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental..

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

.....

Jorge Herrera Murillo

Decano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

.....

Jorge Herrera Murillo

Director Escuela Ciencias Ambientales

.....

Rolando Leiva Ulate

Tutor

.....

Ligia Dina Solís Torres

Lector

.....

Miguel Dionicio Araya Álvarez

Lector

.....

Wendy Marcela Hidalgo Masís

Estudiante

RESUMEN

Hoy en día, es necesario que un país cuente con cuerpos de emergencia como lo es el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Sin embargo, para que dicha institución brinde sus servicios, estos deben utilizar recursos como: electricidad, agua y combustible fósil. Además, generan residuos y emisiones de gases de efecto invernadero producto de las actividades que realizan. Por tal razón, esta institución busca realizar sus labores de una manera eficiente con el medioambiente y ha visto necesario el diseño de un plan de ecoeficiencia para doce estaciones de la Gran Área Metropolitana y el edificio de oficinas centrales.

Este proyecto se desarrolló en tres fases. La primera fase fue un diagnóstico ambiental, en el cual se pudo determinar el consumo de energía eléctrica, agua y combustible fósil, así como la generación de residuos y la situación ambiental actual de la institución. En la fase dos se realizó un inventario de emisiones de GEI y un diagnóstico energético. Para finalizar, en la tercera fase, se elaboró el plan de ecoeficiencia, el cual contiene las medidas de ecoeficiencia a aplicar.

Entre los principales resultados obtenidos están: la estación de bomberos de Alajuela y Pavas y el edificio de oficinas centrales son considerados sitios críticos, debido al consumo significativo de recursos ambientales; en cada uno de estos sitios se generan 97.1, 155.3 y 139.5 toneladas de dióxido de carbono equivalente, respectivamente; además, las medidas de ecoeficiencia planteadas que se destacan son la captación de agua pluvial y la instalación de paneles solares.

DEDICATORIA

A Dios, por darme vida.

A mi familia y novio, por siempre creer en mí e inspirarme a ser mejor cada día.

A Vivis, Vivi y Luis por ser mis incondicionales.

A mi ángel Ana Zúñiga, por abrirme las puertas de su hogar.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradezco a mis padres y hermana, por toda la ayuda dada durante mi vida académica, ya que sin ellos no hubiese logrado lo que he conseguido hasta el día de hoy.

Al MS.c. Rolando Leiva Ulate, tutor del proyecto por haberme acompañado en este proceso.

A Miguel Araya Álvarez y Ligia Dina Solís Torres, lectores del trabajo, por su tiempo y las recomendaciones dadas fueron valiosas.

Asimismo, quiero agradecer al Sr. Héctor Chaves León, director general del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y a Malena Valencia Badilla, encargada del área de gestión de calidad, por darme la oportunidad de realizar el proyecto importante para la culminación de mi formación.

Al personal del Departamento de Servicios Generales, por la colaboración y el acceso a la información valiosa para el proyecto.

Y a todas las personas que de alguna manera u otra brindaron aportes importantes al trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Justificación.....	14
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo general.	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Ecoeficiencia.....	18
2.2. Aspectos ambientales.....	19
2.2.1. Consumo de agua	20
2.2.2. Consumo de energía eléctrica.....	21
2.2.3. Emisiones de gases de efecto invernadero	21
2.2.4. Consumo de combustible fósil	22
2.2.5. Generación de residuos	23
2.3. Herramientas de gestión ambiental	24
2.3.1. Diagnóstico ambiental inicial.....	24
2.3.2. Diagnóstico energético.....	25
2.3.3. Estudio de generación y composición de residuos.....	25
2.3.4. Inventario de emisiones.....	26
2.4. Medidas de ecoeficiencia	27
2.4.1. Captación de agua pluvial	27
2.4.2. Instalación de sistemas fotovoltaicos	28
3. METODOLOGÍA	28
3.1. Tipo y enfoque de investigación	28
3.2. Alcance de investigación	28
3.3. Objeto de estudio	28
3.4. Proceso metodológico	29
3.4.1. I Fase: Diagnóstico ambiental inicial.....	29
3.4.2. II Fase: Diagnóstico energético e inventario de emisiones.....	32
3.4.3. III Fase: Elaboración de propuestas.....	35
4. ANALISIS DE RESULTADOS	39

4.1. Diagnóstico ambiental inicial	39
4.2. Diagnóstico energético e inventario de emisiones en sitios críticos	51
4.3. Plan de ecoeficiencia	61
5. CONCLUSIÓN	67
6. RECOMENDACIONES	68
7. LIMITACIONES	69
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
9. ANEXOS	77
10. APÉNDICE	104

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Indicadores ambientales	29
Cuadro 2. Operacionalización de variable objetivo 1	32
Cuadro 3. Operacionalización de variables objetivo 2.....	34
Cuadro 4. Operacionalización de variable objetivo 3	37
Cuadro 5. Tarifas de electricidad por bloque de consumo de empresas distribuidoras de servicio de electricidad dentro de la GAM.	41
Cuadro 6. Priorización para aplicar las medidas ambientales	61
Cuadro 7. Plan de ecoeficiencia para la reducción de aspectos ambientales significativos.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Indicadores ambientales respecto a costos por consumo para el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.	16
Figura 2. Consumo de energía eléctrica e indicador de eficiencia en estaciones de bomberos de la GAM y edificio de oficinas centrales.....	40
Figura 3. Consumo de agua en estaciones de bomberos del GAM y oficinas centrales.....	42
Figura 4. Consumo de combustible en estaciones de bomberos de la GAM y edificio de oficinas centrales.....	44
Figura 5. Comportamiento de indicadores de consumo de combustible por cada emergencia atendida durante el 2017.	45
Figura 6. Comportamiento de indicadores de kilómetros recorridos por cada litro de combustible consumido durante el 2017.	45
Figura 7. Generación y composición de residuos en sitios de estudio.	46
Figura 8. Porcentaje de composición de residuos generados en doce estaciones de la GAM y edificio de oficinas centrales.	48
Figura 9. Tasa de generación per cápita de residuos por sitio de estudio.	48

Figura 10. Porcentaje de cumplimiento de aspectos ambientales según evaluación ambiental en estaciones de bomberos y edificio oficinas centrales.....	50
Figura 11. Comportamiento anual de la relación entre consumo de energía eléctrica y área de construcción en los sitios críticos.....	52
Figura 12. Comportamiento anual de la relación entre consumo de energía eléctrica por persona en los sitios críticos.....	53
Figura 13. Representación porcentual de consumo de energía de equipos eléctricos y electrónicos en los sitios críticos.....	54
Figura 14. Comportamientos de rendimiento entre kilómetros recorridos y consumo de combustible en vehículos de oficinas centrales durante el 2017.....	56
Figura 15. Comportamientos de rendimiento entre kilómetros recorridos y consumo de combustible en vehículos de la estación de Alajuela durante el 2017.....	57
Figura 16. Comportamientos de rendimiento entre kilómetros recorridos y consumo de combustible en vehículos de la estación de Alajuela durante el 2017.....	57
Figura 17. Representación porcentual de generación de emisiones de GEI en la estación de Alajuela durante el 2017.....	59
Figura 18. Representación porcentual de generación de emisiones de GEI en la estación de Pavas durante el 2017.....	59
Figura 19. Representación porcentual de generación de emisiones de GEI en oficinas centrales durante el 2017.....	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Listas de chequeo protocolos de DIGECA.....	77
Anexo 2. Escala de valoración para aspectos ambientales según la MIIA.....	100
Anexo 3. Factores de emisión por actividad.....	101
Anexo 4. Potencial de calentamiento global.....	101
Anexo 5. Coeficiente de escurrimiento por tipo de material (ke).....	102
Anexo 6. Registro histórico de precipitación en la estación meteorológica del Aeropuerto Tobías Bolaños.....	102
Anexo 7. Registro histórico de precipitación en la estación meteorológica de Alajuela.....	103
Anexo 8. Registro histórico de precipitación en la estación meteorológica del edificio IMN en San José.....	103

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Registro de consumo de energía eléctrica en los sitios de estudio durante el 2017.....	104
Apéndice 2. Registro de indicadores del consumo de energía por persona en los sitios de estudio durante el 2017.....	104
Apéndice 3. Registro de consumo de agua en los sitios de estudio durante el 2017.....	105
Apéndice 4. Registro de indicadores del consumo de agua por persona en los sitios de estudio durante el 2017.....	106
Apéndice 5. Registro de consumo de combustible fósil en los sitios de estudio durante el 2017.....	107

Apéndice 6. Registro de indicadores relacionados con el consumo de combustible en los sitios de estudio durante el 2017.	108
Apéndice 7. Registro de estudio de generación y composición de residuos en los sitios de estudio.	110
Apéndice 8. Mapa de consumo de energía eléctrica en todos los sitios de estudio.	111
Apéndice 9. Mapa de consumo de agua en todos los sitios de estudio.	111
Apéndice 10. Mapa de consumo de combustible fósil en todos los sitios de estudio.	112
Apéndice 11. Mapa de generación de residuos en los sitios de estudio.	112
Apéndice 12. Impactos ambientales negativos de las labores del BCBCR.	113
Apéndice 13. Impactos ambientales positivos de las labores del BCBCR.	114
Apéndice 13. Porcentaje de cumplimiento de aspectos ambientales en estaciones de bomberos con base en los protocolos de DIGECA.	115
Apéndice 15. Porcentaje de cumplimiento de aspectos ambientales en oficinas centrales con base en los protocolos de DIGECA.	116
Apéndice 16. Matriz escogencia sitios críticos.	116
Apéndice 17. Indicadores de eficiencia energética en la estación de Alajuela.	116
Apéndice 18. Indicadores de eficiencia energética en la estación de Pavas.	117
Apéndice 19. Indicadores de eficiencia energética en el edificio de oficinas centrales.	117
Apéndice 20. Inventario de vehículos que pertenecen a la estación de bomberos de Alajuela durante el 2017.	118
Apéndice 21. Inventario de vehículos que pertenecen a la estación de bomberos de Pavas durante el 2017.	118
Apéndice 22. Inventario de vehículos que pertenecen a oficinas centrales durante el 2017.	119
Apéndice 23. Inventario energético de equipos eléctricos y electrónicos pertenecientes a la estación de Alajuela.	123
Apéndice 24. Inventario energético de equipos eléctricos y electrónicos pertenecientes a la estación de Pavas.	125
Apéndice 25. Inventario energético de equipos eléctricos y electrónicos pertenecientes al edificio de oficinas centrales.	127
Apéndice 26. Emisiones de CO _{2eq} producto del combustible fósil en los sitios críticos de estudio.	135
Apéndice 27. Emisiones de CO _{2eq} producto del consumo de energía eléctrica en los sitios de estudio críticos.	136
Apéndice 28. Emisiones de CO _{2eq} producto de la generación de residuos en los sitios de estudio críticos.	136
Apéndice 29. Emisiones de CO _{2eq} producto de la recarga de extintores y aires acondicionados en los sitios de estudio críticos.	137
Apéndice 29. Cálculo para la captación de agua pluvial en la estación de Alajuela.	137
Apéndice 31. Cálculo para la captación de agua pluvial en la estación de Pavas.	137
Apéndice 32. Cálculo para la captación de agua pluvial en oficinas centrales.	138
Apéndice 33. Cálculo para la captación de agua pluvial en estación de Desamparados.	138
Apéndice 33. Cálculo para la instalación de paneles solares en la estación de Alajuela.	140
Apéndice 35. Cálculo para la instalación de paneles solares en la estación de Pavas.	140
Apéndice 36. Cálculo para la instalación de paneles solares en la estación de Tibás.	141
Apéndice 37. Cálculo para la instalación de paneles solares en edificio de oficinas centrales.	143

Apéndice 38. Cálculos análisis costo beneficio de la instalación de paneles solares en edificio de oficinas centrales.	144
Apéndice 39. Cálculos análisis costo beneficio de la instalación de paneles solares en estación de Alajuela.	145
Apéndice 40. Cálculos análisis costo beneficio de la instalación de paneles solares en estación de Pavas.....	146
Apéndice 41. Cálculos análisis costo beneficio de la instalación de paneles solares en estación de Pavas.....	147
Apéndice 42. Propuesta para la sustitución de equipos eléctricos y electrónicos en la estación de Alajuela.	148
Apéndice 43. Propuesta para la sustitución de equipos eléctricos y electrónicos en la estación de Pavas.....	148
Apéndice 44. Propuesta para la sustitución de equipos eléctricos y electrónicos en oficinas centrales.	149
Apéndice 45. Propuesta para el manejo de residuos orgánicos en los sitios de estudio.	151
Apéndice 46. Propuesta para el manejo de residuos plásticos en los sitios de estudio.	152
Apéndice 47. Propuesta para el manejo de residuos valorizables en los sitios de estudio.....	154

LISTA DE ACRÓNIMOS

PGAI: Plan de Gestión Ambiental Institucional

BCBCR: Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

GAM: Gran Área Metropolitana

INS: Instituto Nacional de Seguros

PEI: Plan Estratégico Institucional

CEMDS: Consejo Empresarial Mundial para el desarrollo sostenible

AYA: Instituto de Acueducto y Alcantarillado

GEI: Gases de Efecto Invernadero

CO₂: Dióxido de carbono

CH₄: Metano

N₂O: Óxido nitroso

HFC: Hidrofluorocarbonos

PFC: Perfluorocarbonos

HF₆: Hexafluoruro de hidrogeno

CO_{2eq}: Dióxido de carbono equivalente

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

DAI: Diagnóstico Ambiental Inicial

DIGECA: Dirección de Gestión de Calidad Ambiental

UNA: Universidad Nacional

MIIA: Matriz de Importancia de Impactos Ambientales

IMN: Instituto Meteorológico Nacional

PGAI: Programa de Gestión Ambiental

kWh: Kilowatt hora

OC: Oficinas centrales

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En Costa Rica, mediante la Directriz N° 31 (5 octubre 2015), se considera que el sector público debe mejorar la eficiencia en la administración de los diversos recursos, procurando ahorros y haciendo un uso eficiente del agua, la electricidad, el combustible, entre otros, así como, comprometerse con la reducción de los impactos ambientales negativos que genera su propio accionar. Además, en el año 2011 se crea el Decreto N° 36499 S - MINAET “ *Reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica*”, el cual tiene como objetivo establecer los lineamientos para que todas las instituciones de la Administración Pública logren formular, actualizar e implementar un Programa de Gestión Ambiental Institucional “PGAI”, que se basa en un proceso de planificación, implementación, revisión y mejora de procedimientos y acciones de las instituciones en el desarrollo de sus actividades (Decreto N° 36499, 2011). A su vez, la Ley 8839 “*Ley para la gestión integral de residuos*” se crea con el fin de regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación; asimismo, pretende evitar que el inadecuado manejo de los residuos impacte la salud humana y los ecosistemas, contamine el agua, el suelo y el aire y contribuya al cambio climático (Ley 8839, 2010).

Por otra parte, el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica fue fundado el 27 de julio de 1865, pero desde el año 1925 hasta el 2008 estuvo administrado por el Instituto Nacional de Seguros (INS). Sin embargo en el 2008 se otorga al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica la desconcentración máxima del INS, lo cual amplía sus funciones y competencias (BCBCR, 2016). Dentro de esta institución se encuentran varias áreas como dirección general, dirección administrativa y dirección operativa. Esta última tiene como función principal brindar servicios tanto de protección como de prevención a la comunidad en general, mientras que las tareas que ejecutan la dirección general y administrativa son: proponer los objetivos estratégicos y proyectos ante Consejo Directivo, y garantizar el alineamiento estratégico, la efectividad y la sostenibilidad de la gestión táctica y operativa de los servicios administrativos asegurando la consecución de los objetivos estratégicos de la institución (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2018c).

Con respecto a los avances de la institución en materia ambiental, para el 2018 cuatro estaciones de bomberos en todo el país y la unidad de ingeniería habían implementado el Programa Bandera Azul Ecológica. Sin embargo; se debe destacar que dentro del BCBCR existe una comisión de sostenibilidad, pero aún no se han implementado medidas para la ecoeficiencia en sus labores y operaciones diarias, a pesar de que en las actividades que realizan consumen: combustible fósil, por el uso de vehículos para la atención de emergencias principalmente; energía eléctrica, producto del uso de dispositivos electrónicos, iluminación y sistemas de aire acondicionado; agua para el lavado de vehículos, descargas de inodoros, lavados de manos, entre otros; y generan residuos ordinarios y de manejo especial dentro su accionar. Por otra parte, el consumo de resmas de papel dentro de la institución es poco.

Por las razones anteriormente mencionadas, este trabajo de investigación tiene como propósito el diseño de un plan para la ecoeficiencia de aspectos ambientales, tomando en cuenta los datos del consumo energético, consumo de agua y generación de residuos al año 2017. El plan se estaría desarrollando en 12 estaciones de bomberos –Central, Barrio Lujan, Barrio México, Desamparados, Tibás, Guadalupe, Pavas, Cartago, Tres Ríos, Heredia, Santo Domingo y Alajuela- las cuales se ubican dentro de la GAM, así como en el edificio de oficinas centrales. Se estaría tomando como año base el año 2017.

1.2. Justificación

La ecoeficiencia es la obtención de bienes o servicios competitivos que satisfacen las necesidades humanas y dan calidad de vida; a su vez, reducen los impactos ecológicos y la intensidad de uso de los recursos durante su ciclo de vida (Inda y Vargas-Hernández, 2012). Por la razón anterior, es trascendental el desarrollo de un plan para la ecoeficiencia en Bomberos de Costa Rica, puesto que, al no contar con este instrumento, la institución presenta un gran rezago en el tema ambiental, a pesar de que ya existen herramientas para el desarrollo de este tipo de iniciativas.

Sin embargo, para realizar un plan de ecoeficiencia que logre ser adecuado y responda a las necesidades de la empresa, se deben medir diferentes impactos ambientales generados por la institución y compararlos con los que se pueden generar dentro de esta (Austermüle, 2012). El conocer la situación ambiental de la organización permite identificar los daños que estos ocasionan al ambiente. Estos daños podrían repercutir directa e indirectamente, afectando el ecosistema y, por lo tanto, la salud y el bienestar de los humanos. Dichos factores incluyen las sustancias nocivas presentes

en el ambiente, fenómenos meteorológicos extremos y la inhabitabilidad de los ecosistemas; y estos puedan limitar el futuro acceso a bienes como el aire puro, agua limpia y suelos fértiles (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2015).

Es necesario considerar que el realizar este tipo de proyectos en una institución que se ha consolidado con el paso del tiempo traería beneficios, puesto que se estaría disminuyendo costos operativos por el consumo de agua, energía eléctrica y combustible fósil principalmente. Según el último informe financiero, solo los costos provenientes del consumo de combustible para el 2017 fueron de ¢ 615 568 373, mientras que para el consumo de agua y energía eléctrica el monto a pagar fue de ¢ 65 172 897 y ¢ 331 244 689 (**Figura 1**), lo cuales representan el 2 %, 0.2 % y 1 % de los gastos de operación respectivamente (BCBCR, 2018). Estos montos brindan un panorama acerca de la situación que se presenta en Bomberos, debido a que se siguen pagando cifras altas y no existe ningún plan que encamine la institución hacia una reducción de consumo y no generación de impactos negativos por el uso ineficiente de los recursos. Asimismo, a nivel institucional, estos aspectos ambientales mencionados solo los únicos que se encuentran registrados.

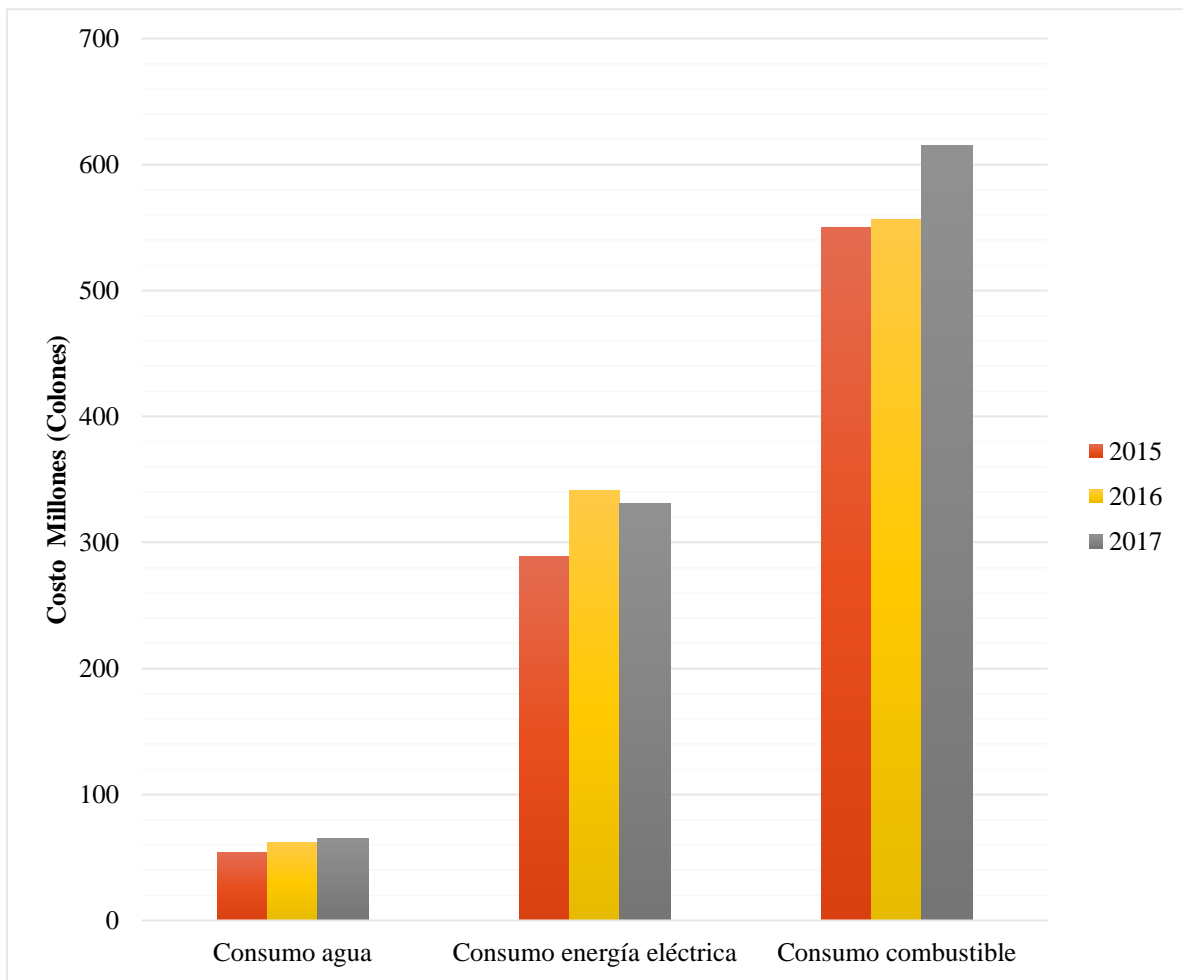


Figura 1. Indicadores ambientales respecto a costos por consumo para el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Fuente: Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2018.

Además, en cuanto a la generación de residuos, aún no existen registros de la cantidad que se produce diariamente por estación. A su vez, tampoco se conoce cuáles son los residuos ordinarios que presentan mayor generación y cuáles son los residuos de manejo especial dentro de la institución; por lo tanto, es pertinente cuantificarlos y así brindar medidas de tratamiento y aprovechamiento. No obstante, por conocimiento de causa, entre los residuos especiales que se generan se encuentran: los cartuchos de tinta, baterías, envases que contienen residuos bioinfecciosos y aparatos electrónicos, pero aún no se conoce el volumen de cada uno de estos.

En vista de que no se han realizado estudios para la formulación de un plan para la ecoeficiencia de aspectos ambientales en la institución, el presente trabajo es necesario para que la empresa labore con un uso adecuado de los recursos, por lo que el plan estará adecuado a la institución, tomando en cuenta su forma de operar y sus necesidades. Además, se debe mencionar que en el *Plan Estratégico*

Institucional 2019-2023 (PEI) se establece, como parte de los ejes estratégicos y transversales, la sostenibilidad.

Para finalizar, el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica está anuente a que dentro de la institución se realice un proyecto en el área ambiental, ya que falta investigación al respecto. El compromiso existente por parte de la organización para el desarrollo de este proyecto se debe a que dentro de su PEI, se determina la responsabilidad de los impactos que sus decisiones y prácticas ocasionan al ambiente (BCBCR, 2018b). A su vez, dentro del sector público existen reglamentos como el Decreto N° 36499 S-MINAET “Reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica”, el cual fue publicado en *La Gaceta* N° 88 el día 09 de mayo del 2011.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

- Diseñar un plan de ecoeficiencia para la gestión de los aspectos ambientales significativos en doce estaciones de bomberos y en el edificio central del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación ambiental actual de las actividades en las estaciones de bomberos seleccionadas y oficinas centrales, para el reconocimiento de los aspectos significativos que generan mayor impacto ambiental al entorno.
- Realizar un inventario de gases de efecto invernadero y diagnóstico energético, para la determinación de los consumos representativos en las instalaciones que presenten aspectos ambientales significativos.
- Elaborar una propuesta de medidas ecoeficientes para la reducción de aspectos ambientales significativos, tomando como referencia aspectos técnicos y económicos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecoeficiencia

La ecoeficiencia fue descrita por primera vez en el año 1989 por parte de Schaltegger y Slim, pero fue a partir del año 1992 que el concepto fue difundido por parte del Consejo Empresarial Mundial para el desarrollo sostenible (Pérez-Estrada y De la Paz-Martínez, 2016), donde se definió como la producción de bienes y servicios con precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida y, a su vez, reducir progresivamente los impactos ambientales y la intensidad de uso de los recursos a lo largo del ciclo de vida (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, 2000). Por otra parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (1998) la define como la eficiencia con la cual se usan los recursos ecológicos para satisfacer las necesidades humanas. Por lo tanto, lo que se busca con la ecoeficiencia es que el ser humano pueda satisfacer sus necesidades haciendo un uso racional de los recursos.

Además, la ecoeficiencia se considera como una filosofía administrativa, puesto que impulsa a las empresas a buscar mejoras ambientales y con ello obtener beneficios económicos. Asimismo, impulsa a la innovación, por lo cual puede servir a las empresas como un medio para desarrollar estrategias que lleven a la sostenibilidad (Ministerio del Ambiente Perú, 2009). También se considera como un enfoque que permite integrar aspectos económicos y ambientales de las actividades de una organización (Pérez-Estrada y De la Paz-Martínez, 2016).

Por otro lado, según el CEMDS (2000), la ecoeficiencia se consigue a través de tres objetivos generales. El primero busca reducir el consumo de recursos como energía, materiales, agua y terreno, aumentando el reciclaje y la durabilidad del producto y finalizando el ciclo de vida de los materiales. El segundo objetivo pretende reducir el impacto en la naturaleza, por medio de la minimización de las emisiones, los vertimientos, la disposición de residuos y la dispersión de sustancias tóxicas, además de apoyar el uso sostenible de los recursos naturales. Mientras que el tercer objetivo es suministrar con más valor con el producto o servicio, lo cual significa brindar más beneficios a los usuarios por medio de la funcionalidad, la flexibilidad y la modularidad del producto, entregando servicios adicionales y enfocándose en vender la solución a las necesidades de los clientes. Esto abre la posibilidad para que el usuario satisfaga sus necesidades con un menor uso de materiales y recursos.

A pesar de la existencia de distintas iniciativas ambientales que hacen hincapié en la importancia de producir más con menos recursos, la ecoeficiencia se destaca por sus otras características. Estas se

pueden sintetizar en: el énfasis que se da en la creación de valor y durabilidad a largo plazo, objetivos para el mejoramiento continuo y la vinculación ambiental con excelencia empresarial. Debido a las características ya mencionadas, la ecoeficiencia también se puede conocer como una oportunidad de negocio, la cual permite a las empresas ser más responsables en el ámbito ambiental siendo a la vez más rentables, también fomenta la innovación, lo cual trae consigo el crecimiento y la competitividad, a través de un proceso dinámico que se puede conseguir a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio (Montes, 2008). Por lo tanto, son múltiples las ventajas que se tienen cuando se implemente la ecoeficiencia en una organización.

Por otra parte, para poder determinar la ecoeficiencia de una organización es necesario el uso de indicadores. Según Leal (2015), en un informe publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), estos se basan en distintos principios, asegurando su sustento científico y relevante desde el punto de vista ambiental. El objetivo principal de los indicadores es mejorar el desempeño de las compañías con mediciones transparentes y verificables. Estos se dividen en indicadores específicos e indicadores de aplicación general; los primeros están definidos, ya sea por una organización o un sector, mientras que los de aplicación general son utilizados por todo tipo de empresa, ya que son relevantes en relación con su contenido ambiental, además se relacionan con alguna preocupación global del mundo empresarial.

Para el cálculo de los indicadores es necesario tener una relación entre aspectos económicos o características propias de la organización con aspectos ambientales. Finalmente, si una empresa cuenta con una filosofía de ecoeficiencia, los indicadores deben gestionar todos los aspectos ambientales existentes de la organización.

2.2. Aspectos ambientales

Los aspectos ambientales son todos los elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente (Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca Gobierno Vasco, 2009). Todo aquel aspecto ambiental de una empresa puede tener un grado de significancia bajo o alto. El grado alto produce impactos ambientales negativos, por lo que deben ser prevenidos, reducidos, restaurados o compensados (Chavarría-Solera, Garita-Sánchez, Gamboa-Venegas, 2015). Es necesario aclarar la diferencia entre aspectos ambientales e impactos ambientales, pues estos últimos se presentan cuando existe una

alteración en el medio ambiente, debido a las acciones que realiza el ser humano (Navarrete, 2014). Por lo tanto, la relación existente entre los aspectos ambientales con el medio ambiente puede generar impactos ambientales.

Según Xing, Wang y Zhang (2018) los aspectos ambientales como el consumo de electricidad, emisión de CO₂, generación de residuos y aguas residuales son los que producen impactos negativos al ambiente. Dada la naturaleza del proyecto, este requiere cuantificar los aspectos ambientales ya mencionados, así como otros que se consideren importantes para la consecución de los objetivos planteados. Por dicha razón, a continuación se presenta la definición de cada uno de los aspectos.

2.2.1. Consumo de agua

El agua es un compuesto con características únicas, de gran significancia para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que se desarrollan en el medio ambiente. Esta cubre la superficie de la Tierra en un 71 % y se encuentra distribuida en océanos, casquetes polares, glaciares, aguas superficiales y subterráneas. Dicho líquido es muy importante para el desarrollo de la vida, pues permite el desenvolvimiento económico de cualquier región del mundo.

Dentro de los usos que se le da a este recurso están los naturales y los antrópicos, como lo son aprovisionamiento, uso doméstico, agrícola, industrial, entre otros (Fernández, 2012). Ahora bien, existe una diferencia entre uso de agua y consumo de agua; la primera se refiere al volumen de agua utilizado para proveer a sus necesidades vitales o económicas, mientras que el consumo de agua es el volumen de este líquido que, después de su uso, no retorna al medio ambiente (Instituto Nacional de Encuestas, 2008).

En Costa Rica, el AyA estimó un consumo de agua promedio por habitante de 200 L al día, lo que equivale a un estañón diario, distribuido en el uso de lavamanos, duchas, descargas de sanitarios, lavado de vehículos, entre otros. Para conocer la eficiencia con respecto al uso, uno de los indicadores que se puede utilizar es consumo de agua mensual entre números de empleados m^3/n° empleados (Ministerio de Ambiente y Energía, 2011b). Puesto que este líquido es preciado se deben buscar la manera y las tecnologías, para que las organizaciones y seres humanos realicen un uso y consumo eficiente del recurso.

La demanda de agua a nivel mundial está influenciada por el crecimiento de la población, urbanización, políticas de seguridad alimentaria y energética y procesos macroeconómicos como la globalización comercial y el cambio de los patrones de consumo. Además, hoy en día parte de las extracciones de agua dulce se utilizan en la generación de electricidad (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP], 2015). Por lo tanto, otra de las aristas donde se ve reflejado el consumo de agua a nivel mundial es mediante el uso y consumo ineficiente de energía eléctrica.

2.2.2. Consumo de energía eléctrica

Se conoce como energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo cual permite establecer una corriente eléctrica entre ambos, cuando se les coloca en contacto por medio de un conducto eléctrico. La mayor parte del consumo de esta en los seres humanos proviene de la red eléctrica, que es suministrada por medio de compañías eléctricas a los usuarios finales y estos se conectan a distintos aparatos eléctricos (Instituto Costarricense de Electricidad, 2015). La demanda de energía ha estado aumentando en todo el mundo; por lo tanto, el impacto ambiental resultante de la producción y el consumo de energía se ha convertido en una preocupación pública importante (Chenari, Dias y Gameiro, 2016).

Por otra parte; el consumo eléctrico es la cantidad de energía eléctrica (en kWh) utilizada para convertirla en energía secundaria o para producción de energía útil. Entre los indicadores para este aspecto se encuentran: el consumo de energía eléctrica por mes, consumo de energía eléctrica por empleado y consumo de energía eléctrica por área física (MINAE, 2011c). Parte del consumo que se representa en la mayoría de los casos depende directamente de la obsolescencia tecnológica y el uso de dispositivos eléctricos y electrónicos no eficientes en iluminación, entretenimiento y climatización (Gonzales, Pavas y Sánchez, 2017), por lo que cuantos más equipos electrónicos ineficientes posea una organización o un hogar, mayor consumo de energía eléctrica tendrán. Además, el consumo de energía eléctrica está asociada a las emisiones de GEI.

2.2.3. Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones son la expulsión a la atmósfera de sustancias líquidas, sólidas o gaseosas procedentes de fuentes fijas o móviles, producto de la combustión o del proceso de producción (Decreto N° 36551, 2011), mientras que los gases de efecto invernadero GEI son compuestos gaseosos que absorben y emiten radiación; estos, presentes en la atmósfera, contribuyen al efecto invernadero (Molina, 2018).

Por lo tanto, se puede definir este aspecto como la emanación de gases que inciden sobre el efecto invernadero.

Con base en el Protocolo de Kyoto, entre los principales GEI están el: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y FS₆. El CO₂ es uno de los gases más producidos por el ser humano, ya que es producto de la combustión de combustible fósil, deforestación y la agricultura. A partir del año 1750 en la atmosfera se han encontrado concentraciones de CO₂, CH₄, N₂O, como resultado de la actividad humana, aumentando de manera acelerada a partir de la revolución industrial (Guzmán, 2009).

Algunos de los indicadores para los gases de efecto invernadero son estimación de las emisiones de CO₂ por efecto del consumo de electricidad y estimación de las emisiones de CO_{2eq} por efecto del consumo de combustibles (MINAE, 2011). Por tanto, la generación de residuos y el consumo de combustible fósil representan parte de las emisiones de CO_{2eq}, de una empresa.

2.2.4. Consumo de combustible fósil

El combustible fósil es aquel que procede de la biomasa producida hace millones de años, que pasó por grandes procesos de transformación hasta la formación de sustancias de gran contenido energético como el carbón, el petróleo, o el gas natural; razón por la cual estos se consideran no renovables, ya que no se reponen por procesos biológicos (Coyotl, Torres, Cruz y Hernández, 2017). Sin embargo, el petróleo actualmente se ha convertido en un recurso indispensable a nivel internacional, debido a que tiene distintos usos en el sector industrial, doméstico y transporte (Aranda, Llera, Marco, Ortega, Scarpellino y Valerio, 2013). Dado lo anterior, hoy día, para realizar ciertas actividades, es necesario el uso de combustible; no obstante, este consumo se debe realizar de una manera eficiente.

Alguno de los indicadores para determinar el uso eficiente de este son los siguientes: litros de combustible/ mes o litros combustible/ kilómetros (MINAE, 2011). Como ya se mencionó en el apartado anterior, el consumo de combustible repercute en la cantidad de emisiones de GEI, ya que, según la IPCC (2014), a nivel mundial, el crecimiento económico y demográfico siguen siendo los motores de mayor importancia de los aumentos en las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles. La situación al nivel regional no es diferente, pues existe una dependencia de estos, siendo el sector transporte el que realiza mayor consumo (Estado de la Nación, 2016).

2.2.5. Generación de residuos

Según la Ley 8839 (2010), los residuos son todos aquellos:

materiales sólidos, semisólidos, líquidos o gaseosos, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados. art.6.

Estos se dividen en tres categorías: residuos ordinarios, especiales y peligrosos.

Los residuos ordinarios son aquellos de carácter doméstico generados en viviendas y en cualquier otra fuente que presente composiciones similares a los de las viviendas, como lo son oficinas y comercios (Herrera, Rojas y Anchía, 2018); mientras que los especiales son aquellos que por su composición, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje, formas de uso o valor de recuperación, o por una combinación de estos, implican riesgos significativos a la salud y degradación de la calidad del ecosistema. Por su parte, los residuos peligrosos son los que, debido a su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, radioactivas, biológicas, bioinfecciosos e inflamables, o que por su tiempo de exposición, puedan causar daños a la salud y al ambiente (Ley 8839, 2010). La clasificación de los residuos, dependerá de las propiedades, físico, químicas y biológicas de estos.

Como se mencionó en el apartado de emisiones de GEI, la generación de residuos está relacionada directamente con las emisiones. Herrera et al. (2018) mencionan que, a nivel país, para el 2012 se emitieron alrededor de 70 200 toneladas de CH₄, producto de la generación de residuos cuya disposición final fueron rellenos sanitarios. Por otra parte, la generación a nivel país por habitante por día es de 0,66 kg (Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible [ProDUS], 2015).

Por lo tanto, es necesario disminuir la cantidad de residuos que se generan los hogares, comunidades o instituciones públicas y privadas, ya que estas representan un problema para el ambiente y la salud. Además, en las instituciones es de suma importancia llevar un control de los residuos que se generan y su volumen. Así pues, para conocer cuál es la generación que se da en la institución se puede utilizar el siguiente indicador: kilogramo de material separado/ mes o kilogramos de material pesado/ año (MINAE, 2011).

2.3. Herramientas de gestión ambiental

Para lograr la reducción de todos los aspectos ambientales mencionados, es de gran importancia utilizar distintas herramientas de la gestión ambiental. Las herramientas que se aplican a lo largo del desarrollo del proyecto están orientadas hacia el cumplimiento de los objetivos planteados. Existen diversidad de herramientas para valorar los impactos sobre el ambiente de una organización; sin embargo, es necesario caracterizarlas para aplicarlas de una manera correcta (Moreno y Espi, 2007).

Para que las herramientas puedan brindar resultados efectivos, deben ser utilizadas considerando aspectos ambientales, económicos y sociales. Dentro de las principales herramientas se encuentran la EIA, diagnósticos ambientales y auditorías ambientales, entre otros (Massolo, 2015). Estas y otras herramientas se pueden combinar para poder obtener resultados acordes a la empresa y a lo que se busca reducir o prevenir. Por lo tanto para el proyecto a desarrollar, las herramientas a utilizar se describen a continuación.

2.3.1. Diagnóstico ambiental inicial

El diagnóstico inicial, también conocido como revisión ambiental inicial, según Hernández (2008) es una herramienta para la gestión ambiental que permite conocer de manera objetiva la posición actual de una organización con respecto al medio ambiente. El fin de este diagnóstico es considerar los aspectos ambientales de las actividades, productos o servicios de la organización. Dentro de las áreas fundamentales de este se encuentran: las actuales prácticas de gestión ambiental existentes en una organización; un análisis de los procesos, productos, actividades instalaciones desde el punto de vista de la interacción con el medio ambiental, con una evaluación del grado de significación de estos; un análisis de posibles incidentes ambientales previos; y un análisis de toda la legislación y normativa ambiental vigente y aplicable a la empresa.

El diagnóstico ambiental inicial está compuesto por cuatro fases. En la primera fase se realiza un recorrido general por las distintas áreas de la organización y se identifican los problemas medio ambientales. La fase de gabinete, la segunda fase, recopila, revisa y analiza la información y documentación. La fase tercera, conocida como fase campo, consiste en visitar las instalaciones y localizar los focos de contaminación, con lo cual se logra determinar los problemas que impactan el ambiente, derivados del proceso de producción o de los servicios. La fase final consiste en la elaboración del informe, por lo que se sintetiza y recogen las sugerencias y oportunidades de mejora para cada una de las revisiones parciales realizadas (Hernández, 2008).

Con base en los datos obtenidos en este diagnóstico inicial, se pueden establecer dentro de la organización metas para disminuir o reducir los impactos ambientales significativos. Una de las formas para recolectar la información dentro del DAI son los protocolos que establece DIGECA, los cuales evalúan diversos aspectos ambientales. Además, con los resultados se pueden aplicar otras herramientas que permitan conocer a fondo cuál es el problema existente en una organización desde el punto de vista ambiental.

2.3.2. Diagnóstico energético

El diagnóstico energético es la aplicación de un conjunto de técnicas que permiten determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía; es decir, es un estudio de todas las formas y fuentes de energía mediante un análisis crítico de una instalación consumidora de energía. Asimismo, esta tiene el fin de establecer el punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro de energía y la mejora de la eficiencia energética (Arcos, 2016).

Las ventajas de realizar un diagnóstico energético en una empresa son las siguientes: permite el conocimiento de cómo se está realizando el gasto energético; ofrece información sobre las posibles medidas que permiten reducir el consumo y los costos energéticos; mejora la eficiencia energética, competitividad y resultados empresariales; y minimiza los impactos ambientales, por la disminución de las emisiones de gases efecto invernadero, consecuencia de la reducción o diversificación de los consumos energéticos (Fernández, 2013). Con base en lo obtenido en este diagnóstico, se pueden aplicar medidas para la disminución en los puntos o sitios críticos, o bien, realizar cambios de tecnologías, en caso de que estos generen un mayor consumo.

2.3.3. Estudio de generación y composición de residuos

Los estudios de composición de materiales son una herramienta valiosa para la planificación de actividades, puesto que determinan el índice de generación por habitante y la composición porcentual de los materiales que son desechados (Campos-Rodríguez y Soto-Córdoba, 2014). La composición de residuos trata de identificar en una base másica los distintos componentes de estos; usualmente, los valores de composición se describen en términos de porcentaje de masa y contenidos, como materia orgánica, papel, plástico, metales vidrios y otros componentes de interés (Decreto 37745, 2013). En Costa Rica existen diversos estudios de generación de residuos, pero están orientados hacia las municipalidades (*Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo*,

Costa Rica [2014]; Tasas de generación y caracterización de residuos sólidos en cuatro municipios de la GAM [2016]).

La importancia de este tipo de estudios radica en que proporciona información necesaria para tener un panorama general del estado actual de la gestión de residuos y un análisis de los problemas (Castillo-González y De Medina-Salas, 2014). Además, con los datos obtenidos se pueden realizar propuestas para una gestión adecuada de los residuos en un sitio determinado; asimismo permitirán ser tomados en cuenta en el momento de realizar el inventario de emisiones.

2.3.4. Inventario de emisiones

Un inventario de emisiones es una herramienta de cálculo estimativo para la evaluación de las emisiones de compuestos específicos. Si se aplica de forma sistemática permite una evaluación ambiental, planteando la posibilidad de implementar medidas ambientales de reducción o mitigación (Rodríguez, 2014). Un inventario completo, detallado y validado permite identificar con precisión las fuentes que contribuyen con la mayor proporción las emisiones contaminantes, así como determinar e instrumentar acciones con metas cuantificables en términos de reducción de emisiones (Sbarato y Sbarato, 2015). Es decir, un inventario de emisiones permite cuantificar la cantidad de GEI que emite una organización y cuáles son las actividades que aportan más y, a partir de estos datos, se realizan propuestas de reducción o compensación.

Para realizar el inventario de emisiones en un área determinada se deben conocer las fuentes emisoras presentes en estas, las cuales se agrupan en cuatro grandes categorías: las puntuales, las de área, las naturales y las móviles. Las fuentes puntuales son aquellas instalaciones, plantas o actividades para las cuales se mantienen registros individuales, mientras que las fuentes de área son emisoras numerosas y pequeñas que se encuentran generalmente dispersas en toda la región en consideración. Por su parte, las fuentes naturales son el resultado de la acción de eventos meteorológicos, geológicos o procesos metabólicos; este tipo de categoría se encuentra en los suelos erosionados, las emisiones volcánicas, incendios forestales, por la crianza de ganado y por procesos metabólicos de la vegetación. Por último, las fuentes móviles son toda fuente que circula por calles, rutas o autopistas; habitualmente, son las que generan el mayor volumen de contaminante (Sbarato y Sbarato, 2015)

Este tipo de inventarios por lo general contempla tres alcances. El alcance 1 son todas las emisiones provenientes de fuentes que pertenecen o son controladas por la organización; es decir, emisiones directas. El alcance 2 son las emisiones que provienen de la generación de electricidad y calor de

vapor de origen externo consumidos por la organización. El alcance 3 son aquellas emisiones de GEI diferentes de la emisión indirecta por energía, que es consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones (Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca Gobierno Vasco, 2012).

2.4. Medidas de ecoeficiencia

Las medidas de ecoeficiencia son acciones que permiten la mejora continua del servicio, mediante el uso de menos recursos, así como la generación de menos impactos negativos en el ambiente. Al implementar estas medidas es necesario tomar en cuenta hábitos de consumo, gestión y mantenimiento, y tecnología; esto con el fin de obtener los mejores resultados (Ministerio del Ambiente Perú, 2012). Por lo tanto, buscan disminuir los impactos negativos asociados con los aspectos ambientales de alto grado de significancia. Existen diversas medidas que son aplicables a un plan de ecoeficiencia; no obstante, para este proyecto algunas de las medidas para la ecoeficiencia que se pueden aplicar se detallan a continuación.

2.4.1. Captación de agua pluvial

La captación de agua pluvial, también conocida como cosecha de agua, es una técnica que consiste en captar y almacenar el agua de lluvia, para después reutilizarla consumo humano o doméstico (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016). Se considera una técnica para el aprovechamiento del recurso hídrico. Por lo general, esta captación es proveniente de techos de cualquier construcción, pues la condición impermeable de este produce un volumen de escorrentía cercano al volumen de lluvia. Además, el hecho de que estén en posición elevada e inclinada facilita la captación. Los principales componentes de este sistema son: el techo, canaletas, acoples y tubos de conducción al tanque. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

A nivel mundial, ya se han realizado estudios sobre esta en países como Puerto Rico, Brasil, República Popular de China, Japón, Australia, India, Tailandia, Islas Vírgenes y Singapur; estos pudieron demostrar que los usos para el recurso captado son: irrigación de cultivos y jardines, acuicultura, fuente de agua para criaderos de animales o granjas y para descargas de sanitarios, lavado de ropa o vehículos. Con el uso de esta técnica se reduce el consumo de agua en un 15 % (Zumbado, 2009).

2.4.2. Instalación de sistemas fotovoltaicos

La energía solar fotovoltaica permite transformar en electricidad la radiación solar, por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede almacenar en acumuladores, para un uso posterior, mediante sistemas fotovoltaicos aislados, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica, por medio de sistemas de conexión a la red. La principal aplicación de este tipo de fuente es la electrificación de edificaciones, alumbrado público, balizado y señalización. Asimismo, entre las ventajas de esta tecnología están: la vida útil, ya que es superior a 20 años; también es resistente a condiciones climáticas extremas; y no requiere un mantenimiento complejo (Méndez y Cuervo, 2011).

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y enfoque de investigación

El tipo de investigación es explicativo, se busca dar respuesta a las causas de los efectos que ocurren y determinar cuáles son los factores que originan el problema, pues se recolecta la información y, a partir de esta, se analizan los posibles efectos al ambiente, producto de las labores diarias de la institución. Por otra parte, el enfoque de investigación es cuantitativo, puesto que se recopilan datos numéricos en toda las fases del proyecto y con estos se realiza un análisis y se obtienen resultados; asimismo, se explican ciertos fenómenos (Barrantes, 2013), o bien, se utiliza la información para la toma de decisiones en cuando al uso debido de herramientas de control y estadística. Igualmente, se realizó una revisión bibliográfica.

3.2. Alcance de investigación

La investigación se realizó en once estaciones de bomberos de la Gran Área Metropolitana y las oficinas administrativas centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. El periodo de ejecución del proyecto fue 2018-2019.

3.3. Objeto de estudio

Estudio de los aspectos ambientales de doce estaciones de bomberos y oficinas centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, para la elaboración de un plan de ecoeficiencia; tomando como año base el 2017. Todas las estaciones en estudio se encuentran dentro de la GAM y representan un 17 % de todas las estaciones existentes en el país.

3.4. Proceso metodológico

El desarrollo del proyecto se compone de tres fases principales, las cuales responden a los objetivos específicos planteados anteriormente.

3.4.1. I Fase: Diagnóstico ambiental inicial.

En esta fase se realizaron distintas actividades de forma paralela. Primero, se recolectaron datos de consumo de electricidad en kWh, consumo de agua en metros cúbicos y consumo de combustible en litros del año 2017. Estos se agregaron a un documento Excel, dividido según cada aspecto; una vez agregados, se calculó el consumo total de manera general por sitio de estudio así como por meses.

Por otra parte, se determinó la cantidad de kilómetros recorridos mensuales. Se solicitaron los datos de kilómetros recorridos de los vehículos de cada uno de los sitios de estudio; en un documento Excel se agruparon los vehículos y se anotó el valor de la distancia recorrida correspondiente. Al segundo valor de kilometraje se le restó el primero y así sucesivamente; al final, se sumó todo el valor por vehículo y luego el total por estación.

Este valor también se pudo determinar mediante un método depurado, el cual consistió en tomar el último valor registrado y restarlo al primer valor registrado; además, se solicitó el dato de personas por escuadrón en las estaciones, pues no se contaba con el dato de cantidad de bomberos reservistas y voluntarios. Se realizó un conteo de estos por estación y se sumó al final la cantidad de personas por escuadrón y la de bomberos reservistas y voluntarios por estación. Con los valores de consumos, kilómetros recorridos y número de personal de cada sitio de estudio, se procedió al cálculo de indicadores para cada uno de ellos, de manera mensual así como el promedio anual.

Para finalizar, se crearon mapas basados en los valores totales de consumo. En la capa de estaciones de bomberos del Atlas de Costa Rica 2008, se seleccionaron los puntos de estudio y se creó una nueva; en la nueva capa se abrió la tabla de atributos y se agregaron columnas referentes a los aspectos ambientales con sus respectivos valores. En la opción de propiedades se cambió la simbología; así, en color rojo se indican los mayores consumos, en naranja y amarillo consumos intermedios, y en verde los bajos consumos. Estos mapas se realizaron con base en la *Guía de Elaboración de Mapas* de la Escuela de Ciencias Geográficas de la UNA.

Cuadro 1. Indicadores ambientales

Consumo de agua	Consumo electricidad	Consumo combustible fósil
$\frac{\text{consumo agua (m}^3\text{)}}{\text{n}^\circ \text{ personas}}$	$\frac{\text{consumo electricidas (kWh)}}{\text{n}^\circ \text{ personas}}$	$\frac{\text{km recorridos}}{\text{litros consumidos}}$
		$\frac{\text{litros de combustible consumido anual}}{\text{Emergencias atendidas}}$

Fuente: MINAE (2008).

Por otra parte, en una plataforma se elaboró un cuestionario que adapta los protocolos de DIGECA. Este se separó en cada uno de los aspectos ambientales: emisiones de fuentes fijas y móviles, generación de ruido y vibraciones, emisiones de radiaciones ionizantes, emisiones de olores, consumo de agua, generación de aguas residuales, generación de residuos sólidos ordinarios, consumo de papel, generación de residuos peligrosos e infectocontagiosos, uso de sustancias peligrosas, manejo de productos derivados de hidrocarburos, uso de plaguicidas, uso de sustancias radioactivas, consumo de combustible fósil y consumo de energía eléctrica, con las preguntas correspondientes.

Estas preguntas se plantearon para que fueran cerradas; es decir, “sí” “no” o “no aplica”, ya realizado el cuestionario se compartió el link a distintos encargados de cada uno de los sitios de estudio. Conforme se recibieron los resultados se procedió a llenar los protocolos que establece DIGECA, ya que tienen una puntuación predeterminada, donde “sí” tiene un valor de 1 y “no” un valor igual a 0. Para cada aspecto mencionado, se sumaron todas las respuestas positivas y se dividieron por la cantidad de respuestas dadas; con esto se obtuvo el porcentaje de cumplimiento de cada aspecto considerado.

Paralelamente, se realizó una evaluación con base en todos los resultados que se obtuvieron anteriormente, mediante la Matriz de Importancia de Impactos Ambientales (MIIA). En esta se enlistaron todas las acciones involucradas dentro del quehacer de la institución; seguidamente, se colocó el medio que afecta tanto de manera positiva como negativa, ya sea aire, suelo, agua, salud, paisaje, fauna, flora y economía y, por último, los impactos que estos generarían.

Cada acción se califica tomando en cuenta once aspectos (**anexo 2**). En el aspecto de impactos se colocará valor +1 en caso de que sea positivo; pero si el impacto es negativo, el valor a colocar es -1, mientras que los demás aspectos se calificarán según los valores indicados por la matriz. Esta valoración se realiza con una herramienta Excel proporcionada por la DIGECA, en la cual las fórmulas

están predeterminadas y, además, cuenta con un apartado de metodología, donde se explican detalladamente los aspectos a calificar.

Como parte de las actividades correspondientes a esta fase, se realizó un estudio de generación y composición de residuos en cada una de las estaciones y el edificio de oficinas centrales durante siete días consecutivos. Una vez definidos los días, se recolectaron todos los residuos generados durante el día y se trasladaron a un sitio determinado para realizar el estudio. Ya recolectados, en una balanza se pesaron los residuos generados y el valor arrojado se anotó en las hojas de registro. Luego se procedió con la separación de estos residuos en plástico, aluminio, vidrio, metales, textiles, orgánicos, tetra pack, residuos especiales y peligrosos y residuos ordinarios no aprovechables.

Cada uno de estos residuos se colocó en bolsas plásticas por separado y se procedió con el pesaje de cada tipo de residuos. Los datos de masa se anotaron en las hojas de registros para cada uno de los componentes, según el sitio de dónde provenía cada residuo. Durante los días que se realizó el estudio, se utilizó equipo de protección personal como mascarillas, guantes de látex o de inseminación de vacunos y zapatos cerrados. Para finalizar, con los datos obtenidos se calculó la tasa de generación per cápita por estación y a nivel institucional, así como los porcentajes de los residuos por cada materia. (Decreto 37745, 2013). El cálculo se realizará mediante las siguientes fórmulas:

Porcentaje del peso de categoría

$$\frac{P_{\text{categoría}}}{P_{\text{total residuos}}} \cdot 100$$

Tasa de generación per cápita

$$\frac{P_{\text{total residuos}}}{n^{\circ} \text{ de empleados}}$$

Para finalizar esta fase, se elaboraron diagramas de Pareto para cada uno de los aspectos ambientales, con el propósito de escoger las estaciones que presentan un grado de significancia alto, por lo que se seleccionaron los totales de consumo y se agregaron en orden descendientes; es decir, de mayor a menor consumo. A continuación, se calculó el total de los consumos y cada valor se dividió entre el valor total, consiguiendo así el porcentaje relativo. Luego se determinó el porcentaje acumulado y una vez calculado, se graficaron los datos.

Por otra parte, se creó una matriz (ver apéndice 16), en la que se colocaron los sitios de estudio en una columna y en filas los aspectos ambientales. Se anotó una “X” en el aspecto ambiental si el sitio de estudio se encontraba bajo la zona considerada como poco vitales. Al finalizar, se escogieron aquellos sitios de estudio que forman parte de la zona del 80 % en los cuatro aspectos ambientales estudiados anteriormente, ya que estos representan sitios de alta significancia de generación de impactos al medio ambiente.

Cuadro 2. Operacionalización de variable objetivo 1

Objetivo			
Realizar un diagnóstico de la situación ambiental actual de las actividades en las estaciones de bomberos seleccionadas y oficinas centrales, para el reconocimiento de los aspectos significativos que generan mayor impacto ambiental al entorno.			
Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
Diagnóstico ambiental	El diagnóstico ambiental es una herramienta de gestión ambiental necesaria para conocer la situación en el área ambiental de una organización.	a. Aplicación de lista de chequeo inicial b. Registros de consumos del año 2017 c. Estudio de generación y composición d. Ecomapas	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios • Estadística descriptiva • <i>Software</i> Office • Software ARCGIS • Decreto 37745

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. II Fase: Diagnóstico energético e inventario de emisiones.

Con los datos obtenidos y los sitios seleccionados en la fase I, se procede a realizar tanto el diagnóstico energético como el inventario de emisiones en los sitios con alto grado de significancia. Primero, se realizó un diagnóstico energético; para esto, en un documento Excel se levantó un registro aparte de

los datos de consumo eléctrico en kWh de manera mensual. En otras columnas se agregaron datos como número personal y área de instalaciones y se calcularon los indicadores correspondientes. En otra hoja del mismo documento Excel se registraron los datos de consumo de combustible anual por vehículo, donde cada registro contó con el tipo de combustible que utiliza y los kilómetros recorridos. Con todos estos datos se calcularon los indicadores; sin embargo, estos se realizaron con datos anuales. Una vez calculados los indicadores anuales para cada vehículo. Se ordenaron en una hoja de Excel de manera descendente y ya ordenados se procedió a agregar información del vehículo como cilindraje, potencia, modelo, año y rendimiento.

Seguidamente, como parte del diagnóstico energético se realizaron visitas de campo a los sitios seleccionados. Para esta etapa, según los resultados arrojados en la fase I, se realizó un levantamiento de equipos y aparatos electrónicos que se encuentran en estos sitios, por lo cual se elaboró una hoja de registro para visitas de campo, que contenía aspectos a calificar como: ubicación donde se encuentra, tipo de aparato o equipo, cantidad, marca, modelo, potencia, horas de uso, días de uso, estado del equipo y si cuenta con etiqueta energética. Una vez realizadas las visitas de campo, en el Excel utilizado en esta fase se creó una hoja de registro similar a la de visitas de campo; en este se agregó la información recolectada y seguidamente se calculó la demanda de energía por equipo y, la cual, al final, se sumó. En esta actividad es posible identificar aquellos equipos que son ineficientes en consumo o que se encuentran en malas condiciones, esto con el propósito de conocer dónde se centrarían los esfuerzos para la reducción de consumo.

Demanda de energía

Cantidad de equipos · Potencia · horas de uso al mes

Por otra parte, se realizó un inventario de emisiones para el año 2017. Por lo cual, en un documento Excel, dividido en hojas, cada una se destinó al cálculo de emisiones de los sitios de estudio seleccionados para dicha fase. En estas hojas se colocan en filas los meses del año y en columnas se agrupan todos los datos de consumo por tipo de combustible, consumo de energía eléctrica, datos de consumo de gases refrigerantes correspondientes a cada mes y el dato de generación de residuos previamente obtenido por el estudio de composición, siendo estos extrapolables al año pasado, debido a que las funciones del BCBCR no han cambiado. Al final de cada fila se sumó cada valor de cada mes según la categoría para conocer el valor total.

Los datos obtenidos por cada fuente de emisión se multiplican por los factores de emisión fijados por el IMN correspondientes según el tipo de fuente; en caso de que el factor de emisión no sea en términos de dióxido de carbono, este se multiplicó por el potencial de calentamiento (ver anexo 4). Finalmente, se sumó cada una de las emisiones según fuente para conocer la masa total de emisiones de CO₂ equivalente, correspondiente a cada estación y a oficinas centrales.

Cálculo de emisiones

$$\text{Dato de actividad} \cdot \text{Factor de emisión}$$

Cuadro 3. Operacionalización de variables objetivo 2

Objetivo			
Realizar un inventario de gases de efecto invernadero y diagnóstico energético para la determinación de los consumos representativos en las instalaciones que presenten aspectos ambientales significativos.			
Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
Diagnóstico energético	El diagnóstico energético permite conocer cuales equipos generan mayor consumo energético, así como cuales son los sitios con tienen fuerte dependencia al consumo energético.	a. Registros de consumos del año 2017 b. Registro de aparatos electrónicos y eléctricos c. Determinaciones de demanda energía	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de chequeo • Estadística descriptiva • <i>Software</i> Office • Fichas técnicas de aparatos electrónicos y eléctricos
Inventario de emisiones	Herramienta que permite conocer a la cantidad de CO _{2eq} son emitidas por una organización	d. Determinación de cantidad de CO _{2eq} e. Fuentes de emisión	<ul style="list-style-type: none"> • Estadística descriptiva • <i>Software</i> Office • Factores de emisión IMN

	producto de las actividades de esta	f. Mapas de emisiones de CO ₂ eq de estaciones	
--	-------------------------------------	---	--

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. III Fase: Elaboración de propuestas.

Con base en todos los resultados obtenidos en las dos fases anteriores, se realizaron medidas para la disminución de consumo de agua y energía eléctrica, principalmente, mediante cosechas de agua e instalación de paneles solares. Estas dos opciones se diseñarían con base en las instalaciones ya existentes, mientras que otras de las opciones que se plantearon fueron: protocolos de manejo integral de residuos y cambios de tecnologías.

Para los cálculos de diseño para la cosecha de agua, primero, con base en los boletines meteorológicos del IMN, se recopilaron los datos de precipitación anual registrados de los últimos 10 años de todas las estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la GAM y, con estos datos, se calculó la precipitación promedio. Seguidamente, se determinó el área de techos y el coeficiente de escurrimiento según el tipo de material de cada estructura. Luego, se calculó el volumen de captación, la demanda. Una vez que se conoció el volumen de agua a captar, se realizó un recalcó de consumo de agua para conocer cuánto se ahorraría con esta opción, así como la inversión inicial para implementar dicha medida.

Precipitación promedio

$$P_{prom} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Precipitación total anual}}{n}$$

Volumen de captación

$$V_c = \frac{P_{prom} \cdot \text{Área instalación} \cdot k_e}{1\ 000}$$

Por otra parte, para la opción de instalación de paneles fotovoltaicos, primero se recolectó la información sobre demanda diaria de energía y consumo mensual de energía eléctrica. Posteriormente, se obtuvieron las coordenadas mediante Google Earth y la radiación solar de cada mes de los sitios de

alta significancia, a través del programa PVsys. En un documento Excel se recopilaban los datos ya mencionados por mes y se agregaron los días de cada mes; luego se calculó la energía y la fracción de energía. Después, se determinaron los valores de declinación solar, inclinación óptima, radiación global diaria sobre el plano inclinado, factor de irradiación y la hora solar pico.

Con todos los valores determinados anteriormente se procedió al cálculo de la energía necesaria y la potencia pico, con estos valores se estableció el número de paneles a instalar para cada sitio de estudio. Finalmente, se escogió el número de paneles que cumplieran con la normativa nacional y satisficiera la demanda. Por último, con los valores de paneles a instalar se pudo conocer la cantidad de energía generada y cuánto se reduciría el consumo de electricidad con esta opción. Además, se realizaron proyecciones para determinar la inversión inicial y el periodo de recuperación de la inversión.

Energía necesaria

$$E = \frac{\text{Energía del mes}}{0.49}$$

Declinación solar

$$\delta = 23.45 \text{ sen} \left(360 \cdot \frac{284 + \text{dn}}{365} \right)$$

Donde, dn: sumatoria de días de cada mes hasta la mitad del mes.

Inclinación óptima

$$\beta = \text{latitud} - \delta$$

Radiación global sobre la superficie inclinada

$$G(\beta) = \frac{\text{Irradiación global diaria}}{1 - 4.46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta - 1.19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta^2}$$

Factor de irradiación

$$FI = 1 - [1.2 \times 10^{-4} (\text{inclinación techo} - \beta)^2]$$

Horas pico solar

$$HSP = FI * \text{Irradiación global diaria}$$

Potencia pico

$$Pp = \frac{\text{Energía necesaria}}{\text{HPS}}$$

Numero de paneles a instalar

$$N \geq \frac{Pp}{0.9 \cdot P_{\text{módulo}}}$$

En cuanto al tema de residuos, se elaboraron distintos protocolos de manejo de estos, según el tipo de residuo a gestionar, tanto para estaciones como para oficinas centrales. Se elaboró una matriz en la que se colocó en una columna el tipo de residuo a manejar, seguido los sitios de estudios y la generación anual del residuo; en filas se colocaron las opciones de gestión –reciclar, rechazar, reutilizar y otros–.

Cuando un residuo está en la categoría rechazar, se menciona cuáles productos se pueden no volver a adquirir y una lista de los productos por los que se pueden sustituir. En caso de que el residuo se pueda reciclar, se estableció un procedimiento para el manejo dentro de las instalaciones, según las indicaciones del gestor autorizado, al cual se le entregan los residuos para su posterior tratamiento. Pero si el residuo puede ser reutilizado, se explicó el tratamiento que se debe dar y la forma cómo se puede reutilizar. Para este aspecto ambiental, se calculó el costo de inversión inicial y las emisiones de CO_{2eq} que se reducirán con la aplicación de las medidas.

En cuanto a medidas de sustitución de tecnología por equipos eficientes, primero se enlistaron los equipos y aparatos electrónicos que en la fase II se consideraron como poco eficientes o que se observó que estaba en mal estado. En un archivo de Excel se creó una lista de los equipos que podrían sustituirlos y se especificaron sus características: potencia, modelo y marca. Una vez registrado todo lo anterior, se procedió a calcular la posible demanda que tendrán estos aparatos y se determinó la reducción con respecto a la tecnología actual, mediante la resta de la demanda del equipo actual con el equipo a sustituir. Por último, se calculó porcentaje de reducción y el periodo de recuperación de la inversión.

Cuadro 4. Operacionalización de variable objetivo 3

Objetivo

Elaborar una propuesta de medidas ecoeficientes para la reducción de aspectos ambientales significativos, tomando como referencia aspectos técnicos y económicos.

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
Medidas ecoeficiente	Las medidas ecoeficientes son todas aquellas acciones que permiten reducir el uso de los recursos que realiza una organización.	<ul style="list-style-type: none"> a. Determinación de número de paneles a instalar b. Diseño de captaciones de agua pluviales c. Cálculo de disminuciones teóricas d. Elaboración de documento del plan e. Lista de equipos a sustituir f. Protocolos de gestión de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Planos constructivos • Boletines informativos IMN • <i>Software</i> Office. • <i>Software</i> PVsyst • Datos de radiación solar • Guía de elaboración de PGAI • Inventario energético • Estudio de composición • Lista de municipalidad y requisitos para la recolección de residuos valorizables

Fuente: elaboración propia.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Diagnóstico ambiental inicial

Con base en el registro del consumo eléctrico de cada una de las estaciones y el edificio de oficinas centrales, se pudo determinar que el consumo total para el año 2017 fue de 462 814 kWh. Tal como se puede observar en la **Figura 2**, la estación de bomberos Central, Tibás, Alajuela y Desamparados, así como el edificio de oficinas centrales son los sitios que presenta un mayor consumo. Las estaciones de Heredia, Guadalupe, Tres Ríos y Barrio México son las estaciones con menor consumo.

Es importante mencionar que en el edificio de oficinas centrales registró un consumo anual de 230 160 kWh, lo cual representa un 50 % del consumo de energía eléctrica total. Según Yeng, Chen y Lin (2017), el consumo de energía eléctrica en edificios de oficinas representa un 18 %, 17 % y 33 % del consumo de energía total de los edificios no residenciales en los EE. UU., UK y España, respectivamente; sin embargo, el valor obtenido es superior a lo reportado en dichos países. Por otra parte, la mitad de la energía eléctrica consumida por el sector servicios se realiza en las oficinas, lo cual representa un 40 % del consumo en el mundo (Compañía Nacional de Fuerza y Luz, 2015).

Autores como Chenari, Dias y Gameiro (2016) mencionan que el consumo de energía en los edificios se debe a muchos factores como la iluminación, los equipos eléctricos y electrónicos, así como los sistemas de climatización. Lo anterior refleja la realidad del sitio en cuestión, pues en este se realizan labores meramente administrativas, por lo cual se necesitan equipos de oficina que consumen electricidad; asimismo, en este inmueble se necesita de iluminación artificial, tal cual sucede en los demás sitios de estudio. No obstante, la cantidad de luminarias existente en el edificio de oficinas centrales, comparada con las estaciones, es mucho mayor, razón por la cual existe un consumo asociado al uso de iluminación artificial.

Con respecto al consumo y uso eficiente de la energía eléctrica, los tres sitios en estudio más ineficientes son la estación de bomberos de Desamparados, la de Santo Domingo, la estación Central y la Pavas, cuyos índices promedio son 204.21, 214.25 y 275.08 432.6 kWh por persona, respectivamente, siendo la estación de Pavas la menos eficiente, seguido por la estación Central (**Figura 2**). A pesar que el indicador relaciona datos de consumo y número de personas, en la estación central es superior a otras estaciones con la misma cantidad de empleados, lo anterior se debe a que dentro de esta se encuentra el consultorio médico de la empresa. Por tanto, cuentan con equipo médico

que funciona con electricidad, lo que representa un consumo asociado, así como que el sitio cumpla con ciertos parámetros en centros de atención a pacientes.

Así pues, entre los principales aspectos que consumen energía eléctrica en un consultorio médico están iluminación, climatización y equipo médico, estos últimos representan un 50 % del consumo eléctrico dentro del centro (Saavedra, Masís y Ardila, 2010). Por otra parte, los que presentan mayor eficiencia en este aspecto ambiental son: Heredia, con un indicador promedio de 18.58; Guadalupe, con 29.14; y Tres Ríos, con 32.75 como indicador (**Figura 2**). El comportamiento de los indicadores depende del consumo registrado y la cantidad de personas que lo utilizan; sin embargo, estos brindan un panorama de la eficiencia de uso que se le da a la energía eléctrica, pues existen factores que influyen sobre este. Entre estos se encuentran las personas, debido a que el indicador depende del número de personas, de las horas que utilizan los recursos y de los hábitos de uso (Compañía Nacional de Fuerza y Luz, 2015).

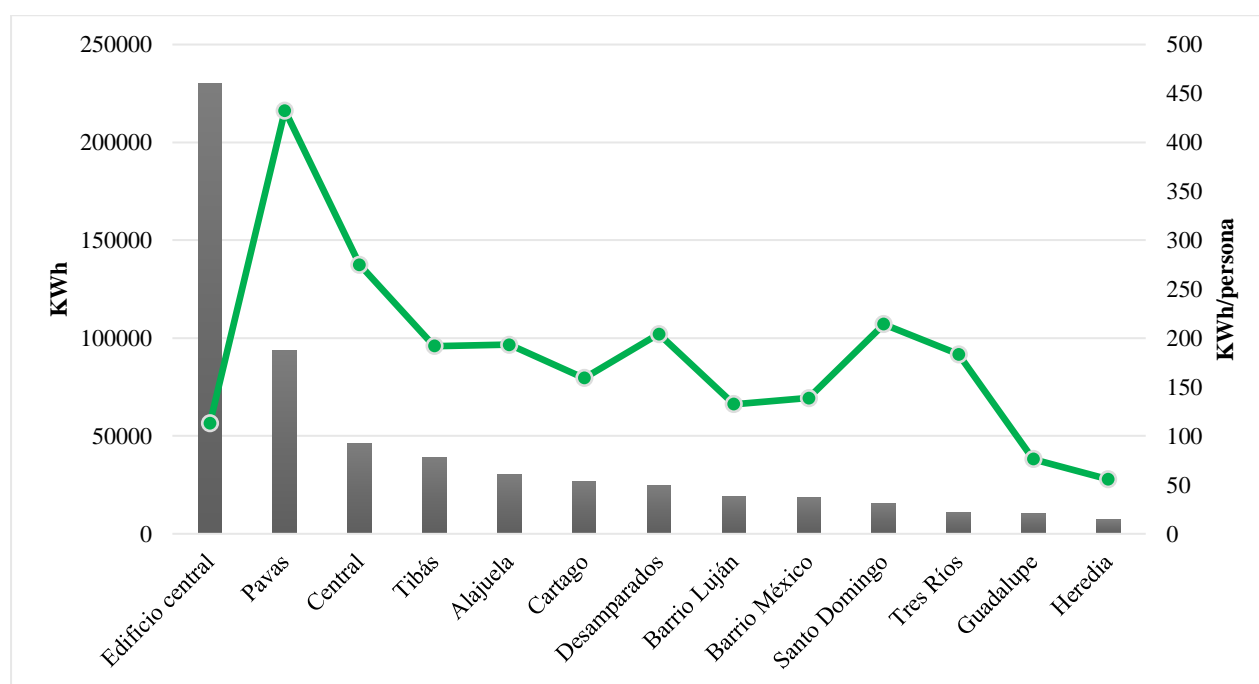


Figura 2. Consumo de energía eléctrica e indicador de eficiencia en estaciones de bomberos de la GAM y edificio de oficinas centrales.

La figura anterior muestra un panorama claro de la realidad de la institución en cuanto al uso y consumo de la energía eléctrica (**Figura 2**). En necesario recalcar que, a pesar del consumo representativo que tiene el edificio de oficinas centrales, este es uno de los sitios donde se realiza un consumo eficiente. Todo lo contrario sucede con la estación de Santo Domingo, la cual es el segundo

sitio que utiliza de manera ineficiente el recurso de energía eléctrica, con un consumo anual igual a 15 426 kWh. Asimismo, existen sitios de estudio el consumo mensual supera los 3 000 kWh, esto representa un costo para la institución referente a pago de demanda de energía establecido por las compañías proveedoras del suministro eléctrico (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Tarifas de electricidad por bloque de consumo de empresas distribuidoras de servicio de electricidad dentro de la GAM.

Bloques de consumo	Tarifa		
	CNFL	JASEC	ESPH
Consumo menor o igual a 3000 kWh	₡ 106.68	₡ 97.40	₡ 93.87
Bloque 0-3000 kWh	₡ 192 660	₡ 174 630	₡ 158 400
Bloque mayor 3000 kWh	₡ 64.22	₡ 58.21	₡ 52.80

Fuente: ARESEP (2019).

Respecto al consumo de agua del año 2017 en las estaciones en estudio y el edificio central, se pudo determinar que existen diversos sitios cuyo consumo fue superior a 900 m³, estos fueron: oficinas centrales, Desamparados, Tibás, Heredia y Pava. Esta última registró el mayor consumo de dicho recurso, igual a 2 786 m³, mientras que las estaciones con un menor consumo fueron: estación Central, Guadalupe y Barrio México, cuyo consumo es igual a 416, 383 y 352 m³, respectivamente (**Figura 3**).

También se determinó que el consumo total de los sitios en estudio para el año 2017 fue de 11 423 m³. Los consumos están por encima del consumo promedio en Costa Rica, ya que este, según lo publicado por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica [INTECO] (2018), es de 116 m³. Es de suma importancia mencionar que el consumo de agua se encuentra directamente relacionado a la cantidad de personas que hacen uso o consumen este recurso; por tal razón, la estación de Pavas y oficinas centrales son las que presentan mayor consumo, pues cuentan con 18 y 170 personas laborando en sus instalaciones, respectivamente, y haciendo uso de lavamanos y servicio sanitario, cuyo consumo se estima 60 L por persona en cada una de ellas. Además, estos últimos representan un 30 % del consumo del recurso (Ministerio de Ambiente y Energía, 2011b; INTECO, 2018).

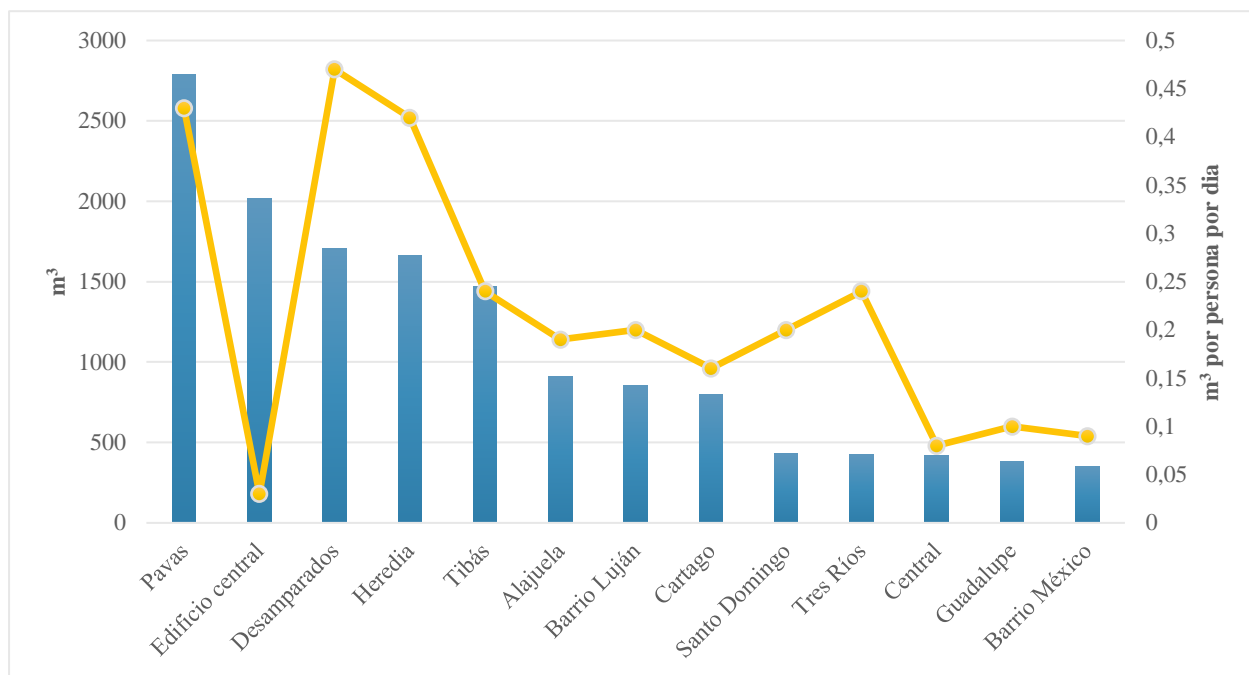


Figura 3. Consumo de agua en estaciones de bomberos del GAM y oficinas centrales

En términos de eficiencia respecto al consumo de agua, la estación de bomberos de Desamparados presenta mayor ineficiencia (**Figura 3**), ya que es uno de los sitios de estudio con menos personal (10 personas); fue el tercer sitio con mayor consumo reportado. El consumo promedio por persona en dicha estación es igual a 14,3 m³ diarios. Otros de los sitios menos eficiente son la estación de Pavas y la de Heredia, cuyo consumo promedio por persona es de 0,43 y 0,42 m³ por día, respectivamente (**Figura 3**). Estos sitios duplican el consumo promedio que se establece para Costa Rica, puesto que, según el AyA, el consumo diario de agua por habitante es de 0,2 m³. Por otra parte, tal como se puede ver en la **figura 3**, los sitios de estudio que presentan mayor eficiencia en cuanto al uso del recurso son: estaciones Central, Barrio México, Guadalupe y oficinas centrales. Esta última presenta un consumo de agua por persona menor que en todas las estaciones; además, es el sitio más eficiente respecto al consumo y uso de agua, de 0,06 m³ por persona diario.

Lo anterior se debe a que dentro de las estaciones se da el lavado de vehículos de una manera frecuente, lo que hace que sus indicadores sean mayores respecto a oficinas centrales. Esto se puede respaldar, ya que, según una estimación del AyA, si en un mes se lava un vehículo cinco veces, el consumo asociado es igual a 6 000 L (Ministerio de Ambiente y Energía, 2011b). De igual forma, dentro de las estaciones las personas se deben duchar, lavar platos y se da la cocción de alimentos, por lo que es en dichas labores donde se aporta al consumo de agua.

El consumo de combustible en los sitios en estudio estuvo directamente relacionado con el uso de vehículos para la atención de emergencias, presentando un patrón similar al consumo de combustible en el país, pues según el último informe del PEN (2018), al sector transporte se le atribuye como principal consumidor de este, con un 60.4 %. El consumo total de combustible para el año 2017 de los sitios fue de 214 409 L, siendo Pavas la estación que tuvo el mayor consumo, con 54 025 l, seguido por Heredia y oficinas centrales. Las estaciones que presentaron un menor consumo fueron: Santo Domingo, Barrio México y Tres Ríos, esta última fue la que menos consumió dicho recurso, ya que durante el año en cuestión registró 8 365 l consumidos (**Figura 5**).

Cabe considerar que debido a la principal actividad de la institución, la mayoría de vehículos con los que cuentan son para atención de emergencias. Estos, por lo general, consumen combustible tipo diésel, debido a que son vehículos de carga pesada, en su mayoría; sin embargo, existe un consumo mínimo de gasolina súper para herramientas u otros vehículos que funcionan con este tipo de combustible, esto representa un comportamiento similar a la realidad nacional, dado que en el primero se presenta un consumo del 36.4 % y en el segundo un 19.7 % del consumo total del país (Refinadora Costarricense de Petróleo, 2018).

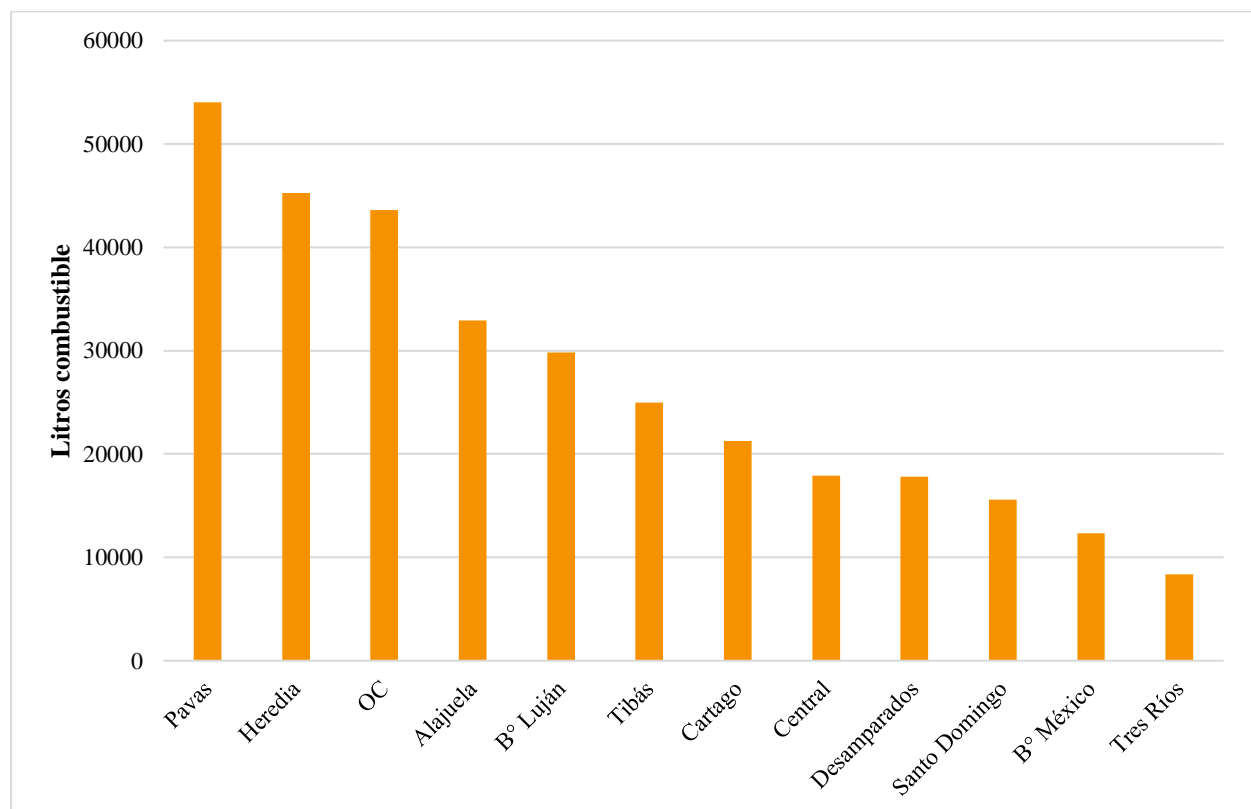


Figura 4. Consumo de combustible en estaciones de bomberos de la GAM y edificio de oficinas centrales.

Valorando el comportamiento de las estaciones con respecto al consumo de combustible, en la **Figura 5** y **Figura 6** se puede observar que las estaciones de Tres Ríos y Cartago son las más eficientes en cuanto a la relación de litro de combustible por cada emergencia atendidas, así como en la relación de consumo de combustible y kilómetros recorridos, ya que en dichas estaciones se consumen 7.4 l y 7.6 l de combustible para atender una emergencia, respectivamente. Además, recorren 3.5 km por cada litro de combustible. Por el contrario, las estaciones de Pavas y Central son las que presentan menor eficiencia para ambos indicadores; por cada litro de combustible que consumen recorren 1.3 y 0.56 kilómetros, respectivamente, y para la relación litros consumidos y emergencias atendidas los valores correspondientes son 15.4 y 14.6.

El comportamiento de dichos indicadores se ve influenciado por las características del área de cobertura de la estación, puesto que en las estaciones de Tres Ríos y Cartago la mayor parte del territorio es considerada rural, excepto los cantones de La Unión, pues los distritos de Tres Ríos, Concepción, San Ramón y San Juan son considerados como urbanos (INDER, 2016), por lo cual se facilita el desplazamiento de un sitio a otro, mientras que las estaciones de bomberos Central y Pavas se encuentran en lugares de la ciudad donde habitualmente hay embotellamientos, lo cual dificulta el desplazamiento de manera fluida, lo que afecta el consumo de combustible (La Nación, 2018).

Ahora bien, a pesar que la estación de Pavas es una de las estaciones ineficientes en cuanto al consumo de combustible, es necesario mencionar que es que atendió mayor cantidad de emergencias durante el 2017 (3 082 emergencias). Además, Tibás se encuentra dentro de las diez estaciones que más emergencias atiende al año (1628 emergencias); no obstante, presenta poca eficiencia en cuanto al consumo de combustible respecto a la cantidad de emergencias que atiende al año (**Figura 5**) (BCBCR, 2018). Finalmente, la estación de bomberos de Desamparados muestra una particularidad respecto al comportamiento entre indicadores, puesto que en la relación consumo de combustible por cada emergencia es la que presenta mejor eficiencia (**Figura 5**), pero es una de las estaciones ineficientes en cuanto a la indicador de kilómetros recorridos por cada litro de combustible consumido (**Figura 6**).

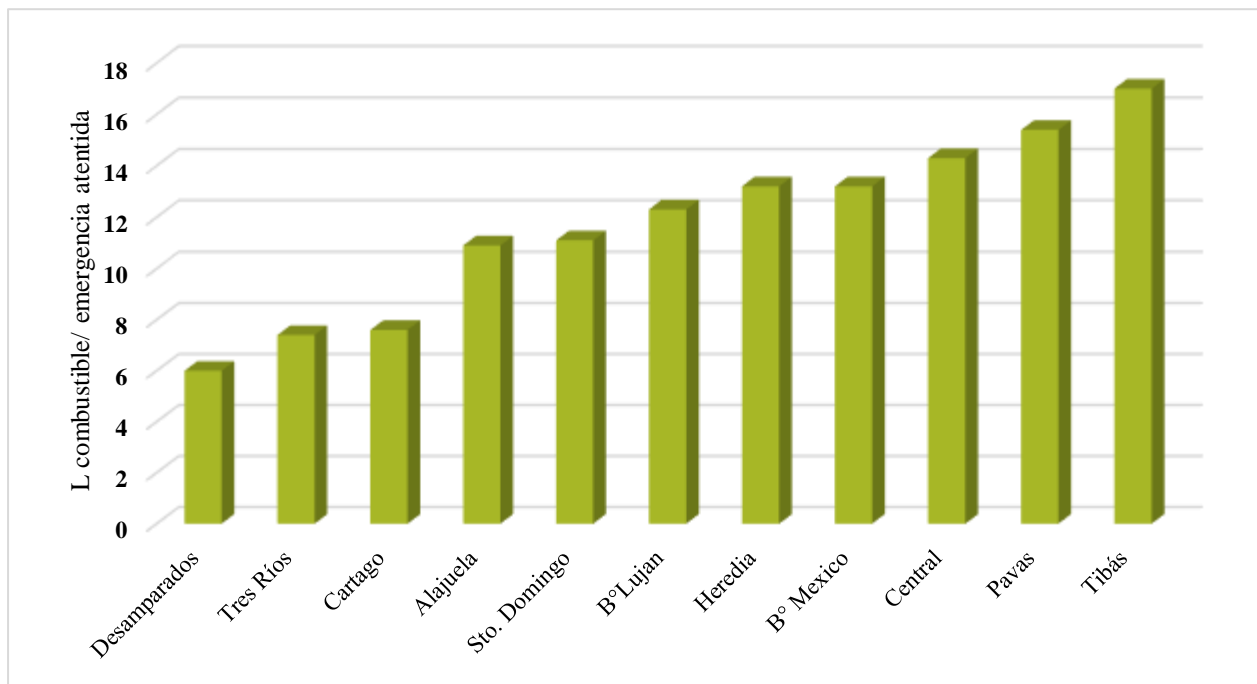


Figura 5. Comportamiento de indicadores de consumo de combustible por cada emergencia atendida durante el 2017.

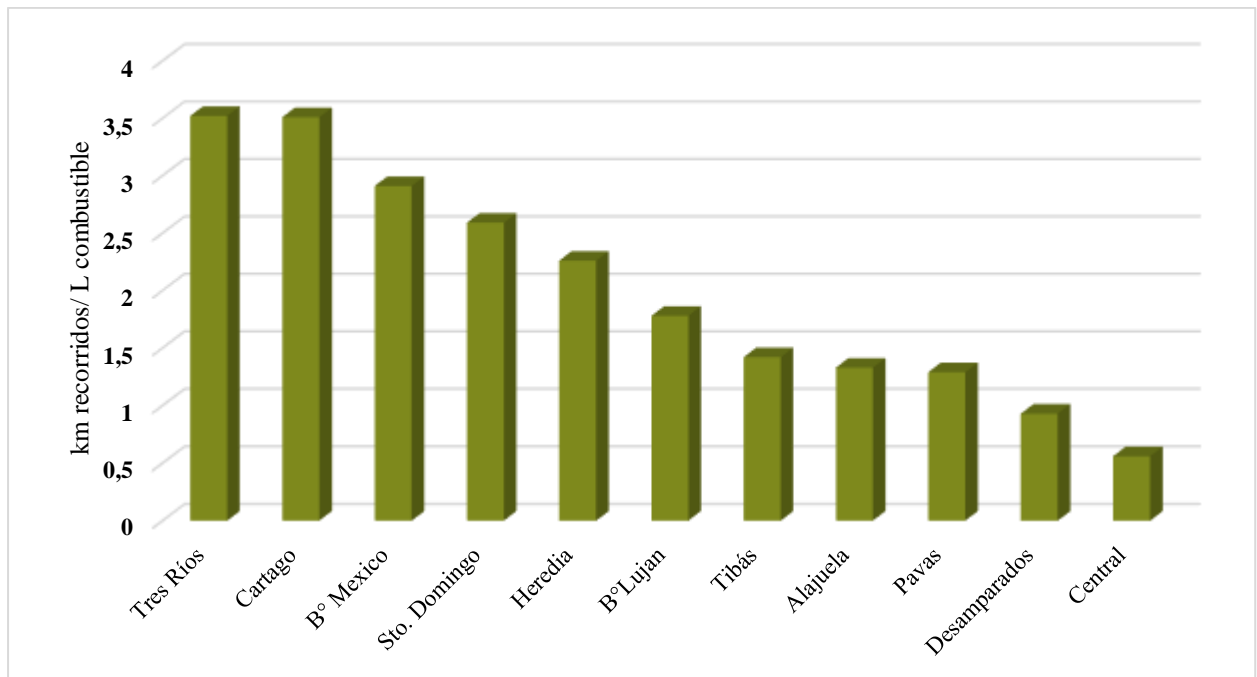


Figura 6. Comportamiento de indicadores de kilómetros recorridos por cada litro de combustible consumido durante el 2017.

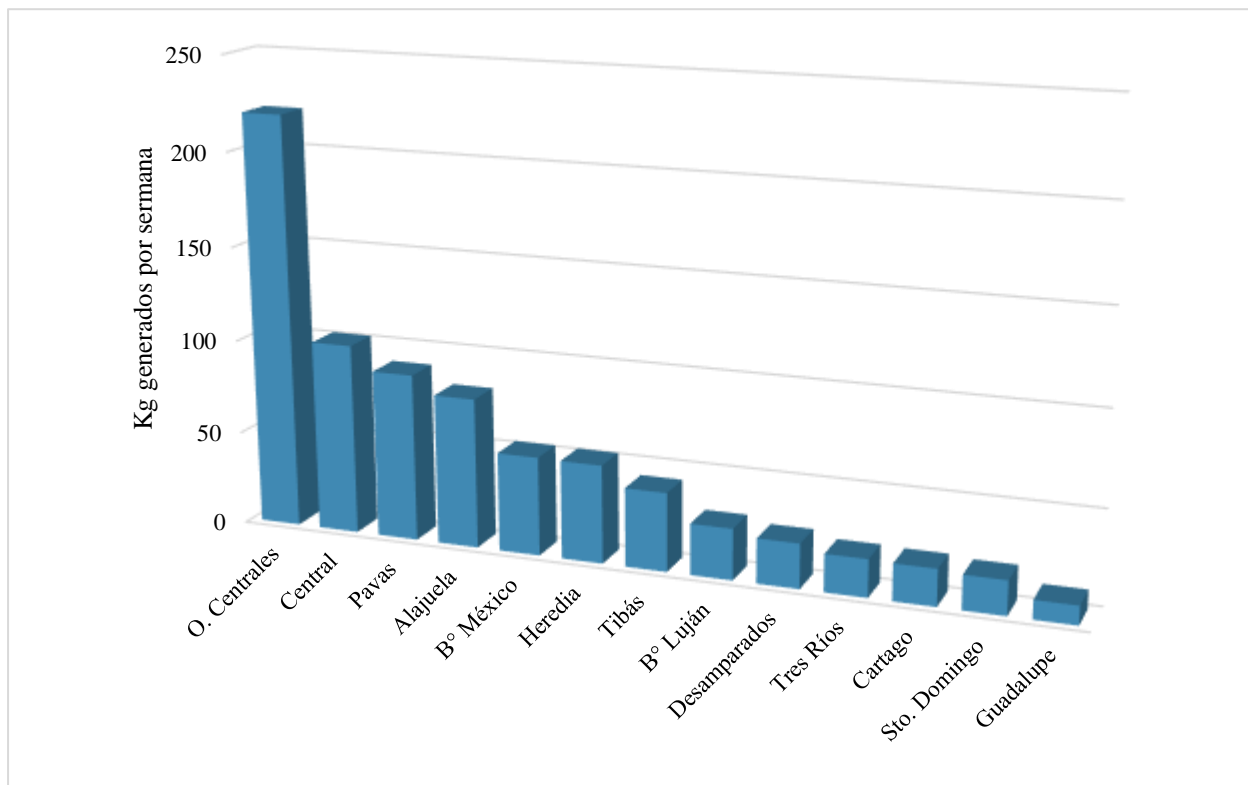


Figura 7. Generación y composición de residuos en sitios de estudio.

Los resultados obtenidos en el estudio de composición y generación de residuos son los siguientes: los sitios de estudio que presentan una mayor generación de residuos son oficinas centrales y las estaciones Central, Pavas y Alajuela (**Figura 7**), con una generación total de: 219.7 kg, 101.42 kg, 92.95 kg y 79.7 kg, respectivamente; mientras que las estaciones con menor generación son Cartago con 18.8 kg, Santo Domingo con 18.28 kg y Guadalupe, que solamente genera 10.03 kg.

El comportamiento de generación en las estaciones es similar, ya que en todas se generan plástico y residuos orgánicos todos los días. Pero, para aquellas estaciones en las que se genera vidrio y metal, el registro solo se presentó un día de la semana. Castillo-Gonzales y De Medina-Salas (2014) determinaron que la generación del plástico ha originado un desplazamiento en la generación del vidrio. La estación que genera mayor cantidad de plástico es la de Heredia, caso contrario ocurre con la estación de Guadalupe, cuya generación es la menor. Asimismo, la estación de bomberos de Cartago presenta un comportamiento de generación de residuos diferente a las demás estaciones, ya que existe mayor cantidad de residuos ordinarios generados que de residuos orgánicos.

También, como se puede observar en la **Figura 8**, el tipo de residuo que se genera mayormente son los residuos orgánicos, con un porcentaje promedio igual a 61 %; seguido por los ordinarios que

representan un 22 %; y con una composición del 13 %, los plásticos. En cuanto a los residuos que presentan una composición menor, están los residuos peligrosos y especiales, con un porcentaje igual a 0.4 % y 1 %, respectivamente. Comparando los resultados obtenidos del estudio realizado con la composición determinada por el Banco Mundial, se presentan similitudes, puesto que a nivel mundial los residuos que más se generan son los orgánicos o biodegradables, con un 44 %, seguido de los ordinarios y los plásticos, con porcentajes de composición de 14 % y 12 % (Kaza, Yao, Bhada-Tata & Van Woerden, 2018).

Sin embargo, la composición de residuos de la institución en estudio presenta mayor semejanza con la composición de residuos de cuatro municipalidades de la GAM, ya que los residuos sólidos generados presentan como componentes mayoritarios: orgánicos 55.9 %, seguidos de materiales con alto potencial para ser reciclados o utilizados como combustibles (por ejemplo, el plástico con 10.2 %, y papel y cartón con 10.4 %) (Herrera et al., 2016). No obstante, en la institución existen componentes como el aluminio y el vidrio, que pueden ser reciclados o reutilizados. En cuanto a la composición de residuos generados en oficinas centrales uno de los principales componentes es el papel y cartón en un porcentaje igual a 24 % del total de los residuos generados, según Carrasco (2011) lo anterior se debe a que las oficinas al ser de carácter administrativo la generación de residuos se centra el papel y cartón.

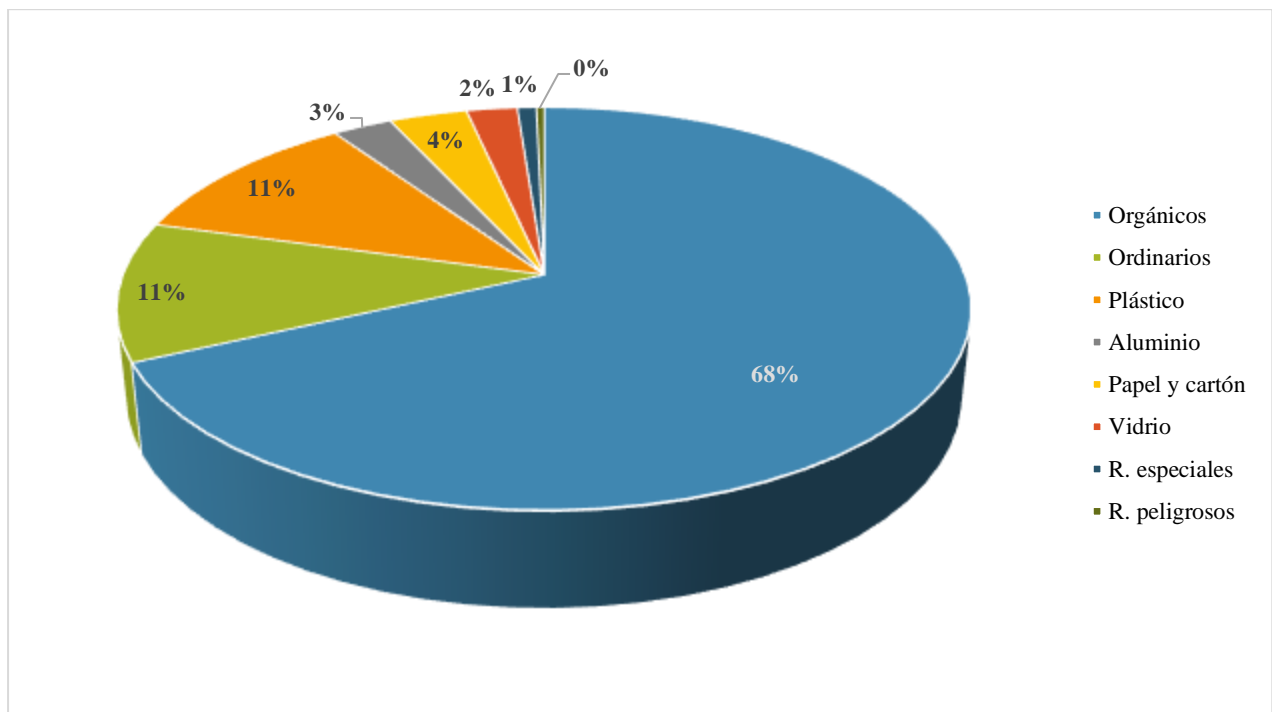


Figura 8. Porcentaje de composición de residuos generados en doce estaciones de la GAM y edificio de oficinas centrales.

De acuerdo con los resultados del estudio de generación, se pudo obtener la tasa de generación per cápita en cada uno de los sitios (Figura 9). Se determinó que en las estaciones con una alta tasa de generación son Central, Pavas y Alajuela, siendo esta última la que presenta mayor generación, (0.95 kilogramos por persona por día). Caso contrario ocurre con la estación de Cartago, donde al día una persona genera 0.21 kilogramos, siendo está la tasa de generación menor. También es necesario mencionar que la generación promedio de un bombero GAM por día es igual a 0.55 kg. Dicho valor obtenido es relevante, ya que en la literatura o en otras fuentes de a nivel mundial no se encontró un dato relacionado con la tasa de generación per cápita de un bombero. Por lo tanto, se puede determinar que este valor es la primera tasa de generación relacionada a este sector a nivel mundial.

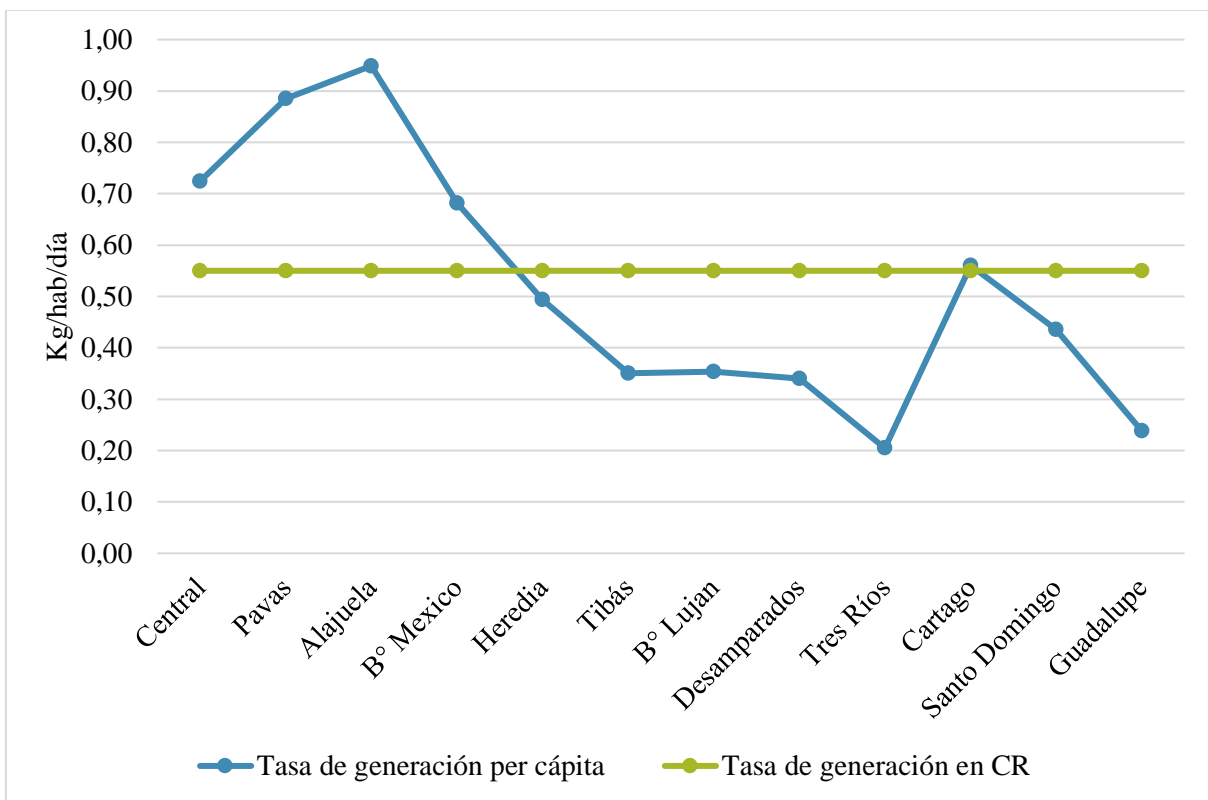


Figura 9. Tasa de generación per cápita de residuos por sitio de estudio.

Por otra parte, a través de un cuestionario adaptado de los protocolos de evaluación ambiental que establece DIGECA, se pudieron determinar que los aspectos de consumo de energía eléctrica, combustible fósil y agua y manejo de residuos sólidos ordinarios presentan un bajo porcentaje de

cumplimiento, tanto en oficinas centrales como en las estaciones (**Figura 10**). Los lineamientos que inciden sobre el porcentaje de cumplimiento en los aspectos anteriormente mencionados son la falta de planes para la gestión integrada de residuos y planes de ahorro de energía eléctrica y agua; tampoco existen diagnósticos e inventarios energéticos, indicadores de eficiencia de uso de recursos, ni se tienen identificadas las fuentes ineficientes. Además en la parte de residuos no se separa, califica en la fuente ni se cuantifica la materia según la categoría; para finalizar, se determinó la falta de sensibilización en el uso y manejo de los recursos.

Al existir una carencia en el tema de capacitación o educación ambiental, se podría presentar un problema, ya que, según Martínez (2010), la educación contribuye a una conciencia crítica e integral de la situación en el planeta. Del mismo modo que es un agente importante en la transición a una nueva fase ecológica de la humanidad, donde se pueda comprender su relación en la biosfera humanizada, al formar personas capaces de interpretar y transformar el mundo y de dar importancia a los derechos de todos los seres vivos y la naturaleza, contribuyendo así a plantear políticas y culturas basadas en necesidades a corto plazo.

Asimismo, el no contar con indicadores de eficiencia impide que la organización conozca en cuáles sitios y en qué periodo se está dando un mal uso de los recursos y las decisiones que se deben tomar para mejorar, debido a que los indicadores permiten lograr un conocimiento mucho más profundo de los procesos y su relación con los responsables de los mismos, así como reafirmar la importancia de la implementación de indicadores en las organizaciones, puesto que sirven a las empresas como herramienta de mejoramiento continuo en la toma de decisiones, lo cual se traduce en una mejor calidad de productos y servicio (Monroy y Simbaqueda, 2017).

Por otra parte, como se puede observar en la **Figura 10**, el aspecto de aguas residuales en estaciones de bomberos muestra un cumplimiento inferior al 30 %. Este porcentaje está directamente relacionado con el hecho de que en muchas de las estaciones no se cuenta con un tratamiento previo antes de verter las aguas al alcantarillado público, también con que las aguas pluviales no se recolectan y se conducen por separado de las aguas residuales. Además, el manejo de residuos peligrosos e infectocontagiosos presenta una deficiencia, pues se determinó que en algunos sitios en estudios estos no se manejan de forma adecuada, lo cual representa una problemática para el ambiente y la salud, debido a su composición física, química o biológica (Tovar, Losada y García, 2015). En relación con lo mencionado anteriormente, ambos aspectos ambientales representan un desafío para la institución; sin embargo, a nivel nacional el comportamiento es similar (Alpízar, Madrigal y Salas, 2018)

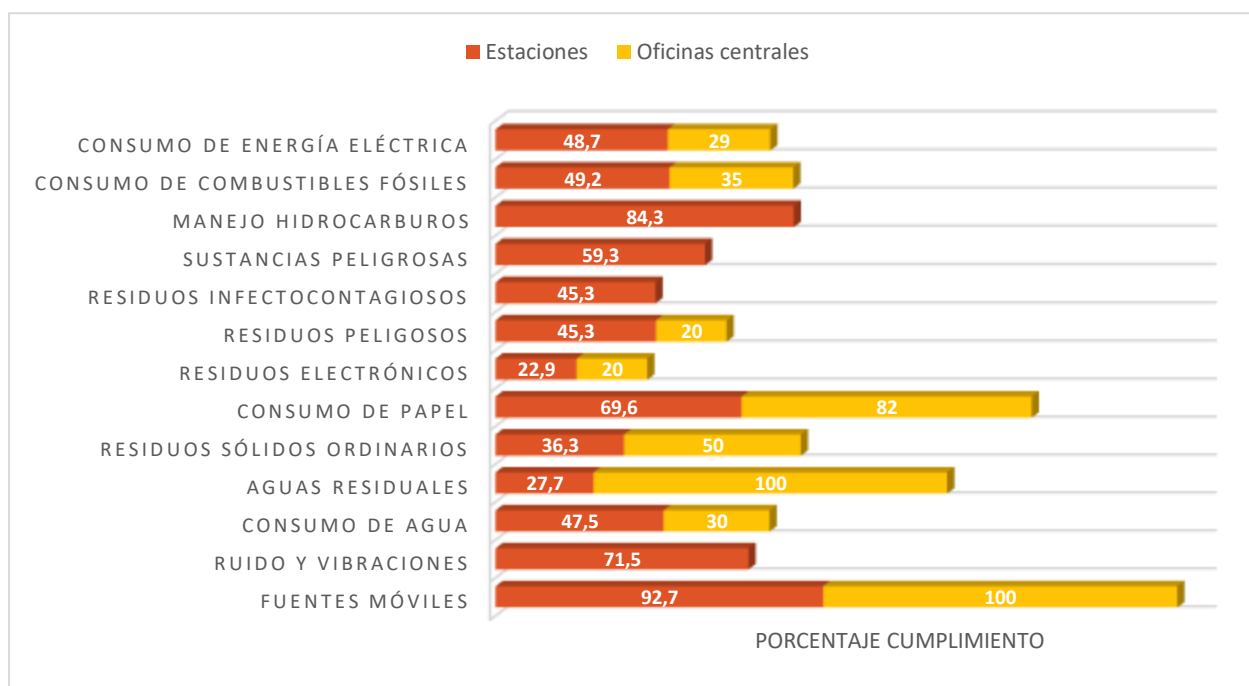


Figura 10. Porcentaje de cumplimiento de aspectos ambientales según evaluación ambiental en estaciones de bomberos y edificio oficinas centrales.

Con base en la aplicación de la MIIA, se pudo determinar que las actividades de la organización que generan impactos negativos al ambiente son: uso de vehículos para atención de emergencia, incendios y labores administrativas, lavado de vehículos, generación de residuos y consumo de agua y energía eléctrica. Entre los principales impactos producto de dichas actividades se encuentran la contaminación de la atmósfera por la emisión de gases, contaminación de cuerpos de agua y la afectación a la salud.

Así pues, se presenta un riesgo para el ambiente y la salud, pues en caso de que alguna sustancia que se genere durante el lavado de vehículos o los lixiviados puede contaminar la matriz agua, puesto que estas sustancias son poco biodegradables, lo cual impide la oxigenación de las aguas y daña la vida acuática (Solano, 2011). En cuanto a las emisiones vehiculares, las altas concentraciones de material particulado en la atmósfera trae consigo una afectación a la calidad del aire y de la salud de las personas (Rojano, Mendoza, Arregoces y Restrepo, 2016), mientras que la generación de residuos presenta incidencia en riesgo epidemiológico, debido a la proliferación de vectores causantes de enfermedades (Escalona, 2014). El valor total asociado a los impactos negativos es igual a - 422.

Ahora bien, los incendios generan impacto negativo en el medio ambiente, ya que con estos algunas especies de poca movilidad son perjudicadas directamente, pues mueren por ondas de calor o procesos

de asfixia. Respecto a la matriz agua, los incendios incrementan la impermeabilidad del suelo, lo cual impide la penetración del agua en el suelo, reduciendo así su humidificación; también la calidad de aire se ve afectada por la emisión de gases contaminantes producto de la contaminación incompleta (Greenpeace, 2005). Por lo tanto, las labores que realiza la institución como la atención de emergencias, incendios estructurales y forestales y funciones administrativas impactan de forma positiva al medio ambiente y la sociedad.

Los impactos generados por esas actividades son los siguientes: generación directa e indirecta de empleo, prevención de accidentes, aumento en la dinámica económica, conservación de la flora y fauna, disminución de emisión de gases contaminantes a la atmósfera y prevención de contaminación de cuerpos de agua y cambio de las propiedades del suelo. El resultado obtenido por generación de impactos positivo es de 934. Para finalizar, se debe mencionar que la relación entre los impactos positivos y negativos es 2.2; esto quiere decir que por cada impacto negativo que genere la organización también está generando dos impactos positivos. Esto se puede ver reflejado en la atención de emergencias, lo cual genera un impacto negativo debido a la emisión de gases contaminantes producto de la combustión en el uso vehículos; sin embargo esta misma labor genera dos impactos críticos positivos: uno es en cuanto a la dinámica económica que genera dentro del área de cobertura, mientras que el otro es proteger el ambiente, infraestructuras y la vida, lo cual es una razón de ser de la empresa.

4.2. Diagnóstico energético e inventario de emisiones en sitios críticos

En cuanto a los indicadores correspondientes al consumo de la energía eléctrica en los sitios críticos (estación de bomberos de Pavas y Alajuela, además de oficinas centrales), en la **figura 11** se puede observar que oficinas centrales presenta un alto consumo de electricidad por área de construcción, en todos los meses. Tal como se encuentra en la literatura, lo anterior se debe a que toda aquella instalación que dispone un mayor de número de metros cuadrados suelen ser menos eficientes en el uso de la energía eléctrica, debido al aislamiento térmico (Hancevic y Navajas, 2015).

El sitio con mayor eficiencia de acuerdo con dicho indicador es la estación de Alajuela, ya que el consumo energético por metro cuadrado de construcción es igual a 43.3 kWh/m² año; sin embargo las estación de bomberos de Pavas y las oficinas centrales presentan una menor eficiencia, 103.8 y 191.8 kWh/m², respectivamente. El indicador correspondiente a oficinas central está por encima del

estimado en los comercios, puesto que el valor promedio de este es de 188.9 kWh/m² (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2012). Finalmente, en lo que respecta al uso de la energía eléctrica por persona en los sitios críticos, se puede observar que en oficinas, durante todo el año, el consumo mensual por persona es menor a 126.1 kWh por colaborador, lo cual los convierte en el sitio con mayor eficiencia. Caso contrario ocurre con la estación de bomberos de Pavas, que tiene un consumo menor de electricidad que oficinas centrales; no obstante, presenta un uso ineficiente del recurso (Figura 12).

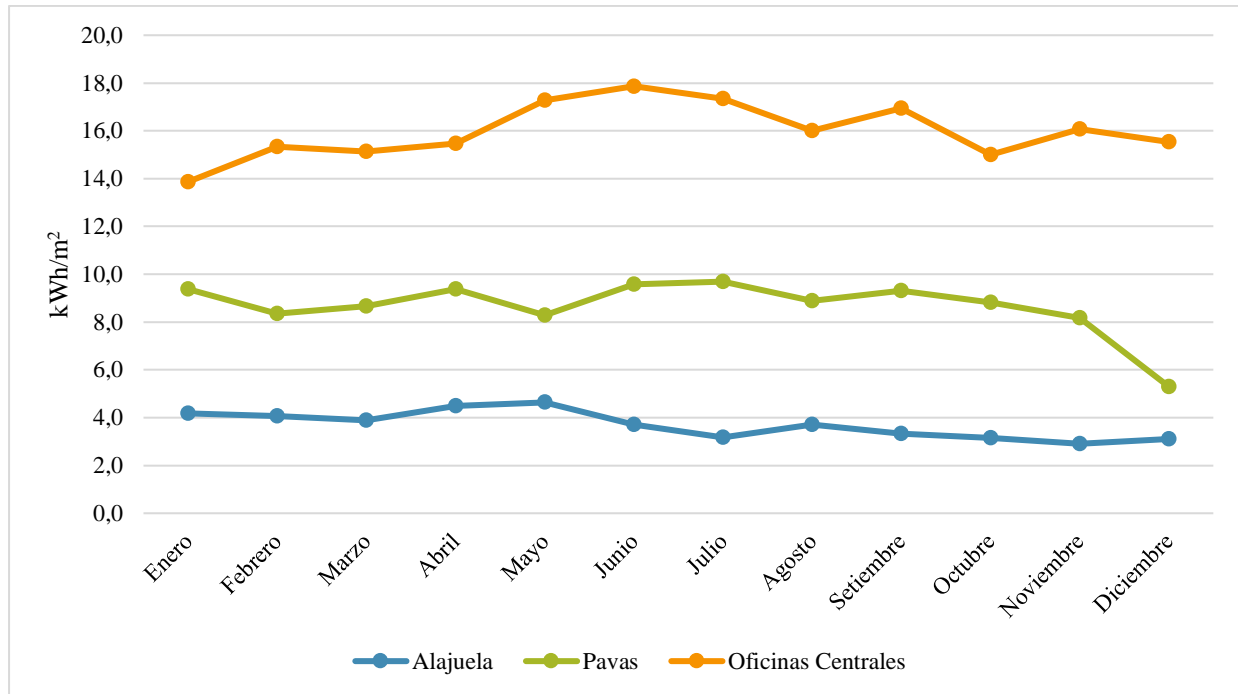


Figura 11. Comportamiento anual de la relación entre consumo de energía eléctrica y área de construcción en los sitios críticos.

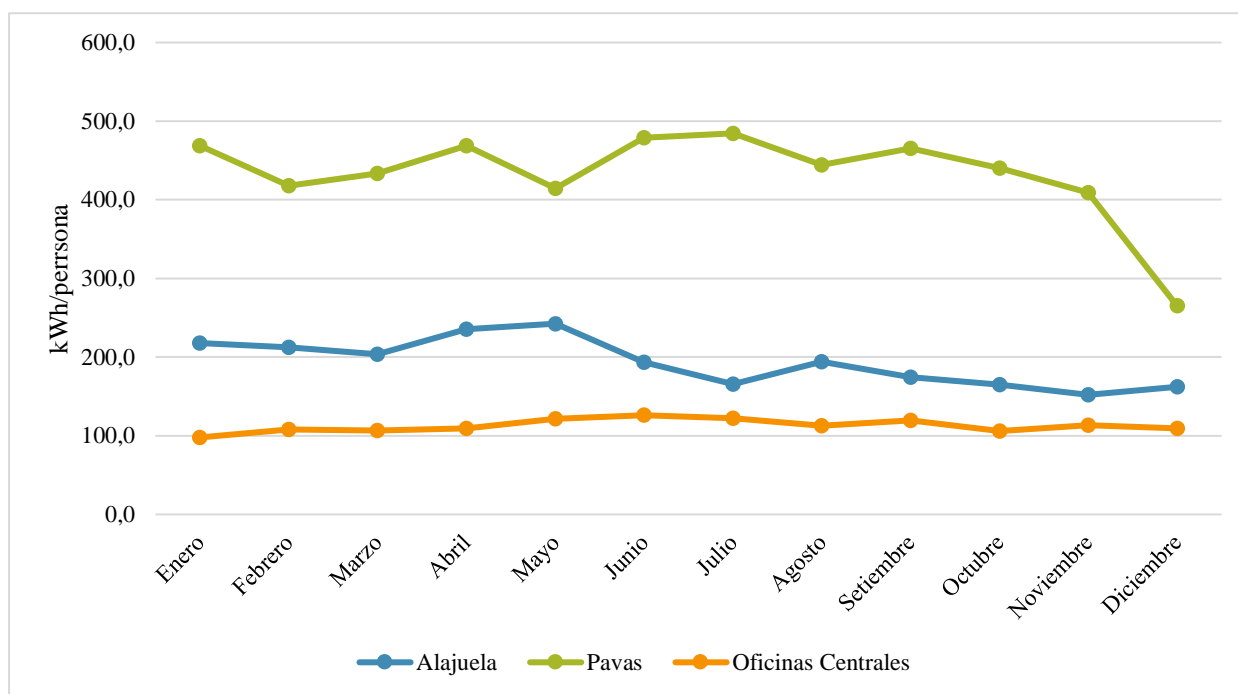


Figura 12. Comportamiento anual de la relación entre consumo de energía eléctrica por persona en los sitios críticos.

Tal como se puede observar en las **figuras 11 y 12** el comportamiento de los indicadores durante todo el 2017 fue fluctuante. Por lo tanto, en oficinas centrales en el mes de junio se presenta una ineficiencia respecto al consumo de este recurso, mientras que para la estación de Alajuela esta se presenta en mayo, pero en la estación de Pavas dicha condición sucede en el mes de julio. En cambio, los meses donde estos sitios presentan mejor eficiencia en ambos indicadores es en enero para oficinas centrales, diciembre para la estación de Pavas y en la estación de Alajuela es el mes de julio. La variación de la eficiencia del consumo o uso del recurso a lo largo de año, se ve directamente relacionado con el época del año, ya que en los meses de invierno, se da un mayor uso de la calefacción y la iluminación, y en los meses más calurosos, aumenta la utilización de los equipos de aire acondicionado (Red Eléctrica de España [REE], 2010).

Con base en el inventario energético que se realizó esta fase en los sitios críticos, se obtuvo que el consumo de energía para la estación de Alajuela, Pavas y oficinas centrales fue de 7 190, 7 798 y 15 428 kWh mes, respectivamente de la utilización de equipos electrónicos y electrónicos. Entre las categorías de equipos electrónicos que representan mayor parte del consumo, están: iluminación, equipos de oficina –computadoras, teléfonos, impresoras, baterías de respaldo y escáner–, climatización y línea blanca –refrigeradores, cocinas, hornos microondas, lavadoras, secadora de ropa, etc. – en todos los sitios en estudio (**Figura 13**).

Para la estación de Alajuela se presenta un mayor consumo de energía en la categoría de climatización, la cual representa un 28 %; seguido por equipos de oficina y línea blanca, con un 17 % cada uno. Lo anterior se debe a las condiciones que presentan las habitaciones hacen que los ocupantes de estas utilicen equipo de climatización de manera frecuente; además, en todas las oficinas cuentan con aire acondicionado, que se utiliza un promedio cinco horas al día. Caso contrario sucede en la estación de Pavas, ya que la categoría de línea blanca consume más cantidad de energía, con un 40 % del total; asimismo, las categorías de equipo de oficina e iluminación, poseen un consumo de 1 284.24 y 910 kWh, respectivamente, lo cual significa un 16 % y 12 % del consumo total.

En lo que respecta al consumo mediante equipos eléctricos y electrónicos en oficinas centrales, se determinó en un 45 % para el equipo de oficina, seguido por línea blanca y climatización, con un 32 % y 12 %. Para el caso de las estaciones, existe una categoría de agua caliente sanitaria, ya que dentro de estas existen baños para los bomberos que laboran en estas; sin embargo, esta representa un consumo del 16 % en la estación de Alajuela y un 20 % en la estación de Pavas. Según la REE (2010), el consumo promedio por categoría es de un 21 % en ACS, un 15 % en electrodomésticos y 13 % en aires acondicionados. Por lo tanto, los porcentajes de consumo por categoría son similares a los encontrados en la literatura.

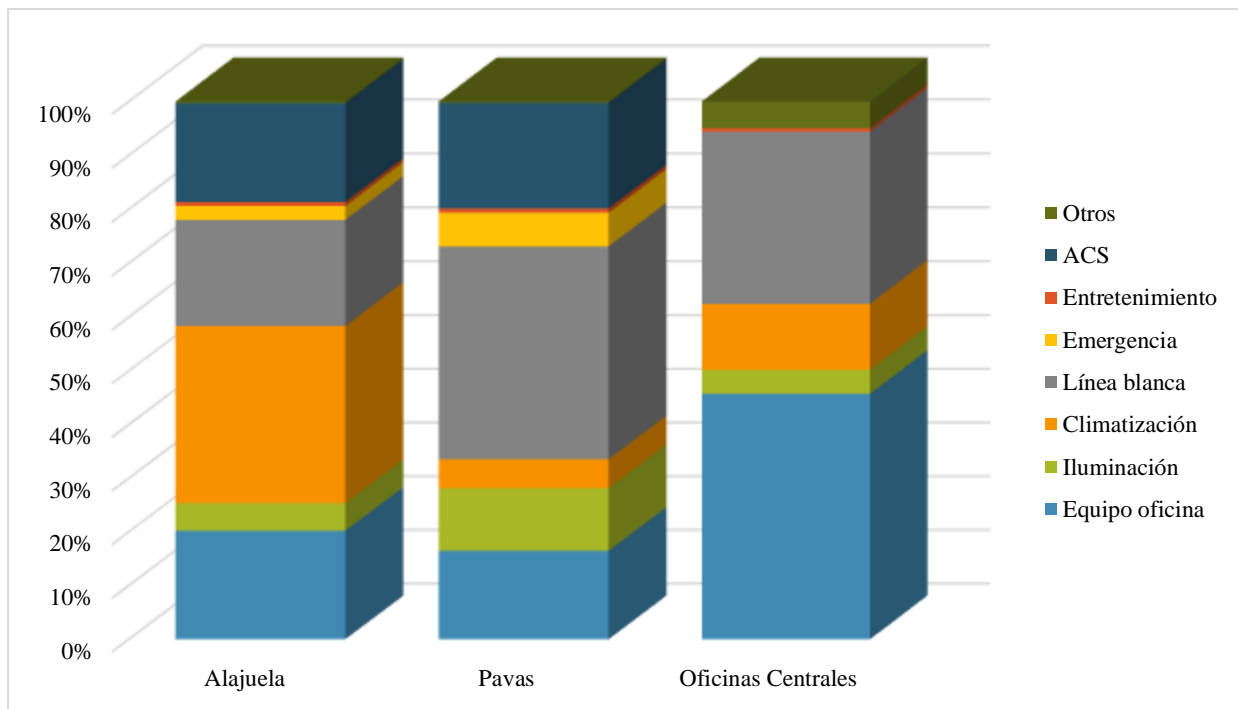


Figura 13. Representación porcentual de consumo de energía de equipos eléctricos y electrónicos en los sitios críticos.

Con base en los resultados obtenidos en el inventario de vehículos y su relación entre los kilómetros recorridos y el consumo de combustible en los sitios críticos, se pudo obtener que en ambas estaciones el rendimiento del vehículo se encuentra por debajo del establecido por la fábrica. Se debe mencionar que el rendimiento dado por esta en gran parte de la flota vehicular está por debajo de 4 kilómetros por cada litro de combustible (**Figura 15 y 16**), mientras que en oficinas centrales de todos los vehículos únicamente nueve vehículos presentan mejor rendimiento comparado con el establecido por su casa matriz. Además, en este sitio la mayoría de los vehículos son automóviles y solo cuentan con tres vehículos de carga pesada o camiones; por lo tanto, el indicador de fábrica respecto a los kilómetros recorridos por cada litro de combustible consumido en gran parte de estos es igual 12 (**Figura 14**).

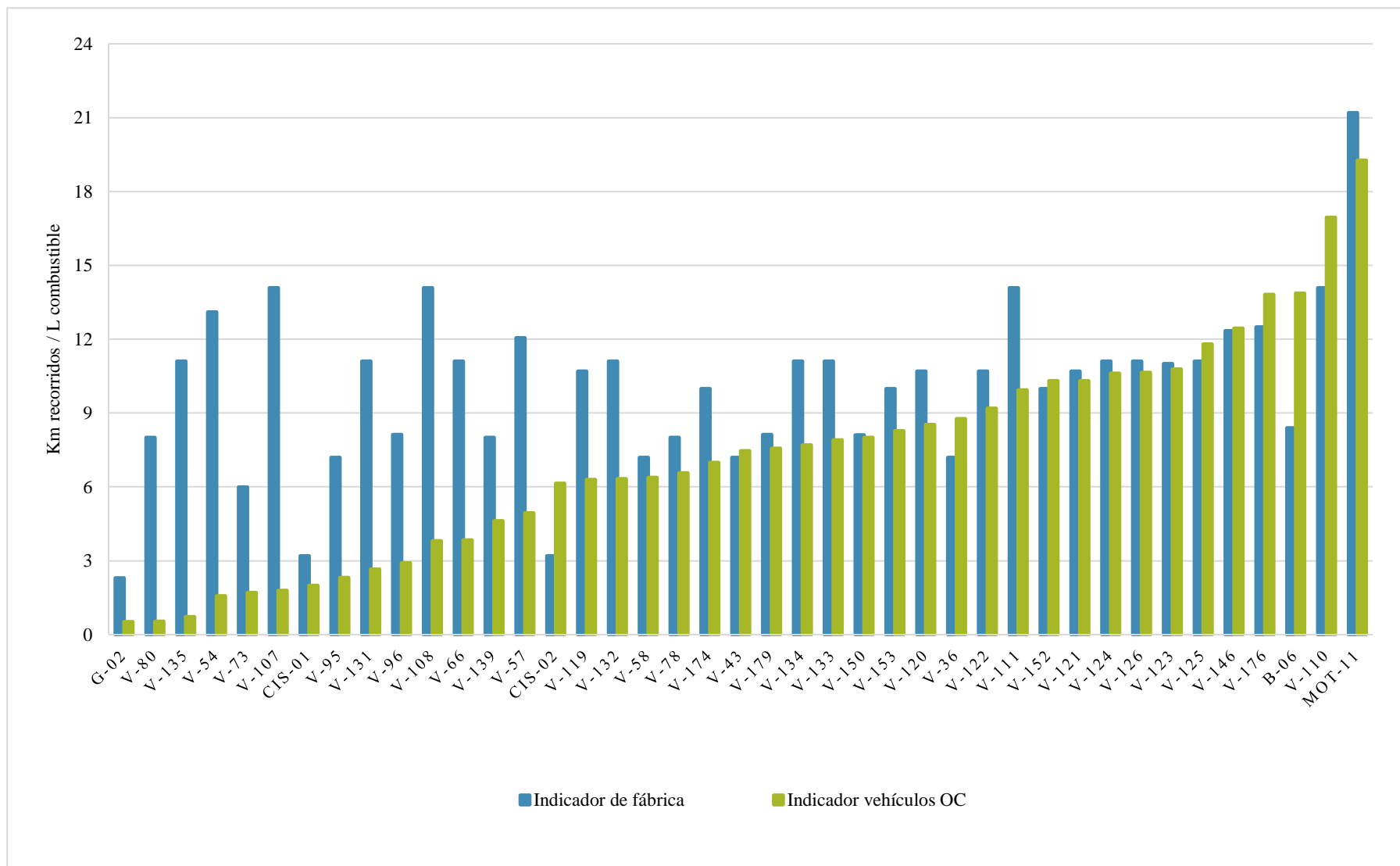


Figura 14. Comportamientos de rendimiento entre kilómetros recorridos y consumo de combustible en vehículos de oficinas centrales durante el 2017.

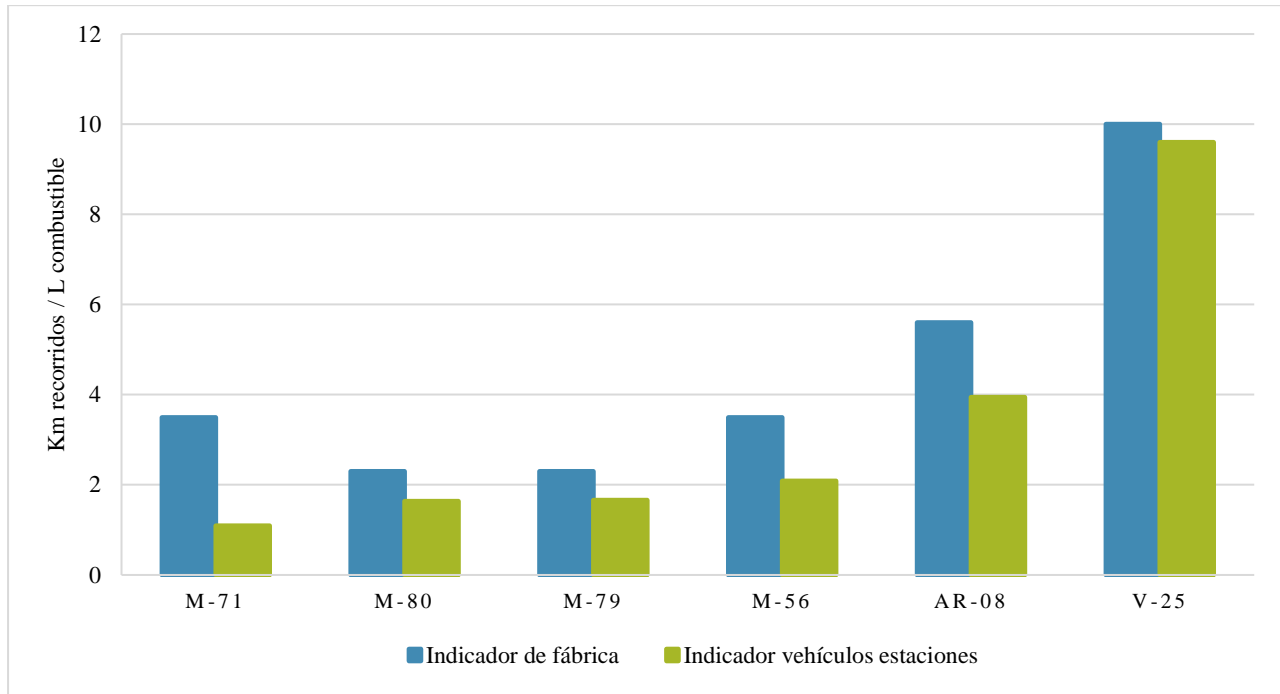


Figura 15. Comportamientos de rendimiento entre kilómetros recorridos y consumo de combustible en vehículos de la estación de Alajuela durante el 2017.

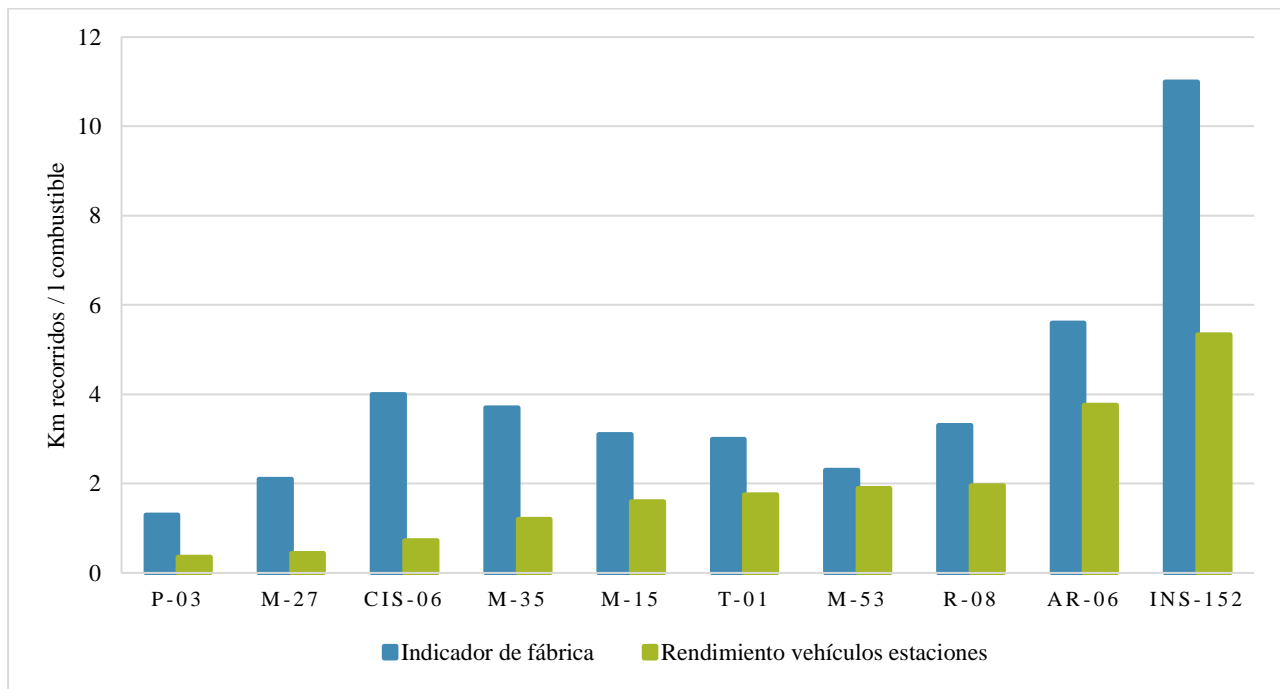


Figura 16. Comportamientos de rendimiento entre kilómetros recorridos y consumo de combustible en vehículos de la estación de Alajuela durante el 2017.

Asimismo, como se puede observar en las **figuras 15 y 16**, los camiones de unidades extintoras, plataformas y cisternas –codificación M, P y CIS respectivamente– presentan una ineficiencia en los kilómetros recorridos por litro de combustible en las estaciones de Alajuela y Pavas. De todos los vehículos pertenecientes a ambas estaciones, se determinó que los vehículos menos eficientes son las unidades extintoras M-27 y M-71, con una eficiencia de 21 % y 31 % e indicadores de rendimiento de 0.43 y 1.09 km/l, respectivamente. En cuanto a los vehículos que presentan poca eficiencia en oficinas centrales, se encuentran los vehículos de apoyo (V-80, 135, 54, 73, 107, 95, 131, 96, 108, 66, 139 y 57), grúas y cisternas; con un porcentaje de eficiencia menor están el vehículo de apoyo V-80, con una eficiencia de un 7 %, y el automóvil V-54, con un 12 %.

Es importante recalcar que el año de fabricación de dichos automóviles es 2000 y 2004, lo cual hace que sean ineficientes debido al consumo energético que se da si estos son antiguos (Adelfang, 2016). Situación contraria sucede con los vehículos AR- 06 y 08, INS-152, V-43, 36, 125, 146, 176 y 110, que estos cuentan con excelentes indicadores de kilómetros recorridos por litro de combustible consumido; los modelos de estos vehículos son recientes, 2013 y 2017. Respecto a la eficiencia de estos vehículos, se logró determinar que esta es superior al 70 %.

Finalmente, se debe mencionar que en su gran mayoría los vehículos que presentan ineficiencia en los sitios de estudio tienen una potencia alta, que oscila entre 100 y 500 caballos de fuerza, así como un alto cilindraje, superior a 3500 cc, mientras que en los vehículos eficientes la potencia y el cilindraje están por debajo de los valores antes mencionados. Lo anterior representa la eficiencia relacionada con el consumo de combustible, ya que, según R. Hidalgo (comunicado personal, 4 de marzo de 2019), todo aquel vehículo que cuente con una potencia y un cilindraje alto consume más combustible.

Ahora bien, al realizar el inventario de GEI en los sitios críticos, se logró conocer las toneladas de CO_{2eq} emitidas en cada uno y los valores porcentuales de sus componentes. La generación de emisiones para la estación de Alajuela durante el año 2017 fue de 97.1 ton CO_{2eq}; para oficinas centrales esta fue de 139.5 ton CO_{2eq}; y en la estación de Pavas se presentó mayor generación de GEI, con un total de 155.3 ton CO_{2eq}. Las emisiones de CO₂ per cápita en cada sitio en estudio son las siguientes: 7.47 ton en Alajuela, 0.82 ton en oficinas centrales y 8.63 ton para la estación de Pavas. Los valores de la estación de Alajuela y Pavas están por encima de indicador nacional estimado por el Banco Mundial, el cual se establece en 1.63 ton CO₂ per cápita (Banco Mundial, s.f.). También es necesario mencionar que en el edificio de oficinas centrales durante el 2017 se generó menos cantidad

de emisiones; comparada con una institución que presta servicios, la emisiones generadas por estos fueron de 287.58 ton CO_{2eq} (CoopeAnde, 2018).

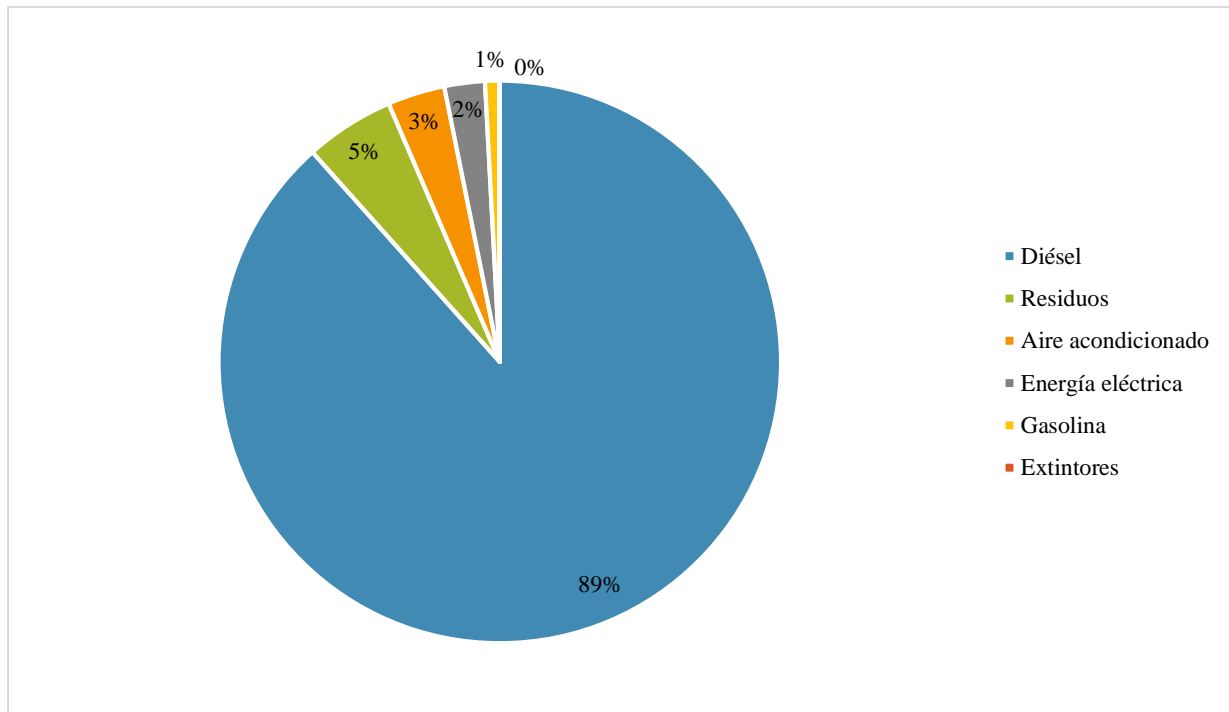


Figura 17. Representación porcentual de generación de emisiones de GEI en la estación de Alajuela durante el 2017.

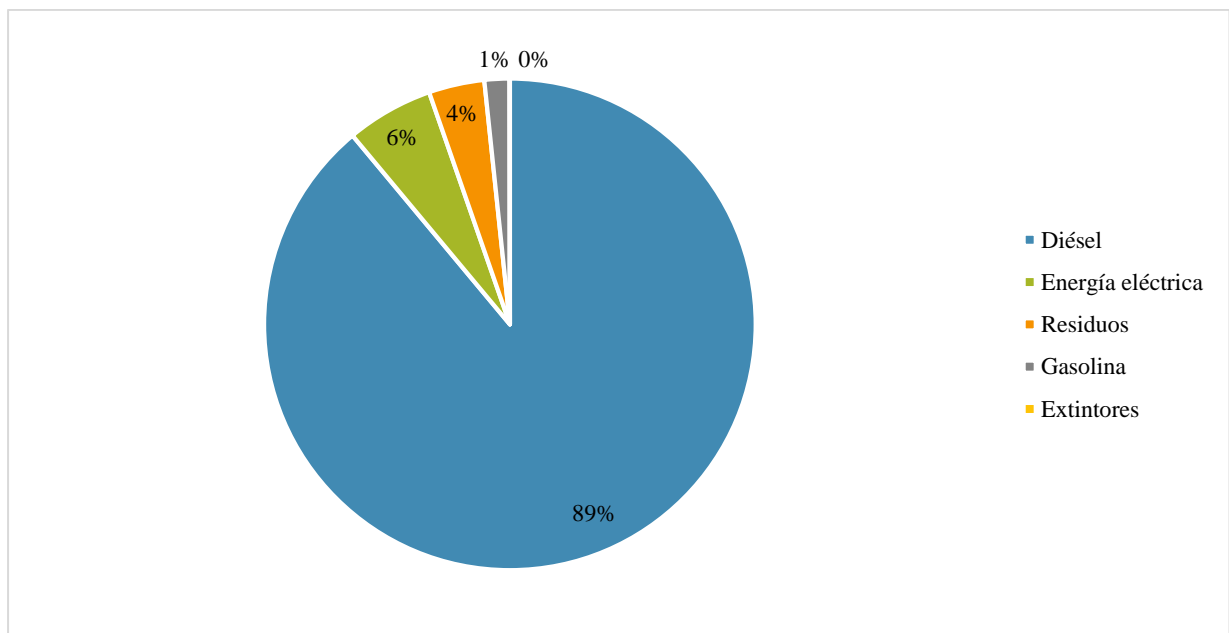


Figura 18. Representación porcentual de generación de emisiones de GEI en la estación de Pavas durante el 2017.

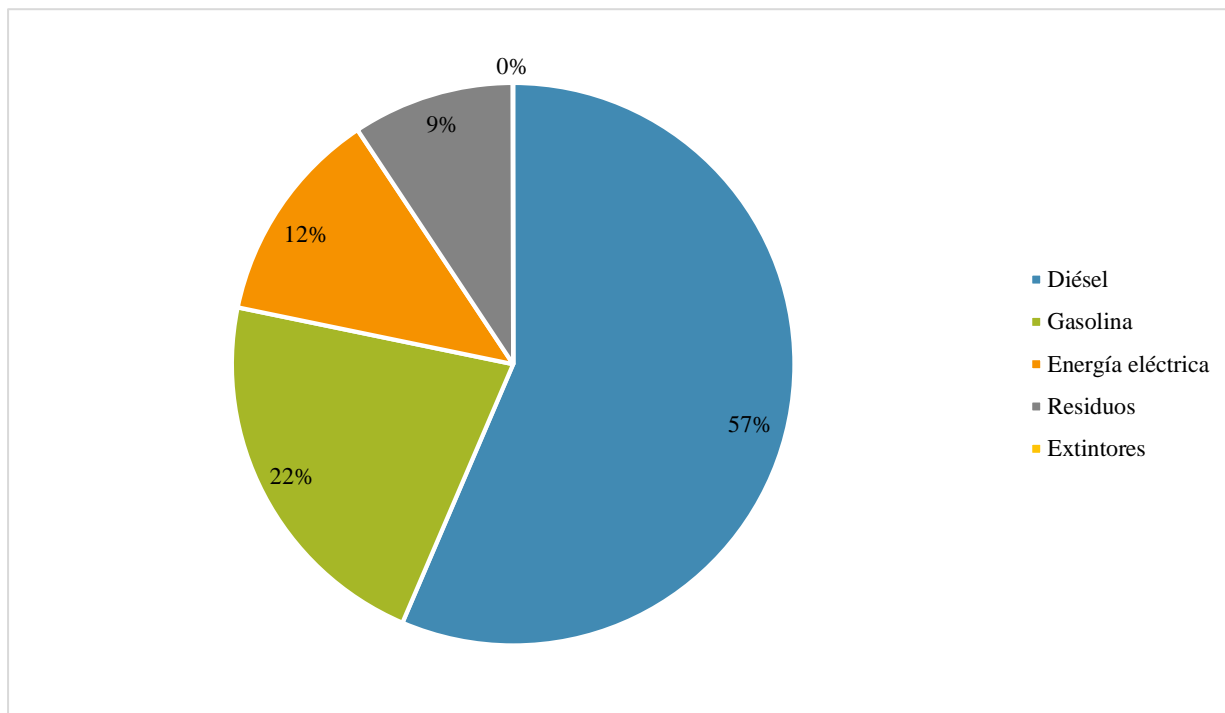


Figura 19. Representación porcentual de generación de emisiones de GEI en oficinas centrales durante el 2017.

Como se puede observar en las **figuras 17, 18 y 19**, la fuente de emisión que genera mayores emisiones de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ a la atmósfera es el consumo de combustible tipo diésel, ya que estas, en la estación de Alajuela, Pavas y oficinas centrales generan 86.11, 138.33 y 78.79 ton $\text{CO}_{2\text{eq}}$, las cuales representan en estaciones un 89 % y en oficinas centrales un 57 % del total de las emisiones de GEI generadas. Mientras que la emisiones de GEI, debidas al consumo de combustible fósil tipo gasolina, son variables en cada uno de los sitios, puesto que en oficinas centrales representan una porción del 22 %, pero en estaciones bomberos es de 1 % en ambas; es decir, están emitiendo 30.43, 2.56 y 0.8 ton de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ en oficinas centrales, estaciones de Pavas y de Alajuela, respectivamente. Este tipo de emisiones están relacionadas directamente con el consumo de combustible de los vehículos. Comparando lo anterior con la realidad del país, comparten cierta similitud, debido al sector de los hidrocarburos, que sigue mostrando la mayor proporción de emisiones durante todo el periodo, un 54% en el 2015, pero de este transporte representa el 67 % de las emisiones generadas por dicho sector (Herrera, 2017).

Otras de las fuentes generadas de GEI en los sitios estudiados en esta fase son: energía eléctrica, residuos y extintores. Estos últimos representan una porción pequeña del total de emisiones generadas, comparada con otras fuentes, pues únicamente generan 0.03 y 0.02 ton $\text{CO}_{2\text{eq}}$, a pesar de que todos

los años se cambia el agente químico de estos, según los protocolos de mantenimiento preventivo de extintores (Murillo, comunicado personal, 13 de marzo de 2019). Respecto a la emisión de GEI por generación de residuos, se obtuvo un aproximado de emisiones, donde en la estación de Alajuela se emiten 5 ton CO_{2eq} (5 %), en la estación de Pavas 5.7 ton CO_{2eq} (4 %) y en oficinas centrales 13 ton CO_{2eq} (9 %). En cuanto a la emisiones de GEI por el consumo de energía eléctrica, se obtuvo que la mayor cantidad GEI se produce en oficinas centrales, seguido por las estaciones de Pavas y Alajuela, cuyas emisiones son 17.35 (12 %), 8.91 (6%) y 2.27 (2 %) ton CO_{2eq}, respectivamente.

4.3. Plan de ecoeficiencia

En este apartado se presenta el plan de ecoeficiencia que será aplicado a las 12 estaciones de la GAM y oficinas centrales. Ciertas medidas aplican únicamente para los sitios críticos, los cuales son las estaciones de Alajuela, Pavas y oficinas centrales. Dentro de los componentes con los que va a contar el plan se encuentran: aspecto ambiental, medida de ecoeficiencia, prioridad (de acuerdo a las características explicadas en el **cuadro 6**), plazo de cumplimiento, indicadores respectivos, ahorro económico o de consumo, inversión inicial y el departamento o persona encargado de cumplir, verificar y dar seguimiento a la medida ambiental propuesta.

Cuadro 6. Priorización para aplicar las medidas ambientales

Priorización	Características
Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Baja inversión inicial. • Medida necesaria de aplicar. • Plazo para ejecutar corto. • Periodo de recuperación menor a 1 año 6 meses.
Media	<ul style="list-style-type: none"> • Cumple distintas característica de ambas.
Baja	<ul style="list-style-type: none"> • Alta inversión inicial. • Plazo para ejecutar largo. • Periodo de recuperación mayor a 3 años.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7. Plan de ecoeficiencia para la reducción de aspectos ambientales significativos

Aspecto ambiental	Medida ambiental	Prioridad	Plazo	Indicador	Ahorro	Inversión inicial	Periodo recuperación	Encargados o responsables
Consumo de agua	Instalación de sistemas de captación de agua pluvial para el lavado de vehículos en las estaciones de bomberos de Pavas, Alajuela y Desamparados y oficinas centrales.	Media	2 a 3 años	m ³ /persona	1 079 m ³ ¢ 1 500 000	¢ 6 000 000	4 años	Dep. Servicios generales Jefe de estación de bomberos Comisión Sostenibilidad
	Sustitución de inodoros, orinales y grifos por otros que presenten mayor eficiencia. Aplica para todos los sitios de estudio.	Media	2 a 3 años	m ³ /persona n° sustituidos/año	2 131 m ³ ¢ 8 600 000	¢ 9 000 000	1 año	Dep. Servicios generales Comisión de Sostenibilidad Mantenimiento
	Capacitar a los empleados sobre el uso y consumo racional del recurso hídrico en actividades diarias, para reducir el consumo en un 10 %. Aplica para todos los sitios de estudio.	Alta	1 año	m ³ /persona personas capacitadas/año personas capacitadas/estación o departamento	1 420 m ³ ¢ 5 700 000	¢ 900 000	2 meses	Comisión de Sostenibilidad

Aspecto ambiental	Medida ambiental	Prioridad	Plazo	Indicador	Ahorro	Inversión inicial	Periodo recuperación	Encargados o responsables
Consumo energía eléctrica	Sustitución de equipos eléctricos y electrónicos, por otros que presentan mayor eficiencia y cuenten con etiqueta energética. Aplica para oficinas centrales, estación de Pavas y Alajuela.	Media	2 a 3 años	n° sustituidos/año	23 280 kWh C/ 2 135 000	C/ 8 800 000	4 años	Dep. Servicios Generales
	Instalación de paneles fotovoltaicos en las estaciones de Alajuela, Pavas, Tibás y oficinas centrales.	Baja	3-6 años	kWh/mes panel instalado/año	C/ 40 000 000	C/ 46 000 000	2 años	Dep. Servicios generales. Comisión de Sostenibilidad
	Reubicar o rediseñar la ubicación de la iluminación.	Media	2-3 años	Iluminación reubicada/año	C/ 500 000	C/ 2 500 000	5 años	Dep. Servicios generales. Mantenimiento
	Capacitar al personal sobre uso y consumo eficiente de la energía eléctrica. Con el fin de reducir el 10 % del consumo de energía eléctrica.	Alta	1 año	kWh/persona personas capacitadas/año personas capacitadas/estación o departamento	57 158 kWh C/ 9 500 000	C/ 800 000	1 mes	Comisión de Sostenibilidad

Aspecto ambiental	Medida ambiental	Prioridad	Plazo	Indicador	Ahorro	Inversión inicial	Periodo recuperación	Encargados o responsables
Consumo combustible fósil Emisiones GEI	Implementar programa de prácticas de manejo eficiente y buenas prácticas vehiculares. Aplica para todos los sitios de estudios	Alta	1 año	L/km. CO _{2eq}	32 386 L 10 % emisiones	€ 1 000 000 € 2 000 000	6 meses	Comisión sostenibilidad Unidad de mantenimiento vehicular
	Capacitar al personal sobre el consumo del combustible y los efectos en el medio ambiente y la salud.	Alta	1 año	personas capacitadas/año personas capacitadas/estación o departamento	32 386 L 10 % emisiones	€ 1 000 000 € 2 000 000	6 meses	Comisión sostenibilidad
Generación de residuos Emisiones de GEI	Capacitar al personal sobre el manejo adecuado de los tipos de residuos. Para reducir la generación de residuos y con ello las emisiones de GEI.	Alta	1-2 años	Kg/persona personas capacitadas/año personas capacitadas/estación o departamento	10 % de los residuos generados	€ 1 575 000	-NA-	Comisión de sostenibilidad
	Adquirir compostera giratoria para tratar los residuos orgánicos generados en los sitios de estudios.	Alta	1-2 años	Kg/personas Composteras adquiridas/año	85 % de los residuos que van a rellenos sanitarios. 85 % de las emisiones de CO _{2eq}	€ 1 500 000	-NA-	Comisión de sostenibilidad Dep. Servicios generales

Aspecto ambiental	Medida ambiental	Prioridad	Plazo	Indicador	Ahorro	Inversión inicial	Periodo recuperación	Encargados o responsables
	Instalación de puntos de recolección de residuos dentro de las instalaciones.	Alta	1-2 años	Kg/personas Puntos ecológicos/ año	10 % de los residuos 10% de emisiones de CO _{2eq}	Ø 2 500 000	-NA-	Comisión de sostenibilidad

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el **cuadro 7** en su gran mayoría las medidas que se deben aplicar presentan un grado de priorización alto, entre las cuales se destaca la capacitación al personal en temas de consumo racional de agua, energía eléctrica y combustible fósil, además de generación de residuos. Otras de las medidas a aplicar que cuentan las misma priorización son: implementar programas para la conducción eficiente y buenas prácticas vehiculares, ya que según Campos (como se citó en Alfaro y Morera, 2017) la conducción se puede lograr a través ocho punto la cual logra un ahorro del 22 % del consumo de combustible fósil, mientras que las practicas que recomienda dicho autor son las siguientes: llenar el tanque o andar este siempre lleno dado a que si no lo está existe mayor posibilidad que se evapore el combustible, ir por las noches o tardes a recargar combustible puesto que evita que se dé una expansión del combustible producto del calor. La otra medida es establecer puntos o estaciones de reciclaje, tomando en cuenta las condiciones establecidas por la *Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valoración de los residuos*.

En cuanto a las medidas con un grado de priorización media, principalmente se encuentran enfocadas a la sustitución de equipos para la reducción de consumo de agua y energía eléctrica. La sustitución de dispositivos que consumen agua por unos de mayor eficiencia reflejaría un ahorro del 50 % (INTECO, 2018). Sin embargo; lo que respecta a equipos dependientes de electricidad, la sustitución de estos por otros que cuenten con etiquetas energéticas dado a que con estas se ahorra más de un 15 % por concepto de consumo de energía eléctrica (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2010). Por otra parte, una de las medidas que presenta priorización media la captación de agua pluvial para el lavado de vehículos, con el cual se estaría disminuyendo el consumo de agua por motivo de dicha actividad.

Para finalizar, la única medida propuesta con una priorización baja es la instalación de paneles solares, la cual presenta un costo de inversión elevado, un periodo de recuperación de la inversión largo, además que el plazo para realizar la medida es mayor a 5 años. Tal como se puede observar en el **cuadro 7** la inversión para ejecutar dicha medida es igual a ₡ 46 000 000, entre los cuales se contempla valor de cada paneles a instalar en los sitios de estudio que es un total de 677, así como el costo de estructura de instalación, tramitología e inversor, según Calvo (comunicado personal, 12 abril 2018) los aspectos mencionados anteriormente se cobran bajo concepto de kW instalado el cual tiene un costo promedio de \$ 2.5. Es de suma importancia mencionar, que la cantidad de paneles a instalar cumple con lo establecido por el *reglamento generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables modelo de contratación medición neta sencilla* donde se indica que aquel productor-consumidor puede depositar en la red de distribución la energía no consumida, además tiene derecho

a retirar hasta un máximo del 49 % de toda la energía generada para utilizarla en el mes o meses siguientes en un periodo anual (Decreto N° 39220, 2011), por lo tanto existe un sobredimensionamiento en la cantidad de paneles a instalar.

5. CONCLUSIÓN

Los dos sitios en estudio que presentaron consumos significativos en todos los aspectos ambientales analizados fueron la estación de bomberos de Pavas y el edificio de oficinas centrales, los cuales se convierten en los más críticos en la institución.

Las oficinas centrales, a pesar de ser uno de los sitios con mayor consumo de combustible fósil, energía eléctrica y agua, además de generación de emisiones y residuos, representa el sitio con mejores indicadores de eficiencia respecto al consumo o generación de estos. Caso contrario sucede con la estación de bomberos Pavas, que presenta ineficiencia en el uso de los recursos.

Uno de los datos más relevantes obtenidos en la investigación, es el que corresponde a la tasa de generación per cápita de un bombero, cuyo valor es igual a 0,55 kg de residuo al día.

Las estaciones más eficientes en el uso de combustible, tanto por los kilómetros recorridos como por la atención de emergencia, son las estaciones de Tres Ríos y Cartago; mientras que las más ineficientes son las estaciones de Pavas y Central, las cuales se encuentran en zona de embotellamiento vehicular.

La institución realiza actividades que generan impactos positivos críticos en aspectos socioeconómicos; esto en las áreas de cobertura, lo cual hace que la relación entre impactos negativos y positivos sea cercana a 2.

La gestión de residuos es uno de los aspectos ambientales que presenta uno de los porcentajes de cumplimiento menores, por lo que, a su vez, está generando un impacto negativo en matrices como agua, suelo, salud, aire y paisaje.

El consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en los sitios críticos es variable de un sitio a otro. Para la estación de Alajuela, este consumo se centra en la categoría de climatización, mientras que en Pavas se encuentra relacionado con la iluminación; no obstante, para oficinas centrales presenta un mayor consumo por parte de los equipos de oficinas, como computadoras, impresoras y demás.

La mayoría de los camiones con los que cuenta la organización presenta indicadores de rendimiento por debajo del determinado por la fábrica, así como ciertos vehículos. Por lo tanto, estos presentan una eficiencia baja en cuanto al consumo de combustible fósil.

La fuente de mayor generación de emisiones de GEI en los sitios en estudio es el consumo de combustible tipo diésel, que representa el 89 % de las emisiones en estaciones y un 57 % en oficinas centrales. Este comportamiento es similar al patrón nacional.

Las medidas de ecoeficiencia fueron planteadas para que sean aplicadas de acuerdo con la priorización. Con el fin de lograr una reducción en consumo de recursos de forma sin tener que realizar una inversión elevada.

6. RECOMENDACIONES

- En caso de validar el plan de ecoeficiencia, se deberá implementar y dar seguimiento a cada una de las medidas planteadas por este trabajo. Si la institución opta por elaborar un PGAI, se pueden tomar en cuenta las medidas planteadas.
- Se recomienda a la institución implementar este plan en las demás instalaciones con las que cuenta. Sin embargo, se deben llevar a cabo todas las actividades y procesos realizados durante el estudio.
- Es necesario que en todas las estaciones se lleve un registro diario detallado de los kilómetros recorridos de cada uno de los vehículos pertenecientes, esto con el fin de que, para futuras investigaciones o desarrollo de proyectos dentro de la organización, se cuente con datos precisos.
- Elaborar un plan institucional para el manejo de residuos sólidos o líquidos ordinarios, peligrosos y de manejo especial que genera la institución. Es importante primero realizar un estudio de composición detallado de residuos para conocer los residuos peligrosos y especiales que se generan, y a su vez teniendo en cuenta el criterio técnico para que sean tratados de manera correcta y no causen un problema al ambiente ni al ser humano.
- Se recomienda a la institución el uso de indicadores de ecoeficiencia que sean coherente con los aspectos ambientales que se encuentran presentes en la institución. El cual permitirá a la empresa definir un límite máximo de uso de los recursos, a través de métodos estadísticos, y

que a la vez funcionen como disparadores para intervenir en los sitios que están por encima de este límite de manera pronta.

- Establecer protocolos de emergencia dentro de la organización en caso de que suceda un derrame de hidrocarburos o químicos que puedan contaminar cuerpos de agua.
- Elaborar, a nivel institucional, una guía de compras verdes, con el fin de establecer las características de los equipos, materiales y productos que la organización va a adquirir.
- Se recomienda a la institución optar por obtener certificación como C-neutralidad, ISO 9000 o 14 000.
- Eventualmente, se podrían realizar investigaciones o proyectos para el tratamiento y reutilización de aguas, con el fin de utilizarla en algunas de las actividades diarias y con esto reducir costos por concepto de consumo de agua. Del mismo modo, que proyectos de eficiencia energética, no sin antes realizar diagnósticos energéticos, donde se tome en cuenta el criterio de un experto.

7. LIMITACIONES

- Para el inventario energético de los equipos eléctricos y electrónicos existentes en los sitios críticos, se supone que todos estos equipos presentan una eficiencia del 100 %.
- Lo que respecta al inventario de vehículos, la comparación entre el rendimiento de fábrica y rendimiento de cada vehículo que la institución, se supone que el recorrido de estos mismos se encuentran bajo condiciones controladas.
- Si bien, en el inventario de emisiones de GEI no se realiza el cálculo de la incertidumbre. Sin embargo; esta incertidumbre puede ser discreta, ya que se tomó en cuenta el consumo de combustible en litros registrado para cada uno de los sitios en cuestión, mas no se descartaron aquellos vehículos que no se encontraban dentro del límite operacional de cada sitio.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adelfang, J. (08 de noviembre de 2016). ¿Qué tan viejos son los carro en Costa Rica? *La República*.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (2015). *El medio ambiente en Europa. Estado y perspectivas 2015* (Informe de síntesis). Luxemburgo.: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Alfaro, K., Morera, E. (2017). *Plan de ecoeficiencia en las variables de consumo de energía eléctrica, combustibles, agua y emisiones de CO₂eq en el proceso de recauchado de llantas en Reenfrío Comercial Automotriz S. A., sucursal San José* (Tesis de Grado). Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional
- Alpízar, F., Madrigal, R. y Salas, A. (2018). *Retos ambientales de Costa Rica*. San José, Costa Rica: BID.
- Aranda, J., Llera, E., Marco, M., Ortego, A., Scarpellini, S. y Valero, J. (2013). *Guías de mercados energéticos*. Zaragoza, España: Presa Universitarias de Zaragoza.
- Arcos, W. (2016). *Estudio de la gestión energética en la UEB cárnicos Bayamo: valorización energética de los residuos sólidos derivados del procesamiento cárnico* (Tesis de Grado). Bayamo, Cuba, Universidad de Granma.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2010). Ley 8839. Ley para la gestión integral de residuos. *Diario Oficial La Gaceta N°153*. San José, Costa Rica, 9 de agosto de 2010.
- Austermüle, S. (2012). *Sostenibilidad y ecoeficiencia en la empresa moderna*. Lima.: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos [ARESEP]. (2019). *Tarifa eléctrica vigente por empresas*. Recuperado de https://aresep.go.cr/electricidad/index.php?option=com_content&view=article&id=1860&catid=58&Itemid=639
- Banco Mundial. (s.f.). *Emisiones de CO₂: toneladas métricas per cápita*. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>
- Barrantes, R. (2013). *Investigación: Un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. San José, Costa Rica: EUNED.

- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2016). *Memoria institucional 2016*. Recuperado de <http://www.bomberos.go.cr/pdf/memorias/Memoria-Bomberos-2016.pdf>
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2018). *Estados Financieros*. Recuperado de <http://www.bomberos.go.cr/estados-financieros>
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. (2018b). *Plan Estratégico Institucional 2019-2023*. San José, Costa Rica.
- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica [BCBCR]. (2018c). *Estructura organizativa*. Recuperado de <https://www.bomberos.go.cr/estructura-organizativa/>
- Campos-Rodríguez, R. y Soto-Córdoba, S. (2014). Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 27 (3), 122-135.
- Carrasco, J. (2011). *Manejo de residuos sólidos para edificios de oficinas en la Ciudad de México* (Tesis de grado). Ciudad de México, México, Universidad Nacional Autónoma De México.
- Castillo-González, E. y De Medina-Salas, L. (2014). Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el Estado de Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30 (1), 81-90.
- Chavarría-Solera, F., Garita-Sánchez, N. Y Gamboa-Venegas, R. (2015). Indicadores de gestión ambiental: Instrumento para medir la calidad ambiental de la Universidad Nacional, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 49(1), 37-54 p.
- Chenari, B., Dias, J. y Gameiro, M. (2016). Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59(6) 1426-1447.
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz. (2015). *Eficiencia energética en oficinas*. San José, Costa Rica: CNFL.
- Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible. (2000). *Ecoefficiency indicators & reporting*. Ginebra, Suiza: WBCSD
- CoopeAnde. (2018). *Informe del Inventario de Gases de Efecto Invernadero*. Recuperado de <http://www.coopeande1.com/sites/default/files/archivos-descargables/e-m-05-informe-de-inventario-gei-2017-.pdf>

Coyolt, A., Torres, N., Cruz, S. y Hernández, M. (2017). *Estudio de la factibilidad económica y ambiental del uso de gas natural en la industria proveedora de autopartes en la Ciudad de México* (Tesis de grado). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México.

Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca Gobierno Vasco. (2009). *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales*. España: Ihobe.

El costo de las presas.(15 noviembre de 2018). La Nación. Recuperado de: <https://www.nacion.com/opinion/editorial/editorial-el-costode-las-resas/VSYCUMWLFZANTDY25MJJQG6YEA/story/>

Escalona, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 52(2), 270-277.

Fernández, C. (2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*, 11 (3), 141-170

Fernández, P. (2013). *Como implantar un sistema de gestión de la energía según la ISO 50001: 2011*. Madrid, España: FC Editorial

Gonzales, O., Pavas, A. y Sánchez, S. (2017). Cuantificación del ahorro de energía eléctrica en clientes residenciales mediante acciones de gestión de demanda. *Revista UIS Ingeniería*, 16(2), 217-226 p.

Grau, J., Terraza, H., Rodríguez, D., Rihm, A. y Sturzenegger, G. (2015). *Situación de la gestión de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe*. Washintong DC, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo.

Greenpeace. (2005). *Incendios forestales ¿Qué perdemos?*. Recuperado de <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/incendios-forestales-que-per.pdf>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2014). *Mitigación de cambio climático*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg3/WG3AR5_SPM_brochure_es.pdf

Guzmán, L. (2009). *El cambio climático, causas, consecuencias y la reducción de riesgos de desastre de Cruz Roja Costarricense*. San José, Costa Rica: Cruz Roja.

- Hancevic, P. y Navajas, F. (2015). Consumo residencial de electricidad y eficiencia energética. Un enfoque de regresión cuantitativa. *El trimestre económico*, 82(328), 897-927.
- Hernández, A. (2008). *Revisión ambiental inicial, previa a la implantación de la norma ISO 14001 en el sitio de disposición final en Bárcenas Villa Nueva* (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Herrera, J. (2017). *Uso y estado de los recursos: energía* (Informe Estado de la Nación). San José, Costa Rica: PEN.
- Herrera, J., Rojas, F. y Anchía, D. (2016). Tasas de generación y caracterización de residuos sólidos ordinarios en cuatro municipios del Área Metropolitana Costa Rica. *Revista Geográfica De América Central*, 2(57), 235 – 260 p. doi: 10.15359/rgac.57-2.9
- Herrera, J., Rojas, F. y Anchía, D. (2018). Emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes criterio derivados de diferentes medidas de mitigación en la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón de San José, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52 (1), 94-109. p. doi: 10.15359/rca.52-1.5
- Inda, C. y Vargas-Hernández, J. (2012). Ecoeficiencia y competitividad: tendencias y estrategias con metas comunes. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*. 11, 33-39.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [IDAE]. (2010). *Guía Práctica de la Energía: Consumo Eficiente y Responsable*. Madrid, España: IDAE.
- Instituto Costarricense de Electricidad [ICE]. (2015). *Fuentes renovables de energía, una alternativa sostenible para generar electricidad*. San José, Costa Rica: ICE.
- Instituto Meteorológico Nacional [IMN]. (s.f) *Boletín Meteorológico Mensual*. Recuperado de: <https://www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico>
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica [INTECO]. (2018). *Hogares ticos consumen más agua que resto de centroamericanos*. Recuperado de <https://www.inteco.org/blog/noticias-recientes-2/post/hogares-ticos-consumen-mas-agua-que-resto-de-centroamericanos-146>
- Instituto Nacional de Desarrollo Rural [INDER]. (2016). *Caracterización del territorio: Cartago, Oreamuno, El Guarco, La Unión*. San José, Costa Rica: INDER.

- Instituto Nacional de Encuestas. (2008). Estadística e indicadores del agua. *CifraINE*. Recuperado de <http://www.ine.es/revistas/cifraine/0108.pdf>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P. y Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Urban Development. Washington, DC: World Bank
- Leal, J. (2005). Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias. División de Desarrollo Sostenible u Asentamiento Humanos. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Massolo, L. (2015). Gestión ambiental y desarrollo sostenible: aspectos generales. *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. Argentina: Editorial Universidad de la Plata.
- Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE]. (2011). *Guía para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica*. San José, Costa Rica: MINAE.
- MINAE. (2011b). *Guía para la gestión del agua en el sector público*. San José, Costa Rica: MINAE.
- MINAE. (2011c). *Guía para la gestión de la energía en el sector público*. San José, Costa Rica: MINAE.
- MINAE. (2015). Directriz N° 31. Las instituciones que conforman el Gobierno Central deben contar con una Comisión Ambiental Institucional activa; elaborar y entregar ante el MINAE su respectivo Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI). *Diario Oficial La Gaceta N° 193*. San José, Costa Rica, 5 de octubre 2015.
- Ministerio del Ambiente de Perú. (2009). *Guía de ecoeficiencia para Instituciones del Sector Público*. Perú.: MINAM.
- Ministerio del Ambiente de Perú. (2012). *Guía de ecoeficiencia para Instituciones del Sector Público*. Perú.: MINAM.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2012). *Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas en la Comunidad de Madrid en la Comunidad de Madrid*. España: idea.

- Montes, J. (2008). *Ecoeficiencia: una propuesta de responsabilidad ambiental empresarial para el sector financiero colombiano* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia: Medellín, Colombia.
- Molina, E. (2018). *Plan de Gestión de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para alcanzar la Carbono Neutralidad, Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A* (Tesis de Grado). Universidad Nacional, Costa Rica.
- Moreno, S. A., y Espí, J. A. (2007). Introducción al uso de las herramientas de gestión ambiental aplicadas a los recursos naturales no renovables. *Red Desir, Madrid*.
- Monroy, L. y Simbaqueda, N. (2017). La Importancia de los Indicadores de Gestión en las Organizaciones Colombianas. *Universidad La Salle*. Recuperado de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/28250/11121763_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Navarrete, E. (2014). *Impacto ambiental en el tratamiento de residuos solidos urbanos del parque ecológico "Puerto Mamey", canto Portoviejo propuesta de plan de manejo* (Tesis de Maestría). Universidad de Guayaquil: Guayaquil, Ecuador.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (1998). *Ecoefficient*. París, Francia: OECD.
- Pérez -Estrada, A. y de -la -Paz -Martínez, E. (2016). Eco-eficiencia en la fabricación de piezas de repuesto: un estudio de caso. *Ingeniería Industrial*, 37 (3), 231-243p.
- Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. (2011). Decreto N° 36499 S-MINAET Reglamento para la elaboración de programas de gestión ambiental institucional en el sector público de Costa Rica. *Diario Oficial La Gaceta N°88*. San José, Costa Rica, 9 de mayo 2011.
- Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. (2011). Decreto N° 36551 S-MINAET-MTSS Reglamento sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos Provenientes de Calderas y Hornos de Tipo Indirecto. *Diario Oficial La Gaceta N° 125*. San José, Costa Rica, 29 de junio 2011.

- Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. (2013). Decreto N° 37745-S Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios. *Diario Oficial La Gaceta N° 139*. San José, Costa Rica, 19 de julio 2013.
- Poder Ejecutivo de la República de Costa Rica. (2015). Decreto N° 39220-MINAE Reglamento generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables modelo de contratación medición neta sencilla. *Diario oficial La Gaceta N° 196*. San José, Costa Rica, 08 de octubre de 2015.
- Programa Estado de la Nación [PEN]. (2016). *Panorama Ambiental* (Informe Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible). San José: PEN.
- Programa Estado de la Nación [PEN]. (2018). *En armonía con la naturaleza* (Informe Estado de la Nación XXIV). San José: PEN.
- Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible [ProDUS]. (2015). *Gestión de los residuos sólidos en Costa Rica*. (Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, XXII). San José.: PEN.
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP]. (2015). *Water for a Sustainable World* (The United Nations World Water Development Report 2015). París: UNESCO.
- Red Eléctrica de España. (2010). *Guía de consumo inteligente*. Madrid, España: REE.
- Refinadora Costarricense de Petróleo [RECOPE]. (2018). *Consumo de combustibles creció 2% en el 2018*. Recuperado de <https://www.recope.go.cr/consumo-combustibles-crecio-2-2018/>
- Rodríguez, J. (2014). Emisiones antropogénicas de compuestos tóxicos para el aire en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica en el 2007. *Revista de Ciencia y tecnología*. 30 (1), 1-10.
- Rojano, R., Mendoza, Y., Arregoces, H. y Restrepo, G. (2016). Dispersión de Contaminantes del aire (PM10, NO2, CO, COV y HAP) emitidos desde una Estación Modular de Compresión, Tratamiento y Medición de Gas Natural. *Información tecnológica*. 27(5), 99 – 100.
- Sbarato, D. y Sbarato, V. (2015). *Contaminación del aire*, Buenos Aires, Argentina: Editorial Brujas.

Solano, M. (2011). *Impacto ambiental por aguas residuales y residuos sólidos en la calidad del agua de la parte media- alta de la microcuenca del río Damas y propuesta de manejo* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional: Heredia, Costa Rica.

Tovar, M., Losada, G. y García, T. (2015). Impacto en la salud por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos. *USBMed.* 6(2), 46-50.

Xing, Z., Wang, J. y Zhang, J. (2018). Expansion of environmental impact assessment for eco-efficiency evaluation of China's economic sectors: An economic input-output based frontier approach. *Science of the Total Environment*, 635, 284-293 p. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.076.

Yeng, P., Chen, S. y Lin, S. (2017). Economic analysis for sustainable renovation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(12), 8139-8147. doi: 10.12973/ejmste/78633

9. ANEXOS.

Anexo I. Listas de chequeo protocolos de DIGECA

Protocolo de Evaluación No. 1

Tema: **Gestión del aire**

Aspecto Ambiental: **Emisiones de fuentes fijas**

Lineamientos	Cumplimiento
Lineamientos	Cumplimiento
1. Se emplean equipos y sistemas que controlan las emisiones a la atmósfera.	
2. Se cuenta con un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera.	
3. Se miden las concentraciones de los contaminantes que se emiten a la atmósfera.	
4. Las concentraciones de contaminantes emitidos se mantiene por debajo de los niveles máximos permisibles (en caso de contar con hornos y calderas)	

5. En caso de contar con calderas, se verifica que la concentración de dióxido de carbono o de oxígeno en los gases de desecho, medido en la salida de la última etapa, y los niveles de hollín cumplan con los límites establecidos en el artículo 88 del Decreto Ejecutivo 25584-MINAE-H-P "Reglamento para la regulación de uso racional de la energía".	
6. Se monitorea en el perímetro en donde están emitiendo los contaminantes a la atmósfera	
7. Se dispone de un registro con los resultados de las mediciones periódicas de las concentraciones de los contaminantes que se emiten a la atmósfera.	
8. Con el fin de contar con un control sistémico, se lleva una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y control.	
9. Las emisiones de contaminantes atmosféricos que se generan por las fuentes fijas se canalizan mediante ductos o chimeneas de descarga.	
10. El ducto o chimenea cuenta con los puertos y plataformas de muestreo adecuados, de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente.	
11. Se presentan reportes operacionales de emisiones ante el Ministerio de Salud, conforme a la regulación vigente.	
12. Se identifican y cuantifican las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y se registran los resultados.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación

No. 2

Tema:

Gestión del aire

Aspecto Ambiental:

Emisiones de fuentes móviles

Lineamientos	Cumplimiento
1. Las fuentes móviles (vehículos, motocicletas, buses, busetas, grúas, maquinaria de obras u otro equipo especial) se sujetan al sistema de verificación vehicular.	
2. Se lleva a cabo un mantenimiento preventivo de la flotilla vehicular.	
3. Se lleva un registro en el tiempo del mantenimiento practicado a cada vehículo.	
4. Se cuenta con un registro del consumo de combustible (en total) por tipo de combustible (diésel, gasolina, etc.)	

5. Se cuenta con un registro del consumo de combustible/kilómetros de cada fuente móvil	
6. Se capacita a los choferes de la institución para que realicen una conducción eficiente.	
7. Se incorporan criterios ambientales en la compra de vehículos	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 3

Tema:

Gestión del aire

Aspecto Ambiental:

Generación de ruido y vibraciones por actividades antrópicas

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se aplican criterios de selección para la compra de maquinaria y equipo, entre los cuales se encuentre la preferencia de equipos más silenciosos.	
2. Se tiene identificado la cantidad y ubicación de los equipos y maquinaria de trabajo que puedan generar contaminación sónica.	
3. La maquinaria que genere contaminación sónica se mantiene en un área alejada de áreas vecinas y de oficinas, y/o se encuentra encapsulada o encerrada con materiales aislantes en el interior de las instalaciones donde se encuentran.	
4. Los trabajadores que laboran con o en el área donde se localizan esta clase de maquinaria o equipos cuentan con los dispositivos de protección básicos conforme a las disposiciones del plan de salud ocupacional de la institución o en su defecto los definidos por el Consejo de Salud Ocupacional.	
5. Los equipos o maquinaria que generan vibración excesiva se encuentran anclados a una superficie firme, delimitado con juntas que permitan atenuar el efecto.	
6. Los equipos y maquinaria se mantienen ajustados y se instalan dispositivos anti vibratorios necesarios	
7. Se encuentran los equipos separados de paredes colindantes u otros elementos que pudieran transmitir vibraciones.	
8. Se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo periódico de los equipos y maquinaria.	

Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación

No. 4

Tema: Gestión del aire

Aspecto Ambiental:

Emisiones de radiaciones ionizantes

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se cuentan con medidas de protección radiológica de los trabajadores expuestos.	
2. Se realiza levantamientos radiológicos periódicos en el ambiente de trabajo donde cuenten con emisores de radiación ionizante.	
3. Se realiza levantamientos radiológicos periódicos en el ambiente de trabajo donde cuenten con emisores de radiación ionizante.	
4. En cuanto a los riesgos radiológicos en las zonas controladas:	
4.1. Están delimitadas y señalizadas de forma que quede claro el riesgo de exposición.	
4.2. El acceso está limitado a las personas autorizadas.	
4.3. En caso que se autorice el acceso a visitantes, se brindan las instrucciones necesarias sobre los riesgos a la que está expuesto y las medidas de protección que debe acatar.	
5. Se informa periódicamente a los trabajadores sobre los riesgos radiológicos asociados; las normas y procedimiento de protección radiológica y precauciones que deben adoptar.	
6. Las mujeres potencialmente expuestas tienen conocimiento de la necesidad de efectuar rápidamente la declaración de embarazo y notificación de lactancia.	
7. Dispone la institución de un repositorio temporal aprobado por el Ministerio de Salud para almacenar los residuos radiactivos u emisores de radiación ionizante en deshuso.	
8. Se realiza una disposición adecuada de los repuestos o partes de los equipos, que pueda contener material radiológico o peligroso.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 5

Tema: Gestión del aire

Aspecto Ambiental: Emisiones de olores

Lineamientos	Cumplimiento
	Si (asignar 1)
1. Cuando se infiera la generación de olores debido a procesos productivos o actividades diversas, el responsable de la fuente implementa las medidas correctivas y de mitigación para el control de este tipo de emisión.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 6

Tema: Gestión del agua

Aspecto Ambiental: Consumo de agua

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se lleva un registro del consumo de agua mediante medidores.	
2. Se tiene claramente establecido si el consumo de agua se encuentra entre los rangos recomendados, de acuerdo con las características de la actividad.	
3. Se utilizan piezas sanitarias y dispositivos de bajo consumo de agua, tales como: inodoros, duchas y grifería eficientes, entre otros.	
4. Se cuentan con un programa rutinario de detección, control de fugas y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua, en el cual se establezcan revisiones periódicas y se lleve un registro de ubicación y reparación.	
5. Se cuenta con un plan para el ahorro de agua, donde establezcan objetivos, metas, actividades, plazos, y en donde se implementen buenas prácticas en el uso del agua	
6. Existe rotulación cerca de duchas, lavamanos, grifos, etc. incentivando al ahorro del agua	
7. El suministro de agua es adecuado en cuanto a cantidad y continuidad.	
8. Respeto a la calidad del agua:	

8.1. Se garantiza el suministro de agua potable en sus instalaciones.	
8.2. Se cuenta con un programa de mantenimiento rutinario de tanques de almacenamiento y redes para prevenir el riesgo de contaminación del agua a lo interno de la institución.	
8.3. Se utilizan mecanismos / dispositivos como filtros o purificadores, en la salida de los grifos de agua empleada para consumo humano, en caso que sea necesario.	
8.4. Se realizan periódicamente análisis físico-químicos y bacteriológicos del agua por parte de algún laboratorio (el cual debe estar acreditado en los respectivos ensayos), que establezcan la calidad del agua.	
8.5. El agua cumple con las normas y regulaciones técnicas establecidas por la legislación vigente en este tema, referido para este caso en el Reglamento de Calidad del Agua Potable	
9. Se cuenta con concesión de aprovechamiento de aguas (en caso que se cuente con tomas de agua de ríos, quebradas, o con pozos)	
10. Se está al día con el pago del canon de aprovechamiento (en caso que se cuente con tomas de agua de ríos, quebradas, o con pozos)	
11. Se sensibiliza/capacita a los funcionarios sobre el uso racional del recurso hídrico.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 7

Tema: Gestión del agua

Aspecto Ambiental: Generación de Aguas Residuales

Lineamientos	Cumplimiento
1. Las edificaciones están provistas de sistemas de tratamiento de aguas residuales.	
2. En caso que se viertan aguas residuales al alcantarillado sanitario en funcionamiento, estas se disponen con el previo tratamiento para aquellos que por la característica del agua lo requiera.	
3. En caso que se viertan aguas residuales a cuerpos de agua superficiales (ríos, quebradas, acequias, canales artificiales), estas se disponen con el tratamiento requerido por la regulación.	

4. En caso que se haga reuso de las aguas residuales, estas se utilizan con el tratamiento previo conforme a la regulación vigente.	
5. El sistema de tratamiento se encuentra revisado y aprobado por las entidades competentes conforme a la regulación vigente.	
6. Se dispone del Manual de Operación y Mantenimiento del sistema de tratamiento; así como de su memoria de cálculo	
7. Las aguas pluviales se recolectan y se conducen separadas de las aguas residuales.	
8. Se realizan mediciones rutinarias de caudal, pH, temperatura, sólidos sedimentables en el efluente después de la última unidad de tratamiento.	
9. Se dispone en el lugar del equipo básico de control para las mediciones rutinarias del sistema de tratamiento.	
10. Se encuentra disponible y al día la bitácora del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	
11. El personal encargado de la operación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales tiene la capacitación adecuada para dicha labor.	
12. Se cuentan con análisis periódicos de laboratorio en donde se indique la calidad del efluente	
13. Se entregan Reportes Operacionales al Ministerio de Salud con la frecuencia establecida en el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales	
14. Se cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales	
15. Las aguas residuales son dispuestas (cumpliendo con la calidad requerida por el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales) en un alcantarillado sanitario, tanque séptico, río, o son reusadas, y nunca son dispuestas en el alcantarillado pluvial.	
16. Se cuentan con certificados de calidad de las aguas residual tratadas del Ministerio de Salud en conformidad con la regulación vigente.	
17. Se cumple con las normas y regulaciones técnicas establecidas en el Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales	
18. Se cuenta con permiso de vertidos (en caso que se descarguen las aguas residuales a un río o quebrada)	
19. Se está al día con el pago del canon ambiental por vertidos (en caso que se descarguen las aguas residuales a un río o quebrada)	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 8

Tema: Gestión del suelo y residuos sólidos

Aspecto Ambiental:

Generación de residuos sólidos ordinarios

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se cuenta en la institución con un Programa de Gestión Integral de Residuos fundamentado en los siguientes principios de gestión: evitar, reducir, reutilizar, valorizar, tratar y disponer.	
2. Se práctica en el manejo de los residuos sólidos ordinarios la separación y clasificación a partir de la fuente.	
3. En el manejo de los residuos, se previene la mezcla de residuos sólidos peligrosos y residuos de manejo especial con los residuos sólidos ordinarios.	
4. Se implementan prácticas de reutilización de materiales en aquellos casos cuyas características lo permiten.	
5. Se tienen identificados los responsables del manejo de los residuos sólidos y los participantes en el proceso de manejo.	
6. Se cuenta con área (s) destinada (s) para el almacenamiento colectivo y temporal de los residuos sólidos ordinarios	
7. Con relación al área destinada para el almacenamiento de los residuos sólidos ordinarios:	
7.1. El área está debidamente identificada	
7.2. Está ubicado en un sitio protegido de la lluvia; o en su defecto, cuenta con un diseño constructivo que evita el acceso de aguas de lluvia.	
7.3. Está ubicada de tal forma que es de fácil acceso para el servicio de recolección.	
7.4. Permite su fácil limpieza y lavado	
7.5. Las condiciones físico - sanitarias de las instalaciones evita la formación de ambientes propicios para el desarrollo de vectores, fauna nociva, malos olores	
7.6. Las condiciones permite confinar posibles derrames de lixiviados y las aguas de lavado son canalizadas al sistema de recolección de aguas residuales de las edificaciones de la institución.	

7.7. Internamente se almacenan los residuos sólidos valorizables en forma separada y debidamente identificados, mediante uso de recipientes con colores que lo diferencia o en su defecto mediante rotulación que lo identifica.	
8. En caso de uso de recipientes destinados a contener bolsas con residuos sólidos ordinarios antes de su recolección, se mantienen cerrados de manera que no permitan la entrada de agua, insectos o roedores, ni el escape de líquidos.	
9. En caso de uso de recipientes destinados a contener bolsas con residuos sólidos ordinarios se caracterizan por ser de material liso e impermeable que permita su lavado y limpieza.	
10. Los encargados del manejo de los residuos sólidos en la institución cuentan con equipo de protección básico personal conforme a los requerimientos de salud ocupacional.	
11. El manejo de recolección de los residuos sólidos no valorizables es a través de la municipalidad o mediante gestores autorizados	
12. Se cuantifica la cantidad de material recuperado según categoría (aluminio, papel, plástico, cartón, vidrio, entre otros).	
13. Se cuenta con criterios de compra que prevengan, disminuyan la generación de residuos, o criterios que promuevan la compra de materiales /equipos con materiales reciclables o reutilizables.	
14. Se comunica a los empleados sobre los logros y resultados obtenidos en la gestión de residuos	
15. Se sensibiliza/capacita a los funcionarios sobre temas vinculados con gestión de residuos sólidos	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No.

9

Tema: Gestión del suelo y residuos sólidos

Aspecto Ambiental:

Consumo de papel

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se cuenta en la institución con directrices internas que promuevan la reducción del consumo de papel.	

2. Se implementan prácticas para la reutilización de papel.	
3. Se cuentan con recipientes de recolección de papel en las oficinas.	
4. Se incorporan criterios ambientales en la compra de papelería.	
5. Se implementa la impresión de documentos por doble cara para reducir el consumo de papel.	
6. Se hace uso de fotocopadoras que admitan la utilización de papel reciclado y/o que permitan realizar copias a dos caras y reducciones.	
7. Se promueve el uso medios digitales (correo electrónico) para la remisión y revisión de documentos, evitando al máximo la impresión de los mismos.	
8. Se promueve a lo interno la implementación de archivos digitales	
9. Se mantiene un registro contable del consumo de papel periódicamente	
10. Se sensibiliza a los empleados sobre el ahorro del papel	
11. Se comunica periódicamente a los empleados sobre los resultados y logros alcanzados	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 10

Tema:

Gestión del suelo y residuos sólidos

Aspecto Ambiental:

Generación de Residuos Electrónicos

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se cuenta con un programa de gestión integral de residuos electrónicos	
2. Se dispone de un área de almacenamiento para los equipos y accesorios que son puestos fuera de servicio de la actividad, debidamente delimitado, con protección, rotulación, donde se almacene los mismos.	
3. Se posee un registro donde se identifique la cantidad, tipo y modelo del equipo o accesorio electrónico almacenado y retirado del servicio	
4. Se cuenta con el servicio de un gestor autorizado para el manejo integral de residuos de electrónicos.	
5. Se promueve la recuperación de partes de equipos electrónicos retirados del servicio para su reutilización en otros equipos electrónicos.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 11

Tema: **Gestión del suelo y residuos sólidos**

Aspecto Ambiental:

Generación de residuos sólidos peligrosos

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se tienen identificado los puntos donde se generan residuos sólidos peligrosos.	
2. Se tienen conocimiento sobre los tipos de residuos peligrosos que se generan, las características químicas y biológicas de los mismos; así como los posibles riesgos a la salud y al ambiente asociados a estos.	
3. Se cuenta con directrices o planes que permitan reducir la utilización de materiales que generan residuos peligrosos.	
4. Se manejan por separado y en los recipientes adecuados (rotulados) los residuos peligrosos de los residuos ordinarios.	
5. Cuentan con un sitio exclusivo para el almacenamiento de residuos peligrosos debidamente identificado.	
6. En el área de almacenamiento se tienen identificados los tipos de residuos peligrosos que se almacenan.	
7. El área reúne las condiciones seguridad para almacenar esta clase de residuos, se mantiene limpio, seco, bien ventilado.	
8. En caso del almacenar residuos líquidos peligrosos, se dispone en el área de almacenamiento con pisos impermeables y con sistema de retención y recolección de posibles derrames.	
9. En caso que se puedan generar gases tóxicos por las características del tipo de residuo que se almacén, el área de almacenamiento cuenta con ventilación o aireación natural a través de aberturas a distintas alturas que permita su evacuación.	
10. Se mantienen separados aquellos residuos peligrosos que por sus características químicas sean incompatibles y puedan generar reacción entre ellos (incendios, corrosión, explosión, gases tóxicos).	
11. Los recipientes donde se almacenan los residuos peligrosos:	
11.1. Son cerrados herméticamente pero con posibilidad de poder abrirse y cerrarse.	

11.2 Son de material resistente, que no presentan problemas de incompatibilidad con los residuos a almacenar.	
11.3 Se encuentran en buen estado y libres de fugas.	
11.4 Los volúmenes permiten un fácil y seguro manejo.	
11.5. Cuentan con rotulación donde se especifique el tipo de residuo que contiene y las características de peligrosidad del mismo.	
12. El área donde se almacenan cuenta con equipo de seguridad para la atención de una posible emergencia.	
13. Los encargados del manejo de esta clase de residuos disponen del equipo de protección personal.	
14. Se dispone de planes de contingencias en caso de una posible eventualidad en el sitio de almacenamiento.	
15. Se mantiene como procedimiento rutinario realizar inspecciones periódicas a los lugares de almacenamiento	
16. Se llevan los controles relativos a la generación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos generados.	
17. Los residuos peligrosos se manejan a través de gestores autorizados con permiso sanitario de funcionamiento para el tratamiento, recuperación, reciclaje o disposición final.	
18. Se cumple con las normas y regulaciones técnicas establecidas por la legislación vigente en este tema, que para este caso se encuentra referida en el Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos industriales.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 12

Tema: Gestión del suelo y residuos sólidos

Aspecto Ambiental:

Generación de residuos infectocontagiosos

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se tiene identificado los tipos de desechos infecto-contagiosos que se generan en el lugar.	
2. Se tienen localizados los sitios donde se generan esta clase de residuos.	

3. Se manejan por separado los desechos bioinfecciosos de los desechos ordinarios.	
4. Los desechos infecciosos se recolectan en bolsas plásticas impermeables de color rojo de acuerdo a la regulación vigente.	
5. Los desechos punzocortantes se recolectan en recipientes rígidos, resistentes, de color rojo como lo establece la regulación vigente.	
6. Los desechos anatomopatológicos se almacenan en bolsas o recipientes rígidos de color negro.	
7. Las bolsas o recipientes donde se recolectan los desechos infecto-contagiosos se encuentran debidamente identificados con el símbolo biopeligrosos y con la leyenda que los identifica.	
8. El personal encargado del manejo de esta clase de residuos tiene conocimiento sobre el riesgo en la salud asociado a esta labor.	
9. Se disponen de medios de transporte manuales con tapa exclusivamente para recolección y depósito en el área de almacenamiento conforme a la normativa vigente.	
10. Se tiene establecida una ruta exclusiva y horarios de recolección para su fácil movimiento hacia el área de almacenamiento.	
11. Cuentan con un área destinada para el almacenamiento de los desechos infectocontagiosos conforme a las características establecidas en la regulación vigente.	
12. El área de almacenamiento cuenta con señalización de restricción de acceso y rotulación de prevención.	
13. Los desechos anatomopatológicos, humanos o de animales se mantienen refrigerados.	
14. En caso que se generen desechos anatomopatológicos son inhumados o cremados en lugares autorizados.	
15. En caso que se generen desechos anatomopatológicos de alta patogenicidad y de restos no putrescibles (grasas) estos son cremados en un lugar autorizado.	
16. Los equipos de tratamiento cuentan con sistema de control de contaminantes atmosférico.	
17. El personal cuenta con el equipo mínimo de protección personal.	
18. El personal encargado de esta clase de labores se encuentra vacunado.	
19. Los desechos infecto-contagiosos previos a su disposición son tratados.	

20. Disponen de un programa de contingencias en caso de derrames, fugas, incendios, explosiones, emisiones controladas o accidentes relacionados con el manejo de residuos.	
21. En caso que la entidad realice recolección y transporte externo de esta clase de residuos, se satisface las condiciones que establece la regulación vigente.	
22. Se lleva cabo labores de capacitación al personal encargado con relación al riesgo asociado, el uso de equipo de protección personal, el proceso de manejo de esta clase de residuos; así como las acciones a seguir en caso de una posible eventualidad en su manejo.	
23. En el caso de la disposición final, el manejo de la recolección de desechos infecto-contagiosos es a través del servicio municipal, mediante gestores autorizados o lo realiza la misma entidad, lo anterior tomando en consideración la clase de residuos y su tratamiento previo.	
24. Se cumple con todas las normas y regulaciones técnicas establecidas por la legislación vigente en este tema, referida para este caso en la Ley General de Salud, el Reglamento para el manejo de productos peligrosos y el Reglamento sobre la gestión de los desechos infecto-contagiosos que se generan en establecimientos que prestan atención en salud y afines.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 13

Tema: Uso de sustancias peligrosas

Aspecto Ambiental: Uso de sustancias peligrosas

Lineamientos	Cumplimiento
1. El personal que maneja sustancias peligrosas está capacitado en cuanto a las propiedades físicas, químicas y biológicas de dichas sustancias y los riesgos que implican.	
2. El personal que manipula sustancias peligrosas utiliza el equipo de protección personal (EPP) adecuado según el riesgo de los materiales	

3. Las sustancias peligrosas que se almacenan y distribuyen contienen la etiqueta correspondiente de acuerdo con su clasificación en un lugar visible y en letras legibles, en idioma español y con las especificaciones para su manejo.	
4. Se promueve el desarrollo y uso de tecnologías limpias o ambientalmente seguras, aplicadas bajo principios de prevención que minimicen la generación de desechos; además, se establecen sistemas de administración y manejo que permitan minimizar los riesgos a la salud y al ambiente.	
5. Se cuenta con un registro del tipo de sustancia, sus características (grado de toxicidad, efectos, etc.) y cantidad almacenada o transportada.	
Se mantiene en la zona de almacenaje hojas de seguridad de los productos (MSD).	
6. Se desarrollan e implementan planes que permitan minimizar riesgos de accidentes y derrames de sustancias tóxicas.	
7. Se mantiene un proceso continuo de capacitación del personal, manejo, simulacros y entrenamiento en prevención y control de derrames.	
9. Se tienen establecidos planes de emergencia y de contingencia, diseñados e implementados de conformidad con la reglamentación técnica vigente sobre la materia.	
10. El diseño y ubicación del lugar de almacenamiento de sustancias o materiales peligrosos está de acuerdo con la naturaleza de los materiales almacenados.	
11. Se dispone de los equipos, herramientas y demás medios adecuados para la prevención y el control de accidentes producidos por sustancias peligrosas; así como para la reparación de los daños causados por tales accidentes	
12. No se transportan sustancias, materiales o desechos peligrosos en vehículos dedicados al transporte de pasajeros, alimentos, animales, agua potable u otros bienes de consumo susceptibles de contaminación.	
13. No se trasladan en un mismo vehículo sustancias, materiales y desechos peligrosos diferentes que sean incompatibles entre sí, de acuerdo con lo establecido en la reglamentación técnica que rige la materia.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

**Protocolo de
Evaluación No. 14**

Tema: Uso de sustancias peligrosas

Aspecto Ambiental:

Manejo de productos derivados de hidrocarburos

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se tiene identificado la clase de derivados de hidrocarburos que se almacenan en la institución.	
2. Se tiene un registro referente a las cantidades que se almacenan.	
3. Se tiene ubicado los puntos en la institución donde se mantiene almacenado esta clase de productos.	
4. Las área(s) de almacenamiento se encuentran debidamente delimitadas e identificadas.	
5. Los recipientes de almacenamiento se encuentran identificados con el tipo derivado que se almacena y volumen.	
6. Las área (s) de almacenamiento cuentan con señalización de prevención.	
7. Las áreas de almacenamiento de derivados de hidrocarburos líquidos cuentan con obras de retención de derrames.	
8. Los encargados del manejo de esta clase de productos tienen conocimientos sobre los riesgos que pueden generar en la salud y ambiente.	
10. Cuenta la institución con un procedimiento de manejo de esta clase de productos desde que ingresa hasta su uso, donde se estime aspectos seguridad que permita prevenir riesgos de accidentes, explosiones, incendios y derrames.	
11. Cuenta la institución con un plan de emergencias donde se incluya las acciones que se deben implementar en caso de una posible eventualidad con este tipo (s) de producto (s)	
12. Se capacita a los funcionarios encargados en las acciones a seguir en caso de una posible emergencia.	
13. Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de las instalaciones y/o equipos que se utilizan para el manejo de este tipo de productos (ductos, tanques unidades de proceso, instrumentos, unidades de transporte, etc.).	

14. Se provee de la información sobre los riesgos de las actividades que pueden afectar a la comunidad por derrame de hidrocarburos y derivados y la capacitación de las personas para prevenir y actuar ante los efectos nocivos del siniestro.	
15. Cuenta con un programa de capacitación del personal periódicamente con relación al manejo de hidrocarburos, los riesgos asociados y procedimientos a seguir en caso de posibles emergencias.	
16. Las instalaciones satisface las normas y regulaciones técnicas establecidas por la legislación vigente en este tema, referida para este caso en la Ley Orgánica de hidrocarburos y el Manual de Buenas Prácticas Ambientales, (Gaceta del 5 de noviembre del 2004)	
17. Los encargados del manejo de esta clase de derivados cuentan en el lugar con equipo de protección personal laboral	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 15

Tema: **Uso de sustancias peligrosas**

Aspecto Ambiental: **Uso de plaguicidas**

Lineamientos	Cumplimiento
1. Al transportar plaguicidas estos se transportan bien amarrados, protegidos de la lluvia y en un compartimiento separado del chofer y los pasajeros; nunca junto con animales, alimentos, juguetes, ropa o medicamentos.	
2. Al transportar plaguicidas se toman las medidas y precauciones necesarias para evitar derrames, incluso en caso de accidente.	
3. El personal que maneja plaguicidas (almacenamiento y distribución) tienen conocimiento en cuanto a los riesgos que implican a la salud y al ambiente.	
4. Se evalúa la peligrosidad de los plaguicidas utilizados, con el fin de considerar la sustitución de algunos de estos por otros menos tóxicos.	
5. Los plaguicidas se almacenan en un lugar que reúna las condiciones adecuadas en cuanto a infraestructura y seguridad, en conformidad con la regulación vigente.	

6. Los plaguicidas son colocados en estantes o tarimas para protegerlos del contacto con el agua en caso de inundaciones o lluvias, y según su acción biocida: herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas, etc.	
7. Los plaguicidas líquidos son almacenados debajo de las formulaciones sólidas para evitar contaminación por derrames.	
8. Para la carga, descarga y aplicación de los plaguicidas, se garantiza a los trabajadores el suministro del equipo de protección necesario.	
9. Los plaguicidas se aplican para condiciones climatológicas favorables y nunca cuando hay viento fuerte o lluvia, en zonas cercanas a pozos, arroyos, ríos o lagos, ni en áreas habitadas.	
10. Se tiene establecido un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que asegure el adecuado funcionamiento del equipo de protección.	
11. Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo que asegure el adecuado funcionamiento del equipo de aplicación de los plaguicidas.	
12. Se capacita al personal en el uso adecuado del equipo de protección así como en la correcta aplicación de los plaguicidas.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 16

Tema: Uso de sustancias peligrosas

Aspecto Ambiental:

Uso de sustancias radioactivas

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se mantiene un inventario de las sustancias, materiales, equipos, o desechos radiactivos que se almacenan.	
2. Se desarrolla e implementa un plan para el adecuado manejo (transporte, manipulación, almacenamiento, etc.) de sustancias radioactivas con el fin de minimizar riesgos de accidentes.	
3. Los equipos emisores de radiaciones ionizantes o que utilicen material natural o artificialmente radiactivo, cuentan con autorización otorgada por el Ministerio de Salud para su operación.	

4. Para el manejo de sustancias radioactivas, se garantiza a los trabajadores el suministro del equipo de protección personal necesario.	
5. Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de las instalaciones y/o equipos utilizados en el manejo de sustancias radioactivas.	
6. Se mantiene una vigilancia continua en el entorno de las instalaciones y áreas de operación mediante medidores específicos.	
7. Se desarrollan planes de contingencia que le permita enfrentar y controlar accidentes con sustancias radioactivas.	
8. Se mantiene un proceso continuo de capacitación del personal, en manejo de sustancias radioactivas.	
9. La disposición final de desechos radioactivos se realiza en repositorios diseñados especialmente para tal fin, cumpliendo con la reglamentación técnica que rige la materia, previa autorización de las autoridades competentes.	
10. Cuentan estas instalaciones con permiso sanitario de funcionamiento del Ministerio de Salud.	
11. Se cumple con el Reglamento sobre Protección de Radiaciones Ionizantes y demás normas y regulaciones técnicas establecidas por la legislación vigente en este tema.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Protocolo de Evaluación No. 17

Tema: Gestión de la energía

Aspecto Ambiental:

Consumo de combustibles fósiles

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se tiene identificado y cuantificado los tipos de fuentes que consumen combustible en la institución.	
2. Se llevan registros básicos de las características de operación de las fuentes: tipo de combustible que utiliza, peso, potencia, descripciones generales, motor, cilindrada, capacidades, entre otros.	

3. Se tienen controles fidedignos sobre las compras de combustible	
4. Se llevan registros históricos del consumo de combustible total de la institución y por cada tipo de fuente de consumo.	
5. Se tienen controles sobre el uso de cada tipo de fuente de consumo.	
6. Se conoce el rendimiento de consumo de cada fuente.	
7. Se realizan evaluaciones sobre la eficiencia en el consumo de combustibles de las fuentes existentes.	
8. Se tiene conocimiento de cuáles fuentes son ineficientes en su consumo.	
9. Mantienen informados a los funcionarios sobre la importancia del ahorro de combustible.	
10. Se cuentan con programas de mantenimiento para cada tipo de fuente.	
11. Se toman en consideración lineamientos de eficiencia energética para la compra de las fuentes consumidoras de combustible.	
12. Se han establecido indicadores de eficiencia energética para las fuentes consumidoras de combustible.	
13. Se cumple con las normas y regulaciones técnicas establecidas por la legislación vigente en el tema de energía	
14. Se toman en consideración lineamientos de salud ocupacional para el tema energético	
Consumo de combustible en fuentes móviles	
15. Se tienen clasificadas las fuentes móviles, de acuerdo a lo establecido en el artículo 55 del Decreto Ejecutivo 25584-MINAE-H-P "Reglamento para la regulación de uso racional de la energía"	
16. Se tienen clasificadas las demás fuentes móviles, a pesar de que no se encuentran contempladas en el artículo 55 del Decreto Ejecutivo 25584-MINAE-H-P "Reglamento para la regulación de uso racional de la energía", tal como otros medios de transporte terrestre, marítimo, aéreo, entre otros.	
17. Se tienen controles sobre las compras de combustible en los centros de servicio donde se soliciten datos mínimos como: cantidad de litros, fecha de compra, costo, placa, o kilometraje.	
18. Se tiene identificada y cuantificada las distancias que recorren cada fuente móvil.	

19. Se brinda capacitación continua a los choferes de la institución sobre manejo eficiente y mantenimiento preventivo	
20. Se brinda capacitación continua al personal operativo.	
21. Se cuenta con alguna política de selección y asignación vehicular de acuerdo a las necesidades de la institución.	
22. Cada fuente móvil cuenta con su control de uso diario, que permita llevar el registro de kilómetros recorridos al día.	
23. Se conoce el rendimiento de consumo de las fuentes móviles.	
24. Se realizan evaluaciones sobre la eficiencia en el consumo de combustibles de las fuentes móviles.	
25. Se tiene conocimiento de cuáles fuentes móviles son ineficientes en su consumo.	
26. Se tiene algún plan de sustitución de las fuentes móviles ineficientes.	
27. Se tiene algún programa de planificación de rutas para las fuentes móviles, donde se aproveche al máximo la capacidad de la unidad.	
28. Se asignan las fuentes móviles de menor consumo de combustible, para las giras a los lugares más distantes.	
29. Se tienen controles sobre la concentración de las fuentes móviles en los lugares previamente establecidos en las horas no hábiles y los fines de semana.	
Consumo de combustible en fuentes fijas	
30. Se cuenta con la constancia de inscripción de cada fuente fija de la institución.	
31. Cumplen las fuentes fijas con los requisitos mínimos de instalación, según lo establece el artículo 87 del Decreto Ejecutivo 25584-MINAE-H-P "Reglamento para la regulación de uso racional de la energía"	
32. Se cuenta con las autorizaciones y permisos otorgados por las instituciones respectivas.	
33. Cumplen las fuentes fijas con los requisitos mínimos de operación, según lo establece el artículo 88 del Decreto Ejecutivo 25584-MINAE-H-P "Reglamento para la regulación de uso racional de la energía"	
34. Se tiene establecido el inventario de fuentes fijas por el tipo de combustible que utilizan.	
35. Se registran los consumos de combustible de cada fuente fija.	

36. Se realizan evaluaciones sobre la eficiencia en el consumo de combustibles de las fuentes fijas.	
37. Los sistemas de fuentes fijas cuentan con programas de mantenimiento.	
38. Se tiene algún plan de sustitución de las fuentes fijas ineficientes.	
39. Se brinda capacitación continua al personal operativo.	
40. Los sistemas de fuentes fijas cuentan con programas de mantenimiento.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

**Protocolo de
Evaluación No. 18**

Tema: Gestión de la energía

Aspecto Ambiental: Consumo de energía eléctrica

Lineamientos	Cumplimiento
1. Se registra adecuadamente el consumo de energía a través de contadores eléctricos (medidores) y se lleva el control total de los medidores de la institución.	
2. Se genera información estadística sobre los consumos de energía, demanda y costo de la energía, por medidor.	
3. Se cuenta con el inventario por tipo de equipos, que hacen uso de electricidad en la institución (luminarias, equipo de cómputo, aires acondicionados, entre otros)	
4. Se tiene la caracterización energética de cada organización de la institución, de acuerdo a las actividades propias de cada una.	
5. Se realizan evaluaciones permanentes del consumo energético en equipos, sistemas y transporte de la institución.	
6. Se promueve la implementación de programas para el ahorro de energía, donde se establezcan objetivos, metas, actividades, responsables, plazos de ejecución, presupuesto.	
7. Se involucra a los funcionarios en el proceso de cambio de cultura hacia un uso racional y eficiente de la energía.	

8. Se realizan acciones o buenas prácticas con equipos y sistemas consumidores de electricidad.	
9. Se comunican los lineamientos obligatorios sobre el uso racional de la energía.	
10. Se aprovechan las opciones de ahorro de energía que tienen los equipos consumidores de electricidad.	
11. Existen programas de mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo en las instalaciones.	
12. Se llevan registros de los mantenimientos aplicados en las instalaciones.	
13. Se tiene alguna política interna para la selección y asignación de equipos consumidores de energía eléctrica de acuerdo a las necesidades de la institución.	
14. Se tiene algún programa de sustitución sobre los equipos o sistemas ineficientes.	
15. Se toma en consideración características de eficiencia energética para la compra de equipos consumidores de energía.	
16. Se da cumplimiento del Decreto Ejecutivo N° 23616-MIRENEM, correspondiente al uso racional de la energía eléctrica en iluminación, en la cual solicitan prescindir de la iluminación externa e interna, de las veinte horas a las seis horas del día siguiente, salvo en el caso de jornadas con horario nocturno y lo absolutamente imprescindible.	
17. Se ha analizado la posibilidad de utilizar aparatos o equipos que utilicen o funcionen con fuentes renovables de energía.	
18. En cuanto a la iluminación externa utilizan las lámparas con una eficacia lumínica mayor o igual a 65 lúmenes por watt.	
19. Se efectúan diagnósticos energéticos integrales en la institución.	
20. Se han establecido indicadores de eficiencia energética para el consumo de energía eléctrica.	
21. Se toman en consideración lineamientos de salud ocupacional para el tema energético.	
22. Conocen y cumplen con las normativas y regulaciones técnicas establecidas por la legislación vigente en el tema de energía.	
Total:	0
No. de lineamientos considerados:	0
% de cumplimiento:	

Anexo 2. Escala de valoración para aspectos ambientales según la MIIA.

ASPECTO	CARÁCTERÍSTICA DEL IMPACTO	VALORACIÓN
Naturaleza	Impacto Beneficioso	1
	Impacto Perjudicial	-1
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy Alta	8
	Total	12
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
	Total	8
	Crítico	(+4)
Momento (MO)	Largo Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia (PE)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad (RV)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Irreversible	4
Sinergia (SI)	Sin sinergismo (Simple)	1
	Sinérgico	2
	Muy Sinérgico	4
Acumulación (AC)	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto (EF)	Indirecto (Secundario)	1
	Directo	4

ASPECTO	CARÁCTERÍSTICA DEL IMPACTO	VALORACIÓN
Periodicidad	Irregular, esporádico o aperiódico (Discontinuo)	1
	Periódico	2
	Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	Recuperable inmediato	1
	Recuperable medio plazo	2
	Recuperable parcialmente (Mitigable y/o compensable)	4
	Irrecuperable	8
IMPORTANCIA (I)	$I = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	

Fuente: Decreto 32966 (4 mayo 2006).

Anexo 3. Factores de emisión por actividad.

Fuentes de emisión	Factores de emisión del IMN		
Diésel (comercial/institucional)	2.613 kg CO ₂ /L	0.000382 kg CH ₄ /L	0.00002442 kg N ₂ O/L
Gasolina (comercial/institucional)	2.231 kg CO ₂ /L	0.000346 kg CH ₄ /L	0,00002211 kg N ₂ O/L
Uso de electricidad	0.0754 kg CO _{2e} /kWh		
Relleno sanitario	0.0581 kg CH ₄ /kg de residuo		

Fuente: IMN (2018)

Anexo 4. Potencial de calentamiento global.

Potenciales de Calentamiento Global	
Gas	PCG horizonte a 100 años
CO ₂	1
CH ₄	21

N ₂ O	310
HFC 134a	1300
HFC 152a	140
R402a	2447
R402b	2150
R404a	3260
R404B	3260
R407c	1526
R410a	1725
R507	3300
R508B	10350
ISCEON MO49	2230
SF ₆	23900
R22	1810

Fuente: IPCC (2017)

Anexo 5. Coeficiente de escurrimiento por tipo de material (ke).

Tipo de material	ke
Cubiertas metálicas o plásticas	0.95
Techos impermeabilizados o cubiertos con materiales duros (p. ej. Tejas)	0.9
Concretos hidráulicos	0.9
Lámina metálica corrugada	0.85

Fuente: CONAGUA (2016).

Anexo 6. Registro histórico de precipitación en la estación meteorológica del Aeropuerto Tobías Bolaños.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2008	1,6	16,1	22,6	64,9	424,3	-	292,9	326,9	319,9	386,6	108,5	7,6
2009	7,1	0,1	9,2	16,6	274	266	46	77,6	152	313,2	144,5	22,1
2010	0,2	25	7,7	161,4	134	228	364,9	377,9	383,4	281,8	246,5	26,7
2011	3,6	20,5	6,9	73,5	208,2	194	258,3	196,2	184	461,7	93,2	45,7
2012	0	0,6	0,9	77	288,5	183,4	107,9	332,4	148,5	185,4	47,7	5,6
2013	0	0	17,1	53,1	145,5	149	87,9	284	444,5	342,2	164,8	10,3
2014	26,7	26,7	27,3	102,9	231,5	156,1	37,7	134,9	477,4	240	50,5	22,4
2015	0,5	51,1	0,2	22	113,8	153,1	136,4	116,8	173,2	198,5	274,6	23,4

2016	0,6	0	0,1	49,8	233,5	319,1	126,4	196,8	177,9	351,1	95,4	39,2
2017	3,6	6	0,6	133,1	389,3	211,4	270,5	331,7	482,7	355,5	138	12,9

Fuente: IMN (2008-2017)

Anexo 7. Registro histórico de precipitación en la estación meteorológica de Alajuela.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2008	0	38,7	12,8	145,4	508,8	-	244,6	421,7	428,9	444,5	166,4	39,6
2009	17,8	1,3	28,4	7,9	351,9	344,2	116,4	131,7	212,1	322,4	138,8	15,5
2010	2	6,9	15,2	81,4	198,3	242,6	437	366,9	618,3	303,3	309,5	49,6
2011	2,1	14,2	3,8	80,6	304,2	299,1	240,4	229,1	324,2	658,3	234,9	49,3
2012	0	2,8	2,6	147,3	186	205	68,7	205,7	432	266,6	88,1	18,9
2013	1	6,1	1,1	63,7	168,8	238,1	79,7	209,5	377,4	549,2	148	18,9
2014	0	0	5,1	91,3	332,9	267,1	29,5	144,3	539,4	315,7	119,7	11,9
2015	0	7,4	0	13,9	100,2	111,9	102,2	179,5	293,9	419	322,4	151,2
2016	0	0	0	34,8	167,2	266,7	173,2	153,7	275	336,5	143,1	159,6
2017	0,5	3	0	178,2	363,2	232,5	268,6	211,2	403,7	-	-	36,1

Fuente: IMN (2008-2017)

Anexo 8. Registro histórico de precipitación en la estación meteorológica del edificio IMN en San José.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2008	0,5	2,4	14,2	80,9	458,7	-	304,8	331,9	372,1	392	123,7	-
2009	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	119,2	7,6
2010	19	29,9	10,2	-	123,3	330,8	389,9	389,5	-	197,8	267,2	48
2011	5,1	10,7	12,7	50,7	295,4	194,9	264,6	180	208,4	510,7	168,8	65,2
2012	4,5	-	-	-	228,6	189,4	103,5	196,4	194,3	209,3	78,8	20,7
2013	0	0	4,6	34	199,6	357,2	143,8	218,8	365	332,4	145,4	28,8
2014	0,3	0,3	0,4	16,5	179,9	195,6	92,4	171,8	497,9	226	70	30,9
2015	8,4	1,7	1,6	6,6	82,4	168,6	181,7	70,5	199,8	377,9	219,6	22,5
2016	0	2,6	0	81	174,4	329	97,8	127,2	251,2	450,4	189,4	140,8
2017	9,2	3	2,8	83,8	592	363	260,4	275,2	578,8	321,6	112,6	30,8

Fuente: IMN (2008-2017)

10. APÉNDICE

Apéndice 1. Registro de consumo de energía eléctrica en los sitios de estudio durante el 2017.

	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAM PARADOS	TIBÁS	GUADALUPE	PAVAS	ALAJUELA	CARTAGO	T. RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO	OC
Ene.	3710	1456	1524	1883	2594	916	8437,2	2836	2572	831	431	1077	16640
Feb.	3608	1461	1573	2004	2794	886	7520,8	2761	2382	847	441	1309	18400
Mar.	3924	1404	1552	1863	3365	714	7805,2	2646	2274	956	370	1203	18160
Abr.	3942	1397	1767	1967	3669	758	8437,2	3058	2016	739	570	1204	18560
May.	3984	1759	1473	1896	3753	666	7457,6	3153	1961	896	744	1362	20720
Jun.	4115	1547	1499	2053	3120	733	8626,8	2516	2015	875	1147	1501	21440
Jul.	3904	1435	1635	2076	3104	807	8721,6	2153	2108	857	1113	1314	20800
Ago.	3901	1606	1408	2318	3456	757	7994,8	2525	2148	1191	678	1325	19200
Set.	4004	1500	1634	2009	3550	969	8374	2265	2095	1068	298	1285	20320
Oct.	4130	1759	1866	2012	3229	966	7931,6	2145	2214	975	45	1453	18000
Nov.	3539	1598	1573	2384	3446	943	7362,8	1977	2122	913	746	1229	19280
Dic.	3452	1389	1567	2040	3057	1027	4771,6	2110	2862	855	775	1164	18640

Apéndice 2. Registro de indicadores del consumo de energía por persona en los sitios de estudio durante el 2017.

	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAM PARADOS	TIBAS	GUADALUPE	PAVAS	ALAJUELA	CARTAGO	T. RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO	OC
Ene.	265,00	132,36	127,00	188,30	152,59	83,27	468,73	218,15	183,71	166,20	39,18	179,50	97,88
Feb.	257,71	132,82	131,08	200,40	164,35	80,55	417,82	212,38	170,14	169,40	40,09	218,17	108,24

	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAM PARADOS	TIBAS	GUADALUPE	PAVAS	ALAJUELA	CARTAGO	T. RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO	OC
Mar.	280,29	127,64	129,33	186,30	197,94	64,91	433,62	203,54	162,43	191,20	33,64	200,50	106,82
Abr.	281,57	127,00	147,25	196,70	215,82	68,91	468,73	235,23	144,00	147,80	51,82	200,67	109,18
May.	284,57	159,91	122,75	189,60	220,76	60,55	414,31	242,54	140,07	179,20	67,64	227,00	121,88
Jun.	293,93	140,64	124,92	205,30	183,53	66,64	479,27	193,54	143,93	175,00	104,27	250,17	126,12
Jul.	278,86	130,45	136,25	207,60	182,59	73,36	484,53	165,62	150,57	171,40	101,18	219,00	122,35
Ago.	278,64	146,00	117,33	231,80	203,29	68,82	444,16	194,23	153,43	238,20	61,64	220,83	112,94
Set.	286,00	136,36	136,17	200,90	208,82	88,09	465,22	174,23	149,64	213,60	27,09	214,17	119,53
Oct.	295,00	159,91	155,50	201,20	189,94	87,82	440,64	165,00	158,14	195,00	4,09	242,17	105,88
Nov.	252,79	145,27	131,08	238,40	202,71	85,73	409,04	152,08	151,57	182,60	67,82	204,83	113,41
Dic.	246,57	126,27	130,58	204,00	179,82	93,36	265,09	162,31	204,43	171,00	70,45	194,00	109,65

Apéndice 3. Registro de consumo de agua en los sitios de estudio durante el 2017.

	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAM PARADOS	TIBÁS	GUADALUPE	PAVAS	ALAJUELA	CARTAGO	T.RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO	OC
Ene.	29	22	68	106	137	25	230	35	76	25	61	32	117

Feb.	32	23	76	123	124	35	288	80	76	32	215	32	207
Mar.	24	20	69	122	141	23	199	128	76	22	171	32	152
Abr.	33	25	79	131	137	27	208	117	76	35	95	38	123
May.	40	24	77	193	143	22	262	94	70	23	103	38	101
Jun.	28	29	71	152	58	25	203	79	70	40	98	38	148
Jul.	28	44	73	144	123	27	229	65	67	31	152	38	148
Ago.	37	26	56	166	121	31	244	87	67	44	178	38	429
Set.	35	61	73	151	153	33	225	88	52	43	109	41	130
Oct.	49	27	81	168	110	36	201	48	49	42	171	32	181
Nov.	43	32	63	146	112	42	187	38	70	42	88	32	143
Dic.	38	19	66	105	113	57	310	49	52	45	220	38	139

Apéndice 4. Registro de indicadores del consumo de agua por persona en los sitios de estudio durante el 2017.

	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAM PARADOS	TIBÁS	GUADALUPE	PAVAS	ALAJUELA	CARTAGO	T.RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO	OC
Ene.	0,07	0,07	0,19	0,35	0,27	0,08	0,43	0,09	0,18	0,17	0,18	0,18	0,02
Feb.	0,08	0,07	0,21	0,41	0,24	0,11	0,53	0,21	0,18	0,21	0,65	0,18	0,04
Mar.	0,06	0,06	0,19	0,41	0,28	0,07	0,37	0,33	0,18	0,15	0,52	0,18	0,03
Abr.	0,08	0,08	0,22	0,44	0,27	0,08	0,39	0,30	0,18	0,23	0,29	0,21	0,02

May.	0,10	0,07	0,21	0,64	0,28	0,07	0,49	0,24	0,17	0,15	0,31	0,21	0,02
Jun.	0,07	0,09	0,20	0,51	0,11	0,08	0,38	0,20	0,17	0,27	0,30	0,21	0,03
Jul.	0,07	0,13	0,20	0,48	0,24	0,08	0,42	0,17	0,16	0,21	0,46	0,21	0,03
Ago.	0,09	0,08	0,16	0,55	0,24	0,09	0,45	0,22	0,16	0,29	0,54	0,21	0,08
Set.	0,08	0,18	0,20	0,50	0,30	0,10	0,42	0,23	0,12	0,29	0,33	0,23	0,03
Oct.	0,12	0,08	0,23	0,56	0,22	0,11	0,37	0,12	0,12	0,28	0,52	0,18	0,04
Nov.	0,10	0,10	0,18	0,49	0,22	0,13	0,35	0,10	0,17	0,28	0,27	0,18	0,03
Dic.	0,09	0,06	0,18	0,35	0,22	0,17	0,57	0,13	0,12	0,30	0,67	0,21	0,03

Apéndice 5. Registro de consumo de combustible fósil en los sitios de estudio durante el 2017.

	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAMP ARADOS	TIBÁS	PAVAS	ALAJUE LA	CARTAGO	T.RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO	OC
Ene.	1067,4	1011,9	2429,7	1345	2101,6	4157,5	3311	2335,2	1007	3464,7	1622,6	3179,3
Feb.	1284	1005	2570,8	1210	2239	3901,7	3855	2664,6	1042	3644,9	1119,8	2296,1
Mar.	2256,2	1621	3766	1669	3293	5896,5	5232	2393	1163	5014,3	1587	4877,4
Abr.	1621,9	1017,	2860,5	1988	2542	4609,8	2718	1781	736	4870,3	1043	4128,5
May.	1947,6	1	2495,2	2345	2351	4489,6	2691	1623	1002	3154,1	1425,4	2461
Jun.	1641,5	1267	2329	1563	2073	4474,3	2604	2148	695	3874,6	1690,8	732,3

	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAMP ARADOS	TIBÁS	PAVAS	ALAJUE LA	CARTAGO	T.RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO	OC
Jul.	1400	1066	1853	1402	2028	421	2696	797	1277	3128,6	994	5786,2
Ago.	1306	817	2391,35	1739	1995	4287,4	2344	1388	518	3751,4	1504,4	3890,4
Set.	1722	1461,8	2066,18	1715	1694	3961	1986	1843	213	3509,9	1084,3	4519,5
Oct.	1279	817	1964,3	1751	2066,3	5561,2	1606	1046	256	3386,8	1272	4478
Nov.	1305	1009	2367,22	930	1551	4134,6	2301	1113	1	3354	932	5422,6
Dic.	1101	1224	2715	129	1033	4330	1571	2134,1	455	4123	1296	1859

Apéndice 6. Registro de indicadores relacionados con el consumo de combustible en los sitios de estudio durante el 2017.

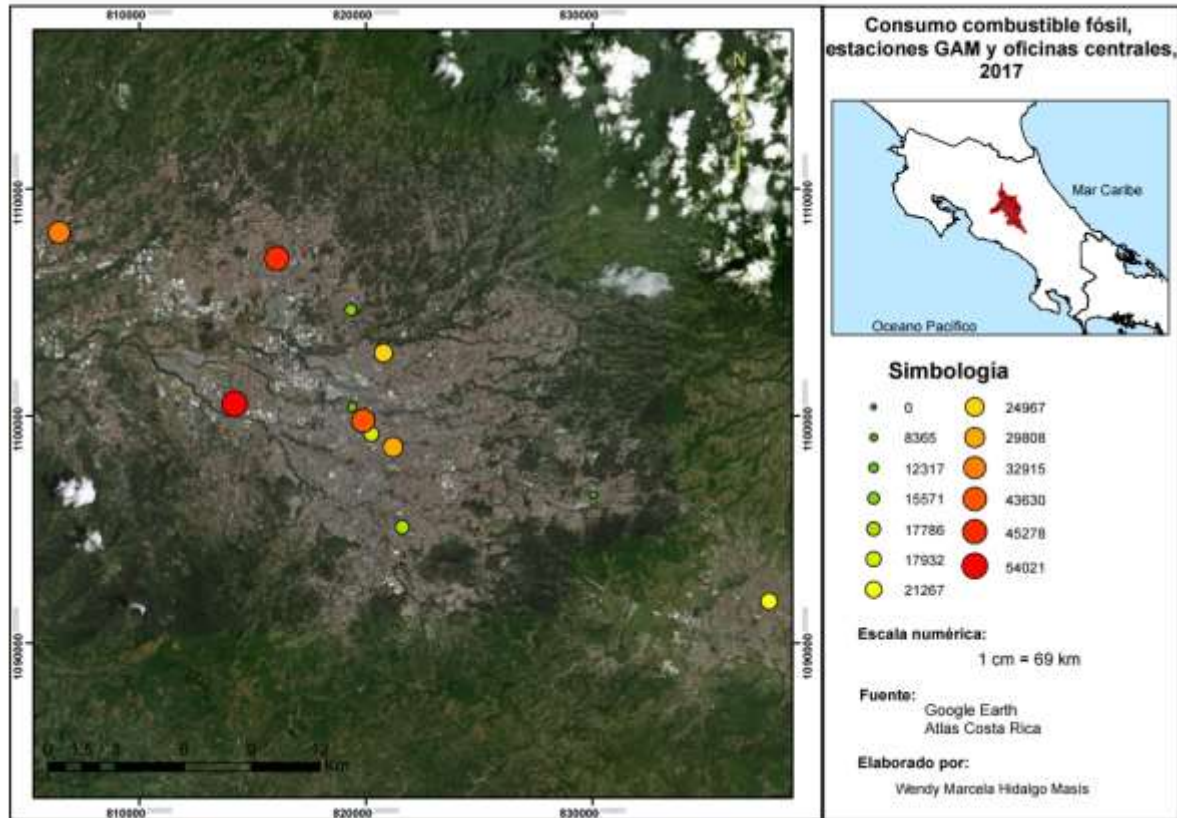
	CENTRAL	B° MEXICO	B° LUJAN	DESAMP ARADOS	TIBÁS	PAVAS	ALAJUE LA	CARTAGO	T.RÍOS	HEREDIA	S. DOMINGO
	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.	Ind.
Ene.	0,60	2,47	2,17	0,34	1,22	1,64	1,07	3,46	2,40	1,97	2,04
Feb.	0,59	3,01	2,95	0,54	0,62	1,36	1,70	2,03	2,30	2,05	2,24
Mar.	0,55	3,01	2,24	1,59	0,93	1,49	1,24	2,96	2,78	2,87	2,58
Abr.	0,54	2,94	2,29	0,79	0,69	1,33	1,54	2,85	3,56	2,14	2,65
May.	0,60	0,00	2,51	0,64	0,50	1,50	1,34	3,19	2,85	2,13	2,47
Jun.	0,60	4,02	2,41	1,55	1,48	1,53	0,88	3,20	3,10	2,34	2,31
Jul.	0,61	4,63	2,14	1,65	2,26	1,55	0,83	3,78	2,36	2,93	3,45

Ago.	0,51	4,09	1,30	0,81	1,18	1,43	1,32	5,47	3,33	2,40	2,52
Set.	0,64	2,44	1,59	0,78	1,11	1,37	1,82	3,63	7,36	2,05	2,95
Oct.	0,57	3,50	1,34	1,17	1,27	0,84	2,25	3,88	6,38	2,00	2,48
Nov.	0,53	2,60	0,28	1,13	1,55	1,03	1,13	3,77	0,00	2,09	3,42
Dic.	0,40	2,27	0,13	0,11	4,18	0,39	0,87	3,93	5,82	2,12	1,39
Total combustibles	17932	12318	29808	17786	24967	54021	32915	21266	8365	45278	15571
Emergencias atendidas	1256	930	2422	2983	1465	3507	3162	2815	1130	3425	1399
Ind. Asociado	14,3	13,2	12,3	6,0	17,0	15,4	10,4	7,6	7,4	13,2	11,1

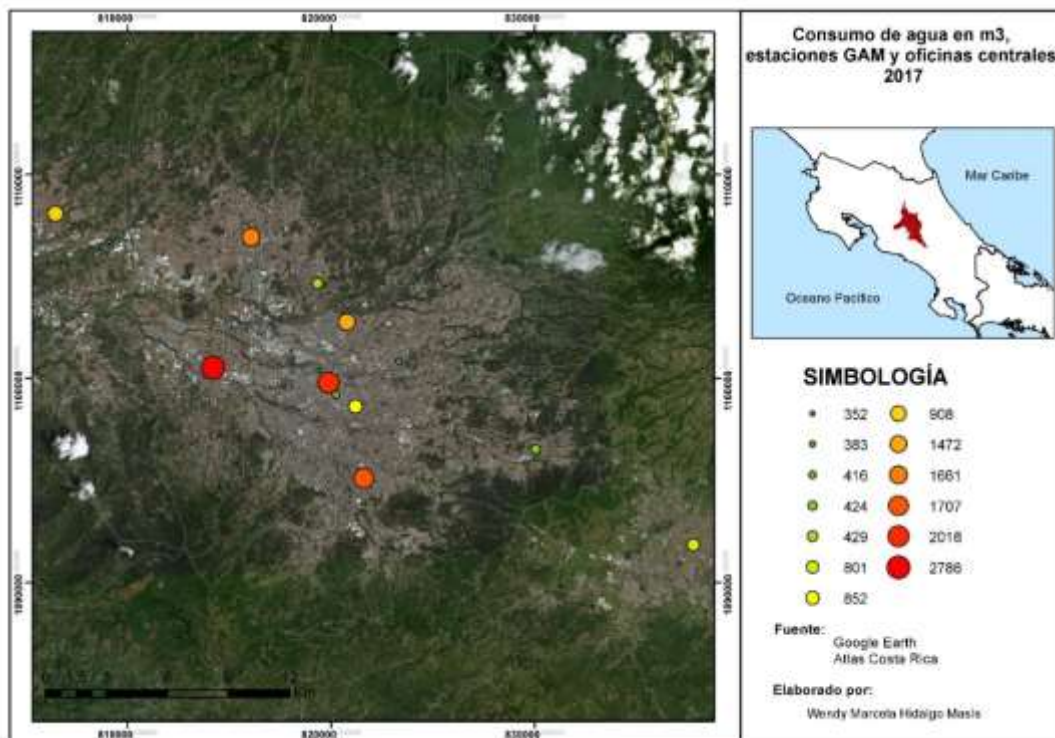
Apéndice 7. Registro de estudio de generación y composición de residuos en los sitios de estudio.

Tipo de residuo	Oficinas centrales	Central	Pavas	Alajuela	B° Méjico	Heredia	Tibás	B° Lujan	Desamparados	Tres Ríos	Cartago	Santo Domingo	Guadalupe	TOTALES	
	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	Masa kg	% comp.
Plástico	6,7	11,2	5,9	2,7	8	11,95	2,2	2,38	3,3	2,7	2,25	6,2	0,84	59,62	11%
Aluminio	2,4	3,8	1,6	-	2,5	1,8	0,75	0,3	1,8	-	0,65	1	0,13	14,33	3%
Vidrio	-	-	4,4	-	-	3,9	0,54	0,3	2,5	-	-	0,5	0,017	12,157	2%
Papel y cartón	50,15	-	-	-	9	3,2	-	1,96	3,5	-	-	-	0,945	18,605	3%
R. especiales	-	-	-	-	-	-	-	0,25	3,5	-	0,8	-	-	4,55	1%
R. peligrosos	9,65	0,72	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	0%
Orgánicos	140,12	71	79,05	66	33	12,83	37,2	22	9,2	16,4	3,3	4,78	7,1	361,86	68%
Ordinarios	10,85	14,7	0,8	11	-	14,76	1,07	-	-	0,97	12,6	5,8	1	62,7	12%
TOTAL	219,87	101,42	92,95	79,7	52,5	48,44	41,76	27,19	23,8	20,07	19,6	18,28	10,032	535,742	
Tasa de generación	0,18	0,72	0,89	0,95	0,68	0,49	0,35	0,35	0,34	0,20	0,56	0,44	0,24		

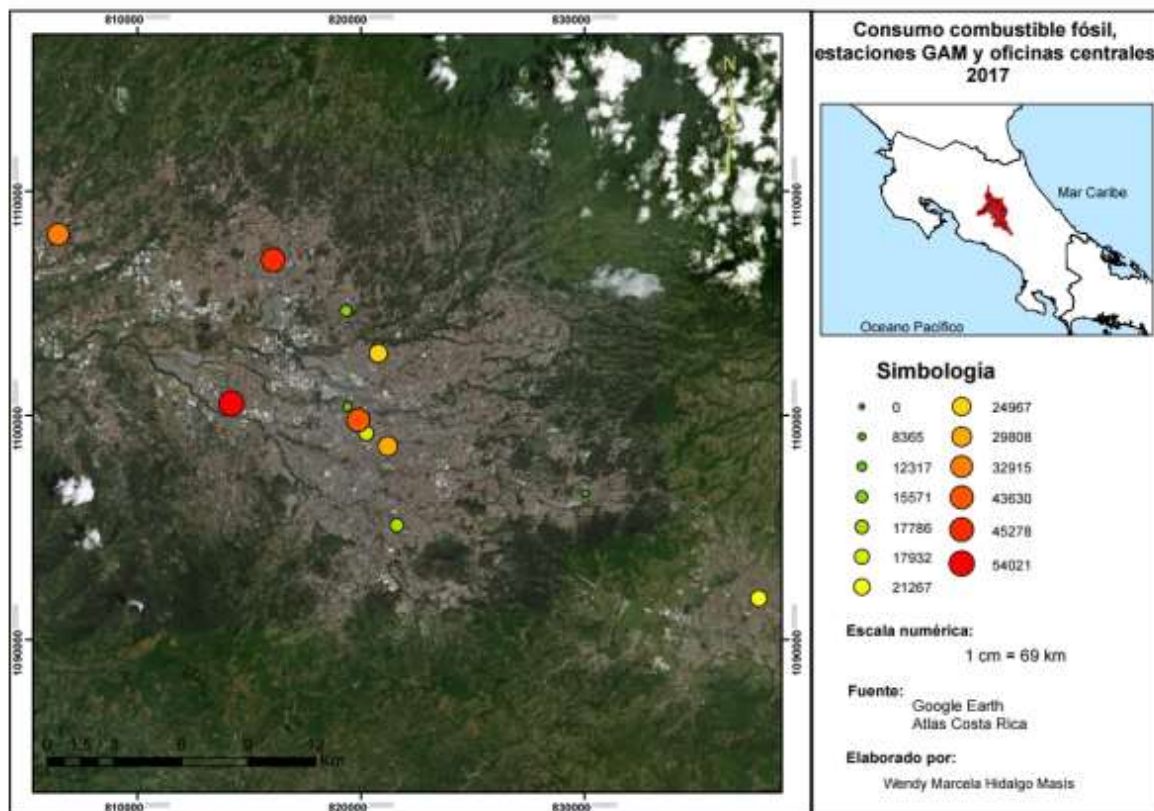
Apéndice 8. Mapa de consumo de energía eléctrica en todos los sitios de estudio.



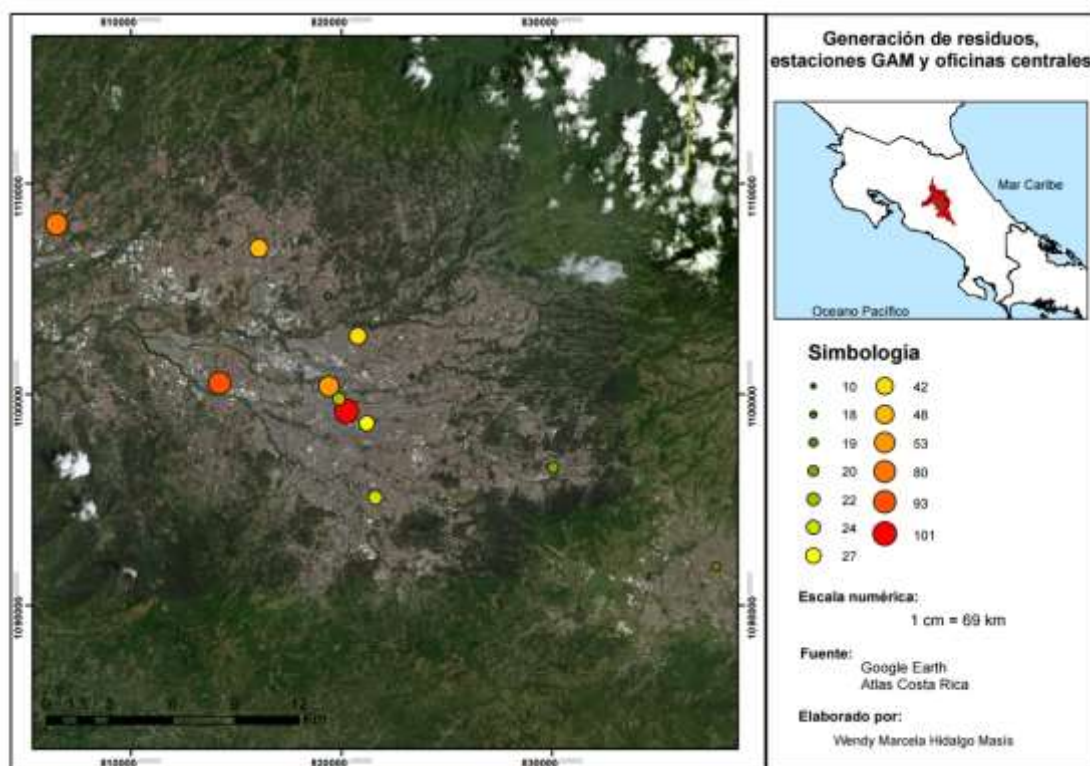
Apéndice 9. Mapa de consumo de agua en todos los sitios de estudio.



Apéndice 10. Mapa de consumo de combustible fósil en todos los sitios de estudio.



Apéndice 11. Mapa de generación de residuos en los sitios de estudio.



Apéndice 12. Impactos ambientales negativos de las labores del BCBCR.

ACCIÓN	MEDIO	IMPACTO	VALORACIÓN	
Uso de vehículos para la atención de emergencia	Aire	Emisión de gases contaminantes y material particulado a la atmosfera producto de la combustión interna de motores.	-40	Moderado negativo
Uso de vehículos para la atención de emergencia	Salud	Afectación de salud por los gases emitidos, enfermedades respiratorias y/o cardo vasculares	-32	Moderado negativo
Uso de vehículos para actividades administrativas.	Aire	Emisión de gases contaminantes y material particulado a la atmosfera producto de la combustión interna de motores.	-40	Moderado negativo
Uso de vehículos para actividades administrativas.	Salud	Afectación de salud por los gases emitidos, enfermedades respiratorias y/o cardo vasculares	-32	Moderado negativo
Lavado de vehículos.	Agua subterránea	Contaminación de cuerpos de agua subterráneos, producto de las aguas grises del lavado de vehículos	-28	Moderado negativo
Lavado de vehículos.	Agua superficial	Disminución de cantidad de agua disponible para consumo de agua (época seca)	-29	Moderado negativo
Consumo de energía eléctrica para realización de actividades diarias	Aire	Emisión de gases a la atmosfera producto de la generación	-27	Moderado negativo
Consumo de agua para la realización de actividades diarias.	Agua subterránea	Contaminación por producción de aguas negras y grises (Servicios Sanitarios y comedor)	-31	Moderado negativo
Generación de residuos.	Aire	Emisión de metano a la atmósfera, además generación de malos olores	-50	Moderado negativo
Generación de residuos.	Agua	Contaminación de cuerpos de agua producto de los lixiviados que generan los residuos	-46	Moderado negativo
Generación de residuos.	Salud	Generación de vectores que producen enfermedades	-39	Moderado negativo
Generación de residuos producto de las actividades diarias.	Paisaje	Cambio de paisaje debido a la presencia de residuos dentro de las instalaciones y a la construcción de rellenos sanitarios	-28	Moderado negativo

Apéndice 13. Impactos ambientales positivos de las labores del BCBCR.

ACCION	MEDIO	IMPACTO	VALORACIÓN	
Atención de emergencias	Social	Protección de la vida, ambiente e infraestructuras	80	Crítico positivo
Atención de emergencias	Empleo	Generación directa e indirecta de empleo, dado a las actividades que lleva la atención de incendios en el área de cobertura	70	Severo positivo
Atención de emergencias	Económico	Aumento de la dinámica económica dentro del área de cobertura de atención de emergencias	78	Crítico positivo
Atención de incendios estructurales	Aire	Disminución de gases contaminantes que emiten producto de la combustión	64	Severo positivo
Atención de incendios estructurales	Salud	Disminución de problemas cardiorrespiratorios	53	Severo positivo
Atención de incendios estructurales	Agua	Prevención de contaminación de cuerpos de agua, producto de la precipitación de compuestos	57	Severo positivo
Rescate de animales	Fauna	Conservación de especies	69	Severo positivo
Atención de incendios forestales	Fauna	Conservación de fauna en sitio	54	Severo positivo
Atención de incendios forestales	Flora	Conservación de especies	54	Severo positivo
Atención de incendios forestales	Suelo	Cambio de propiedades físicas del suelo	62	Severo positivo
Atención de incendios forestales	Aire	Disminución de gases que se emiten a la atmosfera	64	Severo positivo
Atención de incendios forestales	Agua	Prevención de contaminación de cuerpos de agua, producto de la precipitación de compuestos	63	Severo positivo
Realización de actividades administrativas	Empleo	Generación directa e indirecta de empleo	40	Moderado positivo
Realización de actividades administrativas	Económico	Aumento de la dinámica económica	46	Moderado positivo
Realización de actividades administrativas	Social	Prevención de accidentes	80	Crítico positivo

Apéndice 14. Porcentaje de cumplimiento de aspectos ambientales en estaciones de bomberos con base en los protocolos de DIGECA.

Aspecto ambiental	Alajuela	B° Luján	B° Mexico	Cartago	Central	Desamparados	Guadalupe	Heredia	Pavas	S. Domingo	Tibás	Tres Ríos
Emisiones de fuentes móviles	100	71	86	83	86	100	100	100	100	100	100	86
Generación de ruido y vibraciones por actividades antrópicas	100	60	88	57	80	100	86	50	63	40	67	67
Consumo de agua	89	60	80	45	50	50	50	30	20	36	30	30
Generación de aguas residuales	100	0	33	33	0	33	0	67	33	0	33	0
Generación de residuos sólidos ordinarios	10	16	71	48	52	6	40	35	29	24	45	60
Consumo de papel	82	50	80	73	73	73	70	55	82	64	73	60
Generación de residuos electrónicos	50	20	20	0	25	0	25	20	0	20	20	75
Generación de residuos sólidos peligrosos	33	17	67	13	81	67	50	29	70	29	38	50
Generación de residuos infectocontagiosos	75	17	0	38	75	10	57	20	73	56	55	67
Uso de sustancias peligrosas	100	0	100	0	69	64	92	86	0	0	100	100
Manejo de productos derivados de hidrocarburos	100	83	67	71	85	86	100	78	100	75	89	78
Consumo de combustibles fósiles	66	25	38	50	65	68	54	67	29	32	44	52
Consumo de energía eléctrica	68	42	43	57	52	64	73	53	16	23	43	50

Apéndice 15. Porcentaje de cumplimiento de aspectos ambientales en oficinas centrales con base en los protocolos de DIGECA.

Aspecto ambiental	OC
Emisiones de fuentes móviles	100
Consumo de agua	30
Generación de aguas residuales	100
Generación de residuos sólidos ordinarios	50
Consumo de papel	82
Generación de residuos electrónicos	20
Generación de residuos sólidos peligrosos	20
Consumo de combustibles fósiles	35
Consumo de energía eléctrica	29

Apéndice 16. Matriz escogencia sitios críticos.

Sitios de estudio	Representan el 80%			
	Electricidad	Agua	Combustible	Residuos
Central	X			
Barrio México				
Barrio Luján		X	X	
Desamparados		X		
Tibás	X	X	X	
Guadalupe				
Pavas	X	X	X	X
Alajuela	X	X	X	X
Cartago	X		X	
Tres Ríos				
Heredia		X	X	X
Santo Domingo				
Edificio central	X	X	X	X

Apéndice 17. Indicadores de eficiencia energética en la estación de Alajuela.

Meses	Consumo energía eléctrica (kWh)	Área construcción	Numero personal	Indicador kWh/m ²	Indicador kWh/persona
Enero	2836	680	13	4,2	218,2
Febrero	2761	680	13	4,1	212,4
Marzo	2646	680	13	3,9	203,5
Abril	3058	680	13	4,5	235,2
Mayo	3153	680	13	4,6	242,5
Junio	2516	680	13	3,7	193,5
Julio	2153	680	13	3,2	165,6

Agosto	2525	680	13	3,7	194,2
Septiembre	2265	680	13	3,3	174,2
Octubre	2145	680	13	3,2	165,0
Noviembre	1977	680	13	2,9	152,1
Diciembre	2110	680	13	3,1	162,3

Apéndice 18. Indicadores de eficiencia energética en la estación de Pavas.

Meses	Consumo energía eléctrica (kWh)	Área construcción	Numero personal	Indicador kWh/m2	Indicador kWh/persona
Enero	8437,2	900	18	9,4	468,7
Febrero	7520,8	900	18	8,4	417,8
Marzo	7805,2	900	18	8,7	433,6
Abril	8437,2	900	18	9,4	468,7
Mayo	7457,6	900	18	8,3	414,3
Junio	8626,8	900	18	9,6	479,3
Julio	8721,6	900	18	9,7	484,5
Agosto	7994,8	900	18	8,9	444,2
Septiembre	8374	900	18	9,3	465,2
Octubre	7931,6	900	18	8,8	440,6
Noviembre	7362,8	900	18	8,2	409,0
Diciembre	4771,6	900	18	5,3	265,1

Apéndice 19. Indicadores de eficiencia energética en el edificio de oficinas centrales.

Meses	Consumo energía eléctrica (kWh)	Área construcción	Numero personal	Indicador kWh/m2	Indicador kWh/persona
Enero	16640	1200	170	13,9	97,9
Febrero	18400	1200	170	15,3	108,2
Marzo	18160	1200	170	15,1	106,8
Abril	18560	1200	170	15,5	109,2
Mayo	20720	1200	170	17,3	121,9
Junio	21440	1200	170	17,9	126,1
Julio	20800	1200	170	17,3	122,4
Agosto	19200	1200	170	16,0	112,9
Septiembre	20320	1200	170	16,9	119,5
Octubre	18000	1200	170	15,0	105,9
Noviembre	19280	1200	170	16,1	113,4
Diciembre	18640	1200	170	15,5	109,6

Apéndice 20. Inventario de vehículos que pertenecen a la estación de bomberos de Alajuela durante el 2017.

ID	N° de placa	Tipo vehículo	Marca	Modelo	Año	Potencia	Cilindraje	Rend. fabrica	Consumo de combustible anual	Km recorridos	Indicador anual	Eficiencia
M-71	341-308	Camión (Unidad extintora)	Freightliner	M2 106	2010	210	12 800	3.5	6 945	7 554	1.09	31%
M-80	341-226	Camión (Unidad extintora)	International	4900	2001	ND	8 700	2.3	754	1 232.8	1.64	71%
M-79	341-57	Camión (Unidad extintora)	International	4900	2001	ND	8 700	2.3	1 164	1 938.6	1.67	72%
M-56	314-15	Camión (Unidad extintora)	Freightliner	M2 106	2010	210	12 800	3.5	7 616	15 861.1	2.08	60%
AR-08	341-414	Camioneta (Ataque Rápido)	Ford	F-350	2015	328	6 700	5.6	3 746	14 782	3.95	70%
V-25	341-170	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2011	115	3 000	10	176	1 689	9.60	96%

Apéndice 21. Inventario de vehículos que pertenecen a la estación de bomberos de Pavas durante el 2017.

ID	N° de placa	Tipo vehículo	Marca	Modelo	Año	Potencia	Cilindraje	Rend. fabrica	Consumo de combustible anual	Km recorridos	Indicador anual	Eficiencia
P-03	341-86	Camión (Plataforma)	Scania	DC 110	2001	250	10640	1,3	2577	914	0,35	27%
M-27	341-190	Camión (Unidad extintora)	International	4900	2000	0	7800	2,1	187	81,1	0,43	21%
CIS-06	341-479	Camión (Cisterna)	Freightliner	Cascadia	2017	505	14800	4	2740	1999,9	0,73	18%
M-35 nueva	341-326	Camión (Unidad extintora)	Freightliner	M2 106	2014	410	12800	3,7	9304,84	11224	1,21	33%
M-15	341-90	Camión (Unidad extintora)	Freightliner	M2 106	2008	222	7200	3,1	2189	3501	1,60	52%

ID	N° de placa	Tipo vehículo	Marca	Modelo	Año	Potencia	Cilindraje	Rend. fabrica	Consumo de combustible anual	Km recorridos	Indicador anual	Eficiencia
T-01	341-362	Camión (Unidad extintora)	Freightliner	CA 125 LLP	2015	515	14000	3	7448,39	13088,7	1,76	59%
M-53	341-206	Camión (Unidad extintora)	International	4900	2001	0	8700	2,3	932	1762,72	1,89	82%
R-08	341-6	Camión (Unidad extintora)	Freightliner	M2106	2009	250	6400	3,3	6417,12	12570	1,96	59%
AR-06	341-413	Camión (Ataque rápido)	Ford	F-350	2015	328	6700	5,6	5607	21103,9	3,76	67%
INS-152	341-269	Vehículo de apoyo	Nissan	1200	1987	51	1171	11	246,7	1317	5,34	49%

Apéndice 22. Inventario de vehículos que pertenecen a oficinas centrales durante el 2017.

ID	N° de placa	Tipo vehículo	Marca	Modelo	Año	Potencia	Cilindraje	Rend. fabrica	Consumo de combustible anual	Km recorridos	Indicador anual	Eficiencia
G-02	341-231	Grúa	International	4900	2000	0	7800	2,3	3901,7	2000	0,51	22%
V-80	341-79	Automóvil (vehículo de apoyo)	Daihatsu	Delta	1998	71	3660	8,0	112,0	60	0,54	7%
V-54	341-70	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Corolla	2003	0	1800	13,1	572,0	898	1,57	12%
V-73	341-367	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Hino	2015	110	4000	6,0	963,0	1639	1,70	28%
V-107	341-280	Automóvil (vehículo de apoyo)	Daihatsu	Terios	2013	77	1497	14,08	501,0	900	1,80	13%

ID	N° de placa	Tipo vehículo	Marca	Modelo	Año	Potencia	Cilindraje	Rend. fabrica	Consumo de combustible anual	Km recorridos	Indicador anual	Eficiencia
CIS-01	341-221	Camión (Cisterna)	Freigthliner	CL 120	2011	500	14000	3,2	11509,5	22.884,00	1,99	62%
V-95	341-19	Automóvil (vehículo de apoyo)	Jeep	Cherokee	2010	120	2800	7,2	373,3	866	2,32	32%
V-131	341-372	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	505,88	1344	2,66	24%
V-96	341-259	Automóvil (vehículo de apoyo)	Nissan	Murano	2004	175	3498	8,1	29	84,41	2,91	36%
V-108	341-279	Automóvil (vehículo de apoyo)	Daihatsu	Terios	2013	77	1497	14,08	434,7	1658	3,81	27%
V-66	341-360	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	524,0	2016	3,85	35%
V-139	341-548	Automóvil (vehículo de apoyo)	Nissan	Frontier	2018	141	2500	8	345,0	1592,1	4,61	58%
V-57	341-193	Automóvil (vehículo de apoyo)	Susuki	Ignis	2003	0	1300	12	197	974,5	4,95	41%
CIS-02	341-239	Camión (Cisterna)	Freigthliner	CL 120	2011	500	14000	3,2	916,0	5.632,80	6,15	192%
V-119	341-286	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2013	147	3200	10,7	245	1541,33	6,29	59%
V-132	341-378	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	916,33	5792	6,32	57%
V-58	341-18	Automóvil (vehículo de apoyo)	Jeep	Cherokee	2010	120	2800	7,2	53	338	6,38	89%

ID	N° de placa	Tipo vehículo	Marca	Modelo	Año	Potencia	Cilindraje	Rend. fabrica	Consumo de combustible anual	Km recorridos	Indicador anual	Eficiencia
V-78	341-123	Automóvil (vehículo de apoyo)	Daihatsu	Delta	1998	71	3660	8,0	161,5	1060	6,56	82%
V-174	341-459	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Hi Lux	2017	121	3000	10,0	94,8	661,7	6,98	70%
V-43	341-166	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2011	87	2500	7,2	56	418,4	7,47	104%
V-179	341-480	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Lan Cruiser	2017	96	4164	8,1	1155,7	8737	7,56	93%
V-134	341-380	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	603,2	4642	7,70	69%
V-133	341-379	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	724,6	5730	7,91	71%
V-150	341-439	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Lan Cruiser	2016	96	4164	8,1	1639,1	13125	8,01	99%
V-153	341-473	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Hi Lux	2017	121	3000	10,0	63,0	521	8,27	83%
V-120	341-284	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2013	147	3200	10,7	878,03	7489	8,53	80%
V-36	341-187	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2011	115	3000	7,2	1292,9	11334,6	8,77	122%
V-122	341-285	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2013	147	3200	10,7	880,02	8084,2	9,19	86%

ID	N° de placa	Tipo vehículo	Marca	Modelo	Año	Potencia	Cilindraje	Rend. fabrica	Consumo de combustible anual	Km recorridos	Indicador anual	Eficiencia
V-111	341-283	Automóvil (vehículo de apoyo)	Daihatsu	Terios	2013	77	1497	14,08	77	764,7	9,93	71%
V-152	341-472	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Hi Lux	2017	121	3000	10,0	43,0	443	10,30	103%
V-121	341-291	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2013	147	3200	10,7	1061,49	10946	10,31	96%
V-124	341-374	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	1934,63	20541	10,62	96%
V-126	341-376	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	1691,07	18010	10,65	96%
V-123	341-336	Automóvil (vehículo de apoyo)	Ford	Ranger	2014	147	3200	11,0	1889,63	20377	10,78	98%
V-125	341-375	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Rav 4	2015	132	2500	11,1	2030,96	23973	11,80	106%
V-146	341-436	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Prado	2016	161	3000	12,3	47,3	588,5	12,44	101%
V-176	341-478	Automóvil (vehículo de apoyo)	Toyota	Prado	2017	161	3000	12,5	56,2	776,4	13,81	110%
B-06	341-260	Microbús	Toyota	Hiace	1995	65	1998	8,4	415,3	5756	13,86	165%
V-110	341-282	Automóvil (vehículo de apoyo)	Daihatsu	Terios	2013	77	1497	14,08	716,0	12134	16,95	120%
MOT-11	341-271	Motocicleta	Kawasaki	Bayou 300	2012	0	250	21,2	20,8	400	19,26	91%

Apéndice 23. Inventario energético de equipos eléctricos y electrónicos pertenecientes a la estación de Alajuela.

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
Oficina	Teléfono inalámbrico	5	AT&T	4H20	2,5	9
	Radio base	1	Motorola	DGM 1600 T	45	32,4
	Central telefónica	1	Panasonic	KX-Term8224LA	75	54
	Aire acondicionado	1	Westinghouse	WCHXD2-24K4A	1922	288,3
	Batería respaldo	1	CDP	R-UPR754	350	252
	Monitor computadora	1	HP	EliteDesk 800G2	21,9	15,8
	CPU	1	HP	EliteDesk 800G3	280	201,6
	Fluorescente	3	Sylvania	-	35	25,2
	Parlante	1	OMEGA	-	10	0,6
	Televisor	1	AOC	LE32S5970	60	5,4
Cuarto jefe estación	Ducha	1	Lorenzetti	-	4000	60
	Fluorescente	1	-	Compacto	20	0,3
	Reloj despertador	1	Sony	ICFC212	5	3,6
	Cargador batería radio	1	Motorola	PMNN4069A	13	2,34
	Parlante	1	Yaesu	SP-4	3	0,045
	Lámpara	1	Phillips	-	60	1,8
	Ventilador	1	Lasko	Seville clasics	60	7,2
	Fluorescente	3	Sylvania	-	35	12,6
	Televisor	1	AOC	LE32S5970	60	2,7
Patio	Fluorescente	9	Sylvania	506	34	45,9
Oficina de oficiales	Monitor computadora	1	HP	P20 VA	21,9	15,8
	CPU	1	HP	EliteDesk 800G2	280	176,4
	Aire acondicionado	1	Westinghouse	WCHXD2-24K4A	1922	864,9
	Back up	1	-	UPSL0800	230	165,6
	Batería respaldo	1	CDP	R-UPR754	350	252
	Fluorescente	1	Sylvania	-	89	21,36
	Impresora	1	HP	Jet laser pro MFP	355	31,95
					1,4	0,882
Sala de reuniones	Bomba acuario	1	Tripp-life	-	15	10,8
	Fluorescente	12	Panasonic	-	36	25,92
	Televisor	3	Panasonic	TX32ES400	39	7,02
Sala	Televisor	1	RCA	L49NXSMART	110	26,4
	Parlante	1	Sony	HT-CT390	45	10,8

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	Ventilador	1	Lasko	Seville clasics	60	14,4
	Teléfono inalámbrico	1	Panasonic	PNLV220	0,7	0,5
	Cámara refrigerante	1	Imbera	VR-17	137,12	98,7
	Fluorescente	4	-	Compacto	20	19,2
Cocina y comedor	Refrigeradora	1	Atlas	RAF 260	300	216
	Coffeemaker	1	BUNN	VE17-2	1600	288
	Luminarias	2	Panasonic	OSRAM	58	27,84
	Cocina eléctrica	1	Whirlpool	-	1200	108
	Microondas	1	LG	MS1071MCD	950	29,925
	Microondas	1	MenuMASTER	MCS10TS	1500	47,25
	Refrigerador	1	True-refrigerator	-	1047	753,5
	Arrocera	1	Oster	-	900	27
Dispensador de agua	1	Cristal	SO-10LFIFCO1PH	50	36	
Cuarto de pilas	Lavadora	1	Frigidaire	FTW3011KWO	1500	135
	Secadora	1	Frigidaire	FER231AS2	5000	450
	Compresor de aire	1	Campell Hausfeld	VT619504AJ	3611	3,611
	Lámparas alumbrado público	2	-	-	80	0,8
	Fluorescente	2	-	Compacta	15	0,15
	Fluorescente	9	Sylvania	408	58	2,088
Habitación 1	Cargadores celular	7	-	-	20	16,8
	Fluorescente	3	Sylvania	506	89	16,02
	Equipo de sonido	1	Sony	LBT-A195	19	0,285
Habitación 2	Cargadores celular	5	-	-	20	12
	Cargador batería radio	3	Motorola	PMNN4069A	13	4,68
	Aire acondicionado	1	Westinghouse	WCHXD2-24K4A	1922	518,94
	Fluorescente	9	OSRAM	-	36	19,44
Baños y duchas	Fluorescente	3	Panasonic	Alto plus	32	2,88
	Fluorescente	1	Sylvania	506	89	5,34
	Ducha	2	Lorenzetti	-	4000	720
Habitación 3	Fluorescente	12	Phillips	-	32	34,56
	Aire acondicionado	1	Westinghouse	Centralizado	2950	354
	Cargador celular	6	-	-	20	14,4
	Fluorescente	3	Panasonic	Alto plus	36	9,72
	Televisor	1	Samsung	CT3338G	60	0,09
	Cargadores celular	3	-	-	20	7,2

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
Habitación de mujeres	Ventilador	1	Lasko	Seville clasics	60	1,8
	Lámpara	1	Phillips	-	60	1,8
	Fluorescente	3	Phillips	-	32	5,76
Baños y duchas mujeres	Ducha	2	Lorenzetti	-	4000	360
	Fluorescente	6	Phillips	-	32	8,64
Oficina bomberos	Computadora	1	HP	Elite One 800	35	25,2
	Cargador múltiple	1	Impress	WPLN4219	230	124,2
	Fluorescente	2	Sylvania	-	32	15,36
Taller	Fluorescente	4	Sylvania	-	32	15,36
	Lámparas	2	Sylvania	-	32	0,128
Bodega	Fluorescente	4	Sylvania	-	32	0,96
TOTAL						7185,9

Apéndice 24. Inventario energético de equipos eléctricos y electrónicos pertenecientes a la estación de Pavas.

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
Oficina	Cargador batería radio	14	Motorola	PMNN4069A	13	131,04
	Cargador múltiple	1	Impress	WPLN4219	230	165,6
	Televisor	1	Phillips	-	78	4,68
	Fluorescente	1	OSRAM	-	32	1,92
	Teléfono inalámbrico	1	AT&T	4H20	2,5	1,8
	Teléfono	1	Panasonic	PNLV220	0,7	0,504
	Router	1	CISCO	Lynkys E2500	6,3	4,536
	CPU	3	HP	Elite 8200 SFF	240	518,4
	Monitor	1	HP	LV1911	19	13,68
	Monitor	2	HP	L1710	29	41,76
	Fluorescente	4	OSRAM		32	15,36
	Amplificador	1	Enipertech	KB-C260RT	200	144
	Central telefónica	1	Panasonic	KX-Term8224LA	75	54
	Radio base	1	Motorola	DGM 1600 T	45	32,4
	Batería respaldo	1	CDP	R-UPR754	350	252
Entrada principal	Fluorescente	7	Sylvania	408 Top plus	106	89,04
	Router	1	ARRIS	TG-1672	8	5,76
Baño visitantes	Bombillos	2	Compacto		20	1,2
	Fluorescente	2	Sylvania	408 Top plus	106	6,36

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
Oficina paramédicos	Fluorescente	4	OSRAM		32	7,68
	Ventilador	1	Lasko	Seville classic	60	0,9
Oficina oficiales	Fluorescente	9	OSRAM		32	155,52
	Impresora	1	HP	Laser Jet	9,5 600	5,7 72
	Cargador	1	Flir		55	13,2
	Computadora	1	HP	Compaq 8200	150	108
	Computadora	1	HP	Touch Smart 9300 Elite	180	129,6
	Teléfono	1	Avaya	1608-1	3,7	2,664
	Aire acondicionado	1	Westinghouse	WCHXD2-24K4A	1922	403,62
Sanitario	Fluorescente	2	Sylvania		32	7,68
	Bombillos	1	Compacto		20	0,6
	Duchas	4	Lorenzetti	-	4000	1440
	Seca manos	1	-	DR-20	1500	3
Pasillo	Fluorescente	4	Phillips	-	32	11,52
Aula	Fluorescente	33	Phillips	-	32	31,68
Oficina voluntarios	CPU	1	Dell	35A	35	0,42
	Monitor	1	Dell	1905FP	34	0,408
	Impresora	1	HP	CE538A-BGJ	40	0,48
	Fluorescente	2	Sylvania	510 Mirror	106	0,848
Cocina y comedor	Fluorescente	6	Sylvania	510 Mirror	106	76,32
	Refrigeradora	2	Atlas	RAF 260	300	432
	Cocina	1	Atlas	EAS2065BBS	2100	126
	Cocina	1	Atlas	21E21R	1200	72
	Percolador	1	BUNN	VE17-2	1600	1152
	Fluorescente	6	Sylvania		108	58,32
	Refrigerador	1	True-refrigerator	-	1047	753,48
	Arrocera	1	Oster	-	900	54
	Extractor de grasas	1	Telka	C-710	210	18,9
	Microondas	1	Quantum pro	-	1000	90
	Microondas	1	MenuSmaster	MS-207	1050	94,5
	Fluorescente	4	Sylvania	510 Mirror	106	50,88
	Fluorescente	4	Sylvania	510 Mirror	106	50,88
	Televisor	1	Samsung	-	56	10,08
Gimnasio	Televisor	1	AOC	LE32S5970	60	0,48
	Equipo de sonido	1	Sony	Sound Broad Speaker	250	2

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	Fluorescente	12	Sylvania	505 Parabolic	89	8,544
	Fluorescente	5	Sylvania	506 Parabolic	89	0,445
Habitación jefe	Fluorescente	4	Sylvania	507 Parabolic	89	42,72
	Ventilador	1	Lasko	Seville classic	60	14,4
	Televisor	1	RCA	L49NXSMART	110	6,6
	Teléfono inalámbrico	1	AT&T		2,5	1,8
	Cargador celular	2	-		20	4,8
	Bombillos	1	Compacto		20	0,6
	Calentador agua	1	Stiebel Electro	-	3000	90
	Cargador laptop	1	-		65	3,9
	Habitaciones	Bombillos	12	Compacto		20
Cargador celular		12	-		20	28,8
Fluorescente		8	Sylvania		89	85,44
Ventilador		1	Lasko	Seville classic	60	0,9
Bombillos		7	Compacto		20	16,8
Cargador celular		7			20	16,8
Ventilador		1	Lasko	Moderio	49	0,735
Fluorescente		4	OSRAM		32	15,36
Cargador celular		4	-		20	9,6
Cargador laptop		7	-		65	6,825
Sala de televisor	Fluorescente	24	OSRAM	-	32	92,16
	Televisor	4	Samsung	N102	81	38,88
Sala maquinas	Fluorescente	4	Sylvania	400 cent	230	110,4
Taller	Fluorescente	2	Sylvania	705 Roll	58	1,392
	Compresor	1	Campell Hausfeld	VT619504AJ	3611	14,444
	Secadora	1	Whirlpool	WED5300500	762	91,44
	Lavadora	1	Whirlpool	SM8525147-A	1200	144
TOTAL						7797,98

Apéndice 25. Inventario energético de equipos eléctricos y electrónicos pertenecientes al edificio de oficinas centrales.

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
Auditoría	Sumadora eléctrica c/pantalla	1	Casio	Dr-120-tm	18	2,88
	Computador portátil	1	HP	Elite book 840	90	7,2

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	Pantalla	1	AOC	Le32w234dl	50	4
	Teléfono IP	2	Avaya	1608-1	3,7	5,328
	Monitor	1	HP	P 232	30	4,8
	Pantalla	1	JVC	Lt-55kb585	86	13,76
	Horno microondas	1	Avanti	Mtp09v35	900	18
	CPU	5	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	256
	Monitor	5	HP	V241	30	24
	Computador portátil	1	HP	Pavilion gaming note	90	7,2
	Computador portátil	1	HP	Zbook 17g3	200	16
	Impresora multifuncional	1	EPSON	L575	19	3,04
	Impresora multifuncional	1	HP	Mfpm477fdn	2,5	35,3
	Complejo Oficinas Centrales	Horno microondas	1	Amana	Rcs10mpsa	1000
Sistema integrado alarma edificio		1			40	28,8
Refrigeradora		1	Frigidaire	Fphs2699kf3	1020	734,4
Televisor		1	Toshiba	40e200u1	99	10,242
Fotocopiadora		2	Ricoh	Aficio MP2000	440	237,6
Horno microondas industrial		4			1000	240
Refrigeradora		1	Atlas	Af35pw1etc	290	208,8
Cepillo industrial para piso		3	NSS	Galaxy 20	750	225
Refrigerador industrial		1	True	T-49	1047	753,84
Sistema integrado alarma edificio		1	Paradox	Alparakit	40	28,8
Comunicación Organizacional	Impresora multifuncional	1	HP	Cz249a	797	36,5
	Pantalla	1	Toshiba	19sl410u	84	13,92
	CPU	1	HP	Elite desk 800 gf sf	320	51,2
	Teléfono IP	1	Avaya	9620l	2	1,44
	Cámara de video	1	Sony	Hxr-nx70n	18	1,44
	Teléfono IP	4	Avaya	1608-1	3,7	10,7
	Trituradora de papel	1	Fellowes	Ps-12cs	60	9,6
	Monitor	1	Hp	Le220lw	22,8	3,648
	CPU	3	HP	Compaq 8200 elite sf	240	115,2
Computadora personal de escritorio	2	HP	Compaq 8200 elite ai	150	48	

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	Computador portátil	1	HP	Elitebook8460	90	7,2
	Monitor	1	HP	Monitor hp s1933	37	5,92
	Impresora multifuncional	1	HP	M476dw	570	24,45
	Computador portátil	3	Apple	A1419	71	34,08
	CPU	1	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	51,2
	Computador portátil	1	HP	Elite book 850 g1 no	65	10,4
	Monitor va	1	HP	P240	32	5,12
Contabilidad	Sumadora eléctrica	4	Casio	Dr-140tm	18	11,52
	Monitor	1	HP	V 241 p	30	4,8
	CPU	6	HP	Elite desk 800 gf sf	320	307,2
	Teléfono IP	3	Avaya	1608-1	3,7	7,992
	Microcomputador portátil (notebook)	1	HP-mini blk		58	4,64
	Monitor	1	HP	S1933	37	5,92
	Impresora multifuncional	1	HP	M476dw	570	24,45
	Monitor	6	HP	V241	30	28,8
Contraloría de Servicios	Teléfono IP	1	Avaya	1608-1	3,7	2,664
	Computadora personal de escritorio	1	HP	Compaq 8200 elite ai	150	24
	Computador portátil	1	HP	Elite book 840 g1	90	10,8
	CPU	1	HP	800 g2 sff	320	51,2
	Monitor va	1	HP	P240	32	5,12
Dirección Administrativa de Bomberos	Computador portátil	1	HP	Elite book 840	90	7,2
	Computador portátil	3	HP	Elite book 850g2	65	15,6
	Teléfono IP	1	Avaya	1608-1	3,7	2,664
	Pantalla	1	Sony	Kdl-40r375c	49	7,84
	Monitor	1	HP	V241	30	4,8
	Computador portátil	1	HP	Elite book 850 G3	65	5,2
Dirección Operativa de Bomberos	Pantalla	1	Panasonic	Tc-50a400l	91	14,82
	Teléfono digital	2	Avaya	2410	3,5	5,04
	Teléfono IP	1	Avaya	9608	2,08	1,4976
	CPU	1	HP	Compaq 8200 elite sf	240	38,4
	Monitor	3	HP	V241	30	14,4

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	Computador portátil	2	HP	Elite book 850 G3	65	10,4
Gerencia General	Aire acondicionado industrial	1	Mitsubishi	R410a	3500	560
	Teléfono digital	1	Avaya	2420	3,5	2,52
	Pantalla	1	Toshiba	19sl410u	84	13,92
	Computador portátil	2	HP	Elite book 840	90	14,4
	Pantalla	1	AOC	Le32w454f	50	4
	CPU	3	HP	Elite desk 800 gf sf	320	153,6
	Cocina eléctrica	1	Frigidaire	Ffef3043ls 30"	1600	16
	Refrigeradora	1	Frigidaire	Frt143aw	1105	795,6
	Preparador de café industrial	1	Bunn	V17-3,3lsst	1600	128
	Teléfono digital	1			3,5	2,52
	Pantalla	2	Sony	Kdl-50r555a	80	25,6
	Teléfono IP	1	Avaya	9608	2,08	1,4976
	Parlante	1	Logitech	Z906	23	0,46
	Teléfono IP	2	Avaya	1608-1	3,7	5,328
	Teléfono	1	Apple	Iphone8+	20	1,6
	Horno microondas industrial	2	Amana	Rcs10ts	1000	120
	Monitor plano	1			20	3,2
	Monitor	2	HP	V241	30	9,6
	CPU	1	HP	Eliteone 800 multito	200	32
Computador portátil	1	HP	Elite book 850 G3	65	5,2	
Gestión de Recursos Económicos	Sumadora eléctrica	1	Casio	Dr-140	18	2,88
	Sumadora eléctrica	4	Casio	Dr-120tm	18	11,52
	Monitor	1	HP	V 241 p	30	4,8
	CPU	1	HP	Elite desk 800 gf sf	320	51,2
	Teléfono IP	4	Avaya	1608	3,7	10,656
	Teléfono digital	1			3,5	2,52
	Impresora láser blanco y negro	1	HP	Ce538a-bgj	40	6,4
	Impresora matriz punto	1	EPSON	Tm-u220a	31	6,02
	CPU	5	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	256
	Monitor	4	HP	V241	30	19,2
Jefatura de	Horno microondas	1	Atlas	Amwx10	1200	72
	Refrigeradora	1	Atlas	Ram22lpbbs0	300	216

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
Operaciones	Computador portátil	1	HP	Elite book 850g2	65	5,2
	Teléfono digital	1			3,5	2,52
	Teléfono IP	1	Avaya	9608	2,08	1,4976
	Pantalla	1	Aoc	Le32w234dl	50	4
	Monitor plano	1	Hp		20	3,2
	Aire acondicionado	1			1240	198,4
	Impresora inyección tinta color	1			13,4	2,28
	Monitor	1	Hp	V241	30	4,8
	Computador portátil	1	Hp	Elite book 850 g1	65	5,2
	Computador portátil	13	Hp	Elite book 840 g3	90	93,6
	CPU	1	Hp	800 g2 sff	320	51,2
	Monitor va	1	Hp	P240	32	5,12
	Jurídico	Equipo de fax laser	1	Brother	Fax-2820	1032
Computador portátil		1	Hp	Elite book 850g2	65	5,2
Teléfono digital		1			3,5	2,52
Teléfono IP		2	Avaya	1608-1	3,7	5,328
Impresora inyección tinta color		1	Lexmark	4433-k01	13,4	0,67
CPU		1	HP	Compaq 8200 elite sf	240	38,4
Monitor		1	HP	Monitor hp s1933	37	5,92
Computadora personal de escritorio		1	HP	Eliteone 800 g1 all	200	32
Mercadeo	Teléfono digital	1	Scitec	Hac-stc-7002	5	3,6
	Computador portátil	1	HP	Elite book 840	90	7,2
	Teléfono digital	1			3,5	2,52
	Monitor	1	HP	Monitor hp s1933	37	5,92
	CPU	2	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	102,4
	Monitor	1	HP	V241	30	4,8
Planificación	Monitor	1	HP	V241	30	4,8
	Teléfono IP	2	Avaya	9608g	2,08	2,9952
	Computador portátil	1	HP	Elite book 840 g3	90	7,2
	CPU	1	HP	800 g2 sff	320	51,2
	Monitor va	1	HP	P240	32	5,12

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
Proveeduría	Equipo de fax laser	1	Brother	Fax-2820	1032	45,68
	Sumadora eléctrica c/pantalla	1	Casio	Dr-140tm	18	2,88
	Monitor	1	HP	V 241 p	30	4,8
	Central telefónica	1	Avaya	Crc 46757	75	54
	Teléfono IP	8	Avaya	1608-1	3,7	21,312
	Pantalla	1	Samsung	0n32jh400sfx	46	2,76
	Trituradora de papel	1	Fellowes	75cs	60	9,6
	Reloj marcador documentos	1			10	7,2
	Impresora láser blanco y negro	1	HP	Ce538a-bgj	40	6,4
	Computador portátil	1	HP	Elite book 840 g1	90	7,2
	CPU	7	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	358,4
	Monitor	7	HP	V241	30	33,6
	Computador portátil	1	HP	Elite book 850 63	65	5,2
	Computador portátil	1	HP	Elite book 840 g3	90	7,2
	CPU	2	HP	800 g2 sff	320	102,4
	Monitor va	2	HP	P240	32	10,24
	Recursos Humanos	Computador portátil	1	HP	Elite book 850g2	65
Monitor		2	HP	V 241 p	30	9,6
CPU		2	HP	Elite desk 800 gf sf	320	102,4
Teléfono digital		1			3,5	2,52
Pantalla		1			50	4
Teléfono IP		6	Avaya	1608-1	3,7	15,984
Reloj marcador		5	Fingertec	Ta 500	18	64,8
Computador portátil		2	HP	Elitebook 8460p	90	14,4
Monitor		2	HP	Le220lw	22,8	7,296
CPU		3	HP	Compaq 8200 elite sf	240	115,2
Computador portátil		1	HP	Elitebook8460 p	90	7,2
Computadora personal de escritorio		1	HP	Compaq 8200 elite ai	150	24
CPU		9	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	460,8
Monitor	10	HP	V241	30	48	

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	CPU	1	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	51,2
	Monitor va	2	HP	P240	32	10,24
Secretaría de Actas	Computador portátil	1	HP	Elite book 840	90	7,2
	Teléfono IP	1	Avaya	1608-1	3,7	2,664
	Monitor	1	HP	V241	30	4,8
Servicios Financieros	Pantalla	1	AOC	Le32w454f	50	4
	Teléfono IP	1	Avaya	1608-1	3,7	2,664
	Monitor	1	HP	V241	30	4,8
	Computador portátil	1	HP	Elite book 840 g3	90	7,2
Servicios Generales Bomberos	Aire acondicionado	1	Air-pro	Apldds18	1650	264
	Sumadora eléctrica	1	Casio	Dr-120	18	2,88
	Sistema integrado alarma edificio	1			40	28,8
	Refrigeradora	1	Mabe	Rm08	290	208,8
	Sistema integrado alarma edificio	1	Underwriters laborat	La1633	40	28,8
	Horno microondas industrial	1	MenuMaster	Msc10ts	1500	90
	Computador portátil	1	Hp	Elite book 840	90	7,2
	Computador portátil	5	HP	Elite book 850g2	65	26
	Monitor	1	HP	V 241 p	30	4,8
	Pantalla	1	Aoc	Le32w454f	50	4
	CPU	3	HP	Elite desk 800 gf sf	320	153,6
	Refrigeradora	1	Telstar	Trs09500md	250	180
	Deshumecedor	2	Frigidaire	Fad504dwd	530	169,6
	Deshumecedor	1	Air pro	Pad3.0bd	250	40
	Teléfono digital	1			3,5	2,52
	Teléfono digital	1	Sitec	Stc-7002	3	2,16
	Cámara de video	1	Sony		18	0,36
	Cargador múltiple baterías	1	Motorola	Wpl4218a	230	165,6
	Teléfono IP con módulo VPN integrado	1	Avaya	9608	2,08	1,4976
	Teléfono IP	12	Avaya	1608	3,7	31,968
	Proyector multimedia	1	Casio	Xj-ut310wn	80	0,8
	Hidrolavadora	1	Karcher	Hd 585	1500	240
	Deshumecedor	1	Frigidaire	Ffad7033r1a0	745	119,2
Deshumecedor	1	Frigidaire	Ffad7033r1a0	745	119,2	

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	Trituradora de papel	1	Swingline	Ds22-19	700	28
	Horno microondas	1	Whirlpool	Wm1107q	1200	72
	Refrigeradora	1	Telstar	Trs09500md	250	120
	Aire acondicionado	2	Cooltek	Port-12crn1-rfmd	1240	396,8
	Horno microondas	1	Lg	Ms0742dw	1000	60
	Refrigeradora	1	Frigidaire	Frt143aw	1105	795,6
	Panel de control de asistencia y acceso	1			20	14,4
	Conmutador de red	1			240	172,8
	CPU	2	HP		320	102,4
	Computador portátil	1	HP	Elitebook 8460p	90	7,2
	Monitor	1	HP	S1933	37	5,92
	Monitor	3	HP	Le220lw	22,8	10,944
	CPU	7	HP	Compaq 8200 elite sf	240	268,8
	CPU	1	HP	Compaq 8200 elite ai	150	24
	Monitor	1	HP	Monitor hp s1933	37	5,92
	Computador portátil	2	HP	Elite book 840 g1	90	28,8
	CPU	6	HP	Elite desk 800 g1 sf	320	307,2
	Monitor	14	HP	V241	30	67,2
	Computador portátil	9	HP	Elite book 850 g1 no	65	46,8
	Escáner	1	Fujitsu	Fj-7260	41	1,87
	Computador portátil	1	HP	Elite book 850 63	65	5,2
	Computador portátil	5	HP	Elite book 840 g3	90	36
	Monitor va	2	HP	P240	32	10,24
	Escáner	1	EPSON	V39	2,5	0,11
Impresora láser blanco y negro	1	EPSON	L575	19	3,04	
Impresora multifuncional	1	HP	Laser jet pro 400 mf	600	36,54	
Tesorería	Sumadora eléctrica	7	Casio	Dr-120tm	18	20,16
	Monitor	13	Hp	V 241 p	30	62,4
	Teléfono IP	6	Avaya	1608-1	3,7	15,984
	Monitor plano	2			20	6,4
	UPS	1			350	252

Ubicación	Tipo de equipo	Cantidad	Marca	Modelo	Potencia	Demanda de energía
	Impresora láser blanco y negro	1	HP	Ce538a-bgj	40	6,4
	Computador portátil	1	HP	Elitebook 8460p	90	7,2
	CPU	10	HP	ElitEdesk 800g1 sf	320	512
	Monitor va	1	HP	P240	32	5,12
Unidad Jefatura de Bomberos Voluntarios	Monitor	1	HP	V 241 p	30	4,8
	CPU	1	HP	Elitedesk 800gf sf	320	51,2
	Monitor plano	2	HP		20	6,4
	CPU	2	HP		320	102,4
Edificio	Luminaria led	300			18	864
TOTAL						15336

Apéndice 26. Emisiones de CO_{2eq} producto del combustible fósil en los sitios críticos de estudio.

	Diésel			Gasolina		
	Alajuela	Pavas	OC	Alajuela	Pavas	OC
Enero	8,56	10,73	4,87	0,10	0,15	2,96
Febrero	9,88	9,94	4,59	0,20	0,25	1,22
Marzo	13,60	14,98	8,67	0,10	0,41	3,53
Abril	7,01	11,88	8,76	0,10	0,18	1,77
Mayo	6,94	11,66	4,50	0,10	0,10	1,67
Junio	6,79	11,33	1,26	0,03	0,34	0,57
Julio	6,98	10,61	10,51	0,08	0,28	3,99
Agosto	6,03	10,84	7,70	0,10	0,33	2,14
Setiembre	4,90	10,26	7,74	0,00	0,11	3,52
Octubre	5,42	14,27	7,74	0,00	0,27	3,37
Noviembre	6,03	10,66	8,86	0,00	0,16	4,59
Diciembre	3,98	11,19	3,59	0,00	0,00	1,10
TOTAL	86,11	138,33	78,79	0,80	2,56	30,43

Apéndice 27. Emisiones de CO_{2eq} producto del consumo de energía eléctrica en los sitios de estudio críticos.

	Alajuela	Pavas	OC
Enero	0,21	0,81	1,25
Febrero	0,21	0,72	1,39
Marzo	0,20	0,74	1,37
Abril	0,23	0,81	1,40
Mayo	0,24	0,71	1,56
Junio	0,19	0,82	1,62
Julio	0,16	0,83	1,57
Agosto	0,19	0,76	1,45
Setiembre	0,17	0,80	1,53
Octubre	0,16	0,76	1,36
Noviembre	0,15	0,70	1,45
Diciembre	0,16	0,46	1,41
TOTAL	2,27	8,92	17,35

Apéndice 28. Emisiones de CO_{2eq} producto de la generación de residuos en los sitios de estudio críticos.

	Alajuela	Pavas	OC
Enero	0,39	0,45	1,07
Febrero	0,39	0,45	1,07
Marzo	0,39	0,45	1,07
Abril	0,39	0,45	1,07
Mayo	0,39	0,45	1,07
Junio	0,39	0,45	1,07
Julio	0,39	0,45	1,07
Agosto	0,39	0,45	1,07
Setiembre	0,39	0,45	1,07
Octubre	0,39	0,45	1,07
Noviembre	0,39	0,45	1,07

	Alajuela	Pavas	OC
Diciembre	0,39	0,45	1,07
TOTAL	4,67	5,44	12,87

Apéndice 29. Emisiones de CO_{2eq} producto de la recarga de extintores y aires acondicionados en los sitios de estudio críticos.

	Alajuela	Pavas	OC
Extintores	0,02	0,03	0,03
Aires acondicionados	3,21	0	0

Apéndice 30. Cálculo para la captación de agua pluvial en la estación de Alajuela.

	Precipitación	V. captar (m3)	Almacenamiento (m3)	V. del tanque (m3)	V. agua en tanque	Almacenamiento en tanque	Demand a	Días satisface
Oct.	401,7	96	84	22	22	10	12	7
Nov.	185,7	45	117	22	22	20	12	11
Dic.	55,1	13	118	22	13	21	12	11
Ene.	2,3	1	107	22	1	10	12	7
Feb.	8,0	2	97	22	2	0	12	4
Mar.	6,9	2	86	22	2	-11	12	0
Abr.	84,5	20	95	22	20	-2	12	3
May.	268,2	64	147	22	22	8	12	7
Jun.	245,2	59	194	22	22	18	12	10
Jul.	176,0	42	224	22	22	22	12	13
Ago.	225,3	54	266	22	22	22	12	15
Set.	390,5	94	348	22	22	22	12	15

Apéndice 31. Cálculo para la captación de agua pluvial en la estación de Pavas.

	Precipitación	V. captar (m3)	Almacenamiento (m3)	V. del tanque (m3)	V. agua en tanque	Almacenamiento en tanque	Demand a	Días satisface
Oct.	311,6	96	78	22	22	4	18	5
Nov.	136,4	42	102	22	22	4	18	9
Dic.	21,6	7	91	22	7	-11	18	4

Ene.	4,4	1	74	22	1	-17	18	-3
Feb.	14,6	5	61	22	5	-13	18	-4
Mar.	9,3	3	46	22	3	-15	18	-4
Abr.	75,4	23	51	22	22	4	18	2
May.	244,3	75	108	22	22	4	18	9
Jun.	206,7	64	154	22	22	4	18	9
Jul.	172,9	53	189	22	22	4	18	9
Ago.	237,5	73	245	22	22	4	18	9
Set.	294,4	91	318	22	22	4	18	9

Apéndice 32. Cálculo para la captación de agua pluvial en oficinas centrales.

	Precipitación	V. captar (m3)	Almacenamiento (m3)	V. del tanque (m3)	V. agua en tanque	Almacenamiento en tanque	Demand a	Días satisface
Oct.	335,3	106	63	44	44	1	43	8
Nov.	149,5	47	67	44	44	1	43	8
Dic.	43,9	14	38	44	14	-29	43	3
Ene.	5,2	2	-3	44	2	-41	43	-5
Feb.	6,3	2	-45	44	2	-41	43	-7
Mar.	5,8	2	-86	44	2	-41	43	-7
Abr.	44,4	14	-115	44	14	-29	43	-5
May.	259,4	82	-76	44	44	1	43	3
Jun.	266,1	84	-35	44	44	1	43	8
Jul.	204,3	65	-13	44	44	1	43	8
Ago.	217,9	69	13	44	44	1	43	8
Set.	333,4	106	76	44	44	1	43	8

Apéndice 33. Cálculo para la captación de agua pluvial en estación de Desamparados.

	Precipitación	V. captar (m3)	Almacenamiento (m3)	V. del tanque (m3)	V. agua en tanque	Almacenamiento en tanque	Demand a	Días satisface
Oct.	335,3	106	85	22	22	1	1,0	6
Nov.	149,5	47	111	22	22	1	1,1	7
Dic.	43,9	14	103	22	14	-7	0,7	4
Ene.	5,2	2	83	22	2	-19	-0,3	-2
Feb.	6,3	2	63	22	2	-19	-0,8	-5
Mar.	5,8	2	44	22	2	-19	-0,8	-5
Abr.	44,4	14	36	22	14	-7	-0,2	-1
May.	259,4	82	97	22	22	1	0,7	4
Jun.	266,1	84	160	22	22	1	1,1	7

Jul.	204,3	65	203	22	22	1	1,1	7
Ago.	217,9	69	251	22	22	1	1,1	7
Set.	333,4	106	335	22	22	1	1,1	7

Apéndice 34. Cálculo para la instalación de paneles solares en la estación de Alajuela.

	Consumo de energía diseño (kWh)	Irradiación global horizontal kWh/m2*día	Días al mes	Radiación global diaria sobre la superficie inclinada	Factor de irradiación	Hora solar pico	Energía necesaria [W]	Potencia Pico	N° Paneles	Energía generada
Ene.	1701,6	5,44	31	6,2561	0,9456	6	112.021,07	18935,66	61	3060,816
Feb.	1656,6	5,65	28	6,1216	0,9777	6	120.743,44	20174,52	65	2871,33
Mar.	1587,6	5,64	31	5,7866	0,9990	6	104.516,13	18079,18	58	3173,346
Abr.	1834,8	6,13	30	6,1318	0,9893	6	124.816,33	20575,17	66	3337,785
May.	1891,8	5,35	31	5,3804	0,9566	5	124.542,46	24197,10	78	3010,1775
Jun.	1509,6	4,8	30	4,8736	0,9349	5	102.693,88	22539,19	72	2613,6
Jul.	1291,8	4,96	31	5,0132	0,9445	5	85.042,79	17960,01	58	2790,744
Ago.	1515	4,99	31	4,9900	0,9773	5	99.736,67	20452,18	66	2807,6235
Set.	1359	4,76	30	4,8116	0,9994	5	92.448,98	19224,95	62	2591,82
Oct.	1287	4,63	31	4,8971	0,9889	5	84.726,79	17495,53	56	2605,0695
Nov.	1186,2	4,51	30	5,0917	0,9559	5	80.693,88	16579,07	53	2455,695
Dic.	1266	5,01	31	5,8752	0,9346	5	83.344,31	15179,28	49	2818,8765
		Coordenadas geográficas	10,0185	Potencia del panel	N° Paneles		kW	Costo de inversión		
			-84,2107	330,0	55		18,1500	₡ 6.902.452		

Apéndice 35. Cálculo para la instalación de paneles solares en la estación de Pavas.

	Consumo de energía diseño (kWh)	Irradiación global horizontal kWh/m2*día	Días al mes	Radiación global diaria sobre la superficie inclinada	Factor de irradiación	Hora solar pico	Energía necesaria [W]	Potencia Pico	N° Paneles	Energía generada
Ene.	5062,32	5,35	31	6,1482	0,9510	6	333.266,62	56998,99	192	8756,88

	Consumo de energía diseño (kWh)	Irradiación global horizontal kWh/m2*día	Días al mes	Radiación global diaria sobre la superficie inclinada	Factor de irradiación	Hora solar pico	Energía necesaria [W]	Potencia Pico	N° Paneles	Energía generada
Feb.	4512,48	5,61	28	6,0751	0,9811	6	328.897,96	55183,21	186	8293,824
Mar.	4683,12	5,63	31	5,7747	0,9996	6	308.302,83	53408,13	180	9215,184
Abr.	5062,32	5,99	30	5,9915	0,9867	6	344.375,51	58249,47	196	9488,16
May.	4474,56	5,37	31	5,4012	0,9516	5	294.572,75	57314,30	193	8789,616
Jun.	5176,08	4,81	30	4,8848	0,9287	5	352.114,29	77616,64	261	7619,04
Jul.	5232,96	4,9	31	4,9534	0,9388	5	344.500,33	74079,14	249	8020,32
Ago.	4796,88	4,98	31	4,9802	0,9736	5	315.791,97	65131,35	219	8151,264
Set.	5024,4	4,83	30	4,8815	0,9987	5	341.795,92	70109,52	236	7650,72
Oct.	4758,96	4,7	31	4,9691	0,9912	5	313.295,59	63605,86	214	7692,96
Nov.	4417,68	4,5	30	5,0770	0,9607	5	300.522,45	61611,19	207	7128
Dic.	2862,96	4,91	31	5,7535	0,9405	5	188.476,63	34832,80	117	8036,688
Coordenadas geográficas				9,9399	Potencia del panel		N° Paneles	kWp	Costo de inversión	
				-84,1187	330,0		160	52,8	€20.079.860	

Apéndice 36. Cálculo para la instalación de paneles solares en la estación de Tibás.

	Consumo de energía diseño (kWh)	Irradiación global horizontal kWh/m2*día	Días al mes	Radiación global diaria sobre la superficie inclinada	Factor de irradiación	Hora solar pico	Energía necesaria [W]	Potencia Pico	N° Paneles	Energía generada
Ene.	2594	5,33	31	6,1265	0,9684	6	170.770,24	28784,19	97	3380,6058
Feb.	2794	5,62	28	6,0868	0,9912	6	203.644,31	33754,85	114	3219,5856
Mar.	3365	5,68	31	5,8265	0,9994	6	221.527,32	38043,24	128	3602,5968

	Consumo de energía diseño (kWh)	Irradiación global horizontal kWh/m2*día	Días al mes	Radiación global diaria sobre la superficie inclinada	Factor de irradiación	Hora solar pico	Energía necesaria [W]	Potencia Pico	N° Paneles	Energía generada
Abr.	3669	5,94	30	5,9415	0,9748	6	249.591,84	43093,09	145	3645,972
May.	3753	5,38	31	5,4111	0,9305	5	247.070,44	49071,31	165	3412,3188
Jun.	3120	4,82	30	4,8947	0,9035	4	212.244,90	47991,51	162	2958,516
Jul.	3104	4,9	31	4,9532	0,9154	5	204.344,96	45069,09	152	3107,874
Ago.	3456	4,98	31	4,9802	0,9575	5	227.518,10	47713,03	161	3158,6148
Set.	3550	4,86	30	4,9120	0,9937	5	241.496,60	49476,69	167	2983,068
Oct.	3229	4,71	31	4,9802	0,9975	5	212.574,06	42790,37	144	2987,3646
Nov.	3446	4,51	30	5,0893	0,9761	5	234.421,77	47189,25	159	2768,238
Dic.	3057	4,89	31	5,7313	0,9598	6	201.250,82	36584,17	123	3101,5314
Coordenadas geográficas				9,9625	Potencia del panel	N° Paneles	kWp	Costo de inversión		
				-84,0724	330,0	62	20,46	7.750.000		

Apéndice 37. Cálculo para la instalación de paneles solares en edificio de oficinas centrales.

	Consumo de energía diseño (kWh)	Irradiación global horizontal kWh/m2*día	Días al mes	Radiación global diaria sobre la superficie inclinada	Factor de irradiación	Hora solar pico	Energía necesaria [W]	Potencia Pico	N° Paneles	Energía generada
Ene.	8320	5,35	31	6,1480	0,9645	6	547.728,77	92371,78	292	21892,2
Feb.	9200	5,62	28	6,0858	0,9890	6	670.553,94	111404,20	352	20771,52
Mar.	9080	5,66	31	5,8054	0,9998	6	597.761,69	102985,16	325	23160,72
Abr.	9280	5,95	30	5,9515	0,9781	6	631.292,52	108449,67	342	23562
May.	10360	5,37	31	5,4012	0,9360	5	682.027,65	134906,26	426	21974,04
Jun.	10720	4,89	30	4,9661	0,9101	5	729.251,70	161358,49	509	19364,4
Jul.	10400	4,99	31	5,0445	0,9215	5	684.660,96	147291,65	465	20419,08
Ago.	9600	4,86	31	4,8602	0,9618	5	631.994,73	135201,87	427	19887,12
Set.	10160	4,86	30	4,9117	0,9953	5	691.156,46	141384,32	446	19245,6
Oct.	9000	4,71	31	4,9795	0,9963	5	592.495,06	119425,09	377	19273,32
Nov.	9640	4,51	30	5,0882	0,9727	5	655.782,31	132501,13	418	17859,6
Dic.	9320	4,91	31	5,7533	0,9554	5	613.561,55	111620,30	352	20091,72
		Coordenadas geográficas	9,9365	Potencia del panel	N° Paneles	kWp	Costo de inversión			
			-84,0724	330,0	400	132	₺ 50.199.650			

Apéndice 38. Cálculos análisis costo beneficio de la instalación de paneles solares en edificio de oficinas centrales.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Energía Generada	21892	20772	23161	23562	21974	19364	20419	19887	19246	19273	17860	20092	247501
Energía consumida	16640	18400	18160	18560	20720	21440	20800	19200	20320	18000	19280	18640	230160
Excedentes netos	5252	2372	5001	5002	1254	-2076	-381	687	-1074	1273	-1420	1452	17341
Excedentes Diferidos	5252	7624	12624	17626	18880	16805	16424	17111	16037	17310	15890	17341	178925
Límite de retiro	0	20905	32254	43799	54567	64055	74061	83805	93236	102680	111431	121276	121276
Total retirado del diferido	0	5252	7624	12624	17626	18880	16805	16424	17111	16037	17310	15890	
Cuanta energía a tarifa ordinaria (kwh)	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima
Calculo por tarifa de acceso	110454	49873	105165	105192	26372	-43650	-8011	14450	-22595	26778	-29871	30530	364688
Pago por tarifa ordinaria con paneles instalados													
Energía por bloque													
Bloque a	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090
Bloque b	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -	₡ -
Subtotal	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 219.090	₡ 2.629.080
Alumbrado publico	₡ 4	₡ 4	₡ 4	₡ 4	₡ 419	₡ 4	₡ 5.816	₡ 1.951	₡ 7.993	₡ -	₡ 8.904	₡ -	₡ 25.101
Impuestos de venta	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 28.482	₡ 341.780
Bomberos	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 3.834	₡ 46.009
TOTAL	₡ 251.409	₡ 251.409	₡ 251.409	₡ 251.409	₡ 251.825	₡ 251.410	₡ 257.222	₡ 253.357	₡ 259.399	₡ 251.406	₡ 260.309	₡ 251.406	₡ 3.406.657,90
Pago por tarifa ordinaria sin paneles instalados													
Consumo energetico kwh	16640	18400	18160	18560	20720	21440	20800	19200	20320	18000	19280	18640	230160
TOTAL	₡ 2.247.780	₡ 2.179.200	₡ 2.225.655	₡ 2.280.850	₡ 2.430.305	₡ 2.507.190	₡ 2.375.335	₡ 2.341.135	₡ 2.450.315	₡ 2.333.860	₡ 2.676.580	₡ 2.247.780	₡ 28.295.985,00
Ahorro implementación medida													
Ahorro mensual	₡ 1.996.371	₡ 1.927.791	₡ 1.974.246	₡ 2.029.441	₡ 2.178.480	₡ 2.255.780	₡ 2.118.113	₡ 2.087.778	₡ 2.190.916	₡ 2.082.454	₡ 2.416.271	₡ 1.996.374	₡ 24.889.327
Recuperación de la inversión													
	1 Años						10 meses						

Apéndice 40. Cálculos análisis costo beneficio de la instalación de paneles solares en estación de Pavas.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Energía Generada	8757	8294	9215	9488	8790	7619	8020	8151	7651	7693	7128	8037	98843
Energía consumida	8437	7521	7805	8437	7458	8627	8722	7995	8374	7932	7363	4772	93441
Excedentes netos	320	773	1410	1051	1332	-1008	-701	156	-723	-239	-235	3265	5401
Excedentes Diferidos	320	1093	2503	3554	4886	3878	3177	3333	2610	2371	2136	5401	35261
Límite de retiro	0	8355	12870	17519	21826	25560	29490	33484	37233	41002	44495	48433	48433
Total retirado del diferido	0	320	1093	2503	3554	4886	3878	3177	3333	2610	2371	2136	
Cuanta energía a tarifa ordinaria (kwh)	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima	Tarifa Minima
Calculo por tarifa de acceso	6.723	16.257	29.652	22.102	28.012	21.193	14.748	3.290	15.211	5.019	4.938	68.665	113.593
Pago por tarifa ordinaria con paneles instalados													
Energía por bloque													
Bloque a	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00	¢ 219.090,00
Bloque b	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -	¢ -
Subtotal	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 219.090	¢ 2.629.080
Alumbrado publico	¢ 4	¢ 4	¢ 4	¢ 4	¢ 4	¢ 3.537	¢ 2.461	¢ 4	¢ 2.539	¢ 955	¢ 824	¢ 4	¢ 10.344
Impuestos de venta	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 28.482	¢ 341.780
Bomberos	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 3.834	¢ 46.009
TOTAL	¢ 251.410	¢ 251.410	¢ 251.410	¢ 251.410	¢ 251.410	¢ 254.943	¢ 253.867	¢ 251.410	¢ 253.944	¢ 252.360	¢ 252.230	¢ 251.410	¢ 3.140.806,07
Pago por tarifa ordinaria sin paneles instalados													
Consumo energetico kwh	8437	7521	7805	8437	7458	8627	8722	7995	8374	7932	7363	4772	93441
TOTAL	¢ 1.134.092	¢ 895.773	¢ 941.929	¢ 1.003.561	¢ 919.359	¢ 1.003.632	¢ 1.011.473	¢ 984.905	¢ 970.768	¢ 955.319	¢ 1.014.332	¢ 685.195	¢ 11.520.336,95
Ahorro implementación medida													
Ahorro mensual	¢ 882.683	¢ 644.363	¢ 690.519	¢ 752.151	¢ 667.949	¢ 748.689	¢ 757.605	¢ 733.495	¢ 716.823	¢ 702.959	¢ 762.102	¢ 433.785	¢ 8.379.531
Recuperación de la inversión													
2 Años							5 meses						

Apéndice 42. Propuesta para la sustitución de equipos eléctricos y electrónicos en la estación de Alajuela.

ACTUALIDAD			SUSTITUCIÓN					
N° artefactos	Equipo o artefacto eléctrico	Demanda anual	Equipo	Marca	Modelo	Demanda anual	Diferencia	Costo inversión
105	Lámpara fluorescentes	3594	Luminaria LED	Tecno Lite	G131600LM	1714,8	1879	¢ 474.600
10	Bombillo fluorescente	258	Bombillo LED	Tecno Lite	TL 03082009	64,8	193	¢ 14.700
1	Secadora ropa	5400	Secadora	Whirlpool	HSCX 80313	2592	2808	¢ 360.000
1	Refrigeradora	518	Refrigeradoras	LG	GS5264AVJZ	351,6	167	¢ 550.000
2	CPU	4838	CPU	HP	ProDesk 400 G4	3110,4	1728	¢ 624.000
1	Lavadora	1620	Lavadoras	Whirlpool	FSCR80422S	842,4	778	¢ 360.000
TOTAL							7553	¢ 2.383.300

COSTO POR DEMANDA AHORRADA						
Empresa	Tipo de tarifa	Bloques	Tarifa por bloque	Tarifa por pagar	Total ahorrado	Tiempo recuperación inversión (años)
CNFL	Comercial y servicios	I. Menor a 3000	¢ 121	¢ 363.900	¢ 696.400	3
		II. Mayor a 3000	¢ 73	¢ 332.500		

Apéndice 43. Propuesta para la sustitución de equipos eléctricos y electrónicos en la estación de Pavas.

ACTUALIDAD			SUSTITUCIÓN					
N° artefactos	Equipo o artefacto eléctrico	Demanda anual	Equipo	Marca	Modelo	Demanda anual	Diferencia	Costo inversión
280	Lámpara fluorescentes	11046	Luminaria LED	Tecno Lite	G131600LM	5557,2	5489	¢ 1.265.600
23	Bombillo fluorescente	576	Bombillo LED	Tecno Lite	TL 03082009	144	432	¢ 33.810

1	Secadora ropa	5400	Secadora	Whirlpool	HSCX 80313	2592	2808	₡	360.000
1	Refrigeradora	517	Refrigeradoras	LG	GS5264AVJZ	351,6	165	₡	550.000
3	CPU	6216	CPU	HP	ProDesk 400 G4	4692,0	1524	₡	1.872.000
1	Lavadora	5400	Lavadoras	Whirlpool	FSCR80422S	3456	1944	₡	360.000
TOTAL							12362	₡	4.441.410

COSTO POR DEMANDA AHORRADA						
Empresa	Tipo de tarifa	Bloques	Tarifa por bloque	Tarifa por pagar	Total ahorrado	Tiempo recuperación inversión (años)
CNFL	Comercial y servicios	I. Menor a 3000	₡ 121	₡ 363.900	₡ 1.047.600	4
		II. Mayor a 3000	₡ 73	₡ 683.700		

Apéndice 44. Propuesta para la sustitución de equipos eléctricos y electrónicos en oficinas centrales.

ACTUALIDAD			SUSTITUCIÓN						
N° artefactos	Equipo o artefacto electrico	Demanda anual	Equipo	Marca	Modelo	Demanda anual	Diferencia	Costo inversión	
1	Impresora	438	Impresora	HP	M476DW	293,4	145	₡ 514.000	
1	Refrigeradora	796	Refrigeradoras	LG	GS5264AVJZ	351,6	444	₡ 550.000	
1	Refrigeradora	796	Refrigeradoras	LG	GS5264AVJZ	351,6	444	₡ 550.000	
2	Deshumecedor	2861	Deshumecedor	AIR PRO	PAD3.0BD	960	1901	₡ 200.000	
1	Microondas	864	Microondas		NN- SB428SRUH	648	216	₡ 70.000	
1	Microondas	864	Microondas		NN- SB428SRUH	648	216	₡ 70.000	
TOTAL							3365	₡	1.954.000

COSTO POR DEMANDA AHORRADA						
----------------------------	--	--	--	--	--	--

Empresa	Tipo de tarifa	Bloques	Tarifa por bloque	Tarifa por pagar	Total ahorrado	Tiempo recuperación inversión (años)
CNFL	Comercial y servicios	I. Menor a 3000	₡ 121	₡ 363.900	₡ 390.585	5
		II. Mayor a 3000	₡ 73	₡ 26.685		

Apéndice 45. Propuesta para el manejo de residuos orgánicos en los sitios de estudio.

Sitios	Kg generados en un año	Opciones de gestión				Medida ambiental, tratamiento o disposición final	Inversión inicial	Emisiones de CO ₂ e _q
		Rechazar	Reciclar	Reutilizar	Otros			
Oficinas centrales	7286,24			X		<p>* Compostera giratoria</p> <p>Se deberá adquirir una compostera rotatoria o fábrica.</p> <p>Una vez que se cuente con esta tecnología, todos los residuos orgánicos que se generen se depositarán en el recipiente correspondiente a dicho tipos de residuos. Al finalizar el día, el personal correspondiente recogerá los residuos y los dispongan en dicha compostera. Cada vez que se agregan residuos se debe de agregar un poco de aserrín puro, pellets o fibra de coco. Seguido se deberá girar la compostera 5 veces para permitir la oxigenación y la homogenización de los residuos anteriores con los actuales.</p> <p>El proceso dura aproximadamente 1 mes y 15 días para obtener el producto en este caso abono orgánico.</p> <p>El producto final puede ser donado a los colaboradores de la institución o bien a algún centro educativo u otra institución para el cuidado de jardines, huertas u otros</p>	<p>4 recipientes recolectores</p> <p>Costo por recipiente ₡ 7.945</p> <p>Costo total compra recipientes ₡ 31.780</p> <p>15 composteras giratorias</p> <p>Costo por compostera ₡ 150.000</p>	<p>Emisiones actuales Relleno sanitario 31,85</p> <p>Emisiones aplicando la medida 2,19 2,43 4,62</p> <p>Reducción de emisiones 27,23</p>
Central	3692					<p>* Compostera giratoria</p> <p>Se deberá adquirir una compostera rotatoria o fábrica.</p> <p>Una vez que se cuente con esta tecnología, todos los residuos orgánicos que se generen se depositaran en este. Al finalizar el día, el</p>	<p>Costo total por compra de composteras ₡ 2.250.000</p>	
Pavas	4111							
Alajuela	3432							
Barrio Mexico	1716							

Heredia	667					<p>personal correspondiente recogerá los residuos y los dispongan en dicha compostera. Cada vez que se agregan residuos se debe de agregar un poco de aserrín puro, pellets o fibra de coco.</p> <p>Seguido se deberá girar la compostera 5 veces para permitir la oxigenación y la homogenización de los residuos anteriores con los actuales.</p> <p>El proceso dura aproximadamente 1 mes y 15 días para obtener el producto en este caso abono orgánico.</p> <p>El producto final puede ser donado a los colaboradores de la institución o bien a algún centro educativo u otra institución para el cuidado de jardines, huertas u otros</p>	<p>20 paquetes de pellets de 35 kg</p> <p>Costo por bolsa pellets ₡ 14.000</p> <p>Costo total por compra de pellets ₡ 280.000</p> <p>TOTAL ₡ 2.561.780</p>	<p>Porcentaje de reducción</p> <p>85%</p>
Tibás	1934							
Barrio Lujan	1144							
Desamparados	478,4							
Tres Ríos	852,8							
Cartago	171,6							
Santo Domingo	248,56							
Tres Ríos	369,2							

Apéndice 46. Propuesta para el manejo de residuos plásticos en los sitios de estudio.

Sitios	Kg generados en un año	Opciones de gestión				Medida ambiental, tratamiento o disposición final	Inversión inicial	Emisiones de CO2eq
		Rechazar	Reciclar	Reutilizar	Otros			
Oficinas centrales	348,4	X	X	X		* Cambiar el plástico de un solo uso por materiales biodegradables	<p>En caso de eventos realizar los costos de inversión</p> <p>Set de cubiertos unidad</p> <p>₡ 80</p>	<p>Emisiones actuales Relleno sanitario</p> <p>4,21</p>
Central	582,4							
Pavas	306,8							
Alajuela	140,4							
Barrio Mexico	416							
Heredia	621,4							

Tibás	114,4						
Barrio Lujan	123,76						
Desamparados	171,6						
Tres Ríos	140,4						
Cartago	117						
Santo Domingo	322,4						
Guadalupe	43,68						
				<p>En un recipiente color azul depositar envases plástico tipo 1 lo cuales son bebidas, agua y acetite, y plástico tipo 2 como envases de productos cosméticos y de limpieza; además bolsas plásticas de supermercado. Estos deben ir lavados y secos</p> <p>Cada vez que el recipiente esté lleno se depositarán estos residuos en una bolsa plástica transparente grande.</p> <p>Una vez que dicha bolsa plástica transparente se encuentre a tope proceder a sellar, pesar y en una hoja de registro anotar la fecha, peso y los tipos de residuos valorizables que contiene.</p> <p>Finalmente, verificar las fechas de recolección por parte del agente autorizado (municipalidad correspondiente o gestor autorizado contratado).</p>	<p>Paquete de platos biodegradables y reutilizables 12 und.</p> <p>₡ 810</p> <p>Paquetes de vasos biodegradables 10 und.</p> <p>₡ 900</p> <p>15 recipientes contenedores</p> <p>Costo recipiente contenedor</p> <p>₡ 7.945</p> <p>₡ 127.120</p>	<p>Porcentaje de residuos a relleno sanitario</p> <p>10%</p> <p>Emisiones con medidas aplicadas</p> <p>0,42</p> <p>Emisiones reducidas</p> <p>3,79</p> <p>Porcentaje de reducción de emisiones</p> <p>90%</p>	

Apéndice 47. Propuesta para el manejo de residuos valorizables en los sitios de estudio.

Tipos de residuos	Sitios	Kg generados en un año	Opciones de gestión				Medida ambiental, tratamiento o disposición final	Inversión inicial	Emisiones de CO2eq
			Rechazar	Reciclar	Reutilizar	Otros			
Aluminio, Vidrio, Papel y cartón, y ordinarios	Oficinas centrales	3296,8	X	X	X	<p>* Uso de bolsas de tela Dar a cada uno de los colaboradores de la estación bolsas de tela para evitar el uso de plástico de un solo uso, y que ellos la utilicen cada vez que realicen compras en supermercado o algún local comercial. O bien transportar productos desde sus hogares En las estaciones de reciclaje colocar en vez de bolsas plásticas de basura por bolsas de tela que sean lavables, únicamente aplicaría para aquellos contenedores donde se deposita material reciclado.</p> <p>* Instalación de estaciones de separación Adquirir dos recipientes, uno para residuos ordinarios y otro para residuos valorizables (cartón, tetra-bick, tetra-pack, aluminio, latón y hojalata). Lavar y secar todos los residuos valorizables. Una vez limpios y secos depositar los residuos en el recipiente correspondiente. Cada vez que el recipiente esté lleno se depositarán estos residuos en una bolsa plástica transparente grande.</p>	300 Bolsas de tela	Emisiones actuales	
	Central	962					Costo unitario bolsas ₡ 850	Relleno sanitario 10,58	
	Pavas	353,6					Costo total por compra de bolsas ₡ 255.000	Total de residuos a relleno sanitario mediante la aplicación de medidas 62,7	
	Alajuela	572					60 Bolsas de tela de basura	Emisiones aplicando medidas 0,07650027	
	Barrio Mexico	598					Costo unitario bolsas ₡ 1.000		
	Heredia	1230,32					Costo total por compra de bolsas ₡ 60.000		
	Tibás	2,36							

						Una vez que dicha bolsa plástica transparente se encuentre a tope proceder a sellar, pesar y en una hoja de registro anotar la fecha, peso y los tipos de residuos valorizables que contiene. En el caso de la estación de Heredia cada residuos se de colocar por separado.	30 recipientes contenedores ₡ 7.945	Reducción de emisiones
	Barrio Lujan	133,12					Costo total por compra de recipientes ₡ 238.350	10,51
	Desamparados	405,6				Finalmente, verificar las fechas de recolección por parte del agente autorizado (principalmente las municipalidades)	3 capacitaciones al año por estación sitio de estudio	Porcentaje de reducción de emisiones
	Tres Ríos	50,44				* Capacitación del manejo de residuos	45 capacitaciones totales al año	99%
	Cartago	689				Realizar talleres de capacitación sobre el manejo y gestión de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, de manejo especial y peligroso por parte de profesional con formación respectiva en el área ambiental.	Costo por capacitación ₡ 35.000	
	Santo Domingo	379,6				Realizar capacitaciones respecto al tratamiento de los residuos generados in situ antes de depositarlos en los recipientes o bien entregarlos al gestor autorizados	Costo total por capacitaciones ₡ 1.575.000	
	Guadalupe	2,092					TOTAL ₡ 2.128.350	

