



Universidad Nacional de Costa Rica
Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar
Escuela de Ciencias Ambientales

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

Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental

Presentado por:

Katherine Alfaro Muñoz, cédula 503740772

Ernesto Morera Campos, cédula 402230658

Heredia, 26 de setiembre del 2017

HOJA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

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 Reenfrio Comercial Automotriz S. A., sucursal San José, como un requisito parcial para optar al grado de licenciado(a) en Ingeniería en Gestión Ambiental.

TRIBUNAL EXAMINADOR

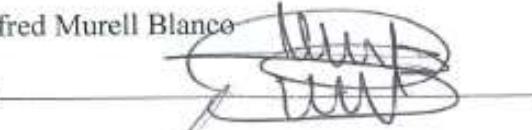
Nombre: Tomás Marino Herrera

Decano 

Nombre: Igor Zuñiga Garita

Representante EDECA 

Nombre: Manfred Murell Blanco

Profesor tutor 

Nombre: Agustín Rodríguez Carvajal

Lector 

Nombre: Dorell Rojas Fonseca

Lectora Fecha: 26-09-2017

RESUMEN EJECUTIVO

La fabricación de las llantas es un proceso intensivo, donde se utilizan insumos de múltiples orígenes como agua, energía, hidrocarburos, entre otros, lo cual implica necesariamente un impacto sobre el ambiente. El aumento de producción de las mismas está directamente relacionado al incremento vehicular; en el país se reporta un crecimiento: la tasa de vehículos por cada 100 habitantes pasó de 132 en 1994 a 263 en el 2014. Por esta razón, la disposición final representa un problema técnico, ambiental, económico y de salud pública (Cantanhede & Monge, 2002). Una opción a esta problemática ambiental es alargar la vida útil de las llantas usadas mediante el recauchado, que consiste en cambiar la banda de rodamiento de la llanta utilizando el casco de la misma.

En Reenfrío Comercial Automotriz S.A. la principal actividad económica es el servicio de recauchado, donde se reportan alrededor de 41 760 llantas recauchadas al año (Reenfrío, 2012). Esto implica un gran uso de recursos y facturaciones de servicios, lo que genera el interés en intervenir el proceso mediante la propuesta de un Plan de Ecoeficiencia. En el diagnóstico realizado se obtuvieron los siguientes consumos promedios mensuales: 24 053 kWh que se atribuye en un 42% a los compresores y en un 30% a las raspadoras, 7620 litros de diésel en la flota vehicular, y 6644 litros de gas LP y 123 m³ de agua atribuibles a las calderas. En cuanto a las emisiones de CO₂, se reportan 527,35 toneladas totales, 88% de las mismas atribuidas al consumo de diésel y de gas LP.

A partir del diagnóstico realizado en el presente trabajo, se proponen veintiún medidas ecoeficientes como controlar las horas de operación, instalar paneles solares y equipos/artefactos de mayor eficiencia, monitoreo energético, optimar el mantenimiento de las luminarias, sensibilizar y capacitar al personal, mantenimiento de la flota vehicular, buenas prácticas de conducción, mejorar el sistema de tuberías de vapor, valorar la instalación de una caldera de biomasa e instalar economizadores de calderas. Cada medida presenta su cálculo de inversión, ahorro y periodo de retorno, así como un nivel de priorización que sirva como herramienta para la toma de decisiones de la empresa y la posible implementación de dichas medidas.

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, a mi pequeñita y a todas las personas que me impulsaron a seguir adelante.

-Katherine.

La presente tesis la dedico a Dios, mi familia, a mi novia, compañeros y profesores de carrera que me ayudaron durante mi formación profesional, con sus ejemplos de superación, humildad y sacrificio; fomentado el deseo de superación.

-Ernesto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen y reconocen el apoyo y colaboración de las siguientes personas:

Al M.Sc. Manfred Murrell Blanco, tutor de este trabajo, por haber asumido el reto de acompañarnos en el proceso.

A Agustín Rodríguez Carvajal y a Dorell Rojas Fonseca, lectores del presente informe, por habernos aportado de su conocimiento y acompañado en el proceso.

A Reenfrío Comercial Automotriz S.A. y a su Encargada de Gestión Ambiental, por recibirnos, darnos acceso a su información y permitirnos aplicar nuestros conocimientos en su empresa.

Al Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (PROCAME) por su apoyo y estímulo.

Y a todos los que colaboraron de una y otra forma con aportes para la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	11
2.	JUSTIFICACIÓN.....	17
3.	OBJETIVOS	21
3.1	General:	21
3.2	Específicos:	21
4.	MARCO CONCEPTUAL.....	22
4.1	Situación actual de la organización:	22
4.2	Procesos y procedimientos de la organización:	23
4.3	Conceptualización del término “eficiencia”:	26
4.4	Descripción de variables	29
4.4.1	Agua:.....	29
4.4.2	Energía:.....	29
4.4.3	Emisiones de CO ₂ eq	30
4.5	Módulos de la guía de eficiencia	32
4.5.1	Diagnóstico de eficiencia:	32
4.5.2	Medidas de eficiencia:	33
4.5.3	Plan de eficiencia:	33
5.	METODOLOGÍA.....	34
5.1	Tipo de investigación: enfoque y alcance	34
5.2	Criterio de selección del objeto de estudio.....	34
5.3	Procedimiento metodológico	34
5.3.1	Fase I. Diagnóstico ambiental inicial	34
5.3.1.1	Actividades.....	34
5.3.1.2	Estrategias de investigación	35
5.3.2	Fase II. Medidas de eficiencia	36
5.3.2.1	Actividades.....	36
5.3.2.2	Estrategias de investigación	37
5.3.3	Fase III. Plan de eficiencia	37
5.3.3.1	Actividades.....	37
6.	RESULTADOS	39

6.1	FASE I. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INICIAL.....	39
6.2	FASE II. MEDIDAS DE ECOEFICIENCIA	52
6.3	FASE III. PLAN DE ECOEFICIENCIA	60
7.	CONCLUSIONES.....	67
8.	RECOMENDACIONES	69
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Tasa de reciclaje de producto de consumo según región.....	13
Cuadro 2.	Detalle del proceso de recauchado.	23
Cuadro 3.	Resumen de variables estudiadas.....	32
Cuadro 4.	Priorización de medidas.....	38
Cuadro 5.	Reporte de consumo de electricidad.....	39
Cuadro 6.	Bloques de consumo según la CNFL, tarifa industrial	40
Cuadro 7.	Reporte de consumo de combustibles de la flota vehicular.....	43
Cuadro 8.	Reporte de consumo de gas LP.....	44
Cuadro 9.	Inventario de las calderas.....	45
Cuadro 10.	Reporte de consumo de agua	46
Cuadro 11.	Identificación de buenas prácticas de ecoeficiencia	49
Cuadro 12.	Cuadro resumen de línea base y oportunidad de mejora	50
Cuadro 13.	Cuadro resumen de oportunidades de mejora y medidas de ecoeficiencia propuestas en el consumo de electricidad.....	52
Cuadro 14.	Cuadro resumen de oportunidades de mejora y medidas de ecoeficiencia propuestas en el consumo de combustibles	56
Cuadro 15.	Esquema del Plan de Ecoeficiencia para las medidas que atienden el consumo de electricidad	60
Cuadro 16.	Esquema del Plan de Ecoeficiencia para las medidas que atienden el consumo de combustibles.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo del proceso de fabricación del neumático.	11
Figura 2.	Ciclo de vida del zancudo.	13
Figura 3.	Mapa de procesos.	15

Figura 4. Diagrama del proceso de recauchado.....	16
Figura 5. Resumen de proporción del consumo total de energía.....	41
Figura 6. Resumen de proporción del consumo total de energía.....	42
Figura 7. Consumo de combustibles fósiles líquidos de la flotilla vehicular 2015.....	43
Figura 8. Consumo de gas LP de las calderas 2015.....	44
Figura 9. Reporte de emisiones de CO ₂ eq.....	47
Figura 10. Reporte de emisiones de CO ₂ eq.....	48
Figura 11. Evaluación de escenarios CON vs SIN medidas para la variable electricidad. .	65
Figura 12. Evaluación de escenarios CON vs SIN medidas para la variable combustibles.	66

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Política Ambiental de Reenfrio Comercial Automotriz S.A.	76
Anexo 2. Cuadro de consumo de electricidad.....	76
Anexo 3. Cuadro de consumo de combustibles	77
Anexo 4. Cuadro de consumo de agua.....	78
Anexo 5. Factores de emisión para combustibles diésel, regular y súper.....	78
Anexo 6. Cálculo de emisiones de CO ₂ eq de la flotilla vehicular que consume combustible diésel.	79
Anexo 7. Cálculo de emisiones de CO ₂ eq de la flotilla vehicular que consume combustible regular.	80
Anexo 8. Cálculo de emisiones de CO ₂ eq de la flotilla vehicular que consume combustible súper.....	81
Anexo 9. Cálculo de emisiones de CO ₂ eq de las calderas que consumen combustible gas LP.....	82
Anexo 10. Cálculo de emisiones de CO ₂ eq correspondientes al consumo de electricidad 83	
Anexo 11. Cuadro de proporción de consumo total de electricidad.....	84
Anexo 12. Facturación de la CNFL sobre consumo energético	90
Anexo 13. Facturación de la AyA sobre consumo del recurso hídrico	91
Anexo 14. Levantamiento electromecánico de las máquinas en el proceso de recauchado	92
Anexo 15. Eco-mapa generado a partir del diagnóstico.....	93
Anexo 16. Informe DLB-MG-00611206 sobre la Inspección General y Medición de Grosos de Generador de Vapor	94

Anexo 17. Estudio de la propuesta. Controlar las horas de operación	95
Anexo 18. Estudio de la propuesta. Instalación de paneles solares	96
Anexo 19. Cotización de Enertiva sobre propuesta preliminar del sistema fotovoltaico en Reenfrío.....	97
Anexo 20. Estudio de la propuesta. Cambio de los equipos que más consumen electricidad.....	98
Anexo 21. Estudio de la propuesta. Monitoreo energético	99
Anexo 22. Estudio de la propuesta. Limpieza periódica de luminarias y ventanas	100
Anexo 23. Estudio de la propuesta. Retirar las lámparas quemadas y/o defectuosas ..	101
Anexo 24. Estudio de la propuesta. Reubicación de las luminarias	102
Anexo 25. Estudio de la propuesta. Separar los circuitos de iluminación	103
Anexo 26. Estudio de la propuesta. Disponer de avisos sobre el buen uso de la electricidad en la institución	104
Anexo 27. Estudio de la propuesta. Capacitar al personal	105
Anexo 28. Estudio de la propuesta. Sustituir progresivamente las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes	106
Anexo 29. Estudio de la propuesta. Instalación de láminas traslúcidas	107
Anexo 30. Estudio de la propuesta. Programa de mantenimiento de los sistemas de aire comprimido	108
Anexo 31. Estudio de la propuesta. Realizar mantenimientos periódicos a la flota vehicular.....	109
Anexo 32. Estudio de la propuesta. Implementar un programa de conducción eficiente	110
Anexo 33. Estudio de la propuesta. Implementar buenas prácticas vehiculares	111
Anexo 34. Estudio de la propuesta. Mejorar el sistema de tuberías de vapor	113
Anexo 35. Estudio de la propuesta. Logística más eficiente en la entrega de productos	115
Anexo 36. Estudio de la propuesta. Cambios en el uso de combustible diésel a biodiésel	116
Anexo 37. Estudio de la propuesta. Instalación de una caldera de biomasa.....	117
Anexo 38. Estudio de la propuesta. Instalación de un economizador en el área de calderas	118
Anexo 39. Formato de implementación de medidas de ecoeficiencia	119
Anexo 40. Escenarios de la empresa con y sin la aplicación de medidas	120

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACOLLRE: Asociación de Comercializadores de Llantas y Recauchadores

AYA: Acueductos y Alcantarillados

BASF: Badische Anilin-und-Soda-Fabrik

CLACDS: Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible

EDECA: Escuela de Ciencias Ambientales

GEI: Gases de efecto invernadero

GHG: Greenhouse gas

IMN: Instituto Meteorológico Nacional

INSIA: Instituto Universitario de Investigación del Automóvil

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

ITRA: Asociación Internacional de Llantas y Caucho

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía

PND: Plan Nacional de Desarrollo

PNE: Plan Nacional de Energía

UNIDO: United Nations Industrial Development Organization (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial)

WBCSD: World Business Council for Sustainable Development (Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible)

WRI: World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales)

1. INTRODUCCIÓN

En la industria del caucho se utilizan básicamente dos tipos de materiales: el natural y el sintético. El segundo, obtenido a través de diferentes polímeros, sirve para la fabricación de una variedad de productos como por ejemplo soportes elásticos, burletes, acoplamientos, calzados, revestimientos, rodilleras, guantes y neumáticos. Este último es el de mayor importancia, debido a que del caucho natural y sintético que se produce en el mundo, gran parte es destinada para la fabricación de llantas: un 60% y un 75% respectivamente. Esta industria ha tenido un crecimiento importante desde el último siglo y sus productos son destinados para bicicletas, automóviles, camiones de carga pesada, y hasta en la industria aeronáutica. La complejidad de este producto radica en el conjunto de componentes para su fabricación, donde cada uno cumple una función específica y es constituido por una mezcla particular de materias primas (caucho natural, caucho butadieno estireno, compuestos azufrados, resinas fenólicas, hidrocarburos aromáticos, poliéster, nylon, óxido de zinc y titanio, antioxidantes y rellenos, y otros materiales inertes). En el siguiente diagrama se muestra el proceso de fabricación (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006).

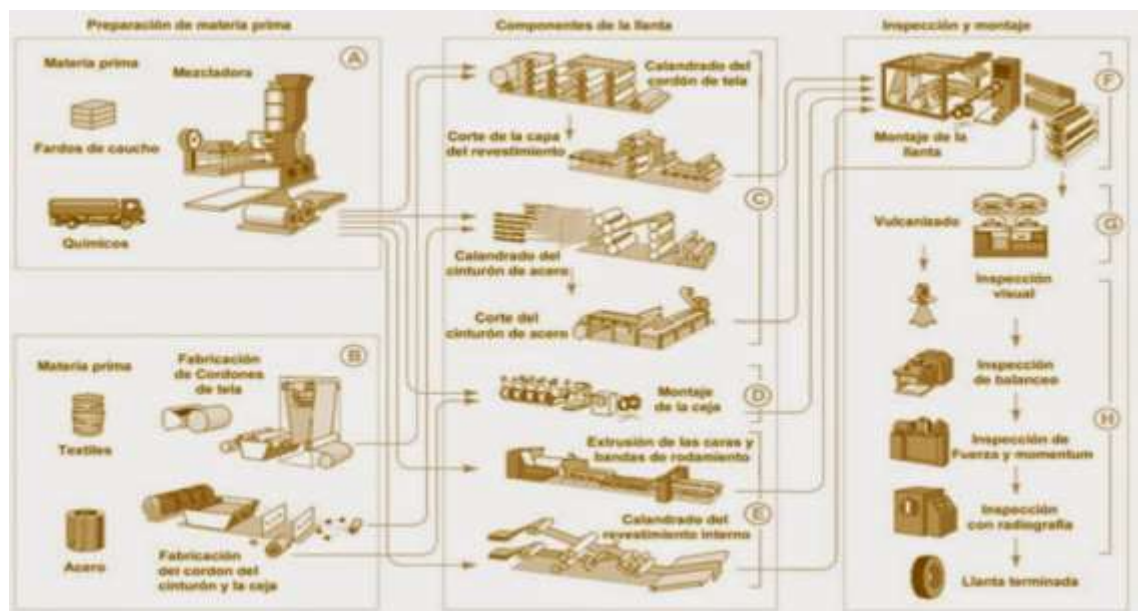


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del neumático.

Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá, 2006.

De acuerdo a la figura anterior, el uso de recursos naturales para la fabricación de este producto es intensivo, y en él se utilizan insumos de múltiples orígenes como agua, energía, hidrocarburos, textiles, acero, azufre, pigmentos, entre otros, lo cual implica necesariamente un impacto sobre el medio ambiente. El aumento de producción del neumático está directamente relacionado al incremento vehicular; según el VII Plan Nacional de Energía de Costa Rica (2015-2030) se reporta un crecimiento, donde la tasa de vehículos por cada 100 habitantes pasó de 132 en 1994 a 263 en el 2014. Para finales del 2015, se estimó una flota de 2 millones, según el Registro Nacional, para una tasa de crecimiento del 8% anual (Herrera, et al. 2013).

La generación de este residuo a nivel mundial ha venido creciendo exponencialmente. En Estados Unidos el consumo es superior a una llanta por habitante/año (300 millones), de las cuales aproximadamente el 5% son quemadas en plantas termoeléctricas, método más utilizado en ese país. La planta Modesto en California quema 4,5 millones de neumáticos y genera 15 MW en 14 mil residencias. La planta en Connecticut quema 10 millones al año y genera 30 MW, con un costo operacional igual al doble del costo de las plantas de carbón y cuya inversión alcanzó los \$10 millones. Por esta razón, la disposición final representa un problema técnico, ambiental, económico y de salud pública, además de que los neumáticos son difíciles de compactar en un relleno sanitario, haciendo este proceso costoso. Su almacenamiento en grandes cantidades provoca problemas estéticos, riesgos de incendios difíciles de extinguir, así como de salud (Cantanhede & Monge, 2002).

El Ministerio de Salud reporta que en el país se producen 1,6 millones de llantas nuevas al año y 25 mil toneladas ruedan en el país anualmente. Según el coordinador del Programa de Control de Vectores del Ministerio de Salud, Rodrigo Marín Rodríguez, cada año 1,2 millones de llantas viejas pasan a formar parte del paisaje urbano en ríos, lotes baldíos y calles de todo el país; esa cifra se convierte en una bomba de tiempo sanitaria y ambiental. Este residuo en desuso es el criadero preferido de los zancudos transmisores de enfermedades; entre ellas, dengue, chikunguña y zika. Además, están hechas de materiales

potencialmente tóxicos que tardan hasta 600 años en degradarse en el ambiente (Ávalos, 2016).

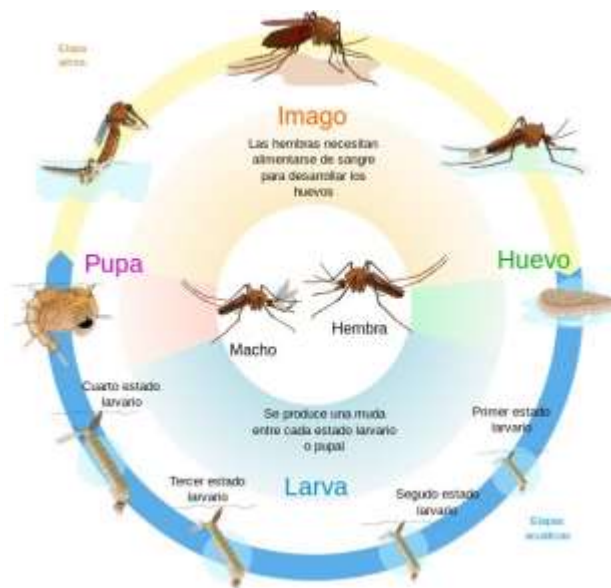


Figura 2. Ciclo de vida del zancudo.

Fuente: Ávalos, 2016.

A nivel mundial los neumáticos cuentan con un porcentaje de recuperación del 85%. En el siguiente cuadro se muestran diferentes productos que se reciclan a nivel mundial:

Cuadro 1. Tasa de reciclaje de producto de consumo según región.

Producto	Europa	Estados Unidos	Japón
Llantas	84	86	85
Vidrio	65	22	99
Baterías de carro	90 (Inglaterra)	99	-
Contenedores de acero	63	63	88
Botellas de aluminio	52	52	92
Botellas PET	39	24	66
Papel / Cartón	64	50	66

Fuente: WBCSD, 2015.

Debido a su alto porcentaje de recuperación, la reutilización o tratamiento al final de su vida útil se ha convertido en una solución ante el impacto que provoca en el ambiente y la salud. Mientras tanto, en Costa Rica solo se le da tratamiento al 20% de las llantas que se comercializan cada año (1,6 millones). Entre las diferentes metodologías está el apilamiento (peligroso por el crecimiento de vectores e incendios, provocando contaminación en la atmósfera, suelo y agua); entierro en los rellenos sanitarios, pero no es muy efectivo por su difícil compactación; uso en la ingeniería civil como señalamiento, elementos de contención, rompeolas, entre otros; generación de energía (no obstante, por su complejidad y alto costo económico en su proceso no es factible para países en vías de desarrollo); y por último el reúso, el cual se ha establecido desde principios de los 1900, y al día de hoy hay aproximadamente 1400 plantas de reencauche a lo largo de América del Norte, según ITRA (Cantanhede & Monge, 2002).

En el caso de Costa Rica, se creó en 1999 la Fundación Ecológica para el Reciclado de Hule y Llantas de Desecho (abreviado como 'Fundellantas') con apoyo de la Asociación de Comercializadores de Llantas y Recauchadores (ACOLLRE). Esta asociación sin fines de lucro dispone de todos sus recursos para la recolección y el proceso de este residuo en Costa Rica. Algunas de las actividades que realizan son estructuras de retención, estabilización de suelos y construcción de muros. Durante años algunas empresas comercializadoras han estado preocupadas por el destino final. En el año 2001, Bridgestone-Firestone, Compañía Mercantil, H. Rucavado y Compañía, Quirós & Compañía, Recauchadora Gigante, Recauchadora Reenfrío, Recauchadora REMI, Recauchadora Trac Taco, Súper Llantas Ramírez y Súper Servicio crearon Fundellantas. Estas empresas contribuyen económicamente con la fundación, donando dinero por cada neumático nuevo vendido (Bridgestone, 2008).

Reenfrío Comercial Automotriz S.A. es una empresa familiar de capital costarricense, fundada en el año 1972, dedicada a la venta de llanta nueva para industria o agrícola, reencauche y centros de servicios complementarios donde se realiza alineamiento y tramado, balanceo, arme y desarme de aros para llantas de camión y agrícola, cambio de aceite y

engrase, afinamiento en el motor, emisiones de gases y pre-RITEVE (figura 3). Se encuentra ubicada en el cantón de Tibás, San José, además cuenta con cinco sucursales de centro de servicio distribuidas en todo el país: San Carlos, Guápiles, Pérez Zeledón, Cartago y Nicoya (Reenfrío, 2012).



Figura 3. Mapa de procesos.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

La principal actividad económica de esta empresa es el servicio de recauchado; se reportan alrededor de 41 760 llantas recauchadas al año. Por tal razón, el enfoque del presente proyecto se orienta en atender esta actividad en su sucursal central (Reenfrío, 2012).

En el proceso de recauchado o reencauche se utiliza aproximadamente el 70% de la llanta original y consiste en cambiar la banda de rodamiento pero conservando el casco de la misma, con el objetivo de prolongar su vida útil (INSIA, 2009). Esta actividad incluye el uso intensivo de máquinas y de recursos que se involucran en las actividades de inspección inicial, raspado de la banda de rodamiento, cardeo –que consiste en pulir los defectos de la llanta que quedan después del raspado–, cementado, embandado, vulcanizado, que incluye

el uso de calderas y autoclaves donde se consumen agua y combustibles, y por último se realiza la inspección final (figura 4):

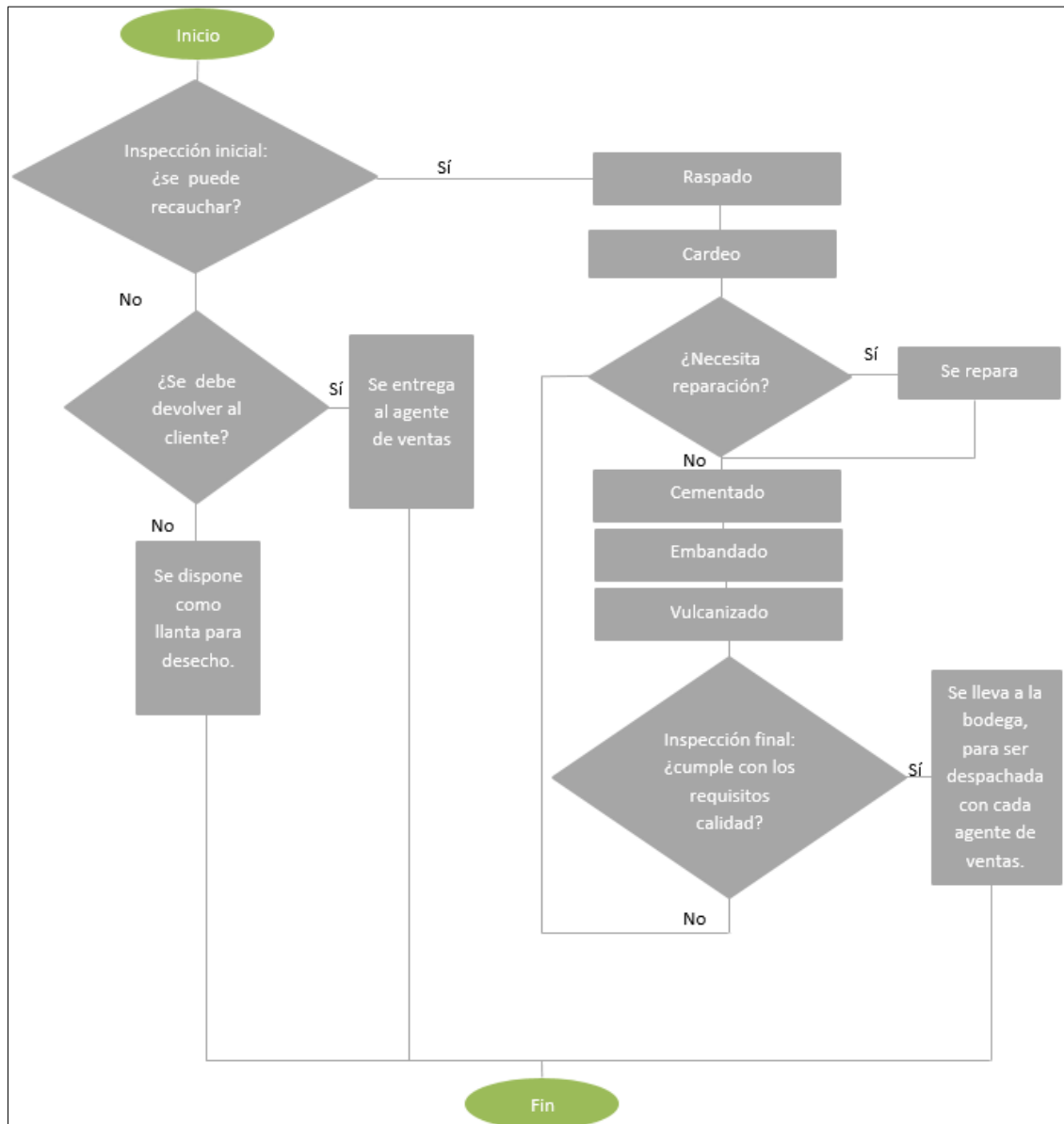


Figura 4. Diagrama del proceso de recauchado.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Reenfrío cuenta con una política ambiental (ver anexo 1), que se basa en el Programa de Bandera Verde de Bridgestone, al cual se encuentra suscrito desde el año 2012; así como una certificación con la norma ISO 9001:2008 en el proceso de recauchado; el mencionado programa se desarrolla en dos dimensiones: la ambiental y social. La dimensión ambiental se basa en principios de prevenir la contaminación y cumplir con la legislación y reglamentación nacional vigente y aplicable, y otros requisitos que la empresa suscriba. A raíz de estos principios, la empresa se planteó tres objetivos ambientales: la eficiencia de consumo de recursos naturales, cálculo de la huella de CO₂ y una Gestión Integral de Residuos. Con el fin de reforzar el compromiso con el programa y responsabilidad con el ambiente, se planteó la siguiente propuesta que pretende disminuir el consumo de recursos en el proceso de recauchado, mediante el diagnóstico de dicho proceso, donde se determinará la línea base de consumos y se definirán las oportunidades de mejora en ecoeficiencia por medio de los puntos críticos identificados en el diagnóstico. Posteriormente se definirán las medidas aplicables al tipo de industria, y se generará el plan ecoeficiente.

2. JUSTIFICACIÓN

La ecoeficiencia se muestra como una atractiva forma de participación de la industria hacia la sostenibilidad; busca armonizar los intereses del medio ambiente y de la industria, para lo cual aplica diversas estrategias. Hay una serie de fuerzas impulsoras fundamentales en el tema, como son: la demografía, la presión ambiental y la creación de valor (González, 2013).

Demográficamente la tendencia es clara: la ONU señala que la población mundial aumentará a 8,5 billones para el 2025, y seguirá creciendo hasta finales del siglo XXI. Dicho aumento se dará casi por completo en los países no desarrollados. La población se desplazará de sus orígenes rurales a las grandes ciudades, lo que representará una enorme presión para las urbes ante esos nuevos habitantes, que en un corto periodo demandarán satisfactores como vivienda y servicios de todo tipo. Cada persona en el mundo requiere una vida digna y saludable y aspira legítimamente a la prosperidad; mientras más elevada es esta percepción del bienestar material, mayores son las presiones para el medio ambiente (Naciones Unidas, 2014).

Tal presión ambiental actúa como una fuerza impulsora, pues dentro de una gama de opiniones y matices, existe un consenso en el mundo de que el impacto que produce en el medio la actividad humana es insostenible. La relación con el entorno ha de cambiar sustancialmente si aspiramos a un futuro deseable. Los problemas en el medio ambiente son muchos y todos interconectados, como el calentamiento de la Tierra, la reducción de la capa de ozono, las pérdidas de suelo y de aguas superficiales, la contaminación y la pérdida de la calidad de aire, los residuos, las aguas del mar, la gestión de riesgo por accidentes y desastres naturales, la calidad del suelo, naturaleza y biodiversidad. Aunque todos los anteriores problemas revisten enorme importancia, si nuestro objetivo es una vida sostenible, tendremos que asegurarnos de no consumir materiales y energía de forma más rápida de lo que tarda la naturaleza en generarlos, además de no desecharlos más rápidamente que el tiempo en que el medio pueda absorberlos (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2015).

Como tercera fuerza impulsora se destaca la creación de valor. La integración de la economía mundial y las comunicaciones cada vez mejores permiten también cambios en las cadenas de valor, trasladando constantemente actividades industriales que buscan las mejores ofertas de mano de obra barata y ubicación estratégica. Por otra parte, la migración del valor afectará a los productos y a sus diseños; esto es, habrá un desplazamiento de valor “físico” al valor del “servicio” que prestan. Ello demandará innovación constante con productos “desmaterializados”, menos intensos en el tipo de materiales usados para su fabricación, así como también en su forma de utilización y desecho (González, 2013).

Implementar un plan de ecoeficiencia genera múltiples beneficios en una empresa, como lo son: disminuir el impacto ambiental relacionado con las actividades de las oficinas, generar ahorros económicos por consumo responsable de materiales de oficina, agua y energía; por ejemplo se puede lograr un 20% de ahorro en el uso de hojas de máquina y cartuchos de impresoras, un 10% de ahorro de la energía eléctrica y un 10% de ahorro en el gasto de agua. Otros beneficios generados son la consolidación de una buena imagen con la comunidad, los

visitantes y otras organizaciones; reforzar la importancia del compromiso ambiental dentro de las organizaciones e instituciones, así como fuera de ellas, con la comunidad y con el personal; además de mejorar la productividad de los empleados, al sentirse parte de una organización que se preocupa por el cuidado del medio ambiente (Cámara de Comercio de Lima, 2016).

En el marco del Programa País Carbono Neutralidad, se impulsan iniciativas público-privadas que pretenden incrementar la cantidad de empresas carbononeutrales en Costa Rica e impulsar al sector empresarial a trabajar en la reducción de su huella de carbono (MINAE, 2012). En el Foro de Sostenibilidad de Río +20, realizado en el 2011, se propuso un plan que fue catalogado como de alto impacto para América Latina, el cual busca ayudar al país a alcanzar la meta de carbononeutralidad. La implementación del mismo se basa en un programa que les permite a las empresas simplificar en cinco pasos las acciones de ecoeficiencia (Camacho, 2012):

- El primer paso es el compromiso público de sus impactos ambientales y comprender sus consecuencias.
- El segundo paso es medirlos, desde un punto de vista integral; allí se contempla el consumo de agua, energía, combustible y gases de efecto invernadero, entre otros.
- Luego, deben reducir el efecto ambiental de su actividad productiva en aquellos componentes más significativos.
- El cuarto paso es compensar el impacto que del todo no se logra reducir.
- Finalmente, deben adaptarse.

Estos son algunos de los resultados de empresas que han participado en dicha iniciativa (Camacho, 2012):

- Arcelor Mittal: Decidió sacarle provecho al sector de Guápiles, en Limón, y sus intensas lluvias, e instalaron un sistema para “cosechar agua”. Consiste en un tanque con capacidad de 4,5 millones de litros que luego purifica y filtra, y sirve para enfriar equipos del proceso productivo. El ahorro en agua ha sido del 52%.

- Dos Pinos: Optó por sistemas de energía solar; la firma Enertiva le diseñó e instaló estos equipos en más de 80 lecherías, invirtió 645 000 colones y ha experimentado ahorros de 690 000 colones; la recuperación de esa inversión fue en 11 meses. Dicho sistema le ha permitido a la empresa un ahorro del 30% (en kilovatios/hora) y emitir 90 ton. de CO₂eq menos por año.
- Autotransportes Tapachula: La compañía capacitó a 250 colaboradores (choferes) en conducción más efectiva y generó ahorros mensuales por 4,5 millones de colones en combustible y ahora emite 30 ton. menos de CO₂eq por mes.
- Florida Ice and Farm Co. (Fifco): Instaló 64 medidores e invirtió 4,3 millones de dólares en acciones de eficiencia y tratamiento de sus afluentes.
- Península Papagayo: La empresa hotelera desarrolla un proyecto de tratamiento de aguas residuales y sistemas de riego con agua de mar para reducir el consumo de agua fresca para el riego de campos deportivos y de entretenimiento.
- Holcim: En su programa “Construir sin Huella”, invirtió 5000 dólares en acciones como voluntariado, sensibilización y capacitación, y logró ahorros del 12% en combustible, 27% en electricidad y 11% en agua.
- G-Luzled: Reemplazó el 100% de la iluminación tradicional por LED, logrando un ahorro de 58% (en kilovatios/hora).
- Intel: Mediante el programa de transporte compartido, logró la disminución de casi 1600 ton. de CO₂eq por uso de bus y 31 ton. de CO₂eq por transporte compartido.

En el caso de Reenfrío Comercial Automotriz S.A., la empresa cuenta con equipos eléctricos, autoclaves y calderas que consumen aproximadamente unos 24 000 kWh por mes, 120 m³ de agua mensuales y 7500 litros de diésel mensuales; lo que evidencia que existe un margen de mejora y oportunidad en el cual una propuesta ecoeficiente viene a aportar beneficios, al combinar el rendimiento económico y ambiental, e impulsar procesos de producción más eficientes y la creación de mejores productos y servicios, a la vez que reduce el uso de recursos, residuos y contaminación a lo largo de la cadena de valor (Ministerio del Ambiente Perú, 2009). Esto vendría a minimizar sus costos operacionales en el proceso de recauchado

de llantas, para lograr ser una empresa más competitiva, sostenible ambiental y económicamente.

La importancia de este proyecto es incentivar a las empresas de este tipo a incorporar medidas de gestión ambiental que les permitan cumplir con los estándares de calidad apropiados implementando a la vez medidas en el ahorro de energía, agua y reducción de emisiones. Además, el desarrollo de esta propuesta viene a responder a las políticas ambientales con las que Costa Rica se ha comprometido en la última década, debido a la fuerte presión sobre los ecosistemas por el desarrollo de las actividades humanas. El alcance del proyecto se delimita en torno a atender las variables de consumo de electricidad, combustibles, agua y generación de emisiones, específicamente en el proceso de recauchado. Queda excluido el tema de residuos, ya que el mismo se ha venido trabajando con mayor énfasis por parte de la gestora ambiental mediante la implementación de un plan de manejo integral de residuos sólidos.

3. OBJETIVOS

3.1 General:

Desarrollar una propuesta en la empresa Reenfrío Comercial Automotriz S.A. para la mejora ecoeficiente del proceso de recauchado de llantas, optimizando el consumo de energía eléctrica, combustibles, agua y generación de emisiones y con miras al cumplimiento de su política ambiental.

3.2 Específicos:

- i. Realizar un diagnóstico del proceso de recauchado de llantas mediante la elaboración de una línea base en el año 2015, para la identificación de los puntos críticos relacionados con aspectos ambientales.
- ii. Definir medidas de ecoeficiencia para la empresa en el proceso recauchado, en las variables de energía eléctrica, combustibles, agua y generación de

emisiones, con el fin de enfocarse en la minimización de las facturaciones de los servicios e impactos ambientales.

- iii. Generar un plan de ecoeficiencia a la organización en el proceso de recauchado, con la creación de una matriz que involucre la priorización de las medidas según su ahorro, inversión y retorno, con el propósito de brindarle a la gerencia una herramienta para la toma de decisiones.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1 Situación actual de la organización


Reenfrío cuenta con una política ambiental (ver anexo 1), enfocada en el cumplimiento de la legislación y prevención de la contaminación, como es el caso de la flota vehicular que mantiene al día la revisión técnica de sus 25 automóviles de carga liviana y pesada que utilizan diésel, 5 vehículos con gasolina Plus 91 y 7 con gasolina súper; además posee un Plan de Manejo de Residuos, mediante el cual desarrolla diagramas de flujo de cada residuo y mantiene un sistema de comunicación para la separación de residuos. Asimismo, posee un Programa de Salud Ocupacional, cuyos objetivos son mejorar la calidad de vida de los colaboradores por medio de optimización de los procesos, identificación de los factores de riesgo, cumplimiento de los requisitos legales y reducir o eliminar los costos de indemnización generados por los efectos nocivos a la salud, y por otra parte cuenta con la Comisión de Salud Ocupacional que deberá cumplir con los objetivos antes mencionados. En cuanto a los neumáticos para desecho que se recogen por diferentes medios, ya sea por el proceso de recauchado (descartados), por el servicio de mantenimiento básico o contratos con instituciones públicas, se les entregan a Fundellantas para su disposición final, como lo establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839 en su principio de responsabilidad extendida del productor (Reenfrío, 2012).



4.2 Procesos y procedimientos de la organización




Reenfrío nace con el propósito de ser una nueva alternativa para el sector transportista; por esta razón la compañía cuenta con múltiples servicios, entre ellos se encuentra el centro de servicio donde se realizan alineamiento y tramado, balanceo, arme y desarme de aros de camión y agrícola, cambio de aceite y engrase, afinamiento en el motor, emisiones de gases (CO, NOx, HC), pre-RITEVE (consiste en revisión de la suspensión, luces, frenos, emisión de gases, nivel de aceite, canasta de la batería, estado de las llantas, escobillas y cinturones). Asimismo, se venden neumáticos nuevos, ya sea para la industria o el sector agrícola (principal mercado de la organización). Por último se ofrece el recauchado, actividad económica base de la empresa, que consiste en cambiar la banda de rodamiento sirviéndose del mismo casco de la llanta con el objetivo de prolongar su vida útil (Reenfrío, 2012).


A continuación, se describe el proceso de forma más detallada e ilustrativa (cuadro 2):

Cuadro 2. Detalle del proceso de recauchado.

Orden	Actividad	Fotografía
1	<p>Inspección inicial: La llanta tiene que cumplir con los criterios de calidad establecidos por la organización para que esta pueda ser recauchada, como por ejemplo que el casco no debe estar agrietado y que la ceja debe estar en buen estado.</p>	

Orden	Actividad	Fotografía
2	Raspado: La llanta es raspada con la finalidad de quitar por completo la banda de rodamiento original y las impurezas que trae la misma.	 A worker in a blue shirt and cap is operating a large industrial machine in a workshop. The machine is used for grinding tires, and the worker is positioned to the left of the machine, which is mounted on a blue base. The background shows a typical industrial setting with metal structures and overhead lighting.
3	Cardeo: Se pulen los defectos del casco que se observan en el raspado.	 A worker in a blue shirt and cap is operating a large industrial machine in a workshop. The machine is used for grinding tires, and the worker is positioned to the left of the machine, which is mounted on a blue base. The background shows a typical industrial setting with metal structures and overhead lighting.

Orden	Actividad	Fotografía
4	Cementado: A la llanta se le agregan los solventes y pegamentos para la unión de la banda de rodamiento nueva.	
5	Embandado: Se adhiere la banda de rodamiento.	
6	Vulcanizado: Las llantas se cocinan en autoclaves a altas temperaturas y presiones establecidas para la correcta unión entre la banda de rodamiento y el casco.	

Orden	Actividad	Fotografía
7	Inspección final: Proceso para verificar que las llantas cumplan con los estándares de calidad establecidos.	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.3 Conceptualización del término “eficiencia”:

La eficiencia es una estrategia de gestión que combina el rendimiento económico y ambiental. Permite procesos de producción más eficientes y la creación de mejores productos y servicios, a la vez que reduce el uso de recursos, residuos y contaminación a lo largo de la cadena de valor. Crea más valor con menos impacto a través de la separación de los bienes y servicios a partir del uso de la naturaleza (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, 2002). Es una filosofía administrativa que impulsa a las organizaciones a buscar mejoras ambientales paralelamente con los beneficios económicos. Se enfoca en las oportunidades de negocios y permite a las empresas ser más responsables ambientalmente y más rentables (Ministerio del Ambiente Perú, 2009).

Una de las primeras organizaciones en utilizar este concepto en sus actividades fue la compañía Badische Anilin-und-Soda-Fabrik (BASF), industria multinacional química creada en 1865, una de las pioneras en preocuparse de su responsabilidad sobre el medio ambiente en general, y sobre los seres humanos en particular. En 1995 comenzó a desarrollar en investigaciones sobre la sostenibilidad en sus productos así como en herramientas para el

análisis de ecoeficiencia. El método desarrollado por BASF está enfocado en disminuir tanto los tiempos de los procesos como los costes de los mismos (Bastante, M; 2006).

A nivel latinoamericano, específicamente en Medellín, Colombia, se ha trabajado en propuestas ecoeficientes para la reducción de costos derivados de una gestión ambiental incorrecta, como es el caso de la Curtidora de Cuero Inversiones J y D en Calarcá, Quindío, donde se establecieron propuestas en sus líneas de producción, logrando en el primer mes de implementación ahorros de \$ 26 916,759, tomando en cuenta variables como uso energético, consumo de agua, ahorro de productos químicos y manejo de residuos sólidos (Robledo, 2014).

En Costa Rica, se ha trabajado en este tema desde el término de producción más limpia, como es el caso del vivero 16 de Orquídeas de Costa Rica S. A., donde se intervino con un plan de reducción de consumo energético desde sus procesos, con la inclusión de una propuesta ecoeficiente y validando los mismos desde el punto de vista económico, técnico y ambiental; todo lo cual permite el ahorro en la facturación eléctrica con un menor impacto ambiental (Rodríguez, 2014).

Por ende, la ecoeficiencia es una filosofía administrativa aplicable a cualquier tipo de industria y proceso, con el fin de conseguir una distribución de bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y brinden calidad de vida, y a la vez reduzcan los impactos ambientales y la intensidad con la que se consumen los recursos naturales. Por dicha razón, este concepto se plantea tres objetivos generales (Forum Ambiental, 2003):

- **Reducir el uso de recursos:** esto incluye minimizar el consumo de energía, materiales, agua y terreno, aumentar el reciclaje, la durabilidad del producto y cerrar el ciclo de los materiales.

- **Reducir el impacto en la naturaleza:** esto incluye minimizar las emisiones, los vertimientos, la disposición de residuos y la dispersión de sustancias tóxicas, además de apoyar el uso sostenible de los recursos naturales.
- **Suministrar más valor con el producto o servicio:** 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.

Para las instituciones generadoras, distribuidoras y consumidoras de electricidad, desarrollar planes de mejora de su matriz energética es importante ya que existen pérdidas en las redes de distribución y transmisión, en donde solamente el 37% de la generación se convierte en energía útil; durante las transformaciones y procesos que atraviesa la energía antes de llegar al hogar, la organización pierde el 63% de su capacidad potencial (Poveda, 2007).

Para lograr un uso eficiente de este recurso se debe enfocar en estrategias de buenas prácticas ambientales acompañadas de capacitaciones al personal, reducción de los componentes y materiales utilizados como materia prima (siempre y cuando la calidad del producto final no se vea afectada), el diseño e implementación de la producción más limpia, que es una estrategia integrada para la prevención de impactos ambientales en procesos, producción y servicios que conlleva un ahorro de materias primas e insumos, ahorro de agua y electricidad por medio de mejoras en el proceso, como cambio de maquinaria más eficiente o planes de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo (Ministerio del Ambiente Perú, 2009).

En Reenfrío Comercial Automotriz S.A., al implementar medidas ecoeficientes en el proceso de recauchado, estarían reduciendo el consumo energético, el cual es su mayor preocupación en la actualidad, además que se estarían atendiendo otros aspectos como el uso racional del agua y la reducción de emisiones. Todas estas acciones vienen a minimizar el impacto

ambiental y suministran un valor agregado a sus productos, brindándoles a los clientes una solución de calidad y con aporte ambiental en los mismos.

4.4 Descripción de variables

El proyecto requiere de mediciones en distintas variables para dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos planteados. A continuación, se presentan las variables, su definición y operacionalización.

4.4.1 Agua:

Se define como la cantidad de recurso hídrico de que dispone un habitante u organización para sus necesidades diarias como consumo, aseo, limpieza, riego, entre otras. El objetivo de esta variable es inventariar el agua comprada a la empresa de saneamiento u obtenida de fuentes superficiales o subterráneas. El hecho de reportar el volumen total del abastecimiento de agua por fuentes contribuye a entender en diferentes escalas los impactos potenciales y riesgos asociados al uso de la organización, además provee un indicador del tamaño relativo de la organización y la importancia de dicho recurso en los procesos internos. Adicionalmente, se obtiene una línea base para otros cálculos relativos con la eficiencia y el uso. Algunos indicadores que ejemplifican esta variable son: m^3/mes , $m^3/colaborador$, $m^3/recauche$. La información se obtiene a través de facturas de los proveedores del recurso, cuando es obtenida de la red pública (Ministerio del Ambiente Perú, 2009).

4.4.2 Energía:

Es la potencia de un equipo que se utiliza en un tiempo determinado. El objetivo de esta variable es conocer el total consumido, independientemente de las fuentes de generación: combustibles fósiles o energía renovable (hidroeléctrica, solar, eólica, biomasa, geotérmica). La capacidad de una compañía para reportar el uso eficiente de este recurso puede ser demostrada por el monto de facturación, el cual tiene un efecto directo en los costos de operación y en la variación de los precios y suministros energéticos. La huella ambiental de la organización se forma en parte por la selección de las fuentes, lo que implica que los cambios en el balance de estas pueden indicar los esfuerzos de la empresa por minimizar los

impactos ambientales. Algunos indicadores que ejemplifican para esta variable son: kWh/recauche/mes, kWh/mes, kWh/colaborador/mes (Ministerio del Ambiente Perú, 2009).

La información del uso energético se puede obtener a través de facturas de los proveedores del recurso, así como facturas de compras de combustibles para generación eléctrica. Cuando el suministro es a través de generación propia se deben monitorear los medidores en el punto de generación. El consumo de este recurso generalmente se reporta en kilovatios hora (kWh) (Ministerio del Ambiente Perú, 2009).

4.4.3 Emisiones de CO₂e

El objetivo de esta variable es inventariar el total de emisiones de CO₂. Para administrar este tipo de GEI se deben definir los límites operacionales y organizacionales, es decir, establecer las diferentes unidades, equipos, vehículos, edificios y todo tipo de activos propios o externos que contribuyen a la ejecución de actividades de la organización y que son fuentes generadoras de GEI. Para determinar estos límites operacionales se debe entender que existen dos categorías de emisiones de GEI: directas e indirectas; se toma como referencia el Protocolo WRI de la Guía de la IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) que establece:

- **Emisiones directas:** producto de fuentes que son propiedad o control de la organización, como hornos en el sótano del edificio donde funciona o viajes de negocios en los carros de la compañía. Si la compañía alquila vehículos o equipo y paga por el combustible usado, estas emisiones también serán contabilizadas como directas de la empresa, aunque no sea dueña de dichos equipos. Para propósitos de reportes, las emisiones directas se denominan “Emisiones de Alcance 1.” El concepto de *alcance* fue desarrollado por la Greenhouse Gas (GHG) Protocol Initiative.

- **Emisiones indirectas:** son resultado de las actividades de la organización, pero generadas con fuentes propias o controladas por otra empresa. Por ejemplo, aunque la organización puede ser dueña de una fotocopiadora, las emisiones producidas por la misma son indirectas para la compañía, esto porque la fuente de emisiones (electricidad) es generada por la planta de energía, no por la fotocopiadora en sí. Para propósitos de reportes, este tipo de emisiones indirectas se denominan “Emisiones de Alcance 2 y 3”. Las emisiones de Alcance 2 incluyen las de la generación de electricidad adquirida (comprada) o traída dentro del límite organizacional de la empresa. El Alcance 3 es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de emisiones indirectas.

La información sobre emisiones de CO₂ se puede obtener a través de facturas de compra de combustibles, pagos de servicios energéticos, estimaciones y cálculos de entidades ambientales, revisiones de planta, encuestas e inventarios sobre monitoreo de viajes de empleados, entre otros. Las emisiones de CO₂ se reportan en toneladas métricas por año; con el cálculo básico de: datos de actividad x factores de emisión (según el IMN) x potencial de calentamiento global (WRI, 2006).

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las variables, sus unidades, herramientas y metodologías usadas para el cálculo del consumo:

Cuadro 3. Resumen de variables estudiadas

Variable	Unidad	Herramienta	Metodología
Agua	m ³ /mes	Medidor de agua (NIS338-2512)	Histórico de consumo de agua, año base 2015.
Energía	kWh/mes	Medidor de consumo (938882 de la CNFL)	Histórico de energía, año base 2015.
Emisiones de CO₂	Ton. CO ₂ eq/mes	Protocolo de Gases Efecto Invernadero de la WRI (World Resources Institute)	Historial de consumos (litros, kWh)* Potencial de Calentamiento Global (CH ₄ , N ₂ O) * Factor de Emisión de GEI (según su actividad) = Ton. CO ₂ eq

Fuente: Elaboración propia, 2016.

4.5 Módulos de la guía de ecoeficiencia

4.5.1 Diagnóstico de ecoeficiencia:

Al inicio de cualquier proyecto es importante tener el conocimiento de la situación actual de la organización, ya que esto permite desarrollar con mayor facilidad un plan de trabajo y planificar las estrategias; asimismo ayuda a las empresas a aprovechar mejor sus activos de consumo energético y de agua, crear transparencia y facilitar la comunicación sobre su gestión. Ayuda a las instalaciones en la evaluación y a dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías, por medio de la creación de líneas base de consumo en las variables de interés (electricidad, combustibles, agua, y por último para estimación del inventario de CO₂eq para el proceso). Además, permite calcular un balance de recursos preliminar en un periodo de referencia tomando en cuenta los procesos productivos de la organización; de igual manera permite describir de manera más detallada todos los equipos, lo que permite la identificación de las áreas de mayor uso energético, hídrico y generación de emisiones (Rodríguez, 2014).

4.5.2 Medidas de ecoeficiencia:

Las medidas ecoeficientes son un conjunto de estrategias en busca de la prevención de la contaminación, donde se considera toda la línea de producción, productos y servicios de la organización con el fin de aumentar la eficiencia del sistema y minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (Ministerio del Ambiente Perú, 2012). Estas medidas unen las variables de materia prima, agua, energía y combustibles dándoles un significado de uso eficiente a estos, promoviendo la eliminación de los productos tóxicos y peligrosos, y la reducción de emisiones a través de la mejora continua de sus procesos. Entre las posibles medidas están: las buenas prácticas de manipulación de equipo, tecnología más eficiente en cuanto a consumo, controlar las horas de operación de la organización, programas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

4.5.3 Plan de ecoeficiencia:

El plan está diseñado para implementar las medidas ecoeficientes con base en las oportunidades de mejora identificadas en el diagnóstico, con el fin de alcanzar un marco estratégico integrado en búsqueda de una reducción y, por consiguiente, un ahorro económico en su proceso (Ministerio del Ambiente Perú, 2012).

El tema de eficiencia energética, ahorro en el consumo de agua y reducción de emisiones es de gran relevancia en el país debido al Plan de Nacional de Energía 2015-2030 y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, por lo cual es de suma importancia llevar a cabo acciones de prevención y mitigación para transformar aquellos procesos ineficientes, controlando la contaminación del sistema.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de investigación: enfoque y alcance

La metodología para la elaboración del plan de ecoeficiencia presenta un enfoque mixto, que se desarrolla mediante una recolección de datos y trabajo de investigación que tiende a ser descriptivo por los objetivos planteados; este mismo se divide en tres etapas importantes. La primera de ellas tiene como fin caracterizar la situación actual y el desarrollo de la organización, es decir, la realización de un diagnóstico ambiental inicial, identificando los aspectos ambientales críticos. La segunda etapa consiste en definir medidas para la organización enfocadas en el ahorro de electricidad, combustible, agua y reducción de emisiones. Por último, la creación de un plan de ecoeficiencia, priorizando las medidas del punto anterior, e indicando el ahorro, inversión y retorno de las mismas, junto con los indicadores de seguimiento respectivos. El plan ecoeficiente abarca el proceso de recauchado en la sucursal de San José de la empresa Reenfrío Comercial Automotriz S.A., desde la inspección inicial hasta la final.

5.2 Criterio de selección del objeto de estudio

Se estudiaron los aspectos ambientales críticos de la organización, con el fin de generar medidas de ecoeficiencia que beneficien tanto ambiental como económicamente a la empresa, tomando como año base el 2015.

5.3 Procedimiento metodológico

5.3.1 Fase I. Diagnóstico ambiental inicial

En esta fase se realizó un diagnóstico ambiental inicial tomando como año base el 2015; para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

5.3.1.1 Actividades

- Se obtuvo la línea base del consumo energético, recurso hídrico y generación de emisiones de CO₂; a continuación se explica cómo se consiguió esta información (Ministerio de Ambiente de Perú, 2009):

- Línea base del consumo energético: Se calculó el consumo total anual, promedio, kWh/persona*año, por medio de la facturación mensual reportada por la compañía suministradora de energía. Una vez obtenido, se calcula el porcentaje del consumo de cada equipo, mediante la ficha técnica o placa y un estimado del uso diario del equipo.
- Se realizó un inventario de los equipos eléctricos que se utilizan en planta, para el cálculo del uso energético por área de trabajo. Esto por medio de los registros que maneja la organización y estudios realizados anteriormente. Para conocer la proporción del consumo, se dividió el valor de consumo promedio de cada equipo entre el total.
- Línea base de consumo de combustibles: Se calculó el consumo total anual y promedio; dichos datos se obtuvieron de la base de datos financieros que maneja la organización, donde se separan según el tipo de combustible.
- Se realizó un inventario de la flotilla vehicular y del consumo de combustibles con el fin de conocer cuál tipo de combustible es más demandado por la empresa.
- Línea base de recurso hídrico: Se calculó el consumo total, promedio, m³/caldera*año. Por medio de la facturación mensual reportada por la compañía suministradora del servicio.
- Se realizó un inventario del equipo que consume agua, esto por medio de los registros que maneja la organización.
- Se obtuvieron las emisiones de CO₂eq, por medio de los registros obtenidos anteriormente, así como el total de emisiones por colaborador. Esto por medio del cálculo básico del WRI: datos de actividad x factores de emisión (según el IMN) x potencial de calentamiento global.
- Se identificaron prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia, mediante la aplicación de una lista de chequeo por medio de observación y entrevistas.

5.3.1.2 Estrategias de investigación

- Se consultaron las bases de datos y registros de la empresa, como por ejemplo los recibos del pago de los servicios públicos (electricidad y agua) y facturas pagadas en servicios de combustibles.

- Se entrevistó a los encargados y al personal, mediante visitas previamente coordinadas con la gestora ambiental.
- Se aplicaron métodos de observación para complementar la información de la lista de chequeo sobre las prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia en cuanto al uso del agua y energía.
- Se usó la metodología del Protocolo WRI del documento “Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte” para el cálculo de las emisiones, clasificando las emisiones en directas e indirectas y calculando las toneladas métricas por año de la siguiente forma: DA (dato de actividad) \times FE (factor de emisión) \times PCG (potencial de calentamiento global).

5.3.2 Fase II. Medidas de ecoeficiencia

En esta fase se definieron medidas ecoeficientes, para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

5.3.2.1 Actividades

- Posterior a haber identificado los puntos críticos, se definieron las medidas de eficiencia donde es importante la combinación de estrategias como buenas prácticas y mantenimiento, buena gestión y, como última opción, la implementación de tecnologías modernas y eficientes en el uso de los recursos.
 - Para consumo energético: mediante la consulta bibliográfica, se propusieron prácticas como evitar las pérdidas de energía, iluminación de bajo consumo, programas de mantenimiento preventivo, optimización de equipos e instalación apropiada de artefactos eléctricos.
 - Para matriz de combustibles: mediante la consulta bibliográfica, se propusieron buenas prácticas de manejo y mantenimiento de la flota vehicular, así como del equipo de la planta que utilice combustibles fósiles.

5.3.2.2 Estrategias de investigación

- Se realizó una búsqueda bibliográfica tanto en las bases de datos académicas de la universidad como en sitios de internet, documentos físicos y electrónicos, sobre acciones que han sido exitosas en otras compañías y pueden ser aplicadas en Reenfrió.

5.3.3 Fase III. Plan de ecoeficiencia

En esta fase se realizó un plan ecoeficiente, para lo cual se requiere realizar los siguientes pasos:

5.3.3.1 Actividades

- Para el plan de ecoeficiencia se enlazaron las oportunidades de mejora identificadas y las medidas ecoeficientes enlistadas en la fase anterior, por medio de una matriz donde se vincularon sus indicadores, priorización, presupuesto y ahorro, considerando lo siguiente:
 - Las oportunidades de mejora se enlazaron, en un cuadro, con las medidas ecoeficientes propuestas que fueran afines a cada variable y al punto crítico por atender.
 - Ahorro: Según la bibliografía consultada, para cada propuesta se vinculó un ahorro; este se tradujo en términos monetarios para poder conocer el retorno simple.
 - Inversión: Se especificó el monto económico al cual asciende la implementación de cada medida, por medio de cotizaciones realizadas a empresas que brindan el servicio o producto.
 - Retorno simple: Se especificó el tiempo que le tomará a la organización recuperar lo invertido por la implementación. Se utilizó la información calculada anteriormente mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Retorno simple} = \frac{\text{Inversión (año)}}{\text{Ahorro económico (año)}}$$

- Priorización: En esta sección se definió el orden de implementación. La priorización se realizó según el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Priorización de medidas

Leyenda	Descripción
Alto	Alta prioridad, debido a su impacto en el corto plazo, facilidad de implementación y retorno de la inversión en el corto plazo.
Medio	Media prioridad, debido a su moderado impacto y proyección de implementación hasta 1 año con periodo de retorno de la inversión a mediano plazo.
Bajo	Baja prioridad, puesto que implican inversiones significativas en equipamiento con tasas de retorno a largo plazo.

Fuente: Ministerio del Ambiente Perú, 2012.

- Responsable: se refiere a la designación del área responsable para la implementación de las medidas de ecoeficiencia priorizadas.
- Se establecieron, según la afinidad de las medidas propuestas y a la variable que corresponde, los indicadores de desempeño ambiental que utilizará la empresa para verificar si la propuesta ha surtido efecto, en el caso de energía eléctrica: kWh/reencauche/mes; para el recurso hídrico: m³/caldera/mes y para el consumo de combustibles: L/vehículo/mes y L/caldera/mes.
- Se presentó ante la encargada de gestión ambiental y gerente general de la empresa la propuesta del plan de ecoeficiencia y sus indicadores, mediante una visita previamente pactada, para evaluar la calidad del plan propuesto y recibir observaciones; esto con el fin de lograr una implementación efectiva y asegurar un seguimiento de parte de los responsables de cada área.

6. RESULTADOS

6.1 FASE I. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INICIAL

i. Línea base de consumo de electricidad

La línea base del consumo eléctrico del área de recauchado se obtuvo a partir de los registros o recibos del servicio brindados por el proveedor, llamado Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). El año base es el 2015, el medidor del cual se obtuvieron los datos fue el número 938882. A continuación, este cuadro resumen representa la línea base de energía eléctrica del proceso de recauchado; se reporta un consumo de 8,97 kWh por reencauche al mes, lo que se traduce en un costo anual de 40 867 980 colones.

Cuadro 5. Reporte de consumo de electricidad

Aspectos	Dato
Costo anual (colones)	40 867 980
Costo promedio mensual (colones)	3 405 665
Total anual (kWh)	288 640,00
Promedio mensual (kWh)	24 053,00
Total anual (kW)	1 469,00
Promedio mensual (kW)	122,00
Total anual de recauches	32 194,33
Promedio mensual de recauches	2 682,86
Indicador de desempeño: consumo energético (kWh)/reencauche	8,97

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en el cuadro 5, Reenfrío cuenta con un consumo mensual promedio 24 053, lo que supera ampliamente los 3000 kWh; esto implica que la empresa paga los cargos de energía y cargos por demanda que tiene establecidos la CNFL, lo que dispara el monto de facturación mensual.

Según la CNFL, los clientes con consumos mayores a 3000 kWh por mes tendrán una facturación tal que por los primeros 8 kW de potencia o menos tienen un cargo fijo y por cada kW adicional se aplica un monto diferencial, como se indica en el siguiente cuadro, donde por consumo energético se cobran 63,36 colones por cada kWh adicional y, en el caso del cargo por demanda, se cobra 9 918, 53 colones por cada kW adicional.

Cuadro 6. Bloques de consumo según la CNFL, tarifa industrial

Bloques de consumo		Dato
Por consumo energético	Bloque de 0- 3.000 kWh cargo fijo	¢ 190 080,00
	Bloque mayor a 3.000 kWh cada kWh	¢ 63,36
Cargo por demanda	Bloque 0- 8 KW cargo fijo	¢ 79 348,24
	Bloque mayor a 8 kW	¢ 9 918,53

Fuente: CNFL 2017.

Con respecto al inventario de equipos eléctricos, este se realiza para conocer cuáles equipos consumen mayor energía, con el fin de poder identificar las oportunidades de ecoeficiencia. A continuación, se presenta una figura que resume los equipos y sus porcentajes de consumo, donde el mayor consumidor son los compresores con un 42% del consumo y las raspadoras Cincinnati con un 30%.

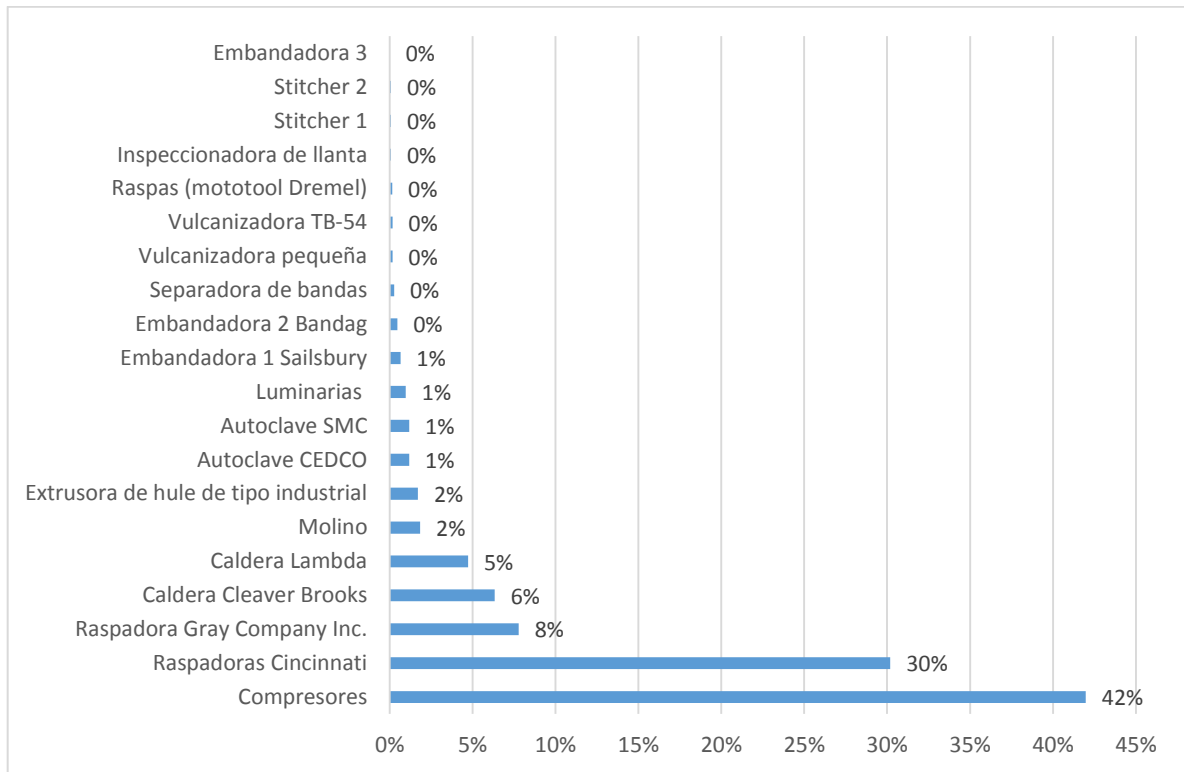


Figura 5. Resumen de proporción del consumo total de energía.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

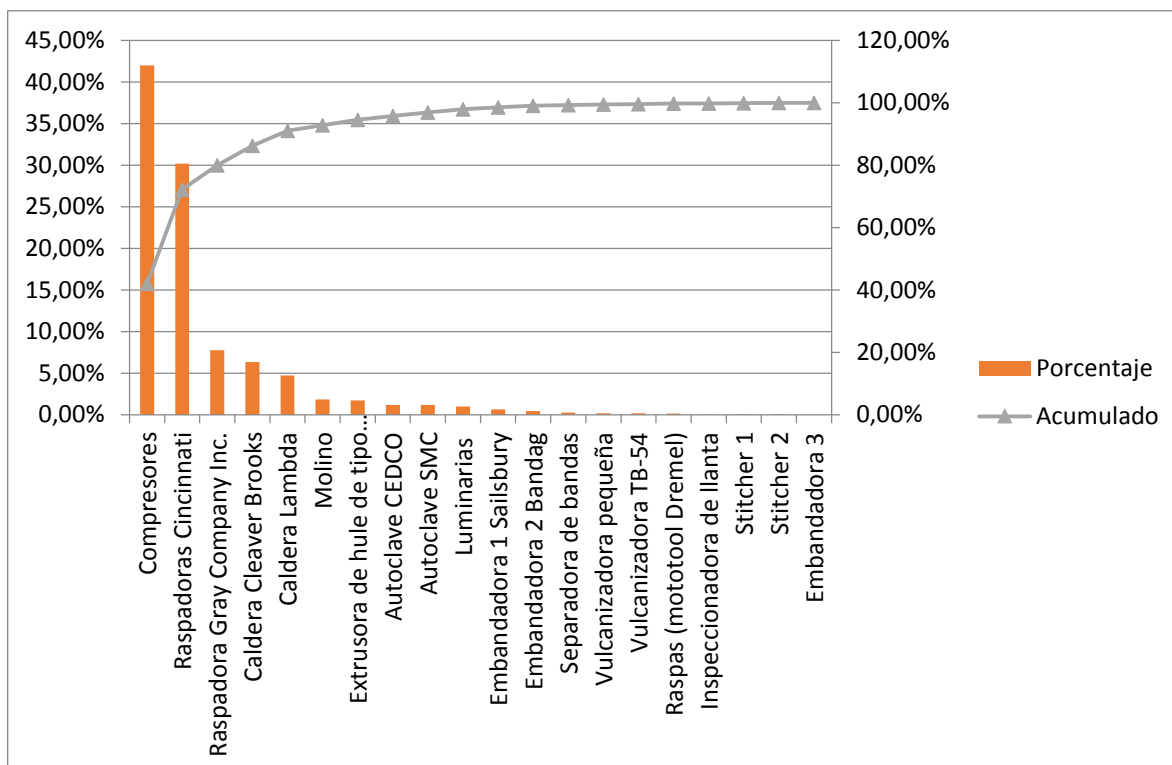


Figura 6. Resumen de proporción del consumo total de energía.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en la figura anterior, los tres primeros tipos de equipos (compresores, raspadoras Cincinnati y Raspadora Gray Company Inc.) representan aproximadamente el 80% del consumo de electricidad, lo que implica que se debe poner especial atención en valorar el funcionamiento de los mismos para identificar oportunidades de ecoeficiencia.

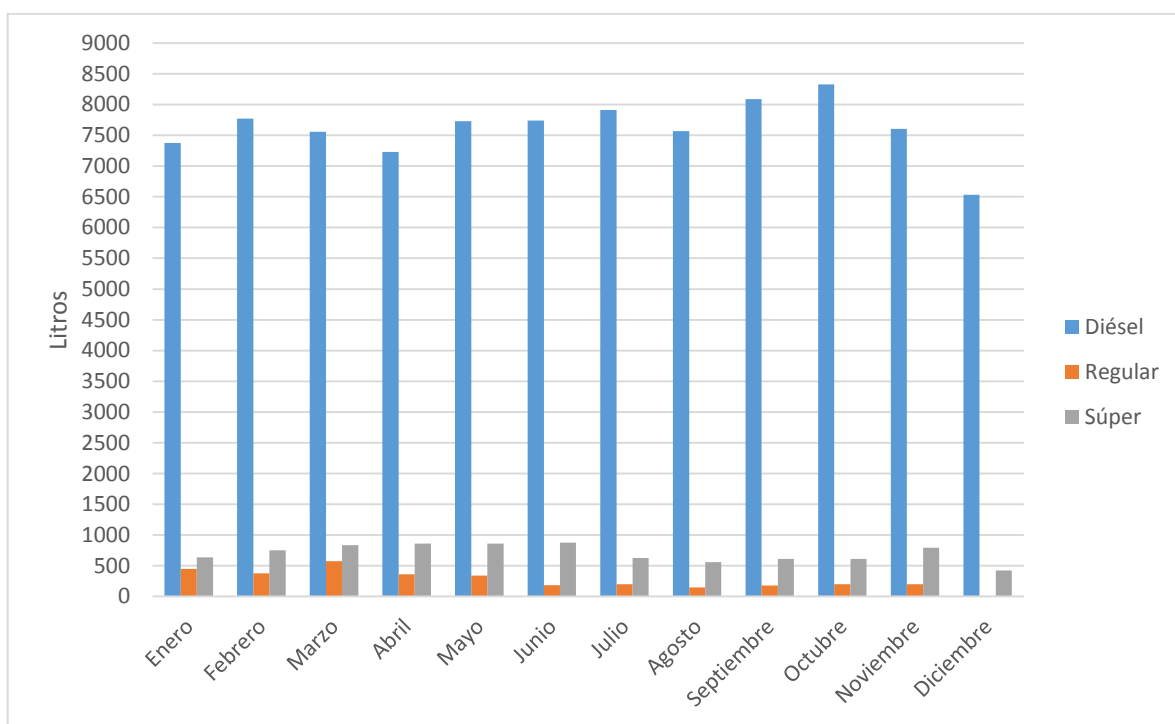
ii. Línea base de consumo de combustibles

La línea base del consumo de combustibles se obtiene a partir de las facturas obtenidas por la compra en las estaciones de servicio y del proveedor del gas LP, Blue Flame. El año base es el 2015. A continuación, se presentan los datos obtenidos, donde se evidencia que el combustible más consumido en la flota vehicular es el diésel, con un total anual de 91 437, 16 litros.

Cuadro 7. Reporte de consumo de combustibles de la flota vehicular

Aspectos	Diésel	Regular	Súper
Costo anual (colones)	44 072 795	1 846 034	5 077 941
Costo promedio mensual (colones)	3 672 733	153 836	423 162
Total anual (litros)	91 437,16	3 270,67	8 457,77
Promedio mensual (litros)	7 619,76	272,56	704,81
Número de vehículos	27	8	9
Indicador de desempeño: consumo de combustibles (litros)/vehículo/año	3 386,56	408,83	939,75
Indicador de desempeño: consumo de combustibles (litros)/vehículo/mes	282,21	34,07	78,31

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Figura 7.** Consumo de combustibles fósiles líquidos de la flotilla vehicular 2015.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Mediante el inventario de la flota vehicular se puede cuantificar el volumen de consumo de combustible por tipo y permite identificar oportunidades de ecoeficiencia, que podrían priorizarse de acuerdo al impacto económico y al ambiente que representen.

A continuación, se presenta el consumo de gas LP de las calderas, el cual representa un costo anual de aproximadamente 15 millones de colones.

Cuadro 8. Reporte de consumo de gas LP

Aspectos	Dato
Costo anual (colones)	15 010 944
Costo promedio mensual (colones)	1 250 912
Total anual (litros)	79 732,28
Promedio mensual (litros)	6 644,36
Número de calderas	2
Indicador de desempeño: consumo de combustibles (litros)/caldera/año	39 866,14
Indicador de desempeño: consumo de combustibles (litros)/caldera/mes	3 322,18

Fuente: Elaboración propia, 2016.

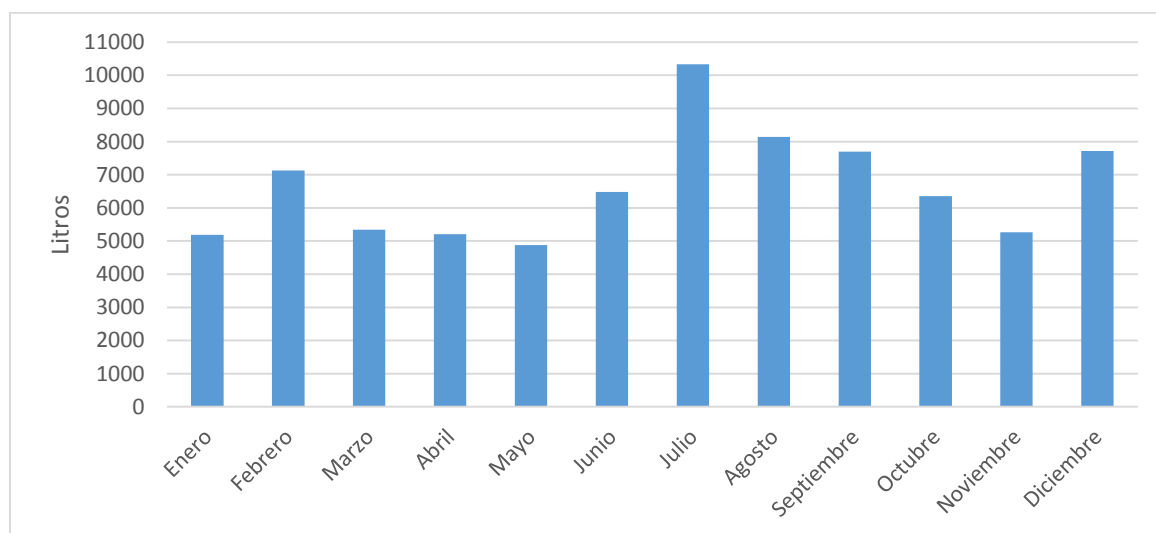


Figura 8. Consumo de gas LP de las calderas 2015.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

A continuación, se presenta el inventario de las calderas las cuales son las responsables del consumo del gas LP:

Cuadro 9. Inventario de las calderas

Nº	Marca	Categoría	Potencia (HP)	Presión de operación (PSI)	Producción de vapor (kg/hr)
1	Cleaver Brooks	C	40	110	627
2	Lambda	C	30	100	470

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se logra observar, el combustible fósil líquido de mayor consumo es el diésel, debido a que la mayor parte de la flotilla son camiones de carga, propios de la naturaleza de la actividad, tanto de la recepción como despacho de las llantas recauchadas. Asimismo, como se demuestra en la gráfica de consumo de gas LP provenientes de las calderas, el gas LP tiene un consumo importante en la organización y por ende un costo económico; este consumo se atribuye en gran parte a la caldera Cleaver Brooks, ya que es la que se utiliza como generador de vapor de agua principal, la que tiene una mayor potencia, en tanto que la Lambda funciona como respaldo en caso de un fallo mecánico de la principal.

iii. Línea base de consumo de agua

La línea base del consumo de agua se obtiene a partir de los recibos correspondientes al proveedor del servicio llamado Acueductos y Alcantarillados (AyA). El año base es el 2015, el medidor del cual se obtuvieron los datos es el número 2512. En el proceso de recauchado, las dos calderas disponibles son los equipos que consumen el agua correspondiente a este medidor. A continuación, el cuadro resumen 10 representa la línea base de consumo de agua de la empresa, donde se observa un consumo de 61,5 m³ de agua por caldera al mes.

Cuadro 10. Reporte de consumo de agua

Aspectos	Dato
Costo anual (colones)	3 122, 686
Costo promedio mensual (colones)	260,224
Total anual (m ³)	1 475
Promedio mensual (m ³)	123
Número de calderas	2
Indicador de desempeño: consumo de agua (m ³) / caldera / año	737
Indicador de desempeño: consumo de agua (m ³) / caldera / mes	61,5

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Los datos que exhibe el cuadro 10 tienen que ver con el consumo de agua proveniente principalmente de una sola caldera (Cleaver Brooks), ya que es la que funciona de forma permanente; la otra es solo de respaldo. El consumo de agua presentado es alto, tomando en cuenta que la caldera cuenta con una potencia pequeña (categoría C, según el Decreto N°36551-S-MINAET-MTSS). Se puede concluir que este proceso de generación de vapor de agua tiene sus deficiencias, debido al alto consumo reportado; tales deficiencias pueden deberse a posibles fugas de agua y un inadecuado sistema de condensación, así como posible mal aislamiento de tuberías para evitar la pérdida de calor en el ambiente. Estos aspectos son posibles oportunidades de mejora que permiten intervenir en uno de los procesos más importantes: el recauchado.

iv. Línea base de generación de emisiones de CO₂eq

Se obtiene a partir de la información obtenida por consumo de energía total, la cual se compone del consumo de electricidad y combustibles. Se utiliza la metodología del Protocolo WRI calculando las toneladas métricas por año de la siguiente forma: DA (dato de actividad) x FE (factor de emisión) x PCG (potencial de calentamiento global). Las emisiones de las fuentes directas son las que pertenecen a la organización o son controladas por ella; en este caso corresponden al pago por los combustibles usados. Dichas emisiones se consideran de

alcance 1 y los PCG usados son 21 para CH₄ y 310 para N₂O, según el documento sobre factores de emisión de gases efecto invernadero 2015 del IMN.

Las emisiones indirectas provienen de fuentes controladas por otra empresa, como el caso del consumo eléctrico. Estas emisiones son de alcance 2, ya que corresponden a generación eléctrica adquirida o comprada. Según el IMN, el factor de emisión correspondiente es de 0,1170. A continuación, se observan dos gráficos resumen que representan la línea base de generación de emisiones de CO₂eq de la empresa; en ellos se reportan 527,35 toneladas totales, donde los mayores emisores son los vehículos que consumen diésel con 246,81 ton, seguidos del consumo de gas LP que reporta 215,11 ton., lo que representa conjuntamente el 88% de las emisiones generadas.

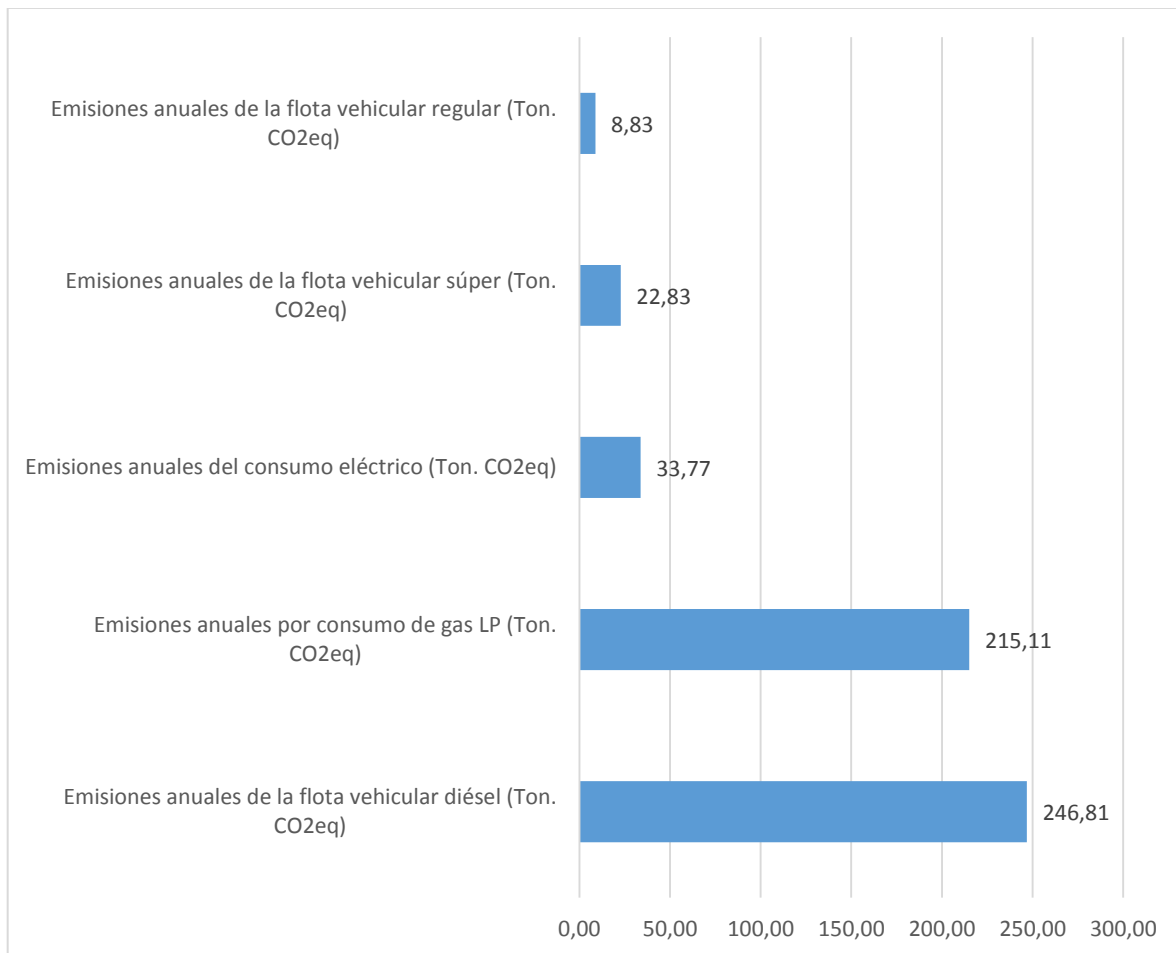


Figura 9. Reporte de emisiones de CO₂eq.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

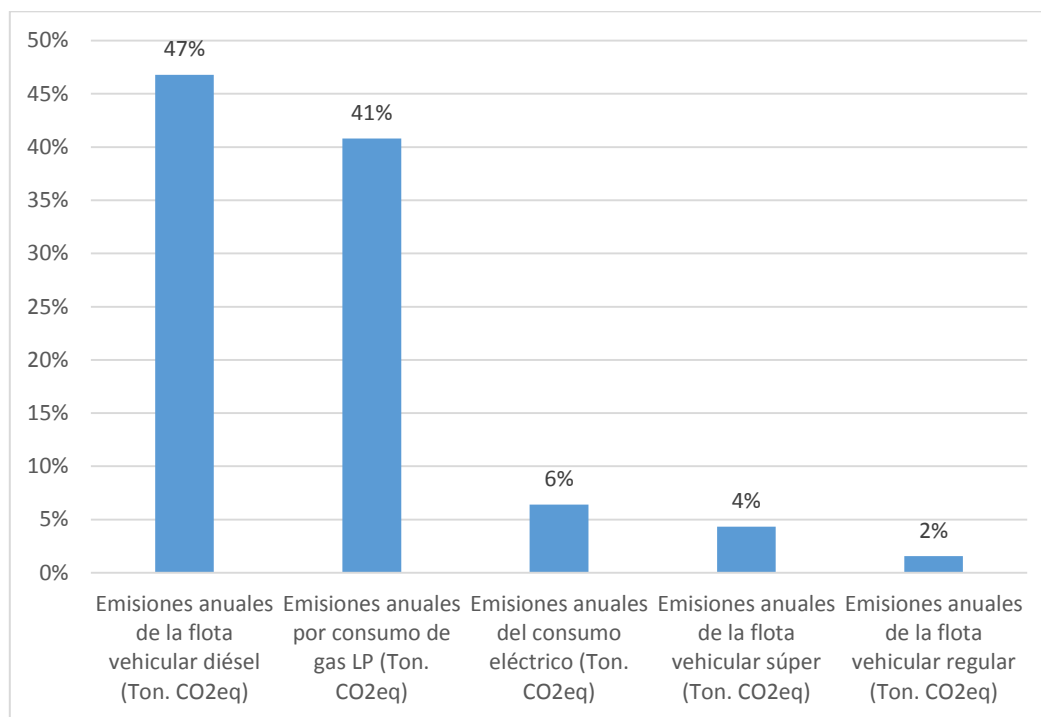


Figura 10. Reporte de emisiones de CO₂eq.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

6.1.1 Identificar prácticas laborales contrarias a la eficiencia energética

El factor de uso por parte de las personas es crucial para el aprovechamiento óptimo de cualquier equipo; por tal razón es recomendable realizar la detección de prácticas que no son compatibles con los criterios de ecoeficiencia. En la empresa se evidencia falta de equipo de bajo consumo energético, falta de capacitación del personal en el tema, malas prácticas en iluminación, entre otras.

Cuadro 11. Identificación de buenas prácticas de ecoeficiencia

Aspectos		Sí	No
EQUIPOS ELÉCTRICOS	¿Se apagan los equipos al salir de un ambiente que no será utilizado?	X	
	¿Se apaga la fuente de energía eléctrica al momento de retirarse del área de trabajo?	X	
	¿Cuentan con equipo o artefactos de bajo consumo eléctrico?		X
	¿El personal técnico de servicios y logística ha recibido capacitación técnica con enfoque de ecoeficiencia para el mantenimiento de equipos eléctricos?		X
ILUMINACIÓN	¿Se apagan las luminarias al salir de un ambiente que no será utilizado?	X	
	¿Existe una distribución de luminarias adecuada en las áreas de trabajo?		X
	¿Se aprovecha la luz natural en las áreas de trabajo?		X
	¿Cuentan con luminarias de bajo consumo eléctrico?		X
	¿Se limpian periódicamente las luminarias y con ello se mejora la calidad de la iluminación?		X
	¿La flota vehicular en su institución consume principalmente gasolina?	X	
	¿La flota vehicular en su institución consume principalmente diésel?	X	
	¿El personal técnico de servicios se encarga de realizar el mantenimiento a los autos?	X	
	¿La antigüedad de los autos es mayor a 10 años?	X	
	¿Cuentan con un plan de rutas eficientes para reducir el consumo de combustibles?		X
	¿Las calderas consumen principalmente GLP?	X	
	¿Cuentan con calderas de biomasa?		X

Fuente: Elaboración propia (2016), con base en Ministerio del Ambiente Perú (2012) y Bridgestone (2015).

La información obtenida anteriormente permitirá identificar oportunidades con miras al uso ecoeficiente dentro de la organización, como: necesidad de adquirir equipos eléctricos y luminarias de bajo consumo, capacitar al personal en el tema, un plan de mantenimiento estricto de las luminarias, una reestructuración en la distribución de las mismas, además de instalar láminas traslúcidas para aprovechar la luz natural. En el caso de los combustibles se debería considerar un estudio de la flota vehicular para valorar posibles cambios en los vehículos y combustibles usados, además de implementar rutas eficientes. Otro aspecto importante es valorar la opción de cambiar el tipo de calderas que se tienen por unas más amigables con el ambiente.

6.1.2 Resumen de línea base y oportunidades de mejora

A continuación, se presenta el resumen de las oportunidades identificadas y los indicadores obtenidos de cada variable. El objetivo es dirigir las medidas propuestas en atender el tema de los altos consumos, las prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia y las emisiones generadas.

Cuadro 12. Cuadro resumen de línea base y oportunidad de mejora

Oportunidades de mejora identificadas		Indicador
ENERGÍA ELÉCTRICA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudio de la demanda facturada: valorar las tarifas vigentes de la CNFL y analizar la forma de disminuir los cargos energéticos y cargos por demanda debido a los consumos de electricidad. ▪ Inventario de equipo eléctrico y sus consumos: Aproximadamente el 80% del consumo se atribuye a los compresores, las raspadoras Cincinnati y las raspadora Gray Company Inc. ▪ Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia: Se evidencia la necesidad de adquirir equipos eléctricos y luminarias de bajo consumo, capacitar al personal en el tema, contar con un plan 	8,97 kWh / reencauche

Oportunidades de mejora identificadas		Indicador
	<p>de mantenimiento estricto de las luminarias, considerar una reestructuración en la distribución de las mismas, además de instalar láminas traslúcidas para aprovechar la luz natural.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Emisiones de CO₂eq: el 6% de las emisiones de CO₂eq proviene del consumo de electricidad. 	
COMBUSTIBLES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inventario de la flota vehicular, calderas y consumo de combustibles: Se evidencia que los mayores consumos corresponden a diésel, seguido por el gas LP y los combustibles súper y regular. 	282,21 litros diésel/vehículo /mes
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia: Se debería considerar un estudio de la flota vehicular para valorar posibles cambios en los vehículos y combustibles usados, además de implementar rutas eficientes. Otro aspecto importante es valorar la opción de cambiar el tipo de calderas que se tienen por unas más amigables con el ambiente. 	34,07 litros regular/vehículo /mes
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emisiones de CO₂eq: El 47% de las emisiones de CO₂eq proviene del consumo de diésel, el 2% del consumo de regular, el 4% de súper y el 41% del GLP usado en las calderas. 	78,31 litros súper / vehículo / mes 3 322,18 litros gas LP/caldera /mes
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se deben realizar estudios de posibles fugas de agua y de la eficiencia del sistema de condensación, así como valorar la eficiencia del aislamiento existente de las tuberías con el fin de evitar la pérdida de calor en el ambiente. 	61,5 m ³ /caldera /año

Fuente: Elaboración propia (2016), con base en Ministerio del Ambiente Perú (2012).

6.2 FASE II. MEDIDAS DE ECOEFICIENCIA

A continuación, se presentan cuadros con las medidas propuestas según cada variable y las oportunidades obtenidas en la fase anterior. En el caso del consumo eléctrico, como se observa a continuación, se proponen medidas como controlar las horas de operación, instalar paneles solares y equipos/artefactos de mayor eficiencia, monitoreo energético, optimar el mantenimiento de las luminarias, sensibilizar y capacitar al personal.

Cuadro 13. Cuadro resumen de oportunidades de mejora y medidas de ecoeficiencia propuestas en el consumo de electricidad

Nº	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
1	<p>Estudio de la demanda facturada:</p> <p>Valorar las tarifas vigentes de la CNFL y analizar la forma de disminuir los cargos energéticos y cargos por demanda debido a los consumos de electricidad.</p>	<p>Controlar las horas de operación, en particular en horas punta con el fin de disminuir los cargos energéticos y cargos por demanda (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): Según la CNFL, las horas punta son el periodo comprendido entre las 10:00 a.m. y las 12:30 p.m. y entre las 17:31 p.m. y las 20:00 p.m. (CNFL, 2017). Por lo tanto, se propone reorganizar las horas laborales de forma que los equipos de mayor consumo eléctrico no sean usados en dichas horas.</p>
2	<p>Inventario de equipo eléctrico y sus consumos:</p>	<p>Instalación de paneles solares (Bridgestone, 2015): para aprovechar el uso del recurso solar y disminuir el consumo de electricidad.</p>

Nº	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
3	Aproximadamente el 80% del consumo eléctrico se atribuye a los compresores, las raspadoras Cincinnati y la raspadora Gray Company Inc.	Instalación de motores eléctricos de alta eficiencia/dispositivos de arranque de motores (UCATEE, 2007): Los motores que se comercializan actualmente son más eficientes que los antiguos y demandan menos energía reactiva, lo que se traduce en ahorros económicos en la facturación eléctrica. Sin embargo, los motores de alta eficiencia son 20% más caros que el estándar, pero pueden llegar a ser un 5% más eficientes; además, estos motores tienen una vida útil de 10 años.
4		Monitoreo energético: Mediante una cuenta Remote Energy Monitoring (REM) se puede contar con un acceso único vía web a la información sobre el consumo energético del edificio y de esta forma analizar el consumo, y poder conocer cuándo se están utilizando las luces y otros equipos, por ejemplo. El REM es un servicio remoto de monitoreo de vía web que no requiere de la instalación de servidores o software en las instalaciones. Este servicio permite ahorro de entre un 2% y un 4% en las facturas de iluminación solo por adaptar las operaciones del edificio a los patrones de uso reales, reduce los costos de operación del edificio entre un 2% y un 5% por optimización del uso de los equipos evitando inversiones innecesarias, analiza costos y administra operaciones en tiempo real sin necesidad de esperar a que llegue la factura eléctrica (Schneider Electric, 2014) .
5	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia: Se evidencia la necesidad de	Limpieza periódica de luminarias y ventanas (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): Dicho periodo de limpieza debe ser establecido por la Gerencia de la empresa y coordinado con el área de mantenimiento, quienes deben llevar un registro del cumplimiento. Además de realizar un reporte en caso de que existan luminarias defectuosas.

N°	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
6	adquirir equipos eléctricos y luminarias de bajo consumo, capacitar al personal en el tema de la ecoeficiencia, contar con un plan de mantenimiento estricto de las luminarias,	Retirar las lámparas quemadas y/o defectuosas (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): puesto que causan un consumo eléctrico innecesario. Dicha tarea debe ser asumida por el área de mantenimiento de la empresa.
7	considerar una reestructuración en la distribución de las mismas, además de instalar láminas traslúcidas para aprovechar la luz natural.	Reubicación de las luminarias (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): de forma tal que sean colocadas de forma eficiente según la distribución del espacio y áreas de trabajo. Dicha reubicación debe ser propuesta por el personal del área de reencauche.
8		Separar los circuitos de iluminación (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): para que su control no dependa de un solo interruptor y se iluminen solo sectores necesarios.
9		Disponer de avisos sobre el buen uso de la electricidad en la institución (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): considerando acciones como apagar las lámparas innecesarias, reducir al mínimo imprescindible la iluminación en exteriores y poner en práctica la campaña “apagar”, ya que siempre resulta más barato apagar las luces, incluso en caso de periodos muy cortos de tiempo.
10		Capacitar al personal (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): en cuanto a la importancia del ahorro de electricidad.
11		Sustituir progresivamente las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): por focos ahorradores o luminarias LED, ya que las bombillas incandescentes y los tubos fluorescentes usan tecnología ineficiente que desprende más calor que luz.

Nº	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
12		Instalación de láminas traslúcidas (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): para mejorar el uso de luz natural y disminuir con esto el uso de luminarias.
13		Programa de mantenimiento de los sistemas de aire comprimido (UCATEE, 2007): Los sistemas de aire comprimido son la mayor y más importante fuente de energía, por lo cual las fugas se deben reparar inmediatamente en el sistema. Asimismo, la correcta lubricación y el mantenimiento apropiado de las transmisiones, la limpieza y el remplazo oportuno de los filtros de aire de succión son parte del mantenimiento que puede originar ahorros. El ajuste de la correcta presión debe hacerse un poco más alto según la demanda para compensar las caídas de presión que hubiera en las líneas de distribución; las pérdidas por fricción en el sistema pueden reducirse colocando compresores cerca de los puntos de consumo, aumentando el diámetro de las tuberías de distribución y eliminando fugas. Por último, es conveniente analizar la instalación de varios compresores en diferentes áreas, ya que, por lo general, son pocos los equipos que demandan altas cantidades de aire.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el caso del consumo de combustibles, como se observa a continuación, se proponen medidas como mantenimiento de la flota vehicular, buenas prácticas de conducción, mejorar el sistema de tuberías de vapor, valorar la instalación de una caldera de biomasa e instalar economizadores de calderas.

Cuadro 14. Cuadro resumen de oportunidades de mejora y medidas de ecoeficiencia propuestas en el consumo de combustibles

Nº	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
1		Realizar mantenimientos periódicos a la flota vehicular (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): Esto es, contar con un estricto plan de mantenimiento de la flota vehicular.
2	Inventario de la flota vehicular, calderas y consumo de combustibles: Se evidencia que los mayores consumos corresponden a diésel, seguido por el gas LP y los combustibles súper y regular.	Implementar un programa de conducción eficiente (Campos, 2017): Según el Programa Eco Drive de Purdy Motors, mediante ocho puntos se puede lograr una conducción eficiente que provee un ahorro de 22% en los combustibles. Los puntos a poner en práctica son: trate suave la salida y aceleración; elimine el ralentí innecesario del motor, es decir, siempre que deba detenerse por la mínima espera que sea lo más recomendable es apagar el vehículo; manejar a velocidad de crucero, es decir, mantener una velocidad estable; administrar la presión de aire de llanta, la cual es específica para cada vehículo según el modelo; hacer la desaceleración rápidamente; cambio periódico de los aceites; evitar usar el vehículo cuando presenten fallas y cambiar periódicamente el filtro de aire.
3		Implementar buenas prácticas vehiculares (Campos, 2017): A continuación se enlista una serie de buenas prácticas que permiten mayor rendimiento en los combustibles y mayor vida útil a los vehículos: rinde más el combustible cuando el vehículo anda con tanque lleno, ya que en caso contrario si no está el tanque lleno esto implica que hay espacio en el tanque y mayores posibilidades de evaporación; ir a los centros de servicio a cargar combustible a los vehículos en las tardes y noches, cuando la temperatura del día sea menor para evitar la expansión del

N°	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
		<p>combustible que se produce por el calor; conocer el tipo de combustible y el octanaje de cada vehículo con el fin de comprar los combustibles con el porcentaje de octanaje igual o mayor al requerido para mayor eficiencia; al conducir en neutro no se ahorra combustible, ya que el vehículo demanda las mismas funciones; en caso de los vehículos automáticos, implementar la comprensión ya que esto corta la combustión y permite mayor ahorro de combustible; no modificar las medidas de los aros y llantas originales de los vehículos para que el rodaje funcione mejor y, en el caso de los vehículos manuales, se recomienda siempre usar el <i>clutch</i> para encender el vehículo por seguridad.</p>
4		<p>Mejorar el sistema de tuberías de vapor (UCATEE, 2007): Según el Informe DLB-MG-006112016 sobre la Inspección General y Medición de Grosos de Generador de Vapor, se establece que para evitar la pérdida de presión final se debe de instalar una tubería de NPS2, con diámetro interno de 2” obteniendo una velocidad de 30m/s. Al optimizar todo el sistema de distribución hay menos fugas; por ende, la demanda es menor y como consecuencia la caldera pasa en operación menos horas al día y el consumo de combustible es menor. Por lo cual debe contar con buenos procedimientos de operación, operación adecuada de las trampas, mantener aisladas las tuberías, equipos y dispositivos, evitar fugas, mantener una presión adecuada. A continuación, se describe cada una de ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimientos de operación: reparar cualquier fuga, revisar periódicamente los sistemas para detectar líneas con poca frecuencia y que pueden ser eliminadas o puestas fuera de servicio, incluir un diseño de este sistema, y equipos de mediación de flujo.

Nº	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operar adecuadamente las trampas: elaborar procedimiento de mantenimiento rutinario de trampas (depende de cada área de trabajo), dentro del diseño de sistema de distribución, registrar las trampas para una mayor facilidad en su revisión y registro, capacitar al personal operativo y de mantenimiento sobre las técnicas de pruebas de operación de trampas, seleccionar las trampas de acuerdo a su aplicación y descarga esperada de condensado. ▪ Mantener aisladas las tuberías, equipos, dispositivos y accesorios del sistema de distribución y retorno de condensado: Este aislamiento evitará pérdida de calor hacia el ambiente. Por ello es importante inspeccionar periódicamente el aislamiento para reemplazar o reparar los tramos dañados o deteriorados (el grosor del aislamiento debe ser el adecuado de acuerdo al sistema), contar con dispositivos de mediciones de temperatura para verificar el estado de aislamiento de tuberías, y bloquear las líneas que estén en desuso. ▪ Mantener una presión adecuada: Usar a la mínima presión posible, para servicios de calentamiento; en el vapor de alta presión no deben utilizarse válvulas reductoras de presión, y en el de baja presión no es conveniente que sea venteado a la atmosfera.
5	<p>Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia: Se debería considerar un estudio de</p>	<p>Logística más eficiente en la entrega de productos (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): plantear y ejecutar un programa de rutas eficientes que permita un consumo eficiente de los combustibles de los vehículos usados por el área de reencauche.</p>
6	<p>la flota vehicular para</p>	<p>Instalación de una caldera de biomasa (Bridgestone, 2015): similar a la implementada en Bridgestone, que reemplaza el combustible fósil con <i>pellets</i> de madera. Esta caldera genera</p>

Nº	Oportunidad de mejora	Medida de ecoeficiencia
7	<p>valorar posibles cambios en los vehículos y combustibles usados, además de implementar rutas eficientes. Otro aspecto importante es</p>	<p>energía a partir de la combustión de un material que se destaca por ser un biocombustible sólido fabricado a base de partículas de madera. Debido a su consistencia y características, su suministro a la caldera y su combustión son más eficaces que con otras formas de utilización de madera como combustible. Esta nueva tecnología limpia implementada en las instalaciones de producción permitió en el 2015 la reducción del 55% de las emisiones de dióxido de carbono de Bridgestone.</p>
	<p>valorar la opción de cambiar el tipo de calderas que se tienen por unas más amigables con el ambiente.</p>	<p>La instalación de un economizador en el área de calderas (Bridgestone, 2015): este es un dispositivo de intercambio de calor que captura el "calor perdido o residuos" del gas de la pila caliente de la caldera, el cual no puede ser usado dentro del horno de la caldera (debido a razones físicas, como la temperatura del agua). El economizador normalmente transfiere este calor residual al agua de alimentación de la caldera, la captura de este calor que normalmente se pierde, reduce las necesidades globales del combustible para la caldera. Menos combustible equivale a dinero ahorrado, así como menores emisiones y una mayor eficiencia. Esto es posible porque el agua de alimentación o retorno de calderas ahora es precalentada por el economizador. Por lo tanto, el circuito de calefacción principal de la caldera no necesita proporcionar la mayor cantidad de calor para producir una cantidad determinada de vapor o agua caliente. Una vez más, el resultado es el ahorro de combustible. El economizador de caldera aumenta la eficiencia mediante la extracción de calor de los gases descargados (Ecotherm, 2017).</p>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

6.3 FASE III. PLAN DE ECOEFICIENCIA

A continuación, se presenta el plan ecoeficiente donde se enlazaron las oportunidades de mejora identificadas junto con las medidas propuestas anteriormente, especificando el ahorro, la inversión, el retorno simple y la priorización de las mismas. La priorización se clasifica en alta, media y baja, considerando aspectos como facilidad de implementación, monto de la inversión y periodo de retorno menor o mayor a un año. Los cálculos de los valores se encuentran detallados en anexos. Además, se presentan los indicadores de desempeño ambiental, los cuales deberá utilizar la empresa para verificar el cumplimiento de las medidas propuestas. En el caso de los indicadores de desempeño ambiental en el consumo eléctrico, se proponen tres: kWh/reencauche/mes, kWh/mes y kWh/colaborador/mes. Y para el consumo de combustibles, se proponen dos: litros/vehículo/mes y litros/caldera/mes.

En el caso de las trece medidas que atienden el consumo de electricidad, seis son clasificadas como de alta prioridad, tres de media prioridad y cuatro de baja prioridad por su alta inversión y alto periodo de retorno.

Cuadro 15. Esquema del Plan de Ecoeficiencia para las medidas que atienden el consumo de electricidad

Nº	Medida de ecoeficiencia	Ahorro anual	Inversión	Retorno simple	Priorización	Responsable	Indicador
1	Controlar las horas de operación, en particular en horas punta con el fin de disminuir los cargos	₡24 000 000	No implica inversión por parte de la empresa.	NA	Alta	Supervisor del área de recauchado	kWh /reencauche/ mes

N o	Medida de ecoeficiencia	Ahorro anual	Inversión	Retorno simple	Priorización	Responsable	Indicador
	energéticos y cargos por demanda.						
2	Instalación de paneles solares.	€20 333 220	€139 845 975	6,9 años	Baja	Gestora Ambiental	
3	Instalación de motores eléctricos de alta eficiencia/dispositivos de arranque de motores.	€ 1 700 000 (por un motor)	€ 1 976 000 (por un motor)	1,16 años	Media	Mantenimiento	
4	Monitoreo energético mediante una cuenta Remote Energy Monitoring (REM)	€6 130 200	€256 750	0,04 año	Alta	Gestora Ambiental	kWh / mes
5	Limpieza periódica de luminarias y ventanas.	NA	No implica inversión por parte de la empresa.	NA	Alta	Mantenimiento	
6	Retirar las lámparas quemadas y/o defectuosas.	NA	No implica inversión por parte de la empresa.	NA	Alta	Mantenimiento	

Nº	Medida de ecoeficiencia	Ahorro anual	Inversión	Retorno simple	Priorización	Responsable	Indicador
7	Reubicación de las luminarias.	€19 800	€100 000	5 años	Baja	Mantenimiento	
8	Separar los circuitos de iluminación.	€66 070	€200 000	3 años	Baja	Mantenimiento	
9	Disponer de avisos sobre el buen uso de la electricidad en la institución.	€66 070	€50 000	0,76 año	Alta	Gestora Ambiental	
10	Capacitar al personal.	€66 070	€100 000	1,5 años	Medio	Gestora Ambiental	kWh/ colaborador/ mes
11	Sustituir progresivamente las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes por focos ahorradores o luminarias LED.	€277 500	€642 600	2,3 años	Baja	Mantenimiento	kWh/mes
12	Instalación de láminas traslúcidas.	€297 312	€500 000	1,7 años	Medio	Mantenimiento	

Nº	Medida de ecoeficiencia	Ahorro anual	Inversión	Retorno simple	Priorización	Responsable	Indicador
13	Programa de mantenimiento de los sistemas de aire comprimido.	NA	¢950 000	NA	Alta	Mantenimiento	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el caso de las siete medidas que atienden el consumo de combustibles, cinco son clasificados como de alta prioridad y dos de baja prioridad por su alta inversión y alto periodo de retorno.

Cuadro 16. Esquema del Plan de Ecoeficiencia para las medidas que atienden el consumo de combustibles

Nº	Medida de ecoeficiencia	Ahorro anual	Inversión	Retorno simple	Priorización	Responsable	Indicador
1	Realizar mantenimientos periódicos a la flota vehicular.	¢10 199 354	No implica inversión por parte de la empresa.	NA	Alta	Mantenimiento	litros/vehículo /mes
2	Implementar un programa de conducción eficiente.	¢11 219 289	No implica inversión por	NA	Alta	Conductores	

Nº	Medida de ecoeficiencia	Ahorro anual	Inversión	Retorno simple	Priorización	Responsable	Indicador
			parte de la empresa.				
3	Implementar buenas prácticas vehiculares.	NA	No implica inversión por parte de la empresa.	NA	Alta	Conductores	
4	Mejorar el sistema de tuberías de vapor.	NA	€500 000	NA	Alta	Mantenimiento	litros/caldera/ mes
5	Logística más eficiente en la entrega de productos.	€5 099 677	No implica inversión por parte de la empresa.	NA	Alta	Área de entrega	litros/vehículo /mes
6	Instalación de una caldera de biomasa.	€9 757 114	€130 000 000	13 años	Baja	Mantenimiento	litros/caldera/ mes
7	Instalación de un economizador en el área de calderas.	€900 656	€5 655 000	6,3 años	Baja	Mantenimiento	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Se sugiere utilizar un cuadro similar al presentado en el anexo 39, donde se pueda verificar si la medida de ecoeficiencia ha sido implementada, el avance, el indicador, el responsable y una foto de evidencia.

Adicionalmente, se presentan los siguientes gráficos, en los cuales se constata que los costos en el primer año son mayores considerando la inclusión de las medidas, debido a que en el primer año se hace la inversión. Posteriormente ya se observa que los costos disminuyen considerablemente si se aplican las medidas. Estos son los escenarios con y sin medidas que se proyectarían para la empresa en los próximos 5 años.

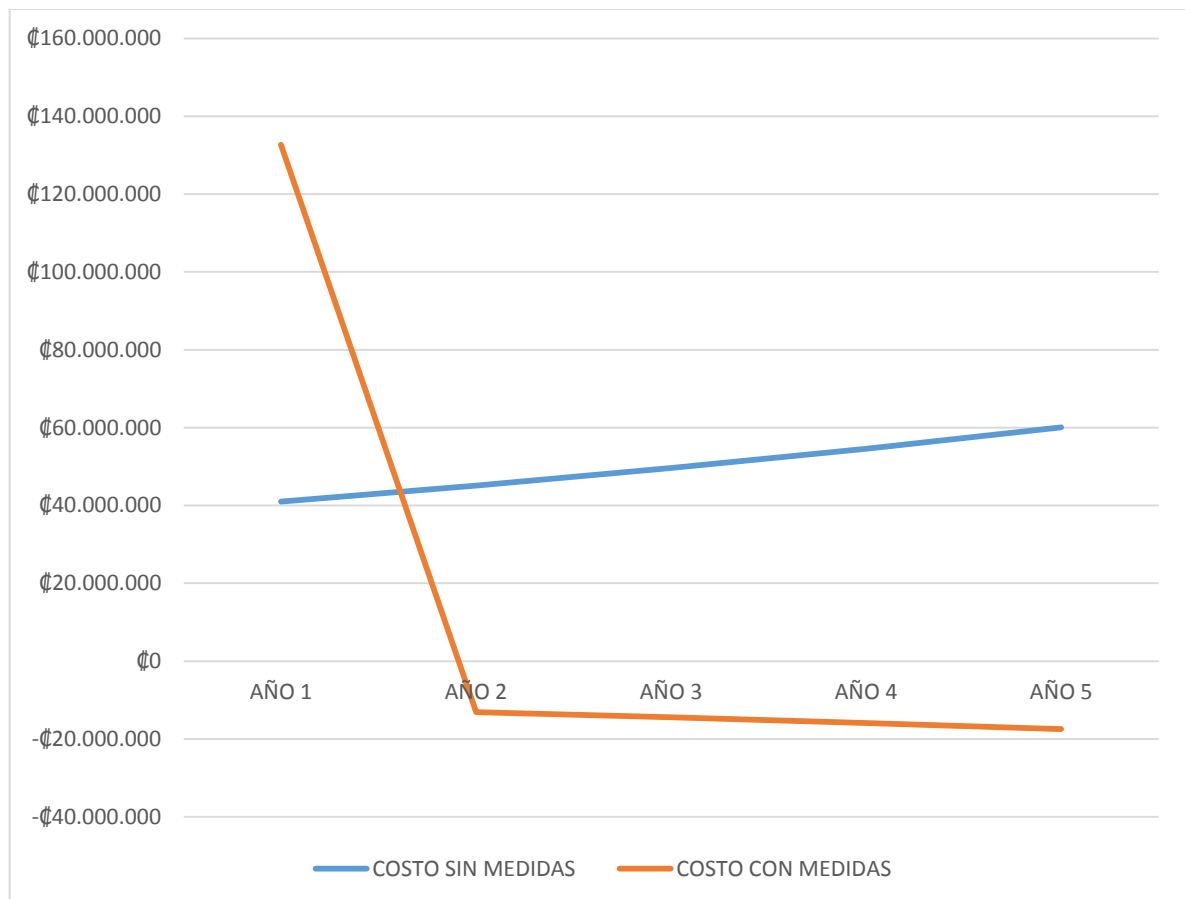


Figura 11. Evaluación de escenarios CON vs SIN medidas para la variable electricidad.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

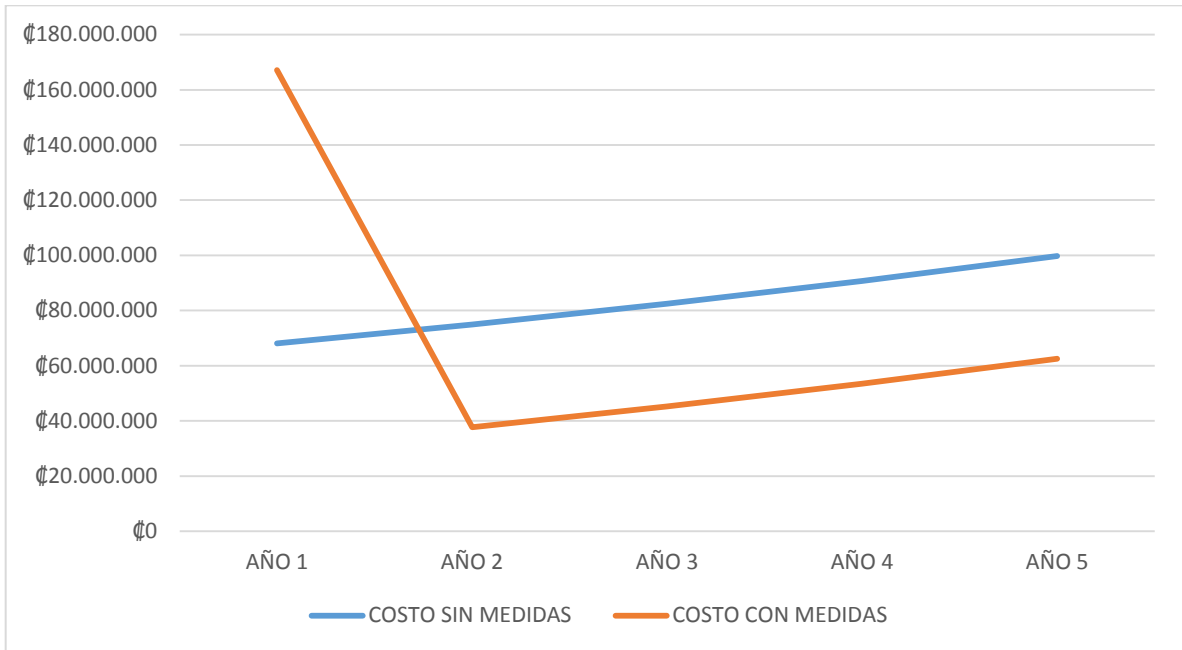


Figura 12. Evaluación de escenarios CON vs SIN medidas para la variable combustibles.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

7. CONCLUSIONES

- El presente trabajo se enfoca en la propuesta de medidas de ecoeficiencia a una empresa que realiza altos consumos pero está dispuesta a implementar acciones mediante las cuales obtengan beneficios económicos y ambientales. También se espera que dicho documento sirva como guía para otras empresas.
- Dicho trabajo se basó en tres fases: primeramente, se obtuvo un diagnóstico de la empresa y sus consumos, a partir del cual se generaron oportunidades de mejora. Tomando como referencia estas oportunidades, en la segunda fase se propusieron medidas de ecoeficiencia. En la tercera parte, estas fueron priorizadas dependiendo del ahorro e inversión que implican, con el fin de que las autoridades de la empresa puedan valorar todas las opciones y tomar las decisiones necesarias.
- Según los resultados obtenidos en el diagnóstico, se reporta un consumo promedio mensual de electricidad de 24 053 kWh que se atribuye, en un 42%, a los compresores y en un 30% a las raspadoras Cincinnati. La empresa debe atender aspectos como la demanda facturada, instalar equipos y artefactos eléctricos de menor consumo y mejorar las prácticas laborales. En el caso de los combustibles, el consumo se divide en el de la flota vehicular y las calderas; en los vehículos el mayor consumo es de diésel, con un promedio mensual de alrededor de 7620 litros. Para las calderas, se reporta un consumo promedio mensual de 6644 litros de gas LP. Tanto para la flota vehicular como para las calderas se debe considerar la implementación de nuevas tecnologías e incentivar las buenas prácticas. En el consumo de agua se reporta un promedio mensual de 123 m³, que se atribuye totalmente a las calderas. En cuanto a las emisiones de CO₂, se reportan 527,35 toneladas totales; los mayores emisores son los vehículos que consumen diésel, con 246,81 ton., seguidos del consumo de gas LP que reporta 215,11 ton., lo que representa conjuntamente el 88% de las emisiones generadas.
- En el apartado de identificación de prácticas laborales contrarias a la eficiencia energética, se concluye que no cuentan con equipo ni artefactos de bajo consumo energético, no se capacita al personal en el tema de ecoeficiencia, se aplican malas prácticas en iluminación y no cuentan con un plan de rutas eficientes para optimizar el uso de combustibles.
- En la segunda fase, en la variable de electricidad, se proponen 13 medidas como: controlar las horas de operación, instalar paneles solares y equipos/artefactos de mayor eficiencia, monitoreo energético, optimar el mantenimiento de las luminarias, sensibilizar y capacitar al personal. Para los combustibles, se proponen 7 medidas, como: mantenimiento de la flota vehicular, buenas prácticas de conducción, mejorar el sistema

de tuberías de vapor, uso de combustibles más eficientes, valorar la instalación de una caldera de biomasa e instalar economizadores de calderas.

- Con respecto al Plan de Ecoeficiencia, se enlazaron las oportunidades de mejora identificadas junto con las medidas ecoeficientes propuestas en la segunda fase, especificando el ahorro, la inversión, el retorno simple y la priorización de las mismas. La priorización se clasifica en alta, media y baja, considerando aspectos como facilidad de implementación, monto de la inversión y periodo de retorno menor o mayor a un año. De las trece propuestas en el consumo de electricidad, seis son clasificadas como de alta, tres de media y cuatro de baja prioridad por su alta inversión y alto periodo de retorno. En el caso de las siete que atienden el consumo de combustibles, cinco son clasificadas como de alta y dos de baja prioridad.
- Con el fin de que la empresa y el personal responsable les den seguimiento a las medidas que decidan implementar, se propusieron indicadores de seguimiento ambiental. En electricidad, se proponen tres: kWh/reencauche/mes, kWh/mes y kWh/colaborador/mes. Para los combustibles se proponen dos: litros/vehículo/mes y litros/caldera/mes. Además, se plantea un instrumento para el monitoreo respectivo, donde se debe indicar la medida, el nivel de avance, el indicador que corresponde, el responsable y una fotografía de evidencia.
- Como se observa en el presente trabajo, se busca armonizar los intereses del medio ambiente y de la industria por medio de la ecoeficiencia, generando beneficios al combinar el rendimiento económico y ambiental, e impulsar procesos de producción más eficientes y la creación de mejores productos y servicios, a la vez que reduce el uso de recursos, residuos y contaminación a lo largo de la cadena de valor.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la presente propuesta sea revisada y atendida, tanto por el personal de planta como por las autoridades de la empresa; esto con el propósito de que exista un compromiso desde todas las aristas y se pueda percibir un compromiso ambiental a nivel empresarial.
- Las medidas propuestas deben ser evaluadas, según la priorización que se les asignó, y tomar las decisiones respectivas por parte de las autoridades correspondientes. Se deben valorar los montos de inversión y los beneficios percibidos en el corto, mediano y largo plazo. Se recomienda valorar en un primer escenario las de alta prioridad, que implican nula o poca inversión y facilidad de implementación.
- El presente trabajo, además de atender la necesidad de la empresa de contar con una propuesta que permita reducir sus consumos, también busca que sea una herramienta para que otras empresas del sector puedan implementar medidas ecoeficientes. Por lo cual se espera su valoración por otras empresas que deseen seguir en la línea de la sostenibilidad y aportar en la meta de C-neutralidad en la que está encaminado el país.
- Una de las propuestas inicialmente fue realizar cambios en el uso de combustible diésel a biodiésel, debido a que su costo de operación es mucho menor en términos de mantenimiento vehicular, las concentraciones en sus emisiones en contaminantes (PST, CO, NO_x, SO_x, HAP) son menores, sus propiedades y rendimiento en el motor son mejores, así como la combustión debido a mayor cantidad de oxígeno en el combustible (Umaña, 2016). Sin embargo, como se observa en el anexo 36, la propuesta no fue factible en términos económicos.
- Se recomienda a la empresa consultar por los créditos verdes de las bancas estatales, con el fin de tener una opción de financiamiento adicional. Y consultar con su proveedor de electricidad, la CNFL, posibles convenios y/o planes de consumo inteligentes.
- Todo proyecto debe basarse en el Ciclo PHVA, que dicta cuatro pasos: Planear, Hacer, Verificar y Actuar; esto siempre con miras a procurar la mejora continua. Al contar la empresa con este Plan de Ecoeficiencia, lo que procede es valorarlo e implementarlo las medidas que consideren. Posteriormente, en la fase de verificación, se deben monitorear las implementadas, para lo cual se propuso un registro y un software de monitoreo. Este punto es esencial, ya que lo que no se mide no se controla, y lo que no se controla no se puede mejorar. Por último, a partir de los resultados del monitoreo se deben tomar acciones que corrijan y mejoren los aspectos encontrados (acá se pueden implementar tanto acciones preventivas como correctivas).

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Arguedas Zumbado, N. (2015). *Propuesta de remodelación del sedimentador del quebrador de materiales en CONCREPAL Planta Barranca* (Tesis de grado). 48-52 p. Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, CR.
- Ávalos, A. (2016). 1,2 millones de llantas viejas se vuelven un peligro por el zika. San José: *La Nación*. Recuperado de http://www.nacion.com/nacional/salud-publica/millones-llantas-viejas-vuelven-peligro-zika_0_1548245193.html
- Bastante Ceca, M. J. (2006). *Propuesta metodológica para la cuantificación de la ecoeficiencia de los productos industriales a partir de la evaluación del valor funcional y de los impactos económico y ambiental*. (Tesis doctoral). 203-204 p. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Bridgestone (2008). *Bridgestone Costa Rica: Su responsabilidad social y lucha contra el dengue*. 32 p. San José: Bridgestone de Costa Rica.
- Bridgestone (2015). *Informe de sostenibilidad 2015 Costa Rica*. 69-79 p. San José: Bridgestone de Costa Rica.
- Camacho Sandoval, A. C. (2012). *La ecoeficiencia hay que compartirla*. San José: El Financiero. Recuperado de http://www.elfinancierocr.com/negocios/ecoeficiencia-compartirla_0_149985035.html
- Cámara de Comercio de Lima (2016). *Manual de prácticas ecoeficientes*. Lima: Comisión de Medio Ambiente y Empresa.

- Campos, A. (2017). *Eco Drive: Programa de Conducción Eficiente. Purdy Motors. Primer Encuentro de Carbono Neutralidad 2021*. San José: Purdy Motors.
- Campos, A. (2017). *Buenas prácticas vehiculares. Purdy Motors. Primer Encuentro de Carbono Neutralidad 2021*. San José: Purdy Motors.
- Cantanhede, A. y Monge, G. (2002). *Estado del arte del manejo de llantas usadas en las Américas*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud.
- Cañas Escalante, A. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018*. 20, 468-495 p. San José: MIDEPLAN.
- CNFL (Compañía Nacional de Fuerza y Luz) (2017). *Tarifas vigentes*. San José. Recuperado de <https://www.cnfl.go.cr/index.php/tarifas-vigentes-i#tarifa-industrial-t-in>
- Delgado Castillo, E. (2016). *Inspección general y medición de grosores de generador de vapor de la caldera Cleaver Brooks* (Informe DLB-MG-0051102016). San José: Dellobo Consultores.
- Delgado Castillo, E. (2016). *Inspección general y medición de grosores de generador de vapor* (Informe DLB-MG-006112016.). San José: Dellobo Consultores.
- Domínguez Clemente, R. (2014). *¿Cuánto puedo ahorrar utilizando iluminación LED?* España: El País. Recuperado de http://elpais.com/elpais/2014/06/23/buenavida/1403508426_430518.html
- Ecotherm Heat Transfer Solutions (2017). *Sistemas de agua caliente y vapor. Economizadores*. Austria. Recuperado de <http://www.ecotherm.com/es/Products/Steam-Solutions/Products/115-Economizadores>

- DIGECA (Dirección de Gestión de Calidad Ambiental) (2016). Herramientas para elaborar PGAI. San José. Recuperado de <http://www.digeca.go.cr/areas/herramientas-para-elaborar-pgai>
- EDECA (Escuela de Ciencias Ambientales). (2016). *Ingeniería en Gestión Ambiental*. Heredia: Universidad Nacional. Recuperado de <http://www.edeca.una.ac.cr/indexU.php/carreras/iga>
- Fallas, C. (2016). *Ocho empresas se matriculan con el uso de calderas de biomasa*. San José: La Nación. Recuperado de http://www.nacion.com/economia/empresarial/empresas-matriculan-uso-calderas-biomasa_0_1576842321.html
- Feitó, M., Céspon, R. y Rubio, M. (2016). *Modelos de optimización para el diseño sostenible de cadenas de suministros de reciclaje de múltiples productos*. Revista Chilena de Ingeniería. Vol. 24. Nº 1. 135-148 p.
- Fernández Sanabria, A. (2014). *¿Sabe cuántos carros hay en Costa Rica por cada 1000 habitantes?* San José: El Financiero. Recuperado de http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/Costa-Rica-carros-vehiculos-habitantes_0_525547450.html
- González Madariaga, F. J. (2013). *Ecoeficiencia. Propuesta de diseño para el mejoramiento ambiental*. Guadalajara: Editorial Universitaria.
- Herrera, J. y Rojas, F. (2013). *Evaluación de posibles medidas para reducir las emisiones de fuentes móviles en Costa Rica, 2010-2015*. Revista Tecnología en Marcha. Vol. 27. 4-9 p.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011). *Neumáticos reencauchados. Definiciones y clasificación*. Quito: INEN.

- INSIA (Instituto Universitario de Investigación del Automóvil) (2009). *Un neumático recauchutado reutiliza el 70% del neumático original*. Madrid: Universia.es. Recuperado de <http://noticias.universia.es/ciencia-nn-tt/noticia/2009/09/29/658651/neumatico-recauchutado-reutiliza-70-neumatico-original.html>
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) (2012). *Empresas y organizaciones hacia la carbono neutralidad 2021*. San José. Recuperado de <http://cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-47-24/empresas-y-organizaciones-hacia-la-carbono-neutralidad-2021>
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) (2015). *Plan Nacional de Energía 2015-2030*. 11, 67-100 p. Costa Rica: Dirección Sectorial de Energía.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2009). *Guía de ecoeficiencia para empresas*. Perú: MINAM.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2009). *Guía de ecoeficiencia para Instituciones del Sector Público*. Perú: MINAM.
- Organización de las Naciones Unidas (2014). *La situación demográfica en el mundo 2014* (Informe conciso). Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. ONU DAES.
- *Reglamento para la elaboración, revisión y oficialización de las Guías Ambientales de buenas prácticas productivas y desempeño ecoeficiente*. N° 34522, Poder Ejecutivo de Costa Rica (2008).
- Stopper, W. (2015). *Ahorro de energía y control de iluminación*. Chile: Legrand.
- Poveda, M. (2007). *Eficiencia energética: Recurso no aprovechado*. Quito: Organización Latinoamericana de Energía.

- Olate, A. (2016). *5 beneficios de usar optimización de rutas*. Simpliroute. Santiago, Chile.
- Reenfrío Comercial Automotriz S.A. (2012). *Servicios y productos*. San José. Recuperado de <http://www.reenfriocr.com/index.php?page=alineamiento-y-tramado>
- Club Planeta. (2015) *¿Quiere saber cómo disminuir el gasto de gasolina?* México: <http://www.economia.com.mx>. Recuperado de http://www.economia.com.mx/quiere_saber_como_disminuir_el_gasto_de_gasolina.htm
- Rincón, E. y Wellens, A. (2011). *Cálculo de indicadores de ecoeficiencia para dos empresas ladrilleras mexicanas*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental 27 (4). 336, 339-342 p.
- Robledo Franco, J. C. (2014). *Lineamientos de mejoramiento de procesos ecoeficientes para la Curtidora de Cuero Inversiones J y D en Calarcá, Quindío*. (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT, Medellín.
- Rodríguez Madariaga, A. (2014). *Plan de Reducción del consumo energético para el vivero 16, Orquídeas de Costa Rica S.A.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia.
- Rojas, D. (2016). *Gestión ambiental en Reenfrío* (entrevista). San José, CR. Reenfrío Comercial Automotriz, S.A.
- Schneider Electric (2014). *Guía de soluciones de Eficiencia Energética EcoXpert*. España: EcoXpert.
- Solano, F. (2015). *Programa de compras sostenibles como estrategia para la ecoeficiencia de la selección de proveedores* (Tesis de grado). 35-37 p. Universidad Nacional, Heredia.

- Vázquez Beltrán, A. (2008). *Análisis de la ecoeficiencia en la producción del mezcal*. (Tesis de grado). 34-36 p. Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca.
- UCATEE (Unidad de Capacitación y Asistencia Técnica en Eficiencia Energética). (2007). *Manual Eficiencia Energética para MYPES*. San Salvador: Centro Nacional de Producción Más Limpia de El Salvador.
- Umaña Rodríguez, H. (2016). *Propuesta piloto: Sustitución de diésel por biodiésel en la flotilla vehicular de la Unidad de Gestión Ambiental de Acueductos y Alcantarillados mediante el uso de grasas y aceites de desecho*. (Práctica Profesional Supervisada para optar por el Grado de Bachiller en Ingeniería en Gestión Ambiental). Universidad Nacional, Heredia.
- UNIDO (United National Industrial Development Organization) (2010). *Enterprise Level Indicator for Resource Productivity and Pollution Intensity*. Vienna: Publications UNIDO.
- UNIDO (United National Industrial Development Organization) (2007). *Manual para la gestión eficiente del agua en la industria alimentaria*. Vienna: Publications UNIDO.
- UNIDO (United National Industrial Development Organization) (2005). *Guía práctica para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*. Vienna: Publications Unido.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). (2015). *TIP (Tire Industry Project) 10-Year Progress Report 2005-2015*. EEUU. Recuperado de <http://www.wbcd.org/>
- WRI (World Resources Institute) (2006). *Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Estándar corporativo de contabilidad y reporte*. México. Recuperado de www.ghgprotocol.org

10. ANEXOS

10.1 Anexo 1. Política Ambiental de Reenfrío Comercial Automotriz S.A.

“En Reenfrío Comercial Automotriz, S. A., empresa dedicada a la producción y comercialización de reencauche, llanta nueva y servicios complementarios, estamos comprometidos a desarrollar nuestras operaciones en armonía con el medio ambiente y la satisfacción del cliente. Para ello asumimos los siguientes principios en procura de una mejora continua del sistema de gestión ambiental:

- *Prevenir la contaminación.*
- *Cumplir con la legislación y reglamentación nacional ambiental vigente y aplicable, y otros requisitos que la empresa suscriba.*

Nuestro compromiso ambiental es una responsabilidad compartida por todos.”

10.2 Anexo 2. Cuadro de consumo de electricidad

Mes	Consumo en kWh	Demanda en kW	Factor de potencia	Costo
Enero	15.52	121,44	84,52	¢2 869,79
Febrero	26.24	121,68	84,97	¢3 864,66
Marzo	24.88	120,48	85,19	¢3 832,75
Abril	20.96	119,84	86,42	¢3 174,19
Mayo	25.84	133,20	86,56	¢3 650,24
Junio	26.48	130,48	84,39	¢3 617,12
Julio	27.12	122,24	84,87	¢3 487,19

Mes	Consumo en kWh	Demanda en kW	Factor de potencia	Costo
Agosto	24.56	120,72	85,41	€3 302,71
Setiembre	25.44	124,72	85,32	€3 410,94
Octubre	22.64	121,28	83,88	€3 123,91
Noviembre	24.16	118,56	83,54	€3 235,78
Diciembre	24.80	114,32	85,02	€3 298,68

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrio, 2016.

10.3 Anexo 3. Cuadro de consumo de combustibles

Mes	Diésel		Regular		Súper		Gas LP	
	Consumo (litros)	Costo (colones)	Consumo (litros)	Costo (colones)	Consumo (litros)	Costo (colones)	Consumo (litros)	Costo (colones)
Enero	7374,88	€4.020.075	448,52	€266.168	639,65	€395.708	5188,70	€1.276.516
Febrero	7769,46	€3.682.724	376,75	€189.505	753,30	€403.968	7123,30	€1.392.140
Marzo	7557,26	€3.684.298	573,38	€301.447	837,22	€470.231	5339,80	€1.054.414
Abril	7228,36	€3.606.202	363,89	€204.936	861,89	€509.553	5207,18	€1.075.232
Mayo	7731,75	€3.717.025	340,16	€196.292	863,35	€518.681	4878,60	€949.843
Junio	7738,94	€3.977.815	182,98	€111.619	876,41	€563.532	6478,40	€1.260.764
Julio	7911,80	€3.944.599	199,40	€126.818	625,79	€419.539	10336,50	€1.861.840
Agosto	7568,15	€3.611.883	149,62	€95.605	561,49	€379.565	8140,80	€1.316.162
Septiembre	8089,14	€3.670.738	179,96	€108.518	609,76	€392.107	7695,00	€1.266.379
Octubre	8327,81	€3.807.077	200,00	€107.798	611,66	€344.180	6358,00	€1.122.280
Noviembre	7605,82	€3.416.690	199,30	€106.926	792,66	€443.530	5267,00	€988.053
Diciembre	6533,79	€2.933.669	56,72	€30.400	424,59	€237.346	7719,00	€1.447.320
Total	91437,16	€44.072.795	3270,67	€1.846.034	8457,77	€5.077.941	79732,28	€15.010.944

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrio, 2016.

10.4 Anexo 4. Cuadro de consumo de agua

Mes	Año	Consumo en m ³	Costo
Enero	2015	227	¢322,04
Febrero	2015	116	¢296,88
Marzo	2015	109	¢278,58
Abril	2015	97	¢247,70
Mayo	2015	114	¢290,31
Junio	2015	117	¢298,79
Julio	2015	118	¢253,77
Agosto	2015	113	¢224,33
Septiembre	2015	110	¢217,84
Octubre	2015	117	¢227,12
Noviembre	2015	107	¢207,45
Diciembre	2015	130	¢257,85

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrío, 2016.

10.5 Anexo 5. Factores de emisión para combustibles diésel, regular y súper.

Factores de emisión	Diésel	Regular	Súper
Factor de emisión CO ₂	2,69	2,26	2,26
Factor de emisión CH ₄	0,14	0,81	0,82
Factor de emisión N ₂ O	0,14	0,26	0,26

Fuente: IMN, 2015.

10.6 Anexo 6. Cálculo de emisiones de CO₂eq de la flotilla vehicular que consume combustible diésel.

Flotilla vehicular (diésel)															
Año 2015	Consumo de combustible (litros)	Factor de emisión de GEI	kg CO2	Factor de emisión de GEI (CH4)	g CH4	Factor de emisión de GEI (N2O)	g N2O	Ton. CO2	Ton. CH4	PCG CH4	Ton. CO2eq	Ton. N2O	PCG N2O	Ton. CO2eq	Ton. CO2eq Totales
1	7375	2,69	19838,42	0,1416	1044,28	0,1416	147,87	19,84	0,0010	21	0,02	0,0001	310	0,046	19,91
2	7769		20899,84		1100,16		155,78	20,90	0,0011		0,02	0,0002		0,048	20,97
3	7557		20329,03		1070,11		151,53	20,33	0,0011		0,02	0,0002		0,047	20,40
4	7228		19444,29		1023,54		144,93	19,44	0,0010		0,02	0,0001		0,045	19,51
5	7732		20798,41		1094,82		155,03	20,80	0,0011		0,02	0,0002		0,048	20,87
6	7739		20817,75		1095,83		155,17	20,82	0,0011		0,02	0,0002		0,048	20,89
7	7912		21282,75		1120,31		158,64	21,28	0,0011		0,02	0,0002		0,049	21,36
8	7568		20358,33		1071,65		151,75	20,36	0,0011		0,02	0,0002		0,047	20,43
9	8089		21759,79		1145,42		162,19	21,76	0,0011		0,02	0,0002		0,050	21,83
10	8328		22401,81		1179,22		166,98	22,40	0,0012		0,02	0,0002		0,052	22,48
11	7606		20459,65		1076,98		152,50	20,46	0,0011		0,02	0,0002		0,047	20,53
12	6534		17575,88		925,18		131,01	17,58	0,0009		0,02	0,0001		0,041	17,64
Total	91437		245965,96		12947,50		1833,37	245,97	0,01		0,27	0,00		0,57	246,81

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrío, 2016.

10.7 Anexo 7. Cálculo de emisiones de CO₂eq de la flotilla vehicular que consume combustible regular.

Flotilla vehicular (regular)															
Año 2015	Consumo de combustible (litros)	Factor de emisión de GEI	kg CO2	Factor de emisión de GEI (CH4)	g CH4	Factor de emisión de GEI (N2O)	g N2O	Ton. CO2	Ton. CH4	PCG CH4	Ton. CO2eq	Ton. N2O	PCG N2O	Ton. CO2eq	Ton. CO2eq Totales
1	449	2,26	1206,51	0,8162	63,51	0,2612	8,99	1,21	0,00	21	0,0013	8,99E-06	310	0,0028	1,21
2	377		1013,46		53,35		7,55	1,01	0,00		0,0011	7,55E-06		0,0023	1,02
3	573		1542,38		81,19		11,50	1,54	0,00		0,0017	1,15E-05		0,0036	1,55
4	364		978,87		51,53		7,30	0,98	0,00		0,0011	7,3E-06		0,0023	0,98
5	340		915,03		48,17		6,82	0,92	0,00		0,001	6,82E-06		0,0021	0,92
6	183		492,22		25,91		3,67	0,49	0,00		0,0005	3,67E-06		0,0011	0,49
7	199		536,39		28,24		4,00	0,54	0,00		0,0006	4E-06		0,0012	0,54
8	150		402,47		21,19		3,00	0,40	0,00		0,0004	3E-06		0,0009	0,40
9	180		484,10		25,48		3,61	0,48	0,00		0,0005	3,61E-06		0,0011	0,49
10	200		538,00		28,32		4,01	0,54	0,00		0,0006	4,01E-06		0,0012	0,54
11	199		536,11		28,22		4,00	0,54	0,00		0,0006	4E-06		0,0012	0,54
12	57		152,57		8,03		1,14	0,15	0,00		0,0002	1,14E-06		0,0004	0,15
Total	3271		8798,12		463,13		65,58	8,80	0,00		0,01	0,00		0,02	8,83

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrío, 2016.

10.8 Anexo 8. Cálculo de emisiones de CO₂eq de la flotilla vehicular que consume combustible súper

Flotilla vehicular (súper)															
Año 2015	Consumo de combustible (litros)	Factor de emisión de GEI	kg CO2	Factor de emisión de GEI (CH4)	g CH4	Factor de emisión de GEI (N2O)	g N2O	Ton. CO2	Ton. CH4	PCG CH4	Ton. CO2eq	Ton. N2O	PCG N2O	Ton. CO2eq	Ton. CO2eq Totales
1	640	2,26	1720,67	0,8162	90,58	0,2612	12,83	1,72	9,1E-05	21	0,002	0,000	310	0,00	1,73
2	753		2026,37		106,67		15,10	2,03	1,1E-04		0,002	0,000		0,00	2,03
3	837		2252,11		118,55		16,79	2,25	1,2E-04		0,002	0,000		0,01	2,26
4	862		2318,49		122,04		17,28	2,32	1,2E-04		0,003	0,000		0,01	2,33
5	863		2322,42		122,25		17,31	2,32	1,2E-04		0,003	0,000		0,01	2,33
6	876		2357,55		124,10		17,57	2,36	1,2E-04		0,003	0,000		0,01	2,37
7	626		1683,38		88,61		12,55	1,68	8,9E-05		0,002	0,000		0,00	1,69
8	561		1510,40		79,51		11,26	1,51	8,0E-05		0,002	0,000		0,00	1,52
9	610		1640,24		86,34		12,23	1,64	8,6E-05		0,002	0,000		0,00	1,65
10	612		1645,36		86,61		12,26	1,65	8,7E-05		0,002	0,000		0,00	1,65
11	793		2132,27		112,24		15,89	2,13	1,1E-04		0,002	0,000		0,00	2,14
12	425		1142,15		60,12		8,51	1,14	6,0E-05		0,001	0,000		0,00	1,15
Total	8458		22751,41		1197,62		169,58	22,75	0,00		0,03	0,00		0,05	22,83

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrío, 2016.

10.9 Anexo 9. Cálculo de emisiones de CO₂eq de las calderas que consumen combustible gas LP

Calderas															
Año 2015	Consumo de combustible (litros)	Factor de emisión de GEI	kg CO ₂	Factor de emisión de GEI (CH ₄)	g CH ₄	Factor de emisión de GEI (N ₂ O)	g N ₂ O	Ton. CO ₂	Ton. CH ₄	PCG CH ₄	Ton. CO ₂ eq	Ton. N ₂ O	PCG N ₂ O	Ton. CO ₂ eq	Ton. CO ₂ eq Totales
1	5189	1,61	13957,60	0,02554	132,519	0,02554	132,52	13,96	0,00013	21	0,003	0,000133	310	0,04	14,00
2	7123		19161,68		181,929		181,93	19,16	0,00018		0,004	0,000182		0,06	19,22
3	5340		14364,06		136,378		136,38	14,36	0,00014		0,003	0,000136		0,04	14,41
4	5207		14007,31		132,991		132,99	14,01	0,00013		0,003	0,000133		0,04	14,05
5	4879		13123,43		124,599		124,60	13,12	0,00012		0,003	0,000125		0,04	13,16
6	6478		17426,90		165,458		165,46	17,43	0,00017		0,003	0,000165		0,05	17,48
7	10337		27805,19		263,994		263,99	27,81	0,00026		0,006	0,000264		0,08	27,89
8	8141		21898,75		207,916		207,92	21,90	0,00021		0,004	0,000208		0,06	21,96
9	7695		20699,55		196,530		196,53	20,70	0,00020		0,004	0,000197		0,06	20,76
10	6358		17103,02		162,383		162,38	17,10	0,00016		0,003	0,000162		0,05	17,15
11	5267		14168,23		134,519		134,52	14,17	0,00013		0,003	0,000135		0,04	14,21
12	7719		20764,11		197,143		197,14	20,76	0,00020		0,004	0,000197		0,06	20,83
Total	79732		214479,83		2036,36		2036,36	214,48	0,00		0,04	0,00		0,63	215,11

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrío, 2016.

10.10 Anexo 10. Cálculo de emisiones de CO₂eq correspondientes al consumo de electricidad

Consumo de electricidad							
Medidor eléctrico		938882					
Descripción		Planta de recauchado					
Año 2015	Consumo de energía (kWh)	Demanda (kW)	Factor de potencia	Coste (colones)	Factor de emisión de GEI	kg CO ₂ eq	Ton. CO ₂ eq
1	15 520,00	121,44	84,52	₡2 869,79	0,117	1 815,84	1,82
2	26 240,00	121,68	84,97	₡3 864,66		3 070,08	3,07
3	24 880,00	120,48	85,19	₡3 832,76		2 910,96	2,91
4	20 960,00	119,84	86,42	₡3 174,20		2 452,32	2,45
5	25 840,00	133,2	86,56	₡3 650,24		3 023,28	3,02
6	26 480,00	130,48	84,39	₡3 617,12		3 098,16	3,10
7	27 120,00	122,24	84,87	₡3 487,19		3 173,04	3,17
8	24 560,00	120,72	85,41	₡3 302,71		2 873,52	2,87
9	25 440,00	124,72	85,32	₡3 410,94		2 976,48	2,98
10	22 640,00	121,28	83,88	₡3 123,91		2 648,88	2,65
11	24 160,00	118,56	83,54	₡3 235,78		2 826,72	2,83
12	24 800,00	114,82	85,02	₡3 629,76		2 901,60	2,90
Total	288 640,00			₡41.199.060		33 770,88	33,77

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrio, 2016.

10.11 Anexo 11. Cuadro de proporción de consumo total de electricidad

Área	Cantidad	Tipo de equipo	Modelo	Potencia (kW)	Operación (horas/día)	Consumo de energía total (kWh)	% consumo
Área de raspas (Recauchado agrícola)	12	Luminarias	Tubo F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,384	8,5	3,264	0,11%
	1	Raspadora Cincinnati	CB40A	30	8	240	8,44%
	1	Raspadora Cincinnati	CB30	22	8	176	6,19%
	3	Raspas (mototool Dremel)	N/D	0,39	6	2,34	0,08%
Área de vulcanizado (Recauchado agrícola)	2	Luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,064	8,5	0,544	0,02%
Área de corte de bandas (Recauchado agrícola)	10	Luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,32	8,5	2,72	0,10%
	1	Extrusora de hule de tipo industrial	N/D	48,5	1	48,5	1,71%
	1	Molino	N/D	52,2	1	52,2	1,84%

Área	Cantidad	Tipo de equipo	Modelo	Potencia (kW)	Operación (horas/día)	Consumo de energía total (kWh)	% consumo
Recibidor (Recauchado agrícola)	4	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,128	8,5	1,088	0,04%
Área de inspección (Recauchado industrial)	10	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,32	8,5	2,72	0,10%
	1	Inspeccionadora de llanta	No tiene placa	0,56	4	2,24	0,08%
Área de cardeo (Recauchado industrial)	4	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,128	8,5	1,088	0,04%
	1	Raspadora Cincinnati	CB40A	30	8,5	255	8,97%
	1	Raspadora Cincinnati	CB30	22	8,5	187	6,58%
	1	Raspadora Gray Company Inc.	N/D	26	8,5	221	7,78%

Área	Cantidad	Tipo de equipo	Modelo	Potencia (kW)	Operación (horas/día)	Consumo de energía total (kWh)	% consumo
	1	Separadora de bandas	N/D	7,5	1	7,5	0,26%
	3	Raspas (mototool Dremel)	N/D	0,39	4	1,56	0,05%
Área de reparación (Recauchado industrial)	4	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,128	8,5	1,088	0,04%
	1	Raspas (mototool Dremel)	N/D	0,13	4	0,52	0,02%
Área de cementado (Recauchado industrial)	2	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,064	8,5	0,544	0,02%
Área de corte de bandas (Recauchado industrial)	2	luminarias	TUBO TL5 ESSENTIAL HE 28W/840 40PKG	0,056	8,5	0,476	0,02%

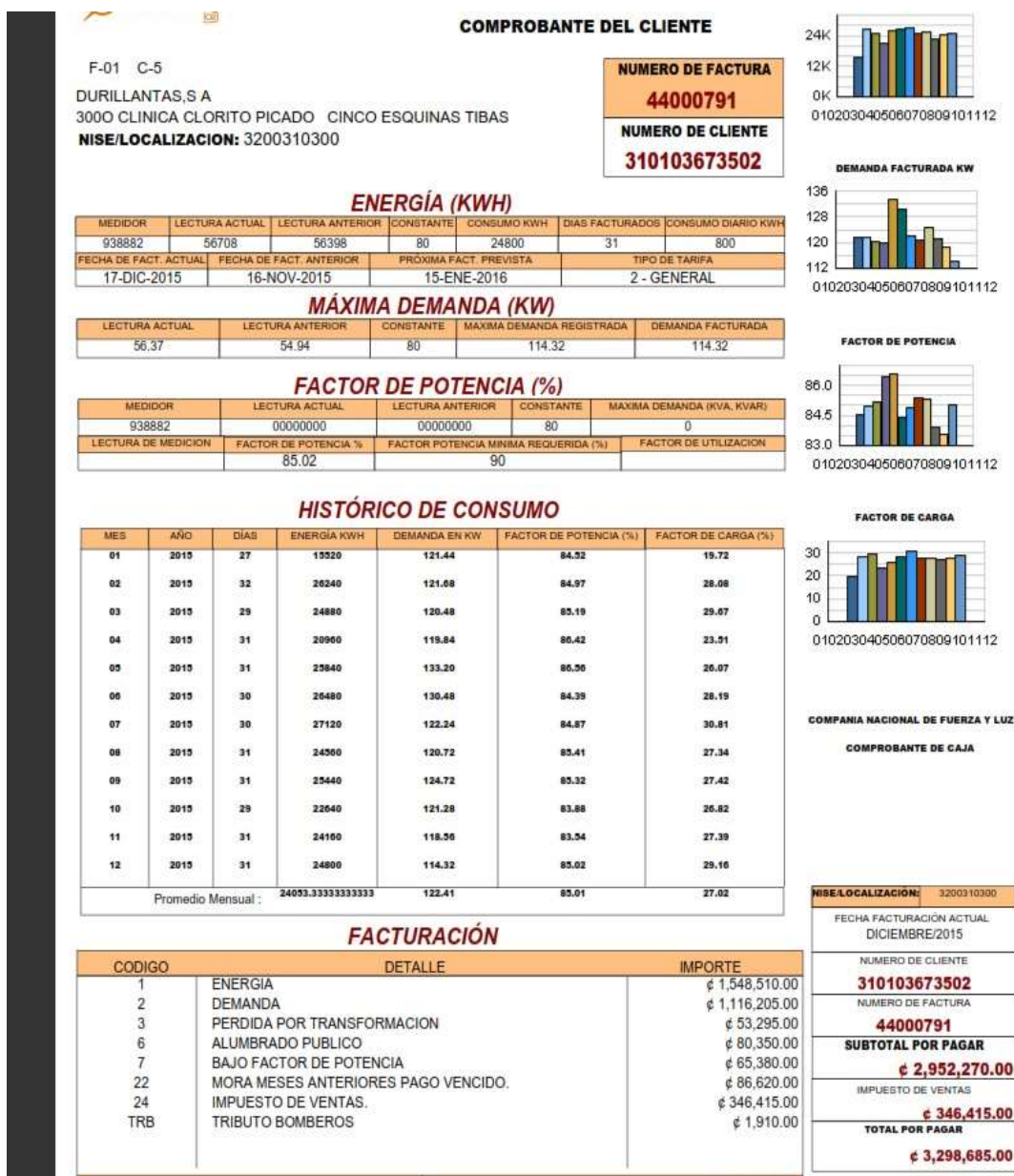
Área	Cantidad	Tipo de equipo	Modelo	Potencia (kW)	Operación (horas/día)	Consumo de energía total (kWh)	% consumo
Área de embandado (Recauchado industrial)	6	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,192	8,5	1,632	0,06%
	1	Embandadora 1 Sailsbury	620	2,2	8,5	18,7	0,66%
	1	Embandadora 2 Bandag	5110	2,2	6	13,2	0,46%
	1	Embandadora 3	N/D	2,2	0	0	0,00%
	1	Stitcher 1	N/D	0,55	4	2,2	0,08%
	1	Stitcher 2	N/D	0,55	4	2,2	0,08%
Área de autoclaves (Recauchado industrial)	22	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,704	8,5	5,984	0,21%
	1	Vulcanizadora pequeña		1,2	4	4,8	0,17%
	1	Vulcanizadora TB-54		1,2	4	4,8	0,17%
	1	Autoclave CEDCO	2512B-FT	5,6	6	33,6	1,18%

Área	Cantidad	Tipo de equipo	Modelo	Potencia (kW)	Operación (horas/día)	Consumo de energía total (kWh)	% consumo
	1	Autoclave SMC	642,12 Chamber Fincoil	5,6	6	33,6	1,18%
Área de cuarto de calderas (Recauchado industrial)	4	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,128	8,5	1,088	0,04%
	1	Caldera Cleaver Brooks	M-100-40	30	6	180	6,33%
	1	Caldera Lambda	Q6G-150	22,4	6	134,4	4,73%
Área de inspección final (Recauchado industrial)	4	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,128	8,5	1,088	0,04%
Área de producto terminado (Recauchado industrial)	16	luminarias	TUBO F32T8/D XPT 6500K 25PK	0,512	8,5	4,352	0,15%

Área	Cantidad	Tipo de equipo	Modelo	Potencia (kW)	Operación (horas/día)	Consumo de energía total (kWh)	% consumo
	1	Compresor	SSR-EP50SE	59,656	10	596,56	20,99%
	1	Compresor	SSR-EP50	59,656	10	596,56	20,99%
				435,938	256	2842,156	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Reenfrío, 2016.

10.12 Anexo 12. Facturación de la CNFL sobre consumo energético



Fuente: Reenfrío Comercial Automotriz S.A. 2016.

10.13 Anexo 13. Facturación de la AyA sobre consumo del recurso hídrico

INFORMACION DE CONSUMOS					INFORMACION DE LA FACTURACION DEL MES	
Tipo de Consumo	Número Hidrómetro	Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo (m3)	Concepto	Importe
Agua	13008611	220	317	97	Consumo de Agua	179,178.00
Desde: 23/03/2015 Hasta: 24/04/2015 Días: 32					Csmo.alcantarillado	59,393.00
HISTORICO DE CONSUMO					Hidrantes	1,455.00
					Cargo fijo agua	1,500.00
Mes	Año	Consumo m3		Cargo fijo alcan	600.00	
Marzo	2015	109		Recargo por Multa	5,572.00	
Febrero	2015	116		Importe a Cuenta:	247,698.00	
Enero	2015	131		Total del Mes:	0.00	
Enero	2015	96		TOTAL A PAGAR	0.00	
Diciembre	2014	101		Observaciones:	Información Adicional:	
Noviembre	2014	124				
<p>Estimado cliente: Se le recuerda que después de la fecha de vencimiento AyA le otorga 3 días para cancelar el recibo, de lo contrario, se suspenderá el servicio. De mantener otros recibos pendientes, AyA iniciará el trámite de Cobro Judicial correspondiente. Al pagar a tiempo evita un recargo por mora del 2% mensual.</p>						
TELEFONOS PARA ATENCION AL CLIENTE						
SAN JOSE 2242-5000 EXT. 3078/5892	ALAJUELA 2441-1481	SAN MATEO 2428-8860	SQUIRRES 2768-8612			
GOICOECHEA 2242-5873	PURISCAL 2416-6023	SAN ISIDRO P.Z. 2771-3345	LIBERIA 2868-3021			
FRAMPARANOS 2242-5873	ATFERR 2441-1481	CIUDAD NEIVA 2771-3345	NEIVA 2868-3021			

Fuente: Reenfrio Comercial Automotriz S.A. 2016.

10.14 Anexo 14. Levantamiento electromecánico de las máquinas en el proceso de recauchado

24/09/2015
Ing. Jose Solano C.

Reenfrio
Consultoría en Ingeniería

Para:	Licda. Dorell Rojas Fonseca
Asunto:	Reporte de levantamiento electromecánico
Referencia:	Proyecto: Mejoras sistema electromecánico Reenfrio Planta La Uruca

Se presenta a continuación un informe con el levantamiento electro-mecánico de los equipos y sistemas principales de la planta de re encauchado Reenfrio, ubicada en Tibás, San José, Costa Rica.

El mismo, cuenta con una recopilación de información técnica obtenida de las placas de fábrica de los equipos cuando estas se encontraron disponibles, así como también de un proceso de entrevista a diversos operadores de la planta especialistas en sus respectivas áreas de operación. Cuando fue posible, se solicitó al fabricante la información técnica original del equipo.

Toda la información fue recopilada por un profesional en Ingeniería y la misma cuenta con las recomendaciones propias de un levantamiento de este tipo, cuyo objetivo es sentar las bases para la definición de un anteproyecto de remodelación y optimización de los sistemas la planta.

Los equipos están enumerados en el anexo 1 y en el reporte se ponen los comentarios respectivos.

Planta y Producción

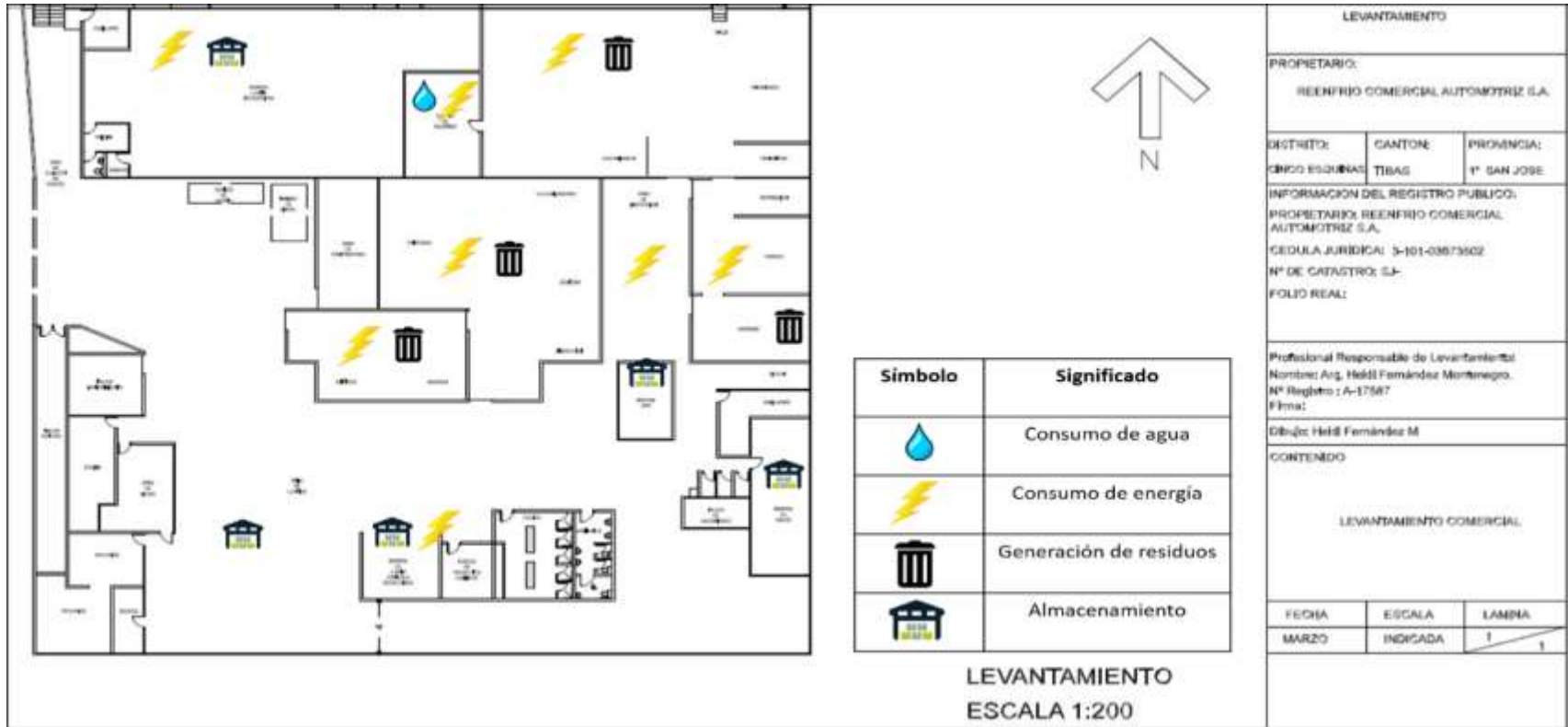
➤ **Raspado**

En esta sección se desgasta el hule de la llanta a tratar para dejar el casco liso y poder iniciar el proceso de reencauchado de la llanta.

Ítem #1:

Raspadora Marca Cincinnati, con alimentación eléctrica 230 V trifásica según dato de placa y con un consumo nominal de 40 HP. Tiene consumo neumático en 1/2" sin embargo se

10.15 Anexo 15. Eco-mapa generado a partir del diagnóstico



Fuente: Elaboración propia, 2016.

10.16 Anexo 16. Informe DLB-MG-00611206 sobre la Inspección General y Medición de Grosos de Generador de Vapor



Informe DLB-MG-006112016

Inspección General y Medición de Grosos de Generador de Vapor

Empresa: Reenfrio Comercial Automotriz

**Realizado por:
Ing. Efraín Delgado Castillo**

30 de Noviembre del 2016



5. Conclusiones:

Determinando la distancia más alejada de la línea de vapor 19,8mtrs, se establece que para evitar la pérdida de presión final (90 psi, acorde a requerimiento de los equipos), se debe de instalar una tubería de NPS2, con diámetro interno de 2" obteniendo una velocidad de vapor de 30m/s.

Se requiere aislar y codificar la tubería, a la vez de cambiar todos los elementos defectuosos en la línea.

Se determina que el actual generador de vapor entrega 627 Kg/hr según lo establecido en la placa. Por lo que el requerimiento actual de 922,53 Kg/hr (se toma en cuenta un la sincronía de operación de los equipos) no da abasto con las condiciones actuales de la compañía.

Se recomienda la compra de una caldera equivalente a 64BHP determinando una eficiencia de 90% del equipo. Este equipo limitaría el crecimiento de la compañía, por lo que se puede establecer un equipo de 80BHP con el fin de establecer un posible crecimiento del 25% en la demanda de vapor.

Ing. Efraín Delgado

Cod: IM25477

ASME: 100716566

Fuente: DELLOBO CONSULTORES 2016.

10.17 Anexo 17. Estudio de la propuesta. Controlar las horas de operación

Oportunidad	Estudio de la demanda facturada
Medida	Controlar las horas de operación, en particular en horas punta con el fin de disminuir los cargos energéticos y cargos por demanda (Ministerio del Ambiente Perú 2009): Según la CNFL, las horas punta son el periodo comprendido entre las 10:01 a.m. y las 12:30 p.m. y entre las 17:31 p.m. y las 20:00 p.m. (CNFL, 2017). Por lo tanto se propone reorganizar las horas laborales de forma que los equipos de mayor consumo eléctrico no sean usados en dichas horas.
Ahorro	La empresa se ahorraría la multa de 2 millones de colones por mes que la CNFL aplica por superar la demanda máxima, esto significan ₡24 000 000.
Inversión	No implica inversión por parte de la empresa.
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	Justificación: Se considera de alta priorización ya que no implica inversión para la empresa y sería una medida fácil de aplicar al corto plazo.

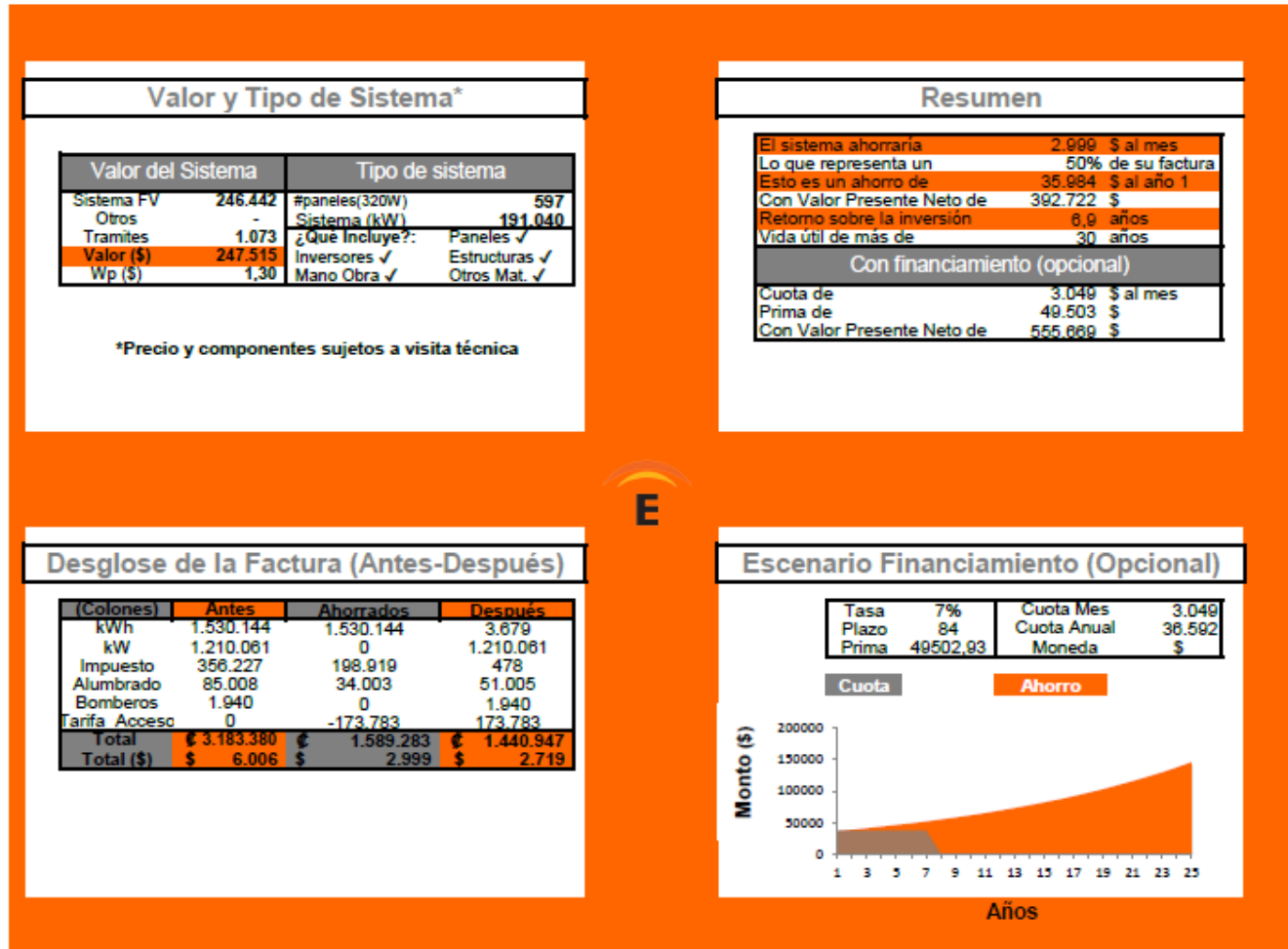
Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.18 Anexo 18. Estudio de la propuesta. Instalación de paneles solares

Oportunidad	Inventario de equipo eléctrico y sus consumos
Medida	Instalación de paneles solares (Bridgestone, 2015): para aprovechar el uso del recurso solar y disminuir el consumo de electricidad.
Ahorro	El sistema ahorraría \$2999 al mes, lo que representa un 50% de la factura. Esto es un ahorro de \$35 988 al año, aproximadamente ₡20 333 220 (al tipo de cambio de ₡565 del 29 de junio del 2017).
Inversión	Según una cotización de la empresa Enertiva, el valor del sistema fotovoltaico, de acuerdo a la demanda energética de la empresa, es de \$247 515, aproximadamente ₡139 845 975.
Retorno simple	$\text{Inversión} / \text{Ahorro económico} = \text{Retorno simple}$ $\$247\,515 / \$35\,988 = 6,9 \text{ años}$
Priorización	BAJA
	Justificación: es una medida a largo plazo, comprende una gran inversión y cuenta con tasa de retorno mayor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.19 Anexo 19. Cotización de Enertiva sobre propuesta preliminar del sistema fotovoltaico en Reenfrío



Fuente: Enertiva 2017.

10.20 Anexo 20. Estudio de la propuesta. Cambio de los equipos que más consumen electricidad

Oportunidad	Inventario de equipo eléctrico y sus consumos
Medida	Instalación de motores eléctricos de alta eficiencia / dispositivos de arranque de motores (UCATEE, 2007): Los motores que se comercializan actualmente son más eficientes que los antiguos y demandan menos energía reactiva lo que se traduce en ahorros económicos en la facturación eléctrica, sin embargo, los motores de alta eficiencia son 20% más caros que el estándar, pero pueden llegar a ser un 5% más eficientes; además, que estos motores tienen una vida útil de 10 años.
Ahorro	Se recomienda hacer un cambio paulatino de estos motores debido al costo de inversión. Se calcula un ahorro de \$ 3 000 al año, aproximadamente ¢ 1 700 000 (al tipo de cambio de ¢565 del 29 de junio del 2017).
Inversión	\$ 3497,35 costo de un motor #f 40 HP 200M B3 Marca Weg (de alta eficiencia IE3). Aproximadamente ¢ 1 976 000.
Retorno simple	$\text{¢ } 1\,976\,000 / \text{¢ } 1\,700\,000 = 1,16 \text{ años}$
Priorización	MEDIA
	Debido a la pronta recuperación de la inversión (14 meses), se considera de media prioridad. Ya que se podría programar un cambio paulatino de los motores que tengan un mayor uso en la línea de producción.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.21 Anexo 21. Estudio de la propuesta. Monitoreo energético

Oportunidad	Inventario de equipo eléctrico y sus consumos
Medida	<p>Monitoreo energético: Mediante una cuenta Remote Energy Monitoring (REM), se puede contar con un acceso único vía Web a la información sobre el consumo energético del edificio y de esta forma analizar el consumo y poder conocer cuándo se están utilizando las luces y otros equipos, por ejemplo. El REM es un servicio remoto de monitoreo vía Web que no requiere de la instalación de servidores o software en las instalaciones. Este servicio permite ahorro de entre un 2% y un 4% en las facturas de iluminación solo por adaptar las operaciones del edificio a los patrones de uso reales, reduce los costos de operación del edificio entre un 2% y un 5% por optimización del uso de los equipos evitando inversiones innecesarias, analiza costos y administra operaciones en tiempo real sin necesidad de esperar a que llegue la factura eléctrica (Schneider Electric, 2014)</p>
Ahorro	Mediante un monitoreo del consumo energético se puede reducir la factura alrededor de un 15% (Schneider Electric, 2014). La facturación promedio mensual del recibo eléctrico es de ¢3 405 665, según el diagnóstico realizado en la Fase I, por lo tanto un ahorro del 15% se traduce en aproximadamente ¢510 850 mensuales o ¢6 130 200 anuales.
Inversión	€395 (Schneider Electric, 2014). Aproximadamente ¢256 750.
Retorno simple	$\text{Inversión} / \text{Ahorro económico} = \text{Retorno simple}$ $¢256 750 / ¢6 130 200 = 0,04 \text{ años}$
Priorización	ALTA
	Justificación: cuenta con un periodo de retorno menor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.22 Anexo 22. Estudio de la propuesta. Limpieza periódica de luminarias y ventanas

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Limpieza periódica de luminarias y ventanas (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): Dicho periodo de limpieza debe ser establecido por la Gerencia de la empresa y coordinado con el área de mantenimiento quienes deben llevar un registro del cumplimiento. Además de realizar un reporte en caso de que existan luminarias defectuosas.
Ahorro	NA
Inversión	No implica inversión por parte de la empresa.
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	Justificación: se considera de alta priorización ya que no implica inversión para la empresa y sería una medida fácil de aplicar al corto plazo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.23 Anexo 23. Estudio de la propuesta. Retirar las lámparas quemadas y/o defectuosas

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Retirar las lámparas quemadas y/o defectuosas (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): puesto que causan un consumo eléctrico innecesario. Dicha tarea debe ser asumida por el área de mantenimiento de la empresa.
Ahorro	NA
Inversión	No implica inversión por parte de la empresa.
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	Justificación: se considera de alta priorización ya que no implica inversión para la empresa y sería una medida fácil de aplicar al corto plazo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.24 Anexo 24. Estudio de la propuesta. Reubicación de las luminarias

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Reubicación de las luminarias (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): de forma tal que sean colocadas de forma eficiente según la distribución del espacio y áreas de trabajo. Dicha reubicación debe ser propuesta por el personal del área de reencauche.
Ahorro	Según las visitas realizadas, se observó que aproximadamente un 5% de las luminarias se encontraban mal colocadas, en lugares sin una funcionalidad adecuada. Lo que implica que al reubicarlas correctamente ese 5% de las luminarias serán eliminadas, lo que se traduce en un 5% menos de consumo en la facturación en el rubro de iluminación. La facturación promedio mensual del recibo eléctrico es de ¢3 405 665, según el diagnóstico realizado en la Fase I, las luminarias representan un 0,97% de la facturación lo que se traduce en ¢33 035 mensuales. Si el ahorro es del 5%, esto se traduce en ¢1650 mensuales o ¢19 800 anuales, al realizar la reubicación de las luminarias. Se recomienda contratar previamente un estudio de iluminación, con el fin de verificar que cada puesto cumpla con la iluminación necesaria según la tarea que realiza.
Inversión	Aproximadamente ¢100 000.
Retorno simple	Inversión / Ahorro económico = Retorno simple $\text{¢}100\ 000 / \text{¢}19\ 800 = 5 \text{ años}$
Priorización	BAJA
	Justificación: Cuenta con tasa de retorno mayor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.25 Anexo 25. Estudio de la propuesta. Separar los circuitos de iluminación

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Separar los circuitos de iluminación (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): para que su control no dependa de un solo interruptor y se ilumine solo sectores necesarios.
Ahorro	<p>Según Legrand, controlar la iluminación produce ahorros de aproximadamente 50%, si se separan los circuitos de iluminación, se colocan avisos de ahorro y se capacita al personal.</p> <p>La facturación promedio mensual del recibo eléctrico es de ¢3 405 665, según el diagnóstico realizado en la Fase I, las luminarias representan un 0,97% de la facturación lo que se traduce en ¢33 035 mensuales.</p> <p>Si el ahorro es del 50% implementando las tres medidas mencionadas, esto se traduce en ¢16 518 mensuales o ¢198 210 anuales. Suponiendo que esta medida represente un tercio de ese ahorro, esto sería ¢66 070 anuales.</p>
Inversión	Aproximadamente ¢200 000.
Retorno simple	<p>Inversión / Ahorro económico = Retorno simple</p> <p>$\text{¢}200\,000 / \text{¢}66\,070 = 3 \text{ años}$</p>
Priorización	<p>BAJA</p> <p>Justificación: Cuenta con tasa de retorno mayor a un año.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.26 Anexo 26. Estudio de la propuesta. Disponer de avisos sobre el buen uso de la electricidad en la institución

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Disponer de avisos sobre el buen uso de la electricidad en la institución (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): considerando acciones como apagar las lámparas innecesarias, reducir al mínimo imprescindible la iluminación en exteriores y poner en práctica la campaña “apagar”, ya que siempre resulta más barato apagar las luces, incluso en caso de períodos muy cortos de tiempo.
Ahorro	Suponiendo que esta medida represente un tercio de ese ahorro, esto sería ¢66 070 anuales (ver anexo 25)
Inversión	Aproximadamente ¢50 000.
Retorno simple	Inversión / Ahorro económico = Retorno simple $\text{¢}50\,000 / \text{¢}66\,070 = 0,76$ años
Priorización	ALTA Justificación: medida fácil de implementar y cuenta con un periodo de retorno menor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.27 Anexo 27. Estudio de la propuesta. Capacitar al personal

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Capacitar al personal (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): en cuanto a la importancia del ahorro de electricidad.
Ahorro	Suponiendo que esta medida represente un tercio de ese ahorro, esto sería ¢66 070 anuales (ver anexo 25)
Inversión	Aproximadamente ¢100 000.
Retorno simple	Inversión / Ahorro económico = Retorno simple $\text{¢}100\,000 / \text{¢}66\,070 = 1,5 \text{ años}$
Priorización	MEDIO
	Justificación: De fácil implementación y cuenta con tasa de retorno cercana a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.28 Anexo 28. Estudio de la propuesta. Sustituir progresivamente las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Sustituir progresivamente las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): por focos ahorradores o luminarias LED, ya que las bombillas incandescentes y los tubos fluorescentes usan tecnología ineficiente que desprende más calor que luz.
Ahorro	El ahorro puede oscilar alrededor del 70% (Domínguez 2014). La facturación promedio mensual del recibo eléctrico es de ¢3 405 665, según el diagnóstico realizado en la Fase I, las luminarias representan un 0,97% de la facturación lo que se traduce en ¢33 035 mensuales. Si el ahorro es del 70%, esto se traduce en ¢23 125 mensuales o ¢277 500 anuales.
Inversión	Según el diagnóstico realizado en la Fase I, se contabilizaron 102 luminarias. Se propone invertir en luminarias tipo Tubo LED que rondan los ¢6 300, en total por las 102 luminarias sería una inversión de ¢642 600.
Retorno simple	$\text{Inversión} / \text{Ahorro económico} = \text{Retorno simple}$ $¢642\,600 / ¢277\,500 = 2,3 \text{ años}$
Priorización	BAJA
	Justificación: Cuenta con tasa de retorno mayor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.29 Anexo 29. Estudio de la propuesta. Instalación de láminas traslúcidas

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Instalación de láminas traslúcidas (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): para mejorar el uso de luz natural y disminuir con esto el uso de luminarias.
Ahorro	Haciendo uso de la luz natural se puede ahorrar hasta un 75% de la energía utilizada para la iluminación (Danpal, 2016). La facturación promedio mensual del recibo eléctrico es de ¢3 405 665, según el diagnóstico realizado en la Fase I, las luminarias representan un 0,97% de la facturación lo que se traduce en ¢33 035 mensuales. Si el ahorro es del 75%, esto se traduce en ¢24 776 mensuales o ¢297 312 anuales. Se recomienda contratar previamente un estudio de iluminación, con el fin de verificar que cada puesto cumpla con la iluminación necesaria según la tarea que realiza.
Inversión	Aproximadamente ¢500 000.
Retorno simple	Inversión / Ahorro económico = Retorno simple $\text{¢}500\,000 / \text{¢}297\,312 = 1,7 \text{ años}$
Priorización	MEDIO
	Justificación: es una medida a largo plazo, comprende una inversión media y cuenta con tasa de retorno mayor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.30 Anexo 30. Estudio de la propuesta. Programa de mantenimiento de los sistemas de aire comprimido

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Programa de mantenimiento de los sistemas de aire comprimido (UCATEE, 2007): Los sistemas de aire comprimido son la mayor y más importante fuente de energía, por lo cual se debe reparar inmediatamente en el sistema. Así mismo, la correcta lubricación y el mantenimiento apropiado de las transmisiones, la limpieza y el remplazo oportuno de los filtros de aire de succión son parte del mantenimiento que pueden originar ahorros. La reducción de la presión del sistema; el ajuste de la correcta presión debe hacerse un poco más alto según la demanda para compensar las caídas de presión que hubieran en las líneas de distribución, las perdidas por fricción en el sistema pueden reducirse, colocando compresores cerca de los puntos de consumo, aumentando el diámetro de las tuberías de distribución y eliminando fugas. Por último, es conveniente analizar la instalación de varios compresores en diferentes áreas, ya que, por lo general son pocos los equipos que demandan altas cantidades de aire.
Ahorro	NA
Inversión	€950 000
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	Justificación: No se puede calcular el ahorro, debido que el programa se tiene que mantener durante el tiempo que se desarrolla la actividad, se logra obtener los resultados una vez que el programa se encuentra 100% implementado y el comportamiento de la organización conforme sube la demanda.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.31 Anexo 31. Estudio de la propuesta. Realizar mantenimientos periódicos a la flota vehicular

Oportunidad	Inventario de la flota vehicular, calderas y consumo de combustibles
Medida	Realizar mantenimientos periódicos a la flota vehicular (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): Contar con un estricto plan de mantenimiento de la flota vehicular.
Ahorro	Un adecuado mantenimiento del motor y llantas de la flota vehicular puede suponer ahorros de alrededor 20% en combustible. La facturación anual de los combustibles diésel, regular y súper ronda los ¢50 996 770, si dicha medida representa un ahorro del 20% (Club Planeta, 2015), esto se traduce en ¢10 199 354 ahorrados al año.
Inversión	No implica inversión por parte de la empresa.
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	Justificación: se considera de alta priorización ya que no implica inversión para la empresa y sería una medida fácil de aplicar al corto plazo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.32 Anexo 32. Estudio de la propuesta. Implementar un programa de conducción eficiente

Oportunidad	Inventario de la flota vehicular, calderas y consumo de combustibles
Medida	Implementar un programa de conducción eficiente (Campos, 2017): según el Programa ECODRIVE de Purdy Motors, mediante ocho puntos se puede lograr una conducción eficiente que provee un ahorro de 22% en los combustibles. Los puntos a poner en práctica son: trate suave la salida y aceleración; elimine el ralenti innecesario del motor, es decir, siempre que deba detenerse por la mínima espera que sea lo más recomendable es apagar el vehículo; manejar a velocidad de crucero, es decir, mantener una velocidad estable; administrar la presión de aire de llanta, la cual es especificada por cada vehículo según el modelo; hacer la desaceleración rápidamente; cambio periódico de los aceites; evitar usar el vehículo cuando presenten fallas y cambiar periódicamente el filtro de aire.
Ahorro	La facturación anual de los combustibles diésel, regular y súper ronda los ¢50 996 770, si dicha medida representa un ahorro del 22%, esto se traduce en ¢11 219 289 ahorrados al año.
Inversión	No implica inversión por parte de la empresa.
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	Justificación: se considera de alta priorización ya que no implica inversión para la empresa y sería una medida fácil de aplicar al corto plazo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.33 Anexo 33. Estudio de la propuesta. Implementar buenas prácticas vehiculares

Oportunidad	Inventario de la flota vehicular, calderas y consumo de combustibles
Medida	Implementar buenas prácticas vehiculares (Campos, 2017): A continuación se enlista una serie de buenas prácticas que permiten mayor rendimiento en los combustibles y mayor vida útil a los vehículos: rinde más el combustible cuando el vehículo anda con tanque lleno, ya que en caso contrario si no está el tanque lleno esto implica que hay espacio en el tanque y mayores posibilidades de evaporación; ir a los centros de servicio a cargar combustible a los vehículos en las tardes y noches, donde la temperatura del día sea menor para evitar la expansión del combustible que se produce por el calor; conocer el tipo de combustible y el octanaje de cada vehículo con el fin de comprar los combustibles con el porcentaje de octanaje igual o mayor al requerido para mayor eficiencia; al conducir en neutro no se ahorra combustible, ya que el vehículo demanda las mismas funciones; en caso de los vehículos automáticos, implementar la comprensión ya que esto corta la combustión y permite mayor ahorro de combustible; no modificar las medidas de los aros y llantas originales de los vehículos para que el rodaje funcione mejor y en el caso de los vehículos manuales, se recomienda siempre usar el clutch para encender el vehículo por seguridad.
Ahorro	NA
Inversión	No implica inversión por parte de la empresa.
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA

Justificación: se considera de alta priorización ya que no implica inversión para la empresa y sería una medida fácil de aplicar al corto plazo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.34 Anexo 34. Estudio de la propuesta. Mejorar el sistema de tuberías de vapor

Oportunidad	Inventario de la flota vehicular, calderas y consumo de combustibles
Medida	<p>Mejorar el sistema de tuberías de vapor (UCATEE, 2007): Según el Informe DLB-MG-006112016 sobre la Inspección General y Medición de Grosos de Generador de Vapor, se establece que para evitar la pérdida de presión final, se debe de instalar una tubería de NPS2, con diámetro interno de 2” obteniendo una velocidad de 30m/s. Al optimizar todo el sistema de distribución, hay menos fugas por ende la demanda es menor y como consecuente la caldera pasa en operación menos horas al día y el consumo de combustible es menor. Por lo cual debe contar con buenos procedimientos de operación, operación adecuada de las trampas, mantener aisladas las tuberías, equipos y dispositivos, evitar fugas, mantener una presión adecuada. A continuación, se describe cada una de ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimientos de operación: reparar cualquier fuga, revisar periódicamente los sistemas para detectar líneas con poca frecuencia y que pueden ser eliminadas o puestas fuera de servicio, incluir un diseño de este sistema, equipos de mediación de flujo. ▪ Operar adecuadamente las trampas: elaborar procedimiento de mantenimiento rutinario de trampas (depende de cada área de trabajo), dentro del diseño de sistema de distribución, registrar las trampas para una mayor facilidad en su revisión y registro, capacitar al personal operativo y de mantenimiento sobre las técnicas de pruebas de operación de trampas, seleccionar las trampas de acuerdo a su aplicación y descarga esperada de condesado. ▪ Mantener aislada las tuberías, equipos y dispositivos: el aislamiento de tuberías, equipos y accesorios del sistema de distribución y retorno de condesado, evitará perdida de calor hacia el

	<p>ambiente. Por lo cual es importante inspeccionar periódicamente el aislamiento para remplazar o reparar los tramos dañados o deteriorados (el grosor del aislamiento debe ser el adecuado de acuerdo al sistema), contar con dispositivos de mediciones de temperatura para verificar el estado de aislamiento de tuberías, bloquear las líneas que estén en desuso.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener una presión adecuada: usar a la mínima presión posible, para servicios de calentamiento; en el vapor de alta presión no deben utilizarse válvulas reductoras de presión, y el de baja presión no es conveniente que sea ventado a la atmosfera.
Ahorro	NA
Inversión	€500 000
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	<p>Justificación: No se puede calcular el ahorro, debido que el programa se tiene que mantener durante el tiempo que se desarrolla la actividad, se logra obtener los resultados una vez que el programa se encuentra 100% implementado y el comportamiento de la organización conforme sube la demanda.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.35 Anexo 35. Estudio de la propuesta. Logística más eficiente en la entrega de productos

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Logística más eficiente en la entrega de productos (Ministerio del Ambiente Perú, 2009): plantear y ejecutar un programa de rutas eficientes que permita un consumo eficiente de los combustibles de los vehículos usados por el área de reencauche.
Ahorro	Optimizando rutas diariamente se puede reducir el consumo de combustibles hasta un 10% (Olate, 2016). La facturación anual de los combustibles diésel, regular y súper ronda los ¢50 996 770, si dicha medida representa un ahorro del 10%, esto se traduce en ¢5 099 677 ahorrados al año.
Inversión	No implica inversión por parte de la empresa.
Retorno simple	NA
Priorización	ALTA
	Justificación: se considera de alta priorización ya que no implica inversión para la empresa y sería una medida fácil de aplicar al corto plazo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.36 Anexo 36. Estudio de la propuesta. Cambios en el uso de combustible diésel a biodiésel

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Cambios en el uso de combustible diésel a biodiésel (Umaña, 2016): Se recomienda cambiar paulatinamente a biodiésel, debido a que su costo de operación es mucho menor en términos de mantenimiento vehicular, las concentraciones en sus emisiones en contaminantes (PST, CO, NOx, SOx, HAP) son menores, sus propiedades y rendimiento en el motor son mejores, así como la combustión debido a mayor cantidad de oxígeno en el combustible. Y por último, no requiere ninguna modificación en los motores diésel, por lo cual el costo de inversión es casi nula.
Ahorro	El actual cálculo se maneja bajo el supuesto, que toda la flotilla 2015 se mantiene y tiene un consumo de combustible igual, sin embargo, los costos de los mismos se manejan como año base del 2017; ¢451/L de diésel (cifras emitidas por RECOPE). El costo del biodiésel se calculó de acuerdo a un estudio de mercado, que varía según la oferta y demanda del mismo ¢725/L de biodiésel -¢ 25 145,219
Inversión	¢ 66 291 942
Retorno simple	No se recupera la inversión, debido que al costo de inversión es mayor que al costo actual
Priorización	BAJA Justificación: Debido a que ahorro es negativo por el alto costo de inversión, económicamente no es factible el cambio del combustible; aunque ambientalmente si se trae beneficios, como menor emisión de CO ₂ eq, aumento de la vida del motor, mejores propiedades lubricantes y reducción de mantenimiento requerido, mayor eficiencia de la combustión en el motor; entre otros.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.37 Anexo 37. Estudio de la propuesta. Instalación de una caldera de biomasa

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Instalación de una caldera de biomasa (Bridgestone, 2015): similar a la implementada en Bridgestone, que reemplaza el combustible fósil con pellets de madera. Esta caldera genera energía a partir de la combustión, este material se destaca por ser un biocombustible sólido fabricado a base de partículas de madera, que debido a su consistencia y características hacen que su suministro a la caldera y su combustión sean más eficaces que con otras formas de utilización de madera como combustible. Esta nueva tecnología limpia implementada en las instalaciones de producción, permitió en el 2015 la reducción del 55% de las emisiones de dióxido de carbono de Bridgestone. Además, el uso de búnker se redujo en un 65%, lo que equivale a un ahorro de 12 500 litros diarios.
Ahorro	Reenfrió cuenta con una facturación anual de ¢15 010 944 en el consumo de combustibles para calderas, con esta medida se tendría un ahorro del 65%, lo que se traduce en ¢9 757 114.
Inversión	\$200 000 (Fallas, 2016), aproximadamente ¢130 000 000.
Retorno simple	Inversión / Ahorro económico = Retorno simple $¢130\,000\,000 / ¢9\,757\,114 = 13 \text{ años}$
Priorización	BAJA Justificación: es una medida a largo plazo, comprende una gran inversión y cuenta con tasa de retorno mayor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.38 Anexo 38. Estudio de la propuesta. Instalación de un economizador en el área de calderas

Oportunidad	Prácticas laborales contrarias a la ecoeficiencia
Medida	Instalación de un economizador en el área de calderas (Bridgestone, 2015): Este es un dispositivo de intercambio de calor que captura el "calor perdido o residuos" del gas de la pila caliente de la caldera, el cual no puede ser usado dentro del horno de la caldera (debido a razones físicas; como la temperatura del agua de la caldera). El economizador normalmente transfiere este calor residual al agua de alimentación de la caldera, la captura de este calor que normalmente se pierde, reduce las necesidades globales del combustible para la caldera. Menos combustible equivale a dinero ahorrado, así como menores emisiones y una mayor eficiencia de la caldera. Esto es posible porque el agua de alimentación o retorno de calderas ahora es precalentada por el economizador. Por lo tanto, el circuito de calefacción principal de la caldera no necesita proporcionar la mayor cantidad de calor para producir una cantidad determinada de vapor o agua caliente. Una vez más, el resultado es el ahorro de combustible. El economizador de caldera aumenta la eficiencia mediante la extracción de calor de los gases descargados (Ecotherm, 2017)
Ahorro	El ahorro energético en una caldera instalando un economizador ECO para el calentamiento del agua de alimentación, puede llegar hasta el 6% (Ecotherm, 2017). Esto se traduce en un ahorro de combustible de €900 656 anuales.
Inversión	€8 700 (Ecotherm, 2017), aproximadamente €5 655 000.
Retorno simple	Inversión / Ahorro económico = Retorno simple $€5\ 655\ 000 / €900\ 656 = 6,3 \text{ años}$

Priorización	BAJA
	Justificación: es una medida a largo plazo, comprende una gran inversión y cuenta con tasa de retorno mayor a un año.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.39 Anexo 39. Formato de implementación de medidas de ecoeficiencia

Nº	Medida de ecoeficiencia implementada	Avance (alto, medio o bajo)	Indicador	Responsable	Foto
1					
2					

Fuente: Elaboración propia, 2017.

10.40 Anexo 40. Escenarios de la empresa con y sin la aplicación de medidas

ESCENARIO 1. Datos de consumo de recursos sin aplicar medidas

En el caso de que la empresa no implemente ninguna de las medidas propuestas, esto implica que los costos se mantendrán como hasta hoy, con una alta facturación de recursos y alta generación de emisiones. Por lo tanto, los costos de la empresa, en una proyección de cinco años, se basan en lo que pagan por las facturaciones de los servicios y el pago por compensación de las emisiones de dióxido de carbono. Se considera que de año a año aumenta un 10% la facturación según la demanda del mercado energético y según las facturaciones que se tienen de la empresa de 2015 y 2016.

	Electricidad	Combustibles	Agua
Facturación anual 2015	40 867 980 CRC	66 007 714 CRC	3 122 686 CRC
Costo de las emisiones de CO2	144 367 CRC	2 110 055 CRC	0
TOTALES	41 012 347 CRC	68 117 769 CRC	3 122 686 CRC

ESCENARIO 2. Datos de consumo de recursos con las medidas aplicadas.

En este caso se enlistan las medidas propuestas, se sacan totales de ahorro e inversión según la variable a estudiar. Primeramente en la variable de electricidad como se muestra a continuación.

Medidas en electricidad	Ahorro	Inversión
Controlar las horas de operación	24 000 000 CRC	0
Instalación de paneles solares.	20 333 220 CRC	139 845 975 CRC
Instalación de motores eléctricos de alta eficiencia / dispositivos de arranque de motores	1 700 000 CRC	1 976 000 CRC
Monitoreo energético	6 130 200 CRC	256 750 CRC
Reubicación de las luminarias	19 800 CRC	100 000 CRC
Separar los circuitos de iluminación	66 070 CRC	200 000 CRC
Disponer de avisos sobre el buen uso de la electricidad en la institución	66 070 CRC	50 000 CRC
Capacitar al personal	66 070 CRC	100 000 CRC

Sustituir progresivamente las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes por focos ahorradores o luminarias LED	277 500 CRC	642 600 CRC
Instalación de láminas traslucidas	297 312 CRC	500 000 CRC
Programa de mantenimiento de los sistemas de aire comprimido		950 000 CRC
TOTALES	52 956 242 CRC	144 621 325 CRC
Retorno simple	3 años	

Con respecto a las medidas en el consumo de combustibles, se tienen los siguientes totales.

Medidas en combustibles	Ahorro	Inversión
Realizar mantenimientos periódicos a la flota vehicular	10 199 354 CRC	0
Implementar un programa de conducción eficiente	11 219 289 CRC	0
Implementar buenas prácticas vehiculares	0	0
Mejorar el sistema de tuberías de vapor	0	500 000 CRC
Logística más eficiente en la entrega de productos	5 099 677 CRC	0
Instalación de una caldera de biomasa	9 757 114 CRC	130 000 000 CRC
La instalación de un economizador en el área de calderas	900 656 CRC	5 655 000 CRC
TOTALES	37 176 090 CRC	136 155 000 CRC
Retorno simple	4 años	