



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PLAN ESTRATÉGICO PARA LA REDUCCIÓN DE LA
HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA EN
TERMINALES DE TRANSPORTE DE MEDELLÍN S.A**

Autor

Camilo Andrés Borja Díaz

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental

Medellín, Colombia

2019



Plan estratégico para la reducción de la huella de carbono corporativa en Terminales de
Transporte de Medellín S.A

Camilo Andrés Borja Díaz

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniero Ambiental.

Asesores (a)

Ana Lorena Camargo Perea- Ingeniera Ambiental y Sanitaria,
Maestría en Ingeniería Ambiental (Interno)

Jorge Luis Ramírez Vélez- Ingeniero Ambiental-Especialista Ambiental (Externo)

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental.
Medellín, Colombia
2019.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. General.....	5
2.2. Específicos	5
3. MARCO TEÓRICO	6
4. METODOLOGÍA	9
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	12
5.1. Componente de residuos.....	12
5.2. Componente energético.	15
5.3. Componente forestal.....	20
6. CONCLUSIONES	25
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

RESUMEN

Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las actividades antropogénicas representa el mayor condicionante para que se dé el calentamiento global y, por tanto, el llamado cambio climático, por lo que ha sido el primer tema en la mesa de las convecciones internacionales para definir estrategias de mitigación, reparación o compensación (Zvezdov *et al* 2016). Dentro de las herramientas que se han establecido está el cálculo de la huella de carbono como la primera medida de cuantificación de las emisiones de gases efecto invernadero de una persona, actividad, empresa, con las que se pueden llegar a tomar medidas de compensación en etapas, proceso, operación o fabricación de un producto, bien o servicio (Penz *et al* 2018).

Terminales de transporte Medellín S. A, siguiendo sus valores corporativos, políticas y sistema de gestión ambiental, ha hecho el cálculo de su huella de carbono a través de una empresa externa certificada, lo que ha permitido conocer las emisiones anuales producidas en el control y operación de las actividades que realiza la empresa. Basado en los resultados del estudio corporativo de la huella de carbono, en este trabajo se han definido las estrategias para reducir la huella de carbono corporativo en 4 objetivos principales, para ello se atendió el gasto y proceso de reciclaje en la empresa realizando campañas ambientales de separación en la fuente, control de generación de residuos y desarrollo de programas de pos-consumo, se determinó la factibilidad de un proyecto de energía renovable que compensara el uso de energía en todos los departamentos del área administrativa y la cuantificación de captura de carbono del componente forestal, además, de las actividades en las que se puede ejercer control en los alcances 1 y 3 desde el departamento de gestión ambiental de la empresa. Con el fin de definir el grado de compensación que hace y requiere hacer la empresa para cumplir con la responsabilidad ambiental y social acorde a sus valores corporativos. Se obtuvieron resultados significativos en el desarrollo de las campañas ambientales, en cuanto al aumento de la cultura del reciclaje y un mejor manejo a los indicadores, capacitación del personal, un área disponible para realizar el proyecto de energía renovable, con dos modelos alternativos con los que la empresa puede empezar a reducir 20 T CO₂ equivalente anualmente solo en el área administrativa, y un potencial de captura de carbono del componente forestal cercano a las 13 T CO₂ al año, sin embargo, se establece que se debe potencializar los programas y las estrategias dentro de la empresa a un largo plazo para que se pueda dar resultados compensatorio a las emisiones provocadas por las operaciones que realiza la empresa y cumplir con la meta establecida.

1. INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento continuo del cambio climático y sus efectos en las dinámicas naturales del planeta, la comunidad académica, los gobiernos y el sector empresarial han encendido sus alarmas buscando llegar a acuerdos entre todos los sectores de la sociedad para reducir el impacto de las actividades antrópicas, por lo que cada vez el tema es más recurrente, debido a que se traduce como una fuerte amenaza a nivel ambiental y social que requiere de importantes esfuerzos económicos para la mitigación y adaptación; por esto, las organizaciones gubernamentales, como de empresas públicas, privadas y la sociedad en general están en continuo trabajo desde sus departamentos de gestión ambiental implementando estrategias, métodos y herramientas que se establecen desde las convenciones internacionales para reducir su impacto al medio ambiente, ya sea a través de la compensación, la mejora de los procesos, la corrección y la prevención en sus líneas de producción, generando cambios pequeños que se van sumando a la reducción internacional (Glienke, 2016).

Para conocer cómo, desde una empresa, se está impactando se han establecido indicadores como la huella de carbono, permitiendo así medir el impacto de las acciones sobre el calentamiento global (Espindola & Valderrama, 2012). Colombia es un país comprometido con las metas globales establecidas, por lo tanto, se hace importante procurar a nivel local y desde los distintos sectores, por la contribución en la reducción y compensación de las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) dentro del país (MADS.2018). La empresa Terminales de Transporte de Medellín S.A. siguiendo su política ambiental y la responsabilidad social con sus grupos de interés, a través de la Corporación Fenalco Solidario Colombia, ha realizado el cálculo de su Huella de carbono, permitiendo así identificar los factores de emisión más relevantes a enfrentar a través de estrategias internas de mitigación.

El presente documento tiene como finalidad la propuesta de lineamientos para consolidar una estrategia de mitigación corporativa de GEI aplicada a Terminales de transporte Medellín S.A permitiendo que se siga cumpliendo con los certificados ambientales y la política ambiental orientada a mejorar de manera permanente los marcos, espacios y procesos que garanticen una gestión ambiental responsable de la empresa. El plan estratégico está enmarcado en los resultados obtenidos en el cálculo de la huella de carbono de 2017, el cual busca disminuir las emisiones de CO₂ en el componente de residuos, energía y otros factores relevantes en la empresa. Para ello se evaluó el conocimiento en la generación, tratamiento de residuos generados en el área administrativa, posteriormente se dio indicaciones al

personal para reducir y hacer la respectiva separación de residuos. Se evaluó la capacidad de captura de carbono del componente forestal y zonas verdes de la empresa y basado en los resultados se propone la necesidad de reestructurarlo o mejorarlo para potencializar la captura de carbono desde este componente y, como tercera estrategia, se propuso un estudio de factibilidad en la implementación de una estructura de energía renovable que permita la reducción del 15% de las emisiones en el área administrativa.

2. OBJETIVOS

2.1.General

Proponer un plan estratégico para reducir la huella de carbono desde un alcance operativo y financiero del sistema de gestión ambiental atendiendo las recomendaciones del estudio de la huella de carbono.

2.2.Específicos

- Realizar un análisis de los diferentes alcances que se tuvieron en cuenta en el cálculo de la huella de carbono para determinar en cuales se pueden tomar control a corto plazo.
- Sensibilizar al personal de trabajo de la empresa acerca de las actividades que planifica e implementa el sistema de gestión ambiental para reducir la huella de carbono.
- Plantear sistemas de energía renovable desde la perspectiva ambiental que permitan reducir las emisiones y obtener eficiencias energéticas al alcance de la operación y recursos financieros a mediano plazo con estudio básico de recursos.
- Analizar el impacto del componente forestal y la ampliación de zonas verdes en la compensación de las emisiones para definir correctivos en la mitigación forestal.

3. MARCO TEÓRICO

No existe ninguna duda de que la empresa que no elabore e implante un plan de adaptación frente al cambio climático está avocada al fracaso. Las empresas por lo tanto se enfrentan en primer lugar al reto de saber cuáles son sus emisiones de CO₂, producto de su consumo tanto energéticos como de materiales y de la generación de residuos (Penz& Polska, 2018). Sin este primer paso, resulta inimaginable que se pueda planificar una estrategia eficaz de actuación a corto, medio y largo plazo. A nivel internacional, cada vez más empresas, independientemente de su tamaño o sector de actividad, calculan su huella de carbono como primer paso para iniciar actuaciones en materia de cambio climático Penz& Polska, (2018).

Para los especialistas en Gestión de la Sostenibilidad Corporativa Zvezdov & Hack, (2016) la huella de carbono es un concepto distante a las actividades y operaciones como organizaciones corporativas; las empresas desconocen la relación existente entre sus procesos productivos y la generación de gases de efecto invernadero; dado que no se tiene la claridad de que el cambio climático es un impacto generado por los aspectos productivos mismos de las organizaciones; por lo cual es necesario que el sector empresarial contribuya de forma voluntaria a la solución de la problemática de cambio climático, resaltando su responsabilidad ambiental a través de la medición de la huella de carbono y la adopción de medidas y acciones puntuales de mitigación y compensación dentro de su organización.

Para hablar de Gases de Efecto Invernadero, se debe conocer a qué hace referencia este concepto. El MVC-Colombia (2014) define los GEI como compuestos gaseosos de la atmósfera que absorben y remiten radiación infrarroja; es decir, estos gases permiten que el planeta se mantenga caliente y así se desarrolle la vida. Sin embargo, el incremento de estos gases en la atmósfera conlleva al incremento de las temperaturas promedio, lo que se conoce como el Calentamiento Global. El Protocolo de Kyoto, establece como gases principales, el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). El principal GEI aportado por Colombia es el dióxido de carbono con un 50%, otros aportes son por el metano con el 30%, el óxido nitroso con el 19% y los hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre, que equivalen al 1% (MADS, 2018).

Como se ha mencionado las diferentes actividades que realiza el ser humano producen una huella de carbono, pero, ¿Qué es la HDC?, Espíndola & Valderrama (2012), definen la Huella de Carbono (HDC) como una “representación del efecto que una persona u organización

causa sobre el cambio climático en términos de emisión de gases de efecto invernadero”; esta emisión de gases equivalente, expresada en CO₂, es una medida relativamente sencilla para expresar el efecto de las acciones antropogénicas energéticas respecto al cambio climático, en particular, la contribución del hombre al calentamiento global. De acuerdo con Espíndola & Valderrama (2012) la HDC es una de las herramientas centrales para evaluar el desempeño ambiental; al ser la medición transparente y verificable de las emisiones de GEI resultantes de las acciones de un individuo, empresa, región, ciudad o país, en un año. La Huella de Carbono proporciona la información de referencia, como primer paso hacia la gestión de las emisiones de carbono.

Para llevar a cabo un estudio factible de la HDC se han establecido alcances o escalas que permiten definir emisiones directas o indirectas dentro de una empresa. De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la huella de carbono se puede medir en 3 escalas o alcances para propósitos de reporte y contabilidad de gases de efecto invernadero, los cuales se describen a continuación.

Alcance 1: las emisiones directas que ocurran físicamente en el perímetro analizado. Como el consumo interno de combustibles, la generación de desechos entre otras

Alcance 2: las emisiones indirectas vinculadas con el consumo de energía como el consumo de energía provista por redes interconectadas.

Alcance 3: Todas las otras emisiones indirectas como las vinculadas a los proveedores de materias y el uso y fin de vida de los productos generados.

Aparte de tener en cuenta los alcances la huella de carbono está definida según el tipo de actividad que desarrolla una entidad. Las emisiones de todas las actividades a través de una organización, incluyendo el uso energético de los edificios, procesos industriales y vehículos de la empresa se conocen como huella de carbono corporativa (CEPAL, 2018).

En Colombia, conscientes de la situación ambiental y de la importancia de establecer acciones para su solución, se han adoptado figuras jurídicas que han desarrollado la legislación ambiental colombiana. El Gobierno de Colombia, a través de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, ha venido desarrollando una serie de políticas para promover un desarrollo sostenible y bajo en carbono del país. La calculadora de carbono Colombia 2050 ha sido actualizada con el fin de incluir la meta de contribuciones de Colombia para la COP21, en la que se plantea una reducción

del 20% en las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2030. A través de la calculadora se quiere mostrar, a partir de los estudios liderados por la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) y la Universidad de los Andes con el apoyo de los organismos cooperantes, la meta de contribuciones (reducción del 20% en las emisiones de GEI) y las posibles opciones que puede tomar el país para alcanzarla; así mismo, cualquier usuario que haga uso de la calculadora podrá simular sus propios escenarios de implementación de diferentes medidas de mitigación, y compararlos con los de la meta planteada para Colombia (MADS,2018).

CONTEXTOS TERMINALES DE TRANSPORTE MEDELLÍN S.A.

Terminales de transporte Medellín, establecida en Colombia desde el año 1977, es una sociedad de economía mixta de carácter municipal, constituida y registrada de acuerdo con las normas legales, con una participación del sector público superior al 90%, por lo que se asimila a una empresa industrial y comercial del estado y del régimen de sociedades anónimas, con autonomía administrativa, financiera y de patrimonio propio y conformada principalmente con aportes de entidades públicas, en la que su principal accionista es el Municipio de Medellín (TTM, 2019). De acuerdo a la preocupación mundial por los problemas medio ambientales, Terminales de Transporte de Medellín S.A. se reconoce como agente de cambio, tomando la decisión de conocer el impacto ambiental generado por el desarrollo de su objeto social, estableciendo la medición de la Huella de Carbono corporativa del año 2017, como una opción para desarrollar estrategias que disminuyan su impacto ambiental en la prestación de sus servicios (FENALCO, 2017).

Para los cálculos que realizó FENALCO los límites organizacionales del inventario incluyeron los alcances obligatorios (Alcance 1 y 2) y el opcional (Alcance 3) según el GHG protocol y la ISO 14064-1:2006. Los resultados obtenidos en el cálculo de la huella de carbono son de 653,712.81 kg de CO₂-eq o 653.72 T de CO₂-eq para el año 2017. La mayor contribución a la Huella de Carbono de la organización está relacionada al consumo de Energía Eléctrica con 400,837.55 kg de CO₂-eq que representa un 61.32% del total, seguido del consumo de Combustibles Fósiles con 187,018.81 kg CO₂-eq el cual emite el 28.61% de la Huella de Carbono de Terminales de Transporte de Medellín S.A. para el año 2017 (FENALCO, 2017). La intensidad de la Huella de Carbono Corporativa por persona en la empresa es de 2.10 T CO₂-eq dato tomado sin tener en cuenta la emisión por el consumo de energía en las sedes Norte y Sur, ya que no se tiene el suficiente control operacional y/o financiero sobre estas, siendo un valor más acertado a la cantidad de colaboradores reportados. Finalmente se propone reducir a través de estrategias al alcance del departamento

de gestión ambiental el 5% de emisiones en el alcance 1, el 5% en el alcance 2 y un 15% en el alcance 3 estando distribuido este último en 10% en la generación de residuos y 5% en papelería. Por tanto, se espera una reducción de 30,4233 T CO₂-q como meta.

4. METODOLOGÍA

- Para llevar a cabo el primer objetivo se identificó cada fuente de emisión en los tres alcances propuestos verificando en cuáles se tenía control operacional y financiero. En primer lugar, no se tuvo en cuenta el consumo de gasolina corriente, consumo de biodiesel de los vehículos particulares y pertenecientes a la empresa. Además, tampoco se tuvo en cuenta las emisiones de extintores rojo- CO₂, por su necesidad en las instalaciones de Terminales de transporte Medellín. S.A (Resolución 0256/2014), es decir, que del 100% de las emisiones en el alcance 1, el 91.76% de emisiones no se tuvo en cuenta en el plan estratégico de reducción de emisiones de carbono de la empresa. Por tanto, solo se atendió a las emisiones (alcance 1) de los extintores solkaflam-123 que representa el 0,18% de las emisiones en este alcance, así como se dejó una sugerencia estudiada del cambio de sistema del gas refrigerante R-22 (con 8.06%) debido a que por regulación (Resolución 2329 de 2012) se prohíbe la importación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono relacionadas en los Grupos II y III del Anexo C del Protocolo de Montreal en el que entra.

- Para el segundo objetivo específico que va enfocado a sensibilizar al personal de la empresa en las estrategias para reducir la huella de carbono corporativa, se desarrollaron diferentes alternativas de acercamiento, con capacitaciones personales, grupales, encuestas didácticas con el fin de recoger sugerencias y específicamente para dar cumplimiento a la meta de reducción de emisiones en el componente residuos de la administración. A través de herramientas digitales se cercioró que todo el personal conociera el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) de la empresa y sus deberes en cuanto al cumplimiento del mismo, todo a través del uso de encuestas didácticas vía correo electrónico, redes y personalmente con Tablet para el personal operativo fuera del área administrativa, así se evitó el uso de papel en la recolección de la información. Con los resultados que se obtuvo de los sondeos estadísticos se estableció un plan de capacitaciones estratégicas durante 3 meses con campaña de sensibilización a través de volantes digitales dependiendo del grado de impacto que se necesitó en cada departamento y persona en específico, estos volantes digitales llevaban métodos, acciones, actividades ilustrativas de cómo usar, separar, reutilizar, reciclar los residuos que se generan todos los días en el área administrativa, así como buenos hábitos que permiten reducir las emisiones. Finalmente, se hizo comparaciones estadísticas en las

mediciones en separación en la fuente en el último mes de prácticas para valorar las acciones aplicadas en el indicador de residuos.

- Para el tercer objetivo enfocado al alcance 2, desde el punto de vista ambiental se evaluó la importancia, necesidad y factibilidad de implementar un sistema de energía renovable que contribuya a la reducción del 15% de las emisiones de CO₂, para ello se trabajó con el practicante en ingeniería en energía y el ingeniero eléctrico de la empresa en modelos eficientes tanto externo (empresas), como propio, atendiendo los valores agregados de estos sistemas para la imagen ambiental corporativa de la empresa. Se tuvo en cuenta los resultados de la auditoria interna energética para hacer el estudio del sistema de red, el tipo de celdas fotovoltaica, los periodos de mantenimiento, el conocimiento de un técnico operativo para su operación, el sistema de convertidor, tipo de batería, potencia energética entre otros aspectos que se discutieron en el proceso de análisis. Para ello se contó con la ayuda de programas de software que permitieron caracterizar el lugar geográfico, la cantidad de radiación recibida, la capacidad de la infraestructura, el espacio disponible, entre otras variables.

- Para cumplir con el cuarto objetivo se atendió el mejoramiento de las zonas verdes, con una diversidad de plantas ornamentales, donde se participó como supervisor, se evaluaron las condiciones de la arborización de las 2 terminales de transporte, posteriormente se realizó un estudio de captura de carbono por parte del componente forestal en las instalaciones de la empresa a través de una caracterización que se desarrolló de las plantas existentes, las que se ejecutaron en el mejoramiento de jardinería, a las taladas y existentes, se calculó si la empresa requería adquirir realmente bonos de carbonos, para ello se siguió el método de Ramírez et al (2012), se realizó el cálculo del carbono almacenado en el componente forestal inventariado en un proyecto anterior, haciendo un balance en edades de los individuos para tener una aproximación de la captura de carbono al año, a través de las fórmulas Pardé & Bouchon, (1994) y Philip, (1994) citado por Ramírez et al (2012) y siguiendo el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 1994). Se calculó la biomasa multiplicando el volumen en m³ de cada individuo por la densidad de la madera (0.58 g/cm³ según Vaca, 1992) citado por Ramírez et al (2012). Y se calculó el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de los árboles multiplicando la biomasa encontrada por el factor de contenido de carbono (0.5). Finalmente, para obtener el carbono capturado en equivalencia con CO₂ Eq se aproximó a un valor anual dividiendo el carbono almacenado por la edad del individuo.

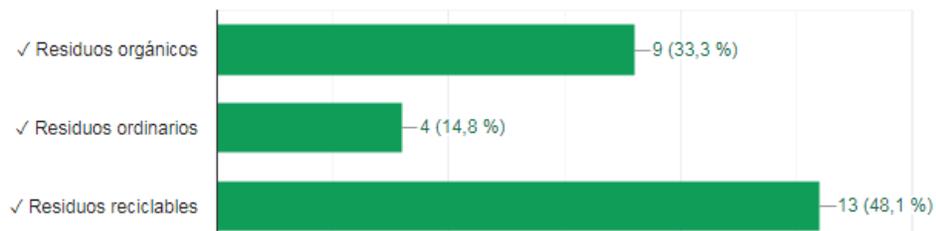
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1. Componente de residuos.

Durante el periodo de prácticas se realizaron 3 campañas de sensibilización con fines de comunicación y capacitación del personal en separación en la fuente y huella de carbono. Además de encuestas didácticas que permitieron evaluar el grado de conocimiento del personal en la disposición de residuos. Para ello, se animó a todos los departamentos del área administrativa de la empresa a participar de la campaña ambiental. En las siguientes gráficas y registro fotográfico se puede notar el trabajo realizado con el personal.

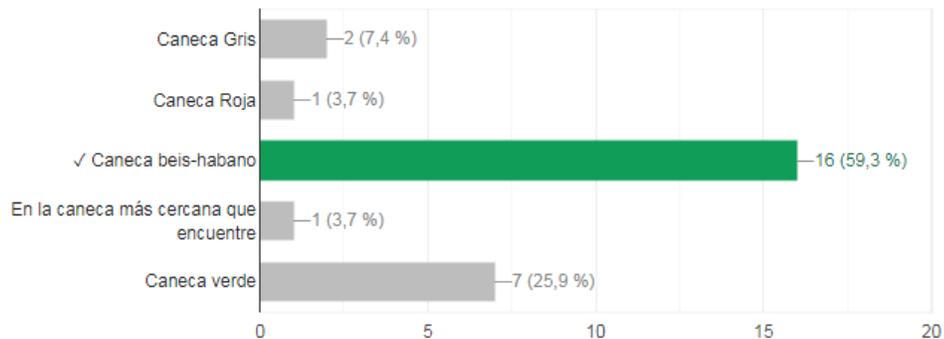
8. ¿Cuál tipo de residuos es el que más desechas?

27 de 27 respuestas correctas



12. ¿En qué caneca arrojas la cascara de fruta?

16 de 27 respuestas correctas



11. ¿En qué caneca arrojas las hojas de papel, cartón, periódico, revistas?

20 de 27 respuestas correctas

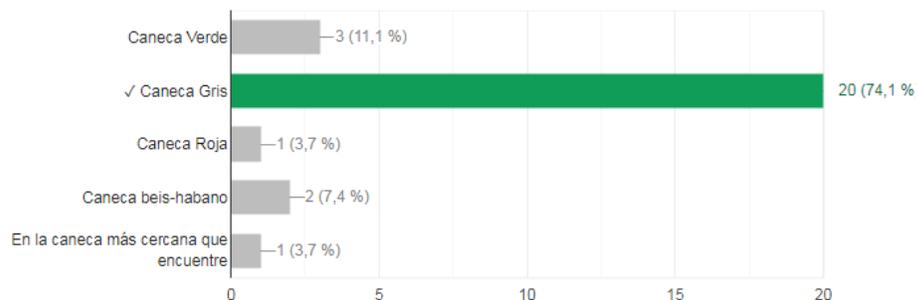




Ilustración 1- Izquierda-medición de huella de carbono- Centro-programas posconsumo- Derecha-separación en la fuente

Con las capacitaciones realizadas en Terminales de Transporte Medellín S.A, se logró aumentar las cantidades de reciclaje en los diferentes programas de pos-consumo, así como acuerdos para implementar un nuevo programa de reciclaje de plástico (Llena una botella con amor), también se recalca la buena acogida del plan estratégico en el área administrativa, que permitió reducir el gasto de papel, y una mejor separación de los residuos generados en esta área, datos que se analizan a continuación. En la **tabla 1** se puede demostrar, respecto al año anterior, el aumento en el reciclaje de pilas, botellas pet, material RAEES, medicamentos vencidos y demás residuos a consecuencia de las campañas, esto demuestra que las capacitaciones y eventos realizados tuvieron una gran acogida por parte de usuarios y empleados, lo que permite a la empresa afianzar su impacto en la huella de carbono a través del regreso de residuos a nuevo ciclo de uso.

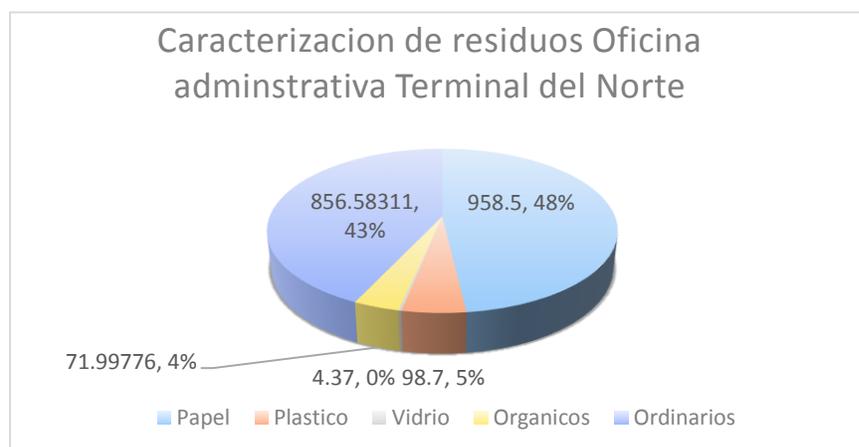
Tabla 1-Datos de recolección programas posconsumo Terminales Medellín.

Enero- Oct - 2018		Nov-2018 a Abril-2019	TOTAL
TIPO	CANTIDAD (kg)	CANTIDAD (kg)	CANTIDAD (kg)
Recolección de pilas usadas en las Terminales de Transporte	108	221.1	329.1
Recolección de material PET en las Terminales Norte y Sur.	840	1050	1890
Recolección de material RAEES en las Terminales Norte y Sur.	80	172	252
Recolección de Medicamentos vencidos en las Terminales Norte y Sur.	19.9	21.8	41.7

Recolección de luminarias en las Terminales Norte y Sur.	10	24	34
Recolección de residuos sólidos biológicos y peligrosos en las Terminales Norte y Sur.	50	50.2	100.2
Recolección de vertimientos líquidos productos de las aguas residuales domesticas de baños móviles	20,322 m ³	19.416 m ³	39,738 m ³
Residuos de tapas para sanar	16.74	0	16.74
Programa llena una botella con amor		6	6

Para el control de los residuos en las oficinas administrativas, se realizan dos aforos cada dos semanas al mes, y se promedian, permitiendo llevar un indicador de la generación de los residuos en un control aceptable con seguimiento constante, para el año 2018 se había hecho el mismo proceso, lo que permitió poder hacer una comparación de registro entre los meses de diciembre hasta abril de 2019 con respecto a los registros del año 2018, como se puede evidenciar en la Gráfica 1 y en la Tabla 2, se pudo demostrar que las capacitaciones realizadas acorde a las evaluaciones del conocimiento del personal permitieron una mejor separación en la fuente, reducción de residuos, plástico, ordinarios y en poca medida lo orgánico, aunque se produjo un aumento del reciclaje de papel cartón, para los meses de diciembre, enero y febrero el consumo de papel incremento en un 15% debido al proceso de liquidación e inicios contractuales del nuevo año que requería de una demanda de trámites y por tanto más papel. La caracterización de los residuos se muestra en la Gráfica 1 y la Tabla 2.

GRAFICA DE CONTROL DE RESIDUOS AÑO 2018



Gráfica 1-Representación en porcentaje y unidad de peso kg de residuos aforados por mes en el año 2018 oficinas administrativas

Tabla 2-Aforo de residuos generados en las oficinas administrativas durante el periodo de práctica.

AFORO DE RESIDUOS SOLIDOS POR CENTRO GENERADOR						
Responsable de la actividad: Camilo Andrés Borja Díaz					Año: 2019	
Centro de Generación: Oficinas Administrativas Terminal del Norte						
Mes	Kg/Tipo de residuo					
	Papel	Plástico	Vidrio	Orgánicos	Ordinarios	Total
Diciembre	90.7	7.8	0.3	9.3	79.0	187.05
Enero	88.7	7.4	0.3	5.1	65.4	166.9
Febrero	82.7	0.5	0.1	5.8	58.8	147.9
Marzo	60.4	10.5	0.05	10.5	64.5	146.0
Abril	64.9	13.2	0.02	8.1	49.8	136.0

Para los residuos orgánicos y ordinarios se contrata con empresas certificadas para que le den una disposición final acorde a la normatividad y por tanto emitan las mínimas emisiones en ese proceso.

5.2.Componente energético.

Con el objetivo de reducir el 15 % de emisiones generadas por el gasto energético en el área administrativa de Terminales de Transporte Medellín S.A, se plantea el siguiente estudio de factibilidad de un proyecto piloto atendiendo las características propias de la infraestructura y ubicación geográfica de la empresa.

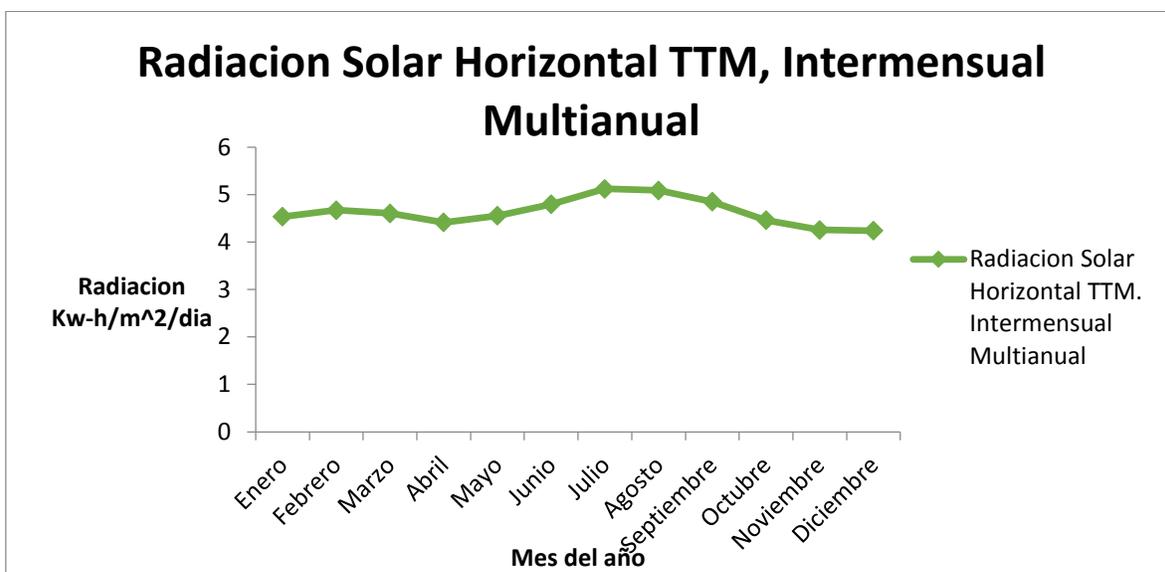
Ventajas de implementar un sistema de energía renovable (limpia) en Terminales Medellín.

- Es renovable por lo que la empresa estaría disminuyendo sus impactos a los recursos naturales de una forma directa.
- Beneficios medioambientales a largo plazo.
- Beneficios económicos en declaración de renta.
- Son fuentes fiables de energía que se usan en muchas empresas en Medellín, sería pionera en gestión ambiental sostenible de las operadoras de transporte.
- Estabilización de los precios de la energía, evitando sobregastos.

- Valor agregado a la empresa (imagen), estando a la vanguardia en temas sostenibles en el área metropolitana y en el sector transportador.

Potencial de la empresa para implementar paneles solares.

Radiación incidente: Para el dato de radiación solar incidente en plano horizontal en la terminal del norte, se utilizaron datos satelitales de la página Power Project Data Sets de la NASA con ubicación de coordenadas con latitud: 6.280536 y longitud: -75,571430, con una resolución de datos intermensual multianual desde 1984 hasta 2017. Se calcula una radiación incidente promedio de 4,5 kw-h/m²/día.



Grafica 2- Radiación promedio mensual en Terminales de Transporte Medellín S.A-Norte

Numero de paneles requeridos: Con la ayuda de una macro de Excel en la cuales se midieron diferentes variables de radiación y demanda de energía eléctrica con ayuda de los datos de energía consumida entre los años 2015 a 2018 en la empresa, se calcula la radiación total de panel inclinado, obteniendo así el número de paneles de generación (300 w) que se requerirían para abastecer de energía toda el área administrativa. Posteriormente, teniendo en cuenta la demanda de energía eléctrica para esta área, se obtienen el número de paneles solares necesarios para abastecer el 15% de dicha demanda. Siendo 68 panales de 1 m de ancho por 1.6 m de largo. Por lo que se requiere un espacio necesario para la instalación de 108,8 m² más el espaciamiento.

Empresa que puede ejecutar el proyecto: Celsia es la empresa de energía del Grupo Argos con un innovador portafolio enfocado en la eficiencia energética que busca aportar sostenibilidad a las ciudades, productividad a las empresas y mejor calidad de vida a los

hogares. Teniendo presencia en Colombia, Panamá y Costa Rica y una capacidad de generación de 2.399 MW desde 28 centrales hidroeléctricas, térmicas, fotovoltaicas y eólicas que generaron en 2017, 6.317 GWh anuales.

Modelo de negocio para empresas: CELSIA ofrece a Terminales de Medellín S.A.S un sistema de alquiler de techos, donde la compañía pone todo el equipo, instalación y mantenimiento a disposición de Terminales, una vez instalado el sistema, se cobra a la empresa contratante la suma de consumo por kw/h como se establece en las tasas de cobro de las facturas de energía, descontando el costo por sistema de distribución. CELSIA deja a libre disposición la compra del sistema de energía renovable a la empresa Terminales Medellín si esta lo quisiera adquirir.

Siguiendo la fórmula de pago de Kw/h consumido por la tarifa que se tiene, con CELSIA esto no varía, se va consumir energía, pero con un valor ambiental importante que es una fuente limpia. Por lo que se disminuye el impacto ambiental, y no varía con las formas de pago tradicional. La tarifa es más atractiva, porque las empresas van a tener ahorros, consumo es el mismo, pero la fuente es diferente, por lo que se está siendo responsable, sostenible y se está siendo una gestión que con cero inversiones se está teniendo unos ahorros significativos en la facturación, así como en la reducción de la huella de carbono.

Condiciones mínimas para realizar el proyecto: Contar un espacio con las condiciones mínimas requeridas para soportar el peso 18 kg por m² de cada panel y libre de sombras, además, el consumo de energía debe darse en horarios de 6 am a 6 pm.

Costos del proyecto por iniciativa propia: Siendo propio el proyecto con unos valores actuales de costos de los equipos en el mercado, así como teniendo en cuenta el costo de instalación de los mismo se obtiene el valor del proyecto de la siguiente forma.

Tabla 3-Balance general del proyecto

TIR	14%
Costo total S. interconectado	\$ 70.000.000
Energía generada año kWh-año	\$ 72.360
Energía demandada año kWh-año	\$ 15.862
Balance venta a la red kWh-año	\$ 56.498
precio energía [cop/kWh]	\$ 420
costo comercialización [cop/kWh]	\$ 41
precio de bolsa [cop/kWh]	\$ 190
Tasa descuento EA	\$ 0,10

Ingreso por balance de venta a la red	\$ 8.422.721,84
Ingreso demanda de energía	\$ 6.662.040
Ingresos totales	\$ 15.084.761,84
Inflación	\$ 0,04

El proyecto se podrá pagar en un tiempo de **6 años**, según el flujo de caja de la tabla 4.

Tabla 4-Flujo de caja, tiempo de recuperación de la inversión

años	\$ 0	6
Egresos	-\$ 70.000.000	\$ 0
Ingresos	\$ 0	\$ 18.352.919
	-\$ 70.000.000	\$ 18.352.919
VP	-\$ 70.000.000	\$ 10.359.744
TIR	14%	\$ 71.843.793

Del anterior estudio económico con un costo de \$ 70.000.000 millones de pesos, se establece un periodo de pago del proyecto en 6 años. Una vez pasado ese tiempo el proyecto genera ganancias para la empresa.

Ventajas del proyecto para la empresa:

- **Reducción en gastos de servicio de energía.** Con la instalación de Paneles Fotovoltaicos puede disminuir drásticamente sus pagos por consumo ante CFE.
- **Competitividad.** Con la reducción de sus gastos de electricidad estará un paso adelante de su competencia.
- **Adaptabilidad.** Se pueden seguir añadiendo más paneles para seguir expandiendo el consumo por fuente renovable.
- **Cuida el Medio Ambiente.** Con un Sistema Fotovoltaico ayuda a reducir el impacto ambiental que genera la empresa.
- **Empresa comprometida.** Demuestra el compromiso de la empresa con la sustentabilidad y el medio ambiente y los usuarios, aliados lo apreciarán.
- **Obtención de Energía gratuita.** La energía solar no tiene ningún costo además de ser renovable a corto plazo, se estaría abasteciendo de energía de una forma sostenible.

- **Generará motivación cultura ambiental en los trabajadores.** Los empleados se sentirán motivados a ayudar al medio ambiente debido a que laboran en un lugar que es responsable con el planeta.

Beneficios tributarios de La Ley 1715 de 2014

El desarrollo y uso de fuentes no convencionales de energía (FNCE), como la energía nuclear, y de energía renovable (FNCER), o como la energía solar y eólica, está siendo promovido a partir de la implementación de la ley. Los beneficios se aplican a empresas que permitan que las FNCE y las FNCER que entren en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, participación en zonas no interconectadas y en otros usos energéticos que beneficien objetivos del desarrollo económico sostenible como la seguridad del abastecimiento energético y la reducción de emisiones anuales de gases de efecto invernadero.

Los proyectos que entren dentro de estas categorías tras ser estudiadas por la Unidad de Planeación del Minero Energética (UPME) y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), recibirán los siguientes beneficios:

- **Deducción especial en la determinación del impuesto sobre la renta:** El contribuyente podrá deducir hasta un 50% de la renta líquida basado en el valor de la inversión. Esta reducción se aplicará sobre los siguientes cinco años finalizados el proyecto.
- **Depreciación acelerada:** Los activos pierden valor por el deterioro con el paso del tiempo, esto es la depreciación. Esta depreciación es deducible de los impuestos sobre la renta para los activos que se involucran directamente con la inversión del proyecto. La depreciación acelerada permite reducir el impacto del costo de los activos en la inversión. Esta deducción no puede superar el 20% anual del valor del activo.
- **Exclusiones de bienes y servicios de IVA:** La deducción del impuesto se aplica en la compra de bienes y servicios, equipos, maquinaria, elementos y/o servicios nacionales o importados.
- **Exención de gravámenes arancelarios:** Se elimina el pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre inversión e inversión del proyecto.

En el indicador que se maneja dentro de la empresa para el año 2018 en el área administrativa se generó un consumo de energía promedio al mes equivalente a 7369 kw/h, y en lo que va del año 2019 se lleva un consumo de 7000 kw/h, gracias a cambios en las redes, electrodomésticos con clasificación A en eficiencia energética, según el etiquetado

energético aprobado por la legislación colombiana y recomendaciones en las capacitaciones de buenas prácticas para reducción del consumo de energía en las áreas de trabajo.

5.3.Componente forestal.

Teniendo la información de cada árbol del estudio forestal del año 2017 realizado en la empresa, verificando su registro en el sistema de árbol urbano del área metropolitana y obteniendo el cálculo de las áreas de las distintas zonas verdes con las herramientas de medición de la plataforma SAU en las terminales del norte y sur se pudo determinar la captura de carbono de árboles y zonas verdes como se muestra en las ilustraciones 1 y 2.



Ilustración 2-imagen satelital terminal del norte desde la plataforma del área metropolitana (SAU)



Ilustración 3-registro de árboles y medición de áreas verdes en la plataforma SAU

Captura de carbono por el componente forestal y zonas verdes en terminales de transporte Medellín S.A.

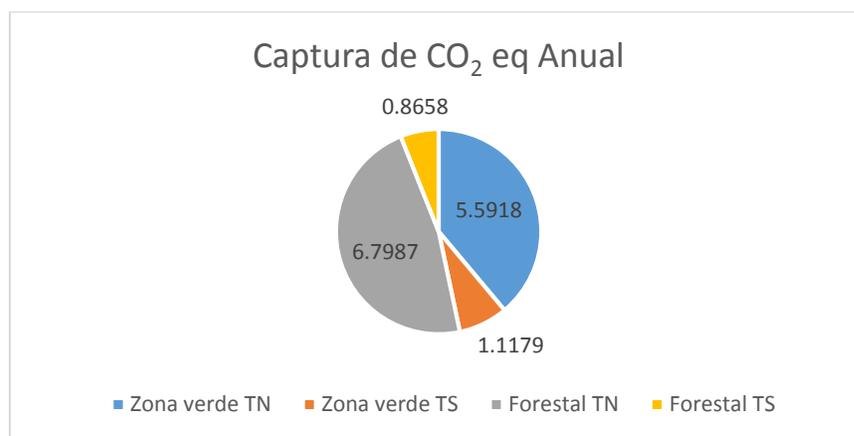
Atendiendo la aproximación establecida de captura de carbono para zonas verdes, que estima que por cada 2,3 m² de zonas verdes se captura 1 kg de CO₂ de los estudios de jardinería de la compañía Bayer y la empresa española de jardinería Fervocamp Sport, S.L. Así como, la aproximación de captura de carbono de zonas verdes de los estudios realizados para jardinería vertical de Michela *et al* (2015) que estiman entre 1 a 2,5 m² por cada kg de CO₂ capturado, se realizó el siguiente cálculo con la ayuda del sistema SAU, manualmente y AUTOCAD tomando como área potencial de captura 2,3 m². Los resultados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5-Tabla de conversión área por potencial de captura de carbono

APROXIMACIÓN	M²	POTENCIAL DE CAPTURA		
	2.3	1 kg CO ₂		
TERMINAL DEL NORTE				
ZONAS	AREA	TASA DE CONVERSION	kg CO₂	T CO₂ eq
AREA ZONA TORRE	4646.34	2.3	2020.1478	2.0201
AREA CHIRIPIORCA	3224.7	2.3	1402.0435	1.4020
ENTRADA TERPEL	650.24	2.3	282.7130	0.2827
TRIANGULO TAXIS	678.8	2.3	295.1304	0.2951
CASETA 3	987.9	2.3	429.5217	0.4295
PARTE DERECHA CASETA 1	482.4	2.3	209.7391	0.2097
CUADRO P4	998.28	2.3	434.0348	0.4340
JARDIN PLATAFORMA	420.6	2.3	182.8696	0.1829
BAJADA DE PLATAFORMA	339.6	2.3	147.6522	0.1477
ZONA DE SEGURIDAD	226.16	2.3	98.3304	0.0983
CASETA 2	135.7	2.3	59.0000	0.0590
ACOPIO	13.5	2.3	5.8696	0.0059
COLUMNA	3.02	2.3	1.3130	0.0013

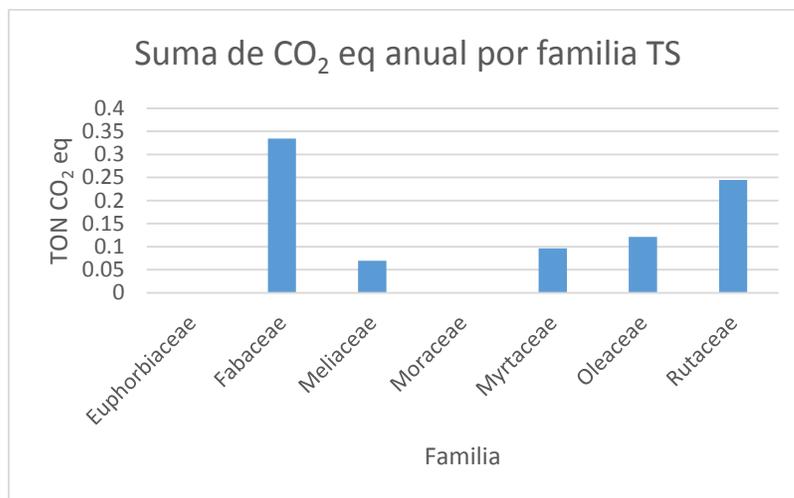
CASETA 1	53.98	2.3	23.4696	0.0235
		TOTAL	5591.8348	5.5918
TERMINAL DEL SUR				
ESQUINA SUR ORIENTE	1603	2.3	696.9565217	0.696956522
ZONA DE ENCOMIENDA	421.3	2.3	183.173913	0.183173913
OTRAS ZONAS	546.8	2.3	237.7391304	0.23773913
			TOTAL	1.117869565

Para el potencial de captura de carbono al año del componente arbóreo de las terminales norte y sur, se realizó adoptado la metodología planteada de Ramírez et al (2012), Para ello se realizó una macro en Excel con las fórmulas de conversión, obteniendo 6,8 T CO₂ eq para 350 árboles inventariados en terminal del norte y 0,87 T CO₂ eq de 55 árboles en terminal del sur. La distribución de captura de carbono según el componente arbóreo y jardinería se muestra en la Gráfica 3.

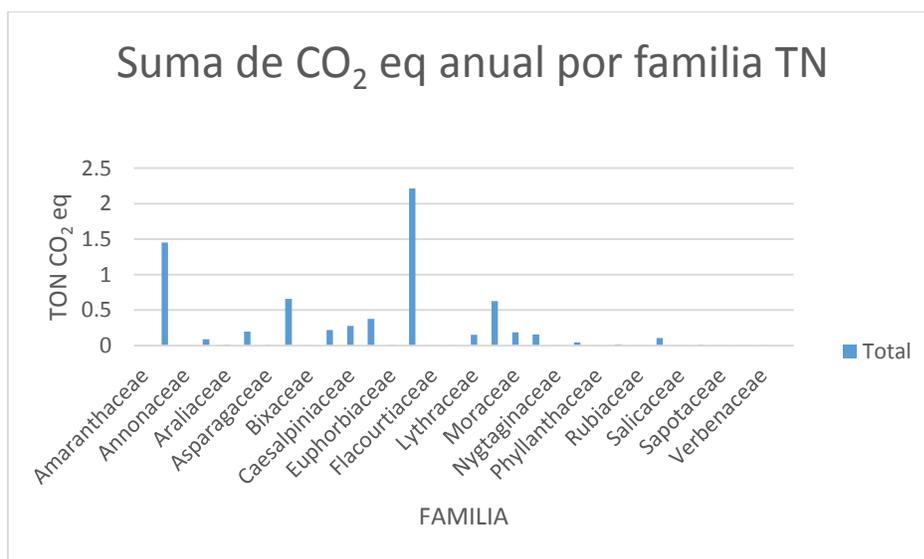


Gráfica 3- Distribución de captura de carbono en Terminales Medellín.

En el análisis se pudo identificar las familias que más aportan a la captura de carbono y con mayor presencia en los predios de la empresa como se ilustra en los Diagramas 4 y 5.



Grafica 4- Distribución de familias según números de individuos en TS



Grafica 5 - Distribución de familias según números de individuos en TN

5.4. Anexos procedimientos extras realizados en la empresa en periodo de prácticas

- ✓ **Campañas ambientales, módulos interactivos:** Como estrategia para potencializar la conciencia en el consumo de energía, agua y generación de residuos, se realizaron módulos interactivos con el área de comunicaciones con objetivos de apropiación de las recomendaciones que se establecían en los mismos para reducir el consumo en estos 3 componentes en la empresa, estos módulos se pueden encontrar en la intranet y sitio web de la empresa, por lo que están abierto a los usuarios, allí se encontraran con una serie de tips y buenas prácticas ambientales para que los usuarios, empleados

puedan realizar en sus vida cotidiana y en la empresa con el fin de reducir su huella hídrica, huella de carbono, gasto energético, reducción en la generación de residuos, ser más ecológicos y contribuir en la mitigación del cambio climático.

- ✓ **Cambio de extintores:** En la etapa de practica se realizó el cambio de extintor de agente limpio 123 (SOLKAFLAM) por extintores con la misma función CO2, atendiendo la (Resolución 2749 de 2017), aunque no se da una reducción de emisiones, por ser el extintor rojo un emisor, se logra evitar la continuidad en la empresa del solkaflam que contiene agentes químicos nocivos para la capa de ozono.

- ✓ Trámites y procesos ambientales ante las autoridades ambientales.
- ✓ Control de fauna silvestre en cooperación con la Policía Ambiental.
- ✓ Podas, talas de árboles y reposición en las instalaciones con cálculos de valor ecológico.
- ✓ Inspección de puntos ecológicos y plan de reposición de los mismos.
- ✓ Inspecciones técnicas a las instalaciones con respeto a tema de seguridad, higiene y planes de emergencia.
- ✓ Capacitaciones referentes a temas de (manejo de extintores, buenas prácticas ambientales en conducción sostenible, tráfico ilegal de flora y fauna, plan estratégico para reducir huella de carbono, programas de pos-consumo, manejo de residuos en la fuente, módulos didácticos para reducir consumo de energía y agua, medición de la huella de carbono al personal).
- ✓ Participación en procesos contractuales de los contratos: fumigaciones y control de plagas, recolección de desechos biológicos y peligrosos, carga y compra de extintores, aseo de las instalaciones, compra y reparación de puntos ecológicos).
- ✓ Participación en la inspección de los contratos de: mejoramiento de jardinería, aseo, seguridad, recolección de desechos y reciclaje de los diferentes programas, obras civiles internas de impacto Ambiental, medición de gases a automotores).
- ✓ Manejo de indicadores y datos en la rendición de cuenta del sistema de gestión ambiental.
- ✓ Actualización de la matriz de aspectos e impacto ambiental en la operación de la empresa.
- ✓ Evaluación ambiental de obras civiles.

6. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en las tres líneas estratégicas para reducir la huella de carbono corporativa, se establece el componente de residuos como el más difícil de controlar, pero se recalca el aumento de la cultura de reciclaje en la empresa, que permitió recuperar muchos residuos para reincorporar a un nuevo ciclo de uso, en cuanto al papel, no se llegó a los objetivos planteados por Fenalco solidario para reducir el consumo de papel, pero se estableció una buena separación de este material, con el programa árbol ecológico, recipientes y caneca gris para reciclar el 100 por ciento del papel que no sirve, así como utilizar hojas en ambas caras, hojas recicladas y desde el área de bienes y servicio regular el uso de resma por departamento. Aunque en residuos orgánicos, ordinarios los resultados no fueron los esperados, se tuvo un avance significativo en reducción, por lo que se puede dar continuidad a la incentivación, educación al personal exponiéndoles los avances con respecto al tema.

Se ha logrado reducir el gasto de energía con cambios en las redes eléctricas, bombillas, separación de interruptores, software y electrodomésticos más eficientes en el gasto de energía, pero son reducciones muy pequeñas que no dan los resultados que se buscan. Con el estudio y los dos modelos de adquisición la empresa lograra reducir 3.15 T de emisiones de CO₂ al año con un gasto energético aproximado de 14550 kw/h lo que representa un 0.78 % del gasto total de energía en la empresa, siendo solo un proyecto piloto, que se puede extender según los resultados hasta obtener el 100% de abastecimiento para el área administrativa, con una representación de 5,23 % del gasto energético total de la empresa, es decir, se podría obtener una reducción de 20,98 T CO₂ eq y un número total de 453 paneles fotovoltaicos. Sería necesario implementar en las terminales circuitos de paneles unidos a las redes generales para reducir aún más las emisiones por el gasto de energía de manera convencional, con esta iniciativa pueden adquirir reconocimiento, innovación y un modelo a seguir para las demás terminales de transporte del país.

Para el componente forestal con un potencial de captura de casi 8 T de CO₂ anual y 6,7 para zonas verdes, es resultado sobresaliente para la mitigación de la huella de carbono, sin embargo, se necesita más compensación a las emisiones de la empresa, por lo que se recomendaría, ampliar jardinería colgante y reemplazo de individuos que presentan estados no favorables a años cercanos. No se pueden realizar la siembra de más individuos en las áreas disponibles por el poco espacio que queda, pero al final se tiene un buen resultado en el componente alboreo, por lo que se le recomienda a la empresa afianzar las reducciones en el componente energético que posee más del 60% de las emisiones.

Finalmente cabe aclarar que la meta establecida es de 30,42 T CO₂-q al año, pero que dentro de la línea estrategia planteada en este trabajo no se tuvieron en cuenta las emisiones de fuentes fósiles de los vehículos perteneciente a la empresa, gases refrigerantes, el transporte organizacional, los viajes aéreos del personal administrativo y emisiones de otros extintores, por lo que el acercamiento a la meta de reducción es alcanzable a corto plazo si se atienden las estrategias planteadas en este trabajo y se afianza en integrar las otras fuentes de emisión en las líneas de mitigación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Comisión económica para América latina y el caribe (CEPAL). *Metodología de cálculo de la huella de carbono y sus potenciales implicaciones para américa latina*. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/Metodolog%EDas_calculo_HC_AL.pdf;jsessionid=63354116169B6D17CC728D37786061D4?sequence=1

D. Zvezdov , S. Hack. *Huella de carbono de grandes carteras de productos. Extender el uso de los sistemas de planificación de recursos empresariales a la gestión de información de carbono*. J. Limpio. Pinchar. , 135 (2016), pp. 1267 – 1275.

Elfriede Penz & Pia Polska. 2018. *¿Cómo reducen las empresas su huella de carbono y cómo comunican estas medidas a las partes interesadas?* Diario de la producción más limpia. Volumen 195, 10 de septiembre de 2018, páginas 1125-1138.

Espindola Arellano, Cesar & Valderrama, Jose. (2012). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas*. Información tecnológica. 23. 163-176. 10.4067/S0718-07642012000100017.

Flores Ramírez, N., & Mendizábal-Hernández, L., & Alba-Landa, J. (2012). *Potencial de captura y almacenamiento de CO₂ en el valle de perote. Estudio de caso: Pinus cembroides subsp. orizabensis D.K. Bailey*. Foresta Veracruzana, 14 (1), 17-22.

FENALCO SOLIDARIO. 2017. *Informe de la cuantificación de huella de carbono corporativa año 2017 de Terminales de Transporte de Medellín S.A.*

MADS. 2018. *Colombia incluye Meta de reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero en su calculadora de carbono*. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/126-noticias-cambio-climatico/2037-colombia-incluye-meta-de-reduccion-de-emisiones-de-gases-efecto-invernadero-en-su-calculadora-de-carbono>

MVC-Colombia. 2014. *Guía para la elaboración de inventario de gases efecto invernadero*. Recuperado de: http://www.mvccolombia.co/images/Gu%C3%ADa_8_Reporte_de_HC_Corporativa.pdf

Michela Marchi, Riccardo Maria Pulselli, Nadia Marchettini, Federico Maria Pulselli, Simone Bastianoni, *Modelo de secuestro de dióxido de carbono de un sistema de vegetación vertical, Modelización ecológica*, Volumen 306, 2015 Páginas 46-56, ISSN 0304-3800, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.013>.

N. Glienke, E. Guenther. *Mitigación corporativa del cambio climático: una revisión sistemática de la evidencia empírica existente* Manag. Res. Rev., 39 (2016), pp. 2-34

POWER Project Data Sets. 2019. *Conjuntos de datos solares y meteorológicos de la investigación de la NASA para respaldar las energías renovables, la eficiencia energética de los edificios y las necesidades agrícolas*. Recuperado de: <https://power.larc.nasa.gov/>

Quiceno Urbina, Nubia Janeth, Tangarife Marín, Gloria Mónica, & Álvarez León, Ricardo. (2016). *Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena piapoco chigüiro-chátare de barrancominas, departamento del guainía (colombia)*. Luna Azul, (43), 171-202. <https://dx.doi.org/10.17151/luaz.2016.43.9>

SAU. 2019. *Sistema de árbol urbano. Área metropolitana del valle de aburra*. Recuperado de: <https://www.medellin.gov.co/sau/index.hyg>

Science For A Better Life. (2019). BAYER ENVIRONMENTAL SCIENCE y EL CAMBIO CLIMÁTICO. Recuperado de: <https://docplayer.es/85146010-Science-for-a-better-life-bayer-environmental-science-y-el-cambio-climatico.html>

Sunsupplyco. 2019. Sistemas Conectados a red. Recuperado de: <https://www.sunsupplyco.com/venta-de-paneles-solares-colombia/>

Valderrama, José O, Espíndola, César, & Quezada, Rafael. (2011). *Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias*. Formación universitaria, 4(3), 3-12. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000300002>