

Huella de carbono institucional como indicador de sostenibilidad en la Universidad de la Costa –
CUC

María F. Larios Rico¹, Vanessa E. Ariza Orozco¹ y Martín J. Zuleta Mejía²

¹Departamento de Civil y Ambiental, programa de Ingeniería Ambiental

²Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica, programa de Ingeniería de
Sistemas, Universidad de la Costa, CUC

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Ambiental¹ e Ingeniero de Sistemas²

Asesor: Dilson Goethe Flórez y asesor: Jorge Díaz Martínez

Marzo 11, 2022



NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Barranquilla, marzo de 2022

Dedicatoria

El éxito y la victoria del presente logro se lo quiero dedicar principalmente a DIOS por salvaguardar todas las metas y sueños de mi vida, por su inmenso amor y por brindarme todos mis dones y talentos, sin él nada hubiese sido posible.

A mi mamá Mirna María Rico Guzmán por ser la merecedora de todos mis logros, por siempre apoyar todos mis sueños y talentos, por sentirse orgullosa, por declarar victoria en todos mis propósitos y creer en mí, por ser mi sustento, por darme voz de aliento en mis caídas emocionales, levantarme el ánimo y estar siempre para mí.

A mi papá Hernando Rafael Larios Pacheco por apoyarme, brindarme su sabiduría, los recursos necesarios para seguir adelante y poder cumplir con mis metas y propósitos, por siempre estar atento a mis necesidades e inculcarme la dedicación, pasión y esfuerzo por lograr y cumplir con mis objetivos.

A mi abuela Nidia Pacheco De Larios, por siempre visionar mi futuro lleno de victorias y éxitos, por creer en mis propósitos, talentos y mis metas, por cuidarme y brindarme su sabiduría y sus consejos.

A mis hermanos Karina y Hernando, por ser las otras partes de mi vida, por sus apoyos, por poder ser siempre sus espejos y que puedan sentirse orgullosos de mí como yo de ellos porque deseo que se atrevan a soñar, seguir sus sueños, metas, propósitos y creer en ellos mismos y en que todo les será posible.

A la luz de mis ojos, mi sobrina Jalid por ser el motor de mi vida, el motivo de mi felicidad, la razón de luchar y seguir adelante, por poder ser su guía, orientadora de vida y ayudarle a cumplir todos sus sueños y metas.

A la persona que siempre creyó en mí, por estar cuando lo necesito y ser mi apoyo, por depositarme toda su confianza, compartirme sus conocimientos y ayudar a enriquecer los míos tanto en lo profesional como en lo personal, por animarme y darme voz de aliento para continuar y por ser testigo de mi esfuerzo, dedicación y largas horas de trabajo dedicadas a la presente investigación.

A mi compañera de tesis y mejor amiga, por ser mi complemento, mi alma gemela, mi guía, por todas las risas, llantos y desvelos, por su gran amor y enseñanzas. Junto a su familia, agradecerles siempre por acogerme, brindarme sus cariños, hacerme sentir como en casa y como parte de la familia.

A mis amigas y amigos, por estar atentas(os), por sus apoyos y preocupaciones, por creer en la posibilidad de lograrlo, por motivarme a seguir adelante y llegar a la meta. Posteriormente, a mis profesores, colegas y todos mis compañeros que me orientaron y compartieron sus conocimientos, este logro también es para ustedes. Estaré siempre agradecida.

María Fernanda Larios Rico

Dedicatoria

Primero que todo de dedicarle este trabajo a Dios, quien siempre me guio e ilumino a través de esta carrera, dándome la sabiduría para afrontar cada paso y sacar adelante este gran proceso en mi vida.

A mi mamá Lucy Leonor Mejía Gómez por ser mi apoyo y mi bastón cuando nadie más lo fue y darme la fuerza que necesitaba para ser el profesional que siempre soñé ser, por estar en cada momento a lo largo de mi carrera y siempre confiar en mí.

A mi papá Martín Zuleta Mielles por ser el apoyo que me permitió ingresar a estudiar la carrera de mis sueños y tener todas las herramientas necesarias para ser un gran profesional.

A Mi tío Luis Emiro Mejía, por ser ese gran ejemplo de vida que siempre quise seguir, ese gran profesional que siempre visualicé en él y lo más importante, siempre ha estado en cada paso de mi vida.

A Mi abuela Lucy Gómez de Mejía quien siempre soñó con verme convertido en un profesional, quien siempre junto a mi mamá fueron un apoyo incondicional para mi vida y le debo gran parte del hombre que soy.

A Mi Familia SOCOBOX quienes fueron parte fundamental durante el tramo final de mi carrera, en la cual empecé a crecer en el mundo laboral y hacer aportes al mundo con grandes soluciones a nivel tecnológico, todo eso gracias al gran equipo que encontré, que me dio confianza, me apoyó y me dieron todas las bases para desarrollar mi camino como ingeniero.

Finalmente dedicarle esta tesis aquellos amigos y familiares que en algún momento apoyaron mi carrera y sobre todo a personas como Néstor Fontalvo Osorio y Giovani Fontalvo Osorio quienes fueron mi guía a lo largo de mi carrera y contribuyeron en mi formación integral para ser un gran ser humano y un excelente profesional.

Martín José Zuleta Mejía

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios, que siempre me ha guardado en su amor, me dio la sabiduría y fuerza necesaria para perseverar y culminar esta meta.

A mi abuela Maritza Jiménez de Ariza, que es el motor que me impulsa cada día a luchar por mis sueños, que con su inmenso amor me motiva siempre a continuar formándome, que ha cuidado de mí como su mayor tesoro y gracias a ella he llegado hasta aquí.

A mi papá José Ariza Jiménez, por haberme dado la oportunidad de formarme, porque gracias a su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, estoy culminando hoy esta etapa. Por apoyarme e inspirarme a ser una gran profesional con su ejemplo.

A mi mamá Griselda Orozco Serrano, por siempre creer y confiar en mí, por animarme a esforzarme y luchar por lo que quiero. Gracias a ustedes hoy puedo cumplir esta meta.

A mi hermana, por su apoyo incondicional y por estar siempre presente, su motivación fue importante a lo largo de esta etapa.

A mi hermosa familia, pilar fundamental para seguir adelante. Por inculcarme esfuerzo, responsabilidad y amor por lo que hago, por animarme a continuar y creer en mí, sus consejos, amor y apoyo me ha permitido ser cada día mejor.

A la persona que ha estado a mi lado, mi amor, gracias por apoyarme en todo momento, por animarme a no desfallecer y creer siempre en mis capacidades.

A mi compañera de tesis y mejor amiga, por ser la mejor compañía en este camino de aprendizaje, por enseñarme tantas cosas, por complementarme y estar siempre para mí.

A mis amigos, por estar conmigo cuando los necesito, por siempre inspirarme a salir adelante y a crecer personal y profesionalmente.

Finalmente, a todos los compañeros y profesores que me guiaron y compartieron sus conocimientos, les dedico esta tesis y les agradezco.

Vanessa Ariza Orozco

Agradecimientos

Principalmente a Dios, porque sin Él nada hubiese sido posible, por guiarnos y darnos la fuerza para culminar esta etapa con éxito.

A nuestro tutor de tesis Dilson Goethe Flórez, por su tiempo, dedicación y esfuerzo para guiarnos en el desarrollo de esta tesis. Por brindarnos sus conocimientos, motivarnos a seguir adelante y a dar lo mejor de cada uno.

Al tutor Jorge Diaz Martínez por el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por sus asesorías y brindar las recomendaciones necesarias. Así mismo, agradecer al profesor Roberto Morales por su respaldo para estar en constante crecimiento profesional.

A la docente Erika Suarez por ayudarnos con la información que se requería, estar atenta y creer en la importancia del desarrollo de la presente investigación y a los demás profesores del programa de Ingeniería Ambiental que nos guiaron y nos brindaron sus conocimientos a lo largo de la carrera.

A David Blanco, por regalarnos su tiempo, compartir sus conocimientos y estar siempre dispuesto a apoyar en la ejecución práctica del presente estudio.

A los colaboradores y personal administrativo de la Universidad que nos colaboró suministrando la información necesaria para el desarrollo de esta investigación.

María Larios, Martín Zuleta, Vanessa Ariza.

Resumen

La huella de carbono cuantifica el impacto que una organización tiene sobre el cambio climático por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En ese sentido, la presente investigación tiene como objetivo cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en el campus universitario de la Universidad de la Costa generadas en los años 2019 y 2020 a partir de la aplicación del Estándar Corporativo de contabilidad y reporte del protocolo de gases de efecto invernadero del Greenhouse gas protocol (GHG Protocol). Para ello, se llevaron a cabo las 4 fases; fase 1. construcción de supuestos y modelos de cálculo, fase 2. recopilación y análisis de la información, fase 3. cálculo de la huella de carbono y por último formulación de estrategias de mejora/reducción (fase 4). Se obtuvo que, en la Universidad de la Costa, en el año 2019 se emitieron 142.522,78 TonCO₂eq, en las cuales el 99,7% corresponde al alcance III, el 0,22% corresponde al alcance II y el 0,03% restante fue adoptado por las emisiones de alcance I. Observándose que, en el año 2020 se emitieron 72,039,06 toneladas de CO₂eq disminuyendo en un 49,45% de las emisiones generadas en el año base 2019. Se recomienda la gestión eficiente de información por parte del soporte técnico-administrativo para continuar con el reporte anual de emisiones de GEI y así mismo, se sugiere implementar estrategias, incentivar el uso compartido del vehículo, el uso de bicicleta y concientización sobre el manejo de residuos para reducir las emisiones de alcance III que representan el mayor aporte a la huella de carbono institucional.

Palabras clave: inventario, gases de efecto invernadero, huella de carbono, software

Contenido

Introducción	16
Planteamiento del Problema	18
Justificación	21
Objetivos	23
Objetivo General	23
<i>Objetivos Específicos</i>	23
Marco Referencial	23
Marco Conceptual	23
<i>Cambio Climático</i>	23
<i>Gases de Efecto Invernadero – GEI</i>	24
<i>Potencial de Calentamiento Global</i>	25
<i>Huella de Carbono (HdC)</i>	25
<i>Software</i>	26
<i>Metodología Ágil</i>	26
<i>Framework</i>	27
<i>Base de datos</i>	27
<i>Feature o Característica</i>	27
<i>Terminal de Comandos</i>	27
<i>Administrador de Paquetes</i>	28

<i>Node JS</i>	28
<i>React JS</i>	28
<i>Aplicación de Página Única</i>	28
<i>Compiladores</i>	29
<i>Es6, Es2015, Es2016</i>	29
<i>Jsx</i>	29
<i>Componente</i>	29
<i>Redux</i>	29
<i>Estado</i>	30
<i>Acción</i>	30
<i>Reducer</i>	30
<i>Store</i>	30
<i>Webstorm</i>	31
<i>Git</i>	31
<i>Github</i>	31
<i>Sbx</i>	31
<i>Typescript</i>	31
<i>Chart Js</i>	32
<i>Google Cloud</i>	32
Marco Legal	32

Marco Teórico	36
<i>Cambio Climático y Huella de Carbono</i>	36
<i>Metodologías Para el Cálculo de la Huella de Carbono</i>	38
<i>Protocolo de Gases de Efecto Invernadero</i>	40
<i>Tipos de Emisiones y Alcances</i>	41
<i>Soluciones de Bases Tecnológicas</i>	44
Estado del Arte	49
Diseño Metodológico	57
Fase 1. Construcción de Supuestos y Modelos de Cálculo	58
Fase 2. Recopilación y Análisis de la Información	59
Fase 3. Cálculo de la Huella de Carbono	59
<i>Emisiones de Alcance I, Emisiones Directas</i>	59
<i>Emisiones de Alcance II, Emisiones Indirectas</i>	60
<i>Emisiones de Alcance III, otras Emisiones Indirectas</i>	60
Fase 4. Formulación de Estrategias de Mejora para Gestión del CO2	65
Fase 5. Estructuración de Solución Tecnológica para la Medición de la Huella de Carbono	65
<i>Levantamiento de los Requerimientos</i>	65
<i>Base de Datos</i>	65
<i>Desarrollo de la Herramienta</i>	66

<i>Metodología de Desarrollo</i>	67
Resultados	69
Fase 1. Construcción de Supuestos y Modelos de Cálculos	69
<i>Área de Interés</i>	69
<i>Limites Organizacionales</i>	70
<i>Limites Operacionales</i>	71
<i>Identificación de Fuentes de Emisión</i>	71
Fase 2. Recopilación y Análisis de la Información	74
<i>Datos y Factores de Emisión</i>	75
Fase 3. Cálculo de la Huella de Carbono	83
<i>Resultados del Cálculo de la Huella de Carbono 2019</i>	87
<i>Resultados del Cálculo de la Huella de Carbono 2020</i>	96
Fase 4. Formulación de Estrategias de Mejora para Gestión del CO2	103
Fase 5. Estructuración de Solución Tecnológica para la Medición de la Huella de Carbono	106
<i>Listado de Módulos Realizados</i>	106
<i>Otras Librerías Externas Implementadas en la Aplicación</i>	113
<i>Integración Continua</i>	113
Manual de Usuario	114
Objetivo	114

Requerimientos	114
Operaciones del Sistema	115
<i>Home Page</i>	115
<i>Registro de Usuario</i>	116
<i>Inicio de Sesión de Usuarios</i>	117
<i>Cálculos y Resultados Parciales</i>	118
<i>Histórico de Resultados Individuales</i>	119
<i>Histórico de Resultados Anuales</i>	120
<i>Detalles de los Resultados</i>	121
<i>Listar, Crear, Editar y Eliminar Factores de Emisión</i>	124
Discusión	127
Recomendaciones	130
Recomendaciones Para el Software	133
Conclusiones	136
Referencias	137
Material complementario o anexos	147

Lista de tablas

Tabla 1. Marco Político Ambiental Colombiano relacionado a la mitigación y adaptación del cambio climático.....	32
Tabla 2. Métodos de medición y reporte de emisiones de GEI, reducciones de emisiones y el progreso del objetivo.....	38
Tabla 3. Metodologías para el cálculo de la huella de carbono	43
Tabla 4. Fases que dan cumplimiento a los objetivos propuestos.	58
Tabla 5. Gases de Efecto Invernadero generados por las fuentes de emisión de alcance I,II y III	73
Tabla 6. Unidades y tipos de extintores existentes en la Universidad de la Costa	76
Tabla 7. Consumo total de energía eléctrica de la Universidad de la Costa para los años 2019 y 2020.....	77
Tabla 8. Consumo de combustibles del personal que usa vehículo particular	79
Tabla 9. Factores de emisión para combustibles corriente y diesel	79
Tabla 10. Recorridos de la comunidad universitaria por año en kilómetros.....	80
Tabla 11. Factores de emisión para combustible diesel.....	80
Tabla 12. Kilogramos de residuos generados por año en la Universidad de la Costa	81
Tabla 13. Factores de emisión para residuos	82
Tabla 14. Cuantificación anual de emisiones (TonCO ₂ eq/año)	83
Tabla 15. Cuantificación porcentual anual de emisiones de alcance I, II y III.....	85
Tabla 16. Cuantificación total de emisiones generadas en el año base 2019.....	87
Tabla 17. Resultados del cálculo de las emisiones para alcance I del año base 2019	88

Tabla 18. Resultados del calculo de las emisiones para alcance II del año base 2019	90
Tabla 19. Resultados del calculo de las emisiones para alcance III del año base 2019.....	93
Tabla 20. Cuantificación total de emisiones generadas en el año base 2020.....	96
Tabla 21. Resultados del calculo de las emisiones para alcance I del año base 2020	97
Tabla 22. Resultados del calculo de las emisiones para alcance II del año base 2020	99
Tabla 23. Resultados del calculo de las emisiones para alcance III del año base 2020.....	101
Tabla 24. Ventana de los módulos realizados a la herramienta de calculo.....	106

Figuras

Figura 1. Metodologías para cálculo, reducción y compensación de la huella de carbono.....	39
Figura 2. Diseño bases de datos.....	66
Figura 3. Metodologia de desarrollo de software extreme programming.....	68
Figura 4. Mapa de localización y ubicación de la Universidad de la Costa – CUC	70
Figura 5. Diagrama de fuentes de emisión identificadas para los alcances I, II y III.....	72
Figura 6. Generacion de emisiones de alcance I, II y III de los años de estudio 2019 y 2020	84
Figura 7. Porcentaje de diferencia de emisiones generadas entre los años 2019 y 2020.....	86
Figura 8. Porcentajes de emisiones de gases de efecto invernadero de alcance I del año base 2019.....	89
Figura 9. Generacion de emisiones de alcance II del año base 2019.....	91
Figura 10. Porcentajes de emisiones de Gases de efecto invernadero de alcance III del año base 2019.....	94

Figura 11. Porcentajes de emisiones de gases de efecto invernadero de alcance I del año de referencia 2020. 98

Figura 12. Generación de emisiones de alcance II del año de referencia 2020..... 100

Figura 13. Porcentajes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de alcance III del año dereferencia2020.....
 102

Figura 14. Pantalla principal del software.....115

Figura 15. Pantalla de registro de usuarios..... 116

Figura 16. Pantalla de inicio de sesión del software..... 117

Figura 17. Pantalla de cálculos y resultados parciales del software. 118

Figura 18. Pantalla de resultados parciales y opción de guardar en el software..... 119

Figura 19. Pantalla de guardar cálculos en el software..... 119

Figura 20. Pantalla de resultados individuales del software. 120

Figura 21. Pantalla de resultados anuales del software. 120

Figura 22. Pantalla con opción de ver detalle del software. 121

Figura 23. Pantalla de opción de descargar reportes en el software. 122

Figura 24. Pantalla de resultados representados en gráficos 123

Figura 25. Pantalla de resultados representados en tablas. 123

Figura 26. Pantalla de la ficha técnica de factores de emisión del software..... 124

Figura 27. Pantalla con vista de actualización de factores de emisión del software. 125

Introducción

En la actualidad, la humanidad se enfrenta al gran reto de mitigar y/o reducir una de las principales fuentes de contaminación: las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), los cuales, al ser liberados a la atmosfera, aumentan la temperatura del planeta al crear una capa que impide la liberación del calor, causando lo que se conoce como calentamiento global, una consecuencia del cambio climático (Benavides Ballesteros & Leon Aristizabal, 2007).

En Colombia, los impactos relacionados con esta problemática van desde la inseguridad alimentaria (Organismo Internacional de Energia Atomica , s.f.), la modificación del régimen hidrológico y disminución del promedio anual de lluvias en la región andina y pacífica (Bedoya, Contreras, & Ruiz, 2010), hasta la perdida significativa de la cobertura de los ecosistemas y afectación directa a la productividad debido a los cambios graduales en las variables climáticas. (Organizacion de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion , 2013).

El cambio climático es una problemática que necesita la concientización y la acción de cada uno de los individuos de la sociedad. Siendo importante conocer las fuentes y los aportes generados por cualquier obra o actividad frente a la liberación de GEI, los cuales provienen de la mayoría de las actividades diarias de los seres humanos.

Debido a esto, y con el fin de definir planes de acción conjunta que permitan dar respuesta a los efectos generados por el calentamiento global, se cuantifican las emisiones de gases de efecto invernadero o también conocida huella de carbono (HdC). Esta medida ha sido adoptada por organizaciones que trabajan responsablemente para disminuir el deterioro ambiental teniendo en cuenta que, “el quehacer diario de las organizaciones está ligado al consumo de una serie de bienes y servicios (papel, energía, agua, otros), y a la respectiva generación de residuos como: emisiones atmosféricas, residuos sólidos y aguas residuales que

van generando un impacto negativo en el ambiente y que se traducen a mediano plazo en emisiones de gases de efecto invernadero” (Chavarría, Molina, Gamboa, & Rodríguez, 2016).

En Colombia, las universidades han incorporado temas de sostenibilidad a partir de políticas que promueven el desarrollo sostenible, dentro de actividades de docencia, dirección universitaria, investigación, proyección social y gestión institucional, pero, aun así, son contadas las universidades que han estimado la huella de carbono, algunas que se han destacado por sus compromisos con el cambio climático a través de este indicador son; la Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad de la Salle, Universidad Sergio Arboleda, entre otras (Rodríguez Bernate & Martínez Cortes, 2018).

Ahora bien, la Universidad de la Costa (CUC) forma parte de esas instituciones que trabajan por reducir y adaptar sus actividades al cambio climático ya que ha venido gestionando estas cuestiones medioambientales como componentes de la implementación de programas ambientales dentro del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), tomando como base de evaluación del desempeño medio ambiental a través de indicadores de gestión como: consumo de energía eléctrica, gestión de residuos, tratamiento de aguas residuales, entre otros, los cuales facilitan el ejercicio de trazabilidad de información del inventario de GEI o huella de carbono institucional.

El presente estudio muestra el inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero y/o de la huella de carbono institucional de la Universidad de la Costa para los años 2019 y 2020 según las directrices metodológicas del Estándar de informes y contabilidad corporativa del protocolo de GEI, y directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de 2006, así como el desarrollo de una solución de base tecnológica para el reporte y seguimiento de la huella de carbono como indicador de sostenibilidad en la Universidad de la Costa, en los años siguientes a este estudio.

Planteamiento del Problema

El calentamiento global es el incremento en la temperatura media de la atmósfera considerado como un síntoma y una consecuencia del cambio climático. Las causas antropogénicas de este fenómeno son generalmente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que son compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera (MINAMBIENTE, 2021).

Las emisiones de gases de efecto invernadero han aumentado considerablemente desde la revolución industrial, alrededor del 82% desde la última década de 1990, llegando a emitir 405,5 partes por millón en el año 2017 (Organización Meteorológica Mundial, 2019). Aunque durante el 2015 Colombia fue uno de los países más contaminados, América Latina y el Caribe solo representan el 5% de emisiones mundiales de Gases de efecto invernadero según el ranking de la Comisión Europea. Y muy a pesar de que no emiten grandes cantidades, por su ubicación geográfica sienten en mayor medida las consecuencias del cambio climático (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2016).

Por ejemplo, el fenómeno ENZO es uno de los forzantes con mayor influencia sobre la variabilidad interanual del clima y del recurso hídrico en Colombia. Una gran porción del territorio es sensible a sus efectos de disminución o aumento de la oferta y de amenaza de eventos como inundaciones y sequías (Bedoya, Contreras, & Ruiz, 2010). Así mismo, el territorio nacional se ve afectado por el incremento en el nivel del mar, lo que causa inundaciones, disminución de la diversidad biológica de los ecosistemas, intensificación de la desertificación y afecciones a la salud humana por variabilidad climática (Benavides

Ballesteros & Leon Aristizabal, 2007).

Debido a esto, Colombia ocupa el puesto 34 entre 184 países monitoreados en emisiones de gases. Para confrontar esta problemática, se han desarrollado diversos programas para la mitigación del cambio climático en el país, dentro de los cuales se promueve como iniciativa el inventario corporativo de emisiones de gases de efecto invernadero y/o cálculo de la huella de carbono como primer paso hacia la carbono neutralidad (MEDINA, 2020).

Entre tanto, la huella de carbono (HdC) es un índice que permite cuantificar las toneladas de dióxido de carbono equivalente del impacto de las actividades humanas, actividades de organizaciones, y fabricación de productos en las ciudades y países sobre el cambio climático. Este es el índice de la cantidad total de dióxido de carbono (CO₂) que es emitida de forma directa o indirecta por parte de las diversas actividades como el tráfico vehicular, el uso de electricidad, papel y plástico, las actividades mineras, de construcción, producción y todas aquellas acciones relacionadas con el día a día (Ridhosari & Rahman, 2019).

Por otro lado, de acuerdo con los autores Beltrán, Íñigo & Mata (2014) el concepto de las universidades socialmente responsables hoy día está orientado hacia las acciones para frenar el cambio climático y contribuir a la protección del medio ambiente. Además, según la UNESCO las universidades dentro de su calidad de enseñanza, formación y centros de investigación calificada deben realizar una mayor extensión a las investigaciones de la formación de expertos en educación formal y no formal y en la educación ambiental de tal manera que incentive la implementación de medidas de mitigación del cambio climático (UNESCO, 1998).

Ahora bien, en el marco de las políticas públicas, y en concordancia con los objetivos

nacionales de reducción de gases de efecto invernadero para la Universidad de la Costa, reducir sus emisiones de GEI representa un reto, dado que actualmente no se cuenta con un inventario de gases de efecto invernadero, no cuenta con un plan de carbono neutralidad, estrategias y/o acciones que permitan cuantificar, mitigar, compensar las emisiones, así como no cuenta con esquema metodológico o seguimiento y reporte que permita la definición de la HdC como un indicador de desempeño medioambiental. Además, en el marco de los compromisos contractuales del campus, la huella de carbono es un criterio de evaluación de la clasificación de impacto ambiental de la educación superior en relación con los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (ODS) promovida por el Times Higher Education (THE), la clasificación mundial de universidades de UI GreenMetric (RENARE, 2021).

Debido a la importancia de mitigar el cambio climático, y a los compromisos de reporte de información contraídos, la Universidad de la Costa, en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible, necesita de conocer, ¿Cuál es el impacto que tiene las actividades desarrolladas en la Universidad de la Costa CUC frente al cambio climático, qué solución de base tecnológica se puede desarrollar y/o implementar para calcular dicho impacto y de qué manera se puede minimizar, reducir y/o compensar?

Justificación

El cambio climático tiene implicaciones tanto para los humanos como para los sistemas naturales y puede tener impactos importantes en la disponibilidad de los recursos, la actividad económica y el bienestar humano. En respuesta, tanto el sector público como el privado están desarrollando e implementando iniciativas internacionales, regionales, nacionales y locales para mitigar los efectos de la acumulación de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre, así como para facilitar la adaptación de nuestras actividades humanas al cambio climático (ISO14064-1, 2018).

Una estrategia para lograr esto, es la HdC cuyo indicador de sostenibilidad posibilita la optimización del consumo de energía y la optimización en el uso de los recursos materiales en los procesos al mismo tiempo que valora objetivamente los impactos ambientales por la emisión de los GEI de una persona, organización, evento o producto sobre el medio ambiente (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), s.f.).

La HdC suministra la información necesaria para obtener beneficios económicos ya que suministra información clave para la reducción de costos de ineficiencia en la producción o la prestación del servicio a causas de malas prácticas en el consumo de energía, materiales y el no aprovechamiento de residuos o subproductos en el sistema. Así mismo propicia un panorama general sobre la presión de la organización sobre el calentamiento global y gesta un escenario estratégico para alimentar planes de sostenibilidad corporativa bajo un enfoque de comunicación asertiva a las partes interesadas (Marin, 2019).

Por otra parte, a través del cálculo de la HdC se demuestran compromisos medioambientales desarrollados por parte de las instituciones frente a las emergencias climáticas generadas por la acumulación de gases de efecto invernadero. Además de desarrollar

las medidas apropiadas a la gestión del cambio climático, como organización o institución que aplica la investigación, la educación y los servicios comunitarios, en pro del desarrollo sostenible.

Ahora bien, el desarrollo de una solución de base tecnológica como un esquema de reporte y seguimiento, es fundamental para la institución, dado el aumento de los sistemas digitales y la relevancia en las organizaciones de implementar una solución tecnológica para tener procesos automatizados dentro de la misma, lo cual permite tener soluciones de una manera más simple y ágiles en la institución. (Universidades.crBLOG, 2019).

En ese sentido, la implementación de una solución de base tecnológica permite llevar a cabo un mejor control de las emisiones de la universidad y un manejo de los impactos negativos optimizando consumos y uso de recursos a través de un registro histórico por año en el cual se evidencia cuáles son los impactos generados. Una estrategia para llevar a cabo esta implementación es el uso de las metodologías ágiles como scrum, Kanban, extreme programming, etc (Ben-Zahia & Jaluta, 2014).

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una solución de base tecnológica para la medición y seguimiento de la huella de carbono como indicador de sostenibilidad en la Universidad de la Costa.

Objetivos Específicos

- Definir el contexto operacional para el cálculo de la huella de carbono institucional de acuerdo con la disponibilidad de los datos de entrada.
- Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero emitidos directa e indirectamente por las actividades desarrolladas en la institución.
- Proponer estrategias para reducir y/o compensar las emisiones de los gases de efecto invernadero generados por el desarrollo de las actividades de la institución.
- Desarrollar una solución de base tecnológica para calcular la huella de carbono.

Marco Referencial

Marco Conceptual

En el presente apartado se describen los conceptos claves para la percepción y desarrollo del presente proyecto.

Cambio Climático

Los cambios ambientales que el planeta Tierra se encuentra percibiendo se deben a las actividades antropogénicas, las cuales han presentado diferentes consecuencias sobre los ecosistemas. La temperatura global del planeta en promedio se ha intensificado entre 0.5-1 °C y a su vez los fenómenos meteorológicos extremos como los huracanes o las tormentas (Val & Romero, 2017).

Si bien, el cambio climático radica en el calentamiento del planeta, que a su vez tiene lugar como resultado del efecto invernadero, este es producido por unos gases determinados, dentro de los cuales se encuentra el anhídrido carbónico (CO₂), principalmente provocado durante las actividades de combustión de las fuentes de energía fósiles, como el petróleo o el carbón (Villanueva & Huelgas, 2019).

Gases de Efecto Invernadero – GEI

Los autores Jordano, et al., (2016) mencionan que, los gases de efecto invernadero (GEI) son componentes gaseosos de la atmósfera, están presentes de forma natural y son esenciales para la supervivencia de los seres vivos, ya que absorben y reemiten radiación infrarroja impidiendo, entre otras cosas, que parte del calor del Sol sea reflejado de vuelta al espacio, lo cual hace posible la vida. El problema actual es que la cantidad de estos gases naturales de efecto invernadero en la atmósfera ha aumentado y que en ella se han vertido, además, gases de efecto invernadero no presentes de forma natural.

Los gases de efecto invernadero listados en el protocolo de Kyoto son seis: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarburos (HFC), Hexafluoruro de azufre (SF₆) y Perfluorocarburos (PFC), siendo el CO₂ el más abundante. A medida que se incrementa la concentración de estos gases, la radiación infrarroja es absorbida en la atmósfera y reemitida en todas direcciones, lo que contribuye a que la temperatura media de la Tierra aumente.

He aquí algunos vínculos básicos claramente establecidos por el IPCC:

- El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como se desprende del aumento observado del promedio mundial de temperaturas del aire y del océano, de la fusión generalizada de nieves y hielos y del aumento del promedio del nivel del mar:

el cambio climático es un hecho.

- Desde la era preindustrial, las emisiones mundiales de GEI han aumentado de forma continua a causa de las actividades humanas como la deforestación o el fuerte consumo de combustibles fósiles, estimulado por el crecimiento económico y también demográfico.
- El aumento observado del promedio mundial de la temperatura desde mediados del siglo XX se debe en su mayor parte, muy probablemente, al aumento observado de las concentraciones de GEI antropógenos (Jordano, y otros, 2016).

Potencial de Calentamiento Global

De acuerdo con lo citado por los autores Dincer y Abu, (2020), los gases de efecto invernadero contribuyen al calentamiento global y al cambio climático cada vez que la tierra se calienta al absorber la energía solar entrante del sol deteniéndola dentro de la atmosfera. En los gases de efecto invernadero que mejor explican esto se incluyen el metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y clorofluorocarbonos (CFC). El factor común entre los diferentes gases de efecto invernadero es el carbono.

El potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés) es una dimensión que se desarrolló para realizar comparaciones entre los impactos de los diferentes gases de la atmosfera. Específicamente, mide cuan cantidad de energía se absorbe cuando 1 tonelada de un gas específico es liberado a la atmosfera durante un cierto periodo, relacionado con la emisión de 1 tonelada de dióxido de carbono. Para este caso, cuanto mayor sea el GWP, más negativo será para el medio ambiente (Dincer & Abu-Rayash, 2020).

Huella de Carbono (HdC)

La huella de carbono (desde ahora, HdC) es definida por los autores Solé y Cabeza,

(2018) como un término usado para describir la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que son liberados a la atmósfera directa o indirectamente como consecuencia de una actividad determinada, bien sea la fabricación de un producto, la prestación de un servicio, o el funcionamiento de una organización.

La huella de carbono es un indicador basado en el área y considera la cantidad total exclusiva de emisiones de dióxido de carbono que es generado directa e indirectamente por una actividad o que se acumula durante el ciclo de vida de un producto. La HdC es considerada por la ISO como la suma de las emisiones y absorción de los gases de efecto invernadero desarrollados en sistema de producto la cual es expresada como equivalente de CO₂ y a su vez es fundamentada en una evaluación del ciclo de vida empleando la categoría de impacto único del cambio climático (Solé & Cabeza, 2018).

A continuación, se visualizan los conceptos y tecnologías bases relacionadas al desarrollo de la solución de base tecnológica para el cálculo de la huella de carbono futuras.

Software

Un producto de software es la suma total de los programas de cómputo, procedimientos, reglas, documentación técnica y de usuarios, y datos asociados, que forman parte de las operaciones de un sistema de cómputo, cuyo propósito es el de apoyar el procesamiento de información (Universidad de la Costa, 2014).

Metodología Ágil

Ágil es un enfoque iterativo para la gestión de proyectos y el desarrollo de software que ayuda a los equipos a entregar valor a sus clientes más rápido y con menos dolores de cabeza. En lugar de apostar todo en un lanzamiento "big bang", un equipo ágil entrega el trabajo en incrementos pequeños, pero consumibles. Los requisitos, planes y resultados se evalúan

continuamente para que los equipos tengan un mecanismo natural para responder al cambio rápidamente (ATLASSIAN, 2021).

Framework

Un framework, también conocido como entorno o marco de trabajo, es un código de software ya desarrollado que proporciona estructura y funcionalidades para el desarrollo de un software mayor. El framework se usa como base a la hora de desarrollar un software de mayor tamaño. De esta forma, el código base del software ya está desarrollado y los desarrolladores se pueden centrar en crear código y funcionalidades de mayor peso (Technology, 2021).

Base de datos

Una base de datos es una colección organizada de información estructurada, o datos, que normalmente se almacenan electrónicamente en un sistema informático. Una base de datos suele estar controlada por un sistema de gestión de bases de datos (DBMS). Juntos, los datos y el DBMS, junto con las aplicaciones que están asociadas con ellos, se conocen como un sistema de base de datos, a menudo abreviado como base de datos (ORACLE, 2021).

Feature o Característica

Un feature o característica es una unidad de funcionalidad de un sistema de software. que satisface un requisito, representa una decisión de diseño y proporciona un potencial opción de configuración (Apel & Kastner, 2009).

Terminal de Comandos

Los terminales, también conocidos como líneas de comando o consolas, nos permiten realizar y automatizar tareas en una computadora sin el uso de una interfaz gráfica de usuario. El uso de una terminal nos permite enviar comandos de texto simples a nuestra computadora para

hacer cosas como navegar a través de un directorio o copiar un archivo, y formar la base para muchas automatizaciones más complejas y habilidades de programación (Washington, 2021).

Administrador de Paquetes

El administrador de paquetes proporcionará un método para instalar nuevas dependencias (también conocidas como "paquetes"), administrar dónde se almacenan los paquetes en su sistema de archivos y ofrecer capacidades para que pueda publicar sus propios paquetes.

En teoría, es posible que no necesite un administrador de paquetes y podría descargar y almacenar manualmente las dependencias de su proyecto, pero un administrador de paquetes manejará sin problemas la instalación y desinstalación de paquetes (MDN contributors, 2021).

Node JS

Ideado como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node.js está diseñado para crear aplicaciones network escalables (Foundation, 2021).

React JS

React es una biblioteca Javascript para crear interfaces de usuario interactivas de forma sencilla. Diseña vistas simples para cada estado en tu aplicación, y React se encargará de actualizar y renderizar de manera eficiente los componentes correctos cuando los datos cambien (Soure, 2021).

Aplicación de Página Única

Una aplicación de página única (single-page application) es una aplicación que carga una única página HTML y todos los componentes necesarios (tales como JavaScript y CSS) para que se ejecute la aplicación. Cualquier interacción con la página o páginas subsecuentes no requiere hacer solicitudes al servidor lo que significa que la página no es recargada (Soure, 2021).

Compiladores

Un compilador de JavaScript toma el código JavaScript, lo transforma y devuelve en un formato diferente. El caso de uso más común es tomar código JavaScript con sintaxis ES6 y transformarlo en código que navegadores más antiguos puedan interpretar (Soure, 2021).

Es6, Es2015, Es2016

Estas siglas se refieren a las más recientes versiones del estándar de Especificación de Lenguaje ECMAScript, del cual JavaScript es una implementación. La versión ES6 (también conocida como ES2015) incluye muchas adiciones a las versiones previas tales como: funciones flecha, clases, plantillas de cadena de texto, declaraciones de variables con let y const (Soure, 2021).

Jsx

Conforme a lo mencionado por el autor Soure, (2021), JSX es una extensión de sintaxis para JavaScript. Es similar a un template language, pero tiene todo el poder de JavaScript. JSX es compilado a llamadas `React.createElement()` que regresan simples objetos de JavaScript llamados “elementos de React”.

Componente

Los componentes de React son pequeños y reutilizables fragmentos de código que devuelven un elemento de React para ser renderizado en una página (Soure, 2021).

Redux

Redux es un contenedor predecible del estado de aplicaciones JavaScript.

Te ayuda a escribir aplicaciones que se comportan de manera consistente, corren en distintos ambientes (cliente, servidor y nativo), y son fáciles de probar. Además de eso, provee

una gran experiencia de desarrollo, gracias a edición en vivo combinado con un depurador sobre una línea de tiempo (Redux, 2021).

Estado

En consonancia con Redux, (2021), estado (también llamado árbol de estado) es un término general, pero en la API de Redux normalmente se refiere al valor de estado único que es manejado por el Store y devuelto por getState. Representa el estado de tu aplicación de Redux, normalmente es un objeto con muchas anidaciones.

Acción

Una acción es un objeto plano (POJO - Plain Old JavaScript Object) que representa una intención de modificar el estado. Las acciones son la única forma en que los datos llegan al store. Cualquier dato, ya sean eventos de UI, callbacks de red, u otros recursos como WebSockets eventualmente van a ser despachados como acciones.

Reducer

Un reducer (también llamado función reductora) es una función que acepta una acumulación y un valor y devuelve una nueva acumulación. Son usados para reducir una colección de valores a un único valor.

Store

Un store es un objeto que mantiene el árbol de estado de la aplicación.

Solo debe haber un único store en una aplicación de Redux, ya que la composición ocurre en los reducers (Redux, 2021).

Webstorm

WebStorm es un entorno de desarrollo integrado para JavaScript y las tecnologías relacionadas. Al igual que otros IDE de JetBrains, hace que su experiencia de desarrollo sea más agradable, automatiza las tareas repetitivas y le ayuda a gestionar las tareas complejas con facilidad (Brains, 2021).

Git

Git es un sistema de control de versiones distribuido de código abierto y gratuito diseñado para manejar todo, desde proyectos pequeños a muy grandes, con velocidad y eficiencia (Conservancy, 2021).

Github

GitHub es una plataforma de alojamiento de código para la colaboración y el control de versiones. GitHub le permite a un grupo de personas trabajar juntos en proyectos (Data, 2021).

Sbx

SBXCloud proporciona, entre otras cosas, herramientas, servicios y funcionalidades que permiten a sus usuarios y clientes desarrollar, probar, alojar, administrar y ejecutar aplicaciones web o móviles (SBX, 2021).

Typescript

TypeScript es un lenguaje de programación fuertemente tipado que se basa en JavaScript, lo que le brinda mejores herramientas a cualquier escala (TypeScript, 2012).

Chart Js

Gráficos de JavaScript basados en HTML5 simples, limpios y atractivos. Chart.js es una manera fácil de incluir gráficos animados e interactivos en su sitio web de forma gratuita (Chart.js, s.f.).

Google Cloud

Google Cloud Platform te permite crear, implementar y escalar aplicaciones, sitios web y servicios en la misma infraestructura que Google (Cloud, s.f.).

Marco Legal

La legislación ambiental tiene un importante desarrollo, por esta razón, Colombia comprometida con la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030 mediante el acuerdo de París, adoptó estrategias, planes y políticas para la mitigación y adaptación del cambio climático (Barreto, 2018).

De acuerdo con lo antes mencionado, en la Tabla 1 se observa el Marco Político Ambiental Colombiano vinculado a la mitigación y adaptación del cambio climático.

Tabla 1

Marco Político Ambiental Colombiano relacionado a la mitigación y adaptación del cambio climático.

Política / Estrategia / Plan	Descripción	Entidades relacionadas	Importancia para el IGEI
Política Nacional de Cambio Climático.	Incorporar la gestión del cambio		Gestión del cambio climático. Además

Política / Estrategia / Plan	Descripción	Entidades relacionadas	Importancia para el IGEI
	climático en las decisiones para avanzar hacia la economía baja en carbono, reduciendo los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera.	MADS	de fortalecer las acciones orientadas a la mitigación y la adaptación frente a los fenómenos climáticos y, además, cumplir con el compromiso plasmado en el Acuerdo de París de 2015.
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).	Reducción del riesgo en poblaciones y ecosistemas a los impactos del cambio climático.	MADS, DNP, IDEAM, UNGRS	Permite alcanzar objetivos de mitigación de GEI y adaptación, para minimizar los conflictos climáticos.
Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC).	Reducción del crecimiento de las emisiones GEI producidas por el crecimiento económico nacional.	MADS	Propone estrategias enfocadas a la reducción de las emisiones de GEI a medida que crece la economía del país.
Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y	Implementación de instrumentos financieros y de gestión ambiental que permitan		Estrategia que propone mecanismos para reducir los impactos del cambio

Política / Estrategia / Plan	Descripción	Entidades relacionadas	Importancia para el IGEI
Degradación (ENREDD+)10.	disminuir la pérdida de cobertura forestal y las emisiones de carbono asociadas.	DNP, MADS	climático que desencadena la deforestación y la degradación de los bosques.
CONPES 3700/2011: Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático.	Resalta la necesidad del país de comprender y actuar frente al cambio climático con el fin de fomentar la formulación de políticas y acciones.	DNP	Articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático que permitan integrar esta problemática dentro del contexto del país y buscar la reducción de las emisiones de GEI.
Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014, Prosperidad para todos.	Preparación del país frente a eventos climáticos extremos. Orientación a la formulación de programas y proyectos de adaptación al cambio climático.	DNP	Desarrollo de estrategias para avanzar en la adaptación y mitigación del cambio climático, con el fin de alcanzar la meta propuesta en la COP 21 de una disminución del 20% de las emisiones de GEI.

Política / Estrategia / Plan	Descripción	Entidades relacionadas	Importancia para el IGEI
Ley de acción climática 2169 de 2021	Establece metas y medidas mínimas para alcanzar el carbono neutralidad, la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono en el país en el corto, mediano y largo plazo, en el marco de los compromisos internacionales asumidos por la Republica de Colombia sobre la materia.	MADS	Implementación de acciones necesarias para el cumplimiento de las metas nacionales de mitigación de GEI a 2030 y alcanzar el carbono neutralidad en 2050, reduciendo las emisiones de carbono negro en un 40%, en un 51% las emisiones de GEI y la deforestación neta de bosque natural a 0 hectáreas/año.
Ley 2173 del 30 de diciembre de 2021	Promueve la restauración ecológica a través de la siembra de árboles y creación de bosques en el territorio nacional, estimulando conciencia ambiental al ciudadano, responsabilidad civil	MADS	Establece la creación de áreas de vida y creación de bosques con la participación activa de la población, lo que permite compensar las emisiones de CO2.

Política / Estrategia / Plan	Descripción	Entidades relacionadas	Importancia para el IGEEI
	ambiental a las empresas y compromiso ambiental a los entes territoriales		

Fuente: (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2016).

Marco Teórico

En el siguiente apartado se define la información y metodología pertinente para el desarrollo de la estimación de la huella de carbono de la Universidad de la Costa.

Cambio Climático y Huella de Carbono

La ciencia del cambio climático global indica una tendencia general al calentamiento de la Tierra asociados con el aumento de los niveles de GEI. De acuerdo con los investigadores del cambio climático, los procesos industriales, los sectores de transportes y la planta de energía son los principales contribuyentes a las grandes cantidades de emisiones anuales de GEI, estas contribuciones son el producto de la combustión de combustibles fósiles, como el carbón, gas natural y petróleo, los cuales redimen el carbono que se encontraba almacenado en estas fuentes de energía no renovables en la atmosfera en forma de dióxido de carbono, por ende, enriquece el efecto invernadero (Williams & Porter, 2015).

En este orden de ideas, el calentamiento global para los autores Mondragon, Sandoval y Breña (2019), es el resultado directo del efecto invernadero (EI). Este está conformado por un proceso natural que posee cuatro factores, (1) la temperatura promedio de la superficie del globo terráqueo, (2) la radiación recibida desde el Sol sobre la corteza terrestre, (3) la radiación

infrarroja generada por ella y (4) la retención de esta por los gases que producen este fenómeno (GEI). En relación numérica, el valor medio para este parámetro referente a un lugar cálido es de 26.85° C (300 K). Este valor es el resultado de un efecto invernadero natural que posibilita la vida en la Tierra como la conocemos. La escasa cantidad de los GEI, permite que gran parte de la radiación infrarroja escape y reduzca aproximadamente la temperatura ambiente a -18° Celsius, un valor inadecuado para el sustento de la vida actual.

En consecuencia, los efectos de este calentamiento radican en un cambio climático que impacta de distintas formas en diferentes lugares del planeta. Los efectos que se destacan se relacionan con el aumento en las magnitudes de los huracanes, la magnitud y frecuencia de las ondas de calor, el impacto en muchos ecosistemas, la disolución de los casquetes polares y la intensificación consecuente del nivel del mar, entre otros (Mondragón, Sandoval, & Breña, 2019).

Con el concepto HdC de una organización se pretende describir el impacto total que una organización tiene sobre el clima en relación con las emisiones de GEI a la atmósfera.

La utilización de la HdC se ha ido desarrollando también como un elemento de información para comunicar el desempeño ambiental de una entidad a todas sus partes interesadas. Además de como indicador para tomar decisiones a la hora de reducir las emisiones asociadas a una actividad. Existen diversas metodologías para la identificación, cuantificación y comunicación de emisiones de GEI de organizaciones. Los documentos que constituyen las referencias más importantes en esta materia son las normas ISO 14064 y 14069, junto con el GHG Protocol, del World Resources Institute y el World Business Council for Sustainable Development (Jordano, y otros, 2016).

Metodologías Para el Cálculo de la Huella de Carbono

Conforme a lo que mencionan los autores Solano y Ortiz, 2016, existen diversas metodologías específicas internacionales que posibilitan la cuantificación e inventario de los GEI emitidos por las edificaciones: las de productos y las corporativas. Las primeras se enfocan en analizar los productos o servicios y a su vez se incluyen elementos de su ciclo de vida, mientras que el segundo se enfoca en las operaciones de las organizaciones. Dentro de las metodologías para gestionar las emisiones de GEI de productos y servicios se encuentran:

Tabla 2

Metodologías para el cálculo de la huella de carbono

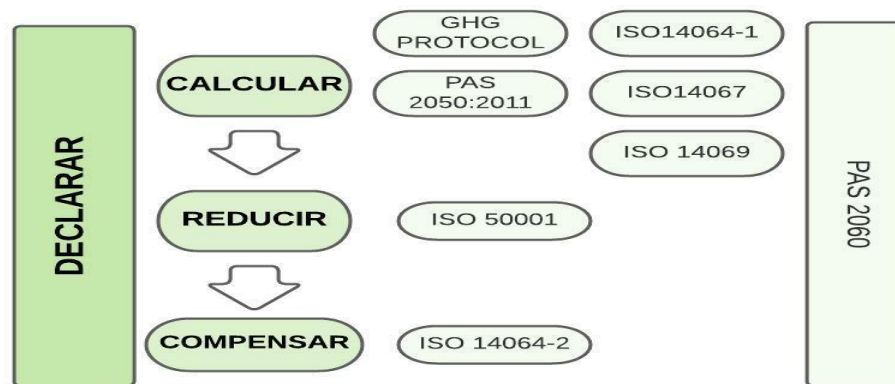
METODOLOGIAS	ENFOQUE	ESCALA	DESCRIPCION	ACTIVIDADES
PAS 2050:2011	Corporativo, acceso publico	Empresa	Suministra una base común para informar, cuantificar y desarrollar programas que tengan un gran significado en cuanto a las reducciones de las emisiones.	Todas las actividades de la organización
METODO COMPUESTO DE LAS CUENTAS CONTABLES MC3	Corporativo y producto	Empresa y producto	Analiza el cruce por niveles que exponen un cálculo para la HdC parcial del producto	Todas las actividades de la organización
ISO/TS 14067:2013		Producto	Detalla los principios, requisitos y lineamientos para comunicar y	

METODOLOGIAS	ENFOQUE	ESCALA	DESCRIPCION	ACTIVIDADES
GHG PROTOCOL	Producto, acceso privado		cuantificar la huella de carbono de un producto	Todas las actividades de la organización
	Corporativo, acceso publico	Empresa	Se argumenta en un enfoque de ciclo de vida, serie ISO 14040 y a su vez proporciona centrar esfuerzos en las mayores conformidades de reducción y así responder con información ambiental apropiada	Todas las actividades de la organización

Fuente: (Solano-Quesada & Ortiz-Malavassi, 2016).

Figura 1

Metodologías para cálculo, reducción y compensación de la huella de carbono.



Fuente: (Solano-Quesada & Ortiz-Malavassi, 2016).

Protocolo de Gases de Efecto Invernadero

El protocolo de contabilidad corporativa y estándar de informes corporativos “GHG PROTOCOL” establece un marco para la gestión y medición de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), del cual el contribuyente más significativo es el carbono.

El protocolo de GEI trabaja con la industria para facilitar una metodología sólida que proporcione el cálculo efectivo de carbono para las empresas. Del mismo modo, permite el cálculo a nivel corporativo, de proyecto o de producto (Finnegan & Sharples, 2018). Hasta el año 2010, el protocolo de GEI se enfocó en inducir a las empresas a informar acerca de las emisiones de alcance I y II. Hasta entonces era una labor fácil de emplear porque la auditoría se mencionaba hacia las actividades internas y una contabilidad de las compras de electricidad.

En los últimos años, el interés ha evolucionado al alcance III en el que se suministra un estándar separado, Estándar de Contabilidad e Informes de la Cadena de Valor Corporativa (en adelante GHGP3) para que las empresas tengan una guía en esta tarea más compleja y exigente, este enfoque en el Alcance III se proporcionó a razón de que la mayor contribución de emisiones de GEI, en particular de las multinacionales, se acumula en la cadena de valor aguas arriba y aguas abajo (Patchell, 2018).

De acuerdo con los autores Gao, et al., (2013) para la HdC de un producto, se han establecido varios estándares de evaluación como los métodos PAS2050, TS-Q0010, Norma de Contabilidad e Informe del Ciclo de Vida del Producto y, por último, la ISO14047, suministran principios y requerimientos para la cuantificación del impacto de GEI de un producto, las metodologías y procedimientos de estos métodos son muy similares, aunque presentan algunas diferencias.

El PAS2050, TSQ0010 y el estándar de contabilidad en informes del ciclo de vida del

producto son los estándares lanzados oficialmente para los productos. En gran mayoría los casos de evaluación de la huella de carbono se llevan a cabo de acuerdo con los estándares suministrados por PAS2050, y los estándares TSQ0010 solo se emplean en Japón y las aplicaciones del Estándar de Contabilidad e Informes del Ciclo de Vida del Producto apenas comienzan. Estos modelos se emplean principalmente para alimentos, bebidas, ropa, cosméticos y otras áreas de la vida (Gao, Liu, & Wang, 2013).

Para la HdC organizacional, El GHG protocol suministra la base para realizar estrategias climáticas sostenibles y organizaciones más resistentes, rentables y eficientes. Los modelos siguen un proceso inclusivo, que se basa en el consenso de varias partes interesadas con una participación en equilibrio de empresas, agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales e instituciones académicas de todo el mundo; las organizaciones corporativas, de proyectos, incluyeron el Protocolo GHG como un estándar para los informes corporativos y la contabilidad, suministrando herramientas de cálculos generales y específicas del sector el cual se encarga de la cuantificación de las reducciones de GEI, como producto de la aceptación de los métodos para la mitigación en su protocolo de proyecto (Gao, Liu, & Wang, 2013).

Tipos de Emisiones y Alcances

Según Ranganathan, y otros (2018), para las emisiones de fuentes directas e indirectas y para contribuir a la proyección de estas fuentes, proveer utilidad y mejorar la transparencia para distintos tipos de organizaciones y de políticas de cambio climático y metas empresariales, se definen tres alcances. Los alcances I y II se definen en un método para ratificar que dos o más empresas no contabilicen emisiones en el mismo alcance. Las empresas deben contabilizar de manera separada los alcances I y II.

El alcance I definido como fuentes de emisiones directas de GEI, provienen de fuentes

que son controladas por las empresas. Estas pueden ser emisiones provenientes de la combustión en calderas, vehículos, hornos, etc., siendo esta propiedad de las empresas; emisiones que ocurren de la producción química en equipos de procesos controlados o propios.

Las emisiones directas de CO₂ que son el resultado de la combustión de biomasa no deben involucrarse en el alcance I, estas deben de presentarse de manera separada. Las emisiones de GEI no cubiertos por el Protocolo de Kioto, como CFSs, NO_x, etc., no se deben incluir en el alcance I y se deben presentar de forma separada.

El alcance II, definido como emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad, incluyen las emisiones que son producto de la generación de electricidad adquirida y consumida por parte de las empresas u organizaciones. La electricidad adquirida hace referencia a la electricidad que es comprada, u obtenida dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones de este alcance ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada.

El alcance III, definido como Otras emisiones indirectas, es una categoría opcional de reporte, el cual permite incorporar el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones que son consideradas de alcance III son consecuencia de las actividades de las empresas, pero estas ocurren en fuentes que no son propias y que a su vez no se encuentran controladas por parte de la empresa. Las actividades de alcance III pueden ser la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos (Ranganathan, Moorcroft, Koch, & Bhatia, 2018).

De acuerdo con Espíndola & Valderrama, (2021) en su artículo “Huella de Carbono: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas”, la HdC debe integrar todas las emisiones de GEI que se pueden asociar directa o indirectamente con la realización de una

actividad, y, por lo tanto, en el análisis se debe abarcar lo relacionado con el ciclo de vida de un producto o servicio, desde los insumos y materias primas hasta el servicio o producto terminado.

De forma metodológica, la relación con el ciclo de vida se ha emprendido desde dos trayectorias dentro de las cuales se encuentran el enfoque de arriba hacia abajo o el enfoque corporativo (top-down) y un enfoque de abajo hacia arriba o enfoque de producto (bottom-up).

Tabla 3

Métodos de medición y reporte de emisiones de GEI, reducciones de emisiones y el progreso del objetivo

Tipo de medida de GEI	Países	Ciudades y jurisdicciones regionales	Compañías y organizaciones
Inventario de emisiones de GEI	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) Lineamientos para los inventarios nacionales de gas de efecto invernadero	Protocolo global para las emisiones a nivel comunidad (Global Protocol for Community Scale, GPC)	Estándar corporativo del Protocolo de GEI
Reducciones de GEI	Estándar de política y acción del Protocolo de GEI (para políticas y acciones) Protocolo de GEI para contabilidad de proyectos (para proyectos)		
Progreso de objetivos	Estándar de objetivos de mitigación del Protocolo de GEI		Estándar corporativo del Protocolo de GEI

Fuente: (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2014)

Soluciones de Bases Tecnológicas

En el siguiente apartado se define la información y metodologías dispuestas para el desarrollo de software.

Si bien, para el desarrollo de un software se cuenta con diferentes metodologías de desarrollo ágil, estas son una alternativa de las tradicionales que funcionan en cascada, es decir, siguen un proceso secuencial en una sola dirección y sin marcha atrás. En cambio, las metodologías ágiles tienen como objetivo reducir una posibilidad de fracaso por estimación de costos, tiempos y funcionalidades en proyectos que vivan un constante cambio.

Dentro de las metodologías ágiles para el desarrollo de software se encuentran:

La metodología Kanban, la cual es utilizada para visualizar el estado actual de un proyecto y el flujo de este, dividiendo lo en subtareas y al mismo tiempo colocándolas en un Kanban board. Esta permite al desarrollador ver en que está trabajando en determinado momento (Cranulo & Tanovic, 2019).

En esta metodología no existen roles específicos o procesos como los sprint en scrum. Kanban está basado en 5 principios fundamentales, entre los cuales se destacan:

Visualización. Es usado para representar cada paso y proceso claramente para mostrarle al equipo la situación actual.

Limitar Carga de Trabajo. Aliviar la carga de trabajo ayuda a priorizar las tareas y previene la acumulación de estas.

Constancia. Mantenerse en constante mejoramiento y estar enfocado en el flujo del proyecto.

Performance. Kanban siempre busca la perfección para mejorar el impacto positivo en el desempeño general de un proyecto.

Para la implementación del método de Kanban ser a través de un Kanban Board para visualizar todo el proceso de desarrollo, básicamente este tablero está conformado por seis columnas:

Pendiente. Donde la tarea esta puesta en cola.

Análisis. Donde se planea e identifica el requerimiento del usuario.

Diseño. Se inicia con la creación de la arquitectura detallada.

Seguro de Calidad. El feature está en revisión.

Desplegado. El feature ha sido aceptado e incluido dentro del lanzamiento de la aplicación.

Entre las columnas de Análisis, diseño, desarrollo y seguro de calidad, existirán dos sub-columnas, las cuales son:

Trabajo en Progreso. El feature está en proceso de desarrollo.

Hecho o Terminado. El feature se ha completado (Rahmat & Hanifiah, 2020).

La metodología Extreme programming, es una metodología que está enfocada en pair programming, permitiendo una extensa revisión del código, haciéndolo más simple, claro y limpio. Además, mantener un canal de comunicación frecuente entre el cliente y el programador. La intención de estar siempre en contacto es mejorar la calidad del software, incluso si cambian los requerimientos del cliente incluso en una etapa final del proyecto (Newkirk, 2002).

De acuerdo con los autores Sharma & Hasteer, (2016) esto mejora la calidad, productividad e introduce nuevos puntos de control todo basado en el feedback continuo del cliente. Esta metodología es conocida por ser un poderoso método de desarrollo ágil, el cual a lo largo del mundo ha sido reconocido no solo por manejar aspectos de gestión, sino que también abarca temas de ingeniería.

Esta como las demás, está diseñada para habilitar a un equipo de desarrollo la entrega de un producto de manera rápida mientras se mantiene la confianza en la calidad del producto (Sharma & Hasteer, 2016).

Una característica que hace llamativa esta metodología en su enfoque de testing automatizado de manera temprana en cada fase de desarrollo. Así mismo, mantiene ciclos incrementales de diseño y planeación, permitiendo continuamente al cliente estar involucrado en cada fase del desarrollo.

Extreme programming tiene cuatro valores fundamentales:

Comunicación. Muchas de las fallas de los proyectos se pueden atribuir a problemas de comunicación. Teniendo una buena comunicación entre miembros del equipo, cliente, programadores, se pueden obtener mejores resultados.

Simplicidad. ¿Qué es lo más simple que se podría trabajar? Se debe empezar hacer la implementación según los requerimientos que existan actualmente, no se debe anticipar los futuros requerimientos, permitir que todo llegue en su momento es la clave, ya que anticiparse algo que no llegase a existir podría resultar muy costoso.

Feedback. Las prácticas de XP están diseñadas para generar retroalimentación, prácticas como lanzamientos cortos, integración continua y pruebas que proveen una retroalimentación muy clara.

Coraje. Valor muy importante, XP desafía esta noción, pidiendo a los participantes que juegen a ganar. Se necesita coraje para saber cuándo es suficiente diseño o código por ahora y dejar que el futuro venga (Wellington, 2005).

Extreme programming implementa 12 prácticas, estas se llaman el círculo de vida, son el alma de XP, estas son:

Planificación. Determina el alcance de la siguiente iteración trabajando con clientes que proveen prioridades comerciales y reuniones con programadores para proporcionar estimaciones técnicas.

Versiones pequeñas. Tener el sistema en producción rápidamente es un factor clave para obtener comentarios sobre nuestro software.

Metáfora. comprender cómo funciona todo el sistema. Es importante que el cliente comprenda la metáfora junto con los programadores.

Diseño simple. Uno de los valores claves es la simplicidad. El sistema debe diseñar las funciones que se van a implementar hoy. El futuro no puede ser anticipado, ya que se pueden equivocar y cometer errores.

Pruebas. La retroalimentación es un punto clave, esto incluye pruebas unitarias que desarrollan los programadores y pruebas de aceptación que los clientes escriben. Las pruebas indican si se ha finalizado un requerimiento o no.

Refactorización. Los programadores son responsables de mejorar el diseño del software existente sin alterar su comportamiento. Esta refactorización son parte de las actividades diarias del programador.

Pair programming. Trabajar con un socio es un requisito al escribir código de producción.

Propiedad colectiva. cualquier miembro del equipo puede cambiar cualquier parte del sistema.

Integración continua. Los programadores integran y construyen software muchas veces al día.

Semana de 40 horas. Un mejor nombre seria trabajar hasta cansarse, pero se debe tener en cuenta que trabajar más de la cuenta seria agotador.

Cliente en el sitio. el cliente está en el equipo, debe estar disponible para responder preguntas en todo el tiempo, parte de su responsabilidad es escribir pruebas de aceptación.

Estándares de codificación. la comunicación es un valor clave, estos estándares mejoran la comunicación porque el código es consistente de una clase a otra (Chen & Wu, 2015).

Estado del arte

En este espacio se mencionan los antecedentes científicos que permiten reconocer la importancia de la metodología abordada en la investigación, así como evidencia reciente sobre estudios experimentales de la aplicación del GHG protocol y la medición de la huella de carbono en Universidades en Colombia y otros países.

De acuerdo con lo planteado por Lo-Iacono-Ferreira, et al., (2018) en su más reciente investigación, las instituciones de educación superior, como organizaciones complejas, presentan una gama ascendente de operaciones y actividades que pueden verse relacionadas o involucradas con las grandes contribuciones a los problemas de impacto ambiental relacionados con el cambio climático. Un ejemplo de esto en el contexto internacional representa la investigación de Adenle & Alshuwaikhat, (2017) en el cual identificaron la necesidad de la sostenibilidad del país a razón de las grandes amenazas para el cambio climático, considerando la importancia de la participación de la Universidad de Arabia Saudita.

Dentro de su estudio obtuvieron la estimación general de emisiones CO₂ para su campus universitario equivalente a 127,7 toneladas de CO₂ con las emisiones más bajas de 0.02 toneladas de CO₂ equivalente y su valor máximo de 20.9 toneladas de CO₂ equivalente.

Por medio de esta evaluación, identificaron que el uso de herramientas como la herramienta empleada basada en ArcGis es un evidente modelo integrado geográficamente que corrobora a la estimación del campus y la visualización de las emisiones de CO₂ que proporcionan la información para que se implementen estrategias viables que logren un estándar más alto en la sostenibilidad general del campus y emprender el problema del cambio climático.

Así mismo, en la Universidad Pertamina, en Indonesia, los autores Ridhosari &

Rahman, (2019) realizaron un estudio en el que determinaron la emisión total de carbono en tres áreas de alcance como el transporte, uso de electricidad y generación de desechos.

Para la estimación de la cantidad total de emisión de carbono de la eliminación de los residuos se desarrolló el método del modelo de reducción de residuos (WARM), utilizando la versión 13 de WARM que fue iniciada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), este modelo es capaz de rastrear e informar las emisiones de gases de efecto invernadero por medio de seis actividades de gestión de residuos como: compostaje, reducción de fuente, digestión anaeróbica, combustión, vertedero y reciclaje. Más aun, este modelo diferencia el factor de emisión en diferentes tipos de materiales (reconoce 54 tipos), para la investigación se clasificaron los residuos.

Para las emisiones de transporte se empleó el método de slovin, en el que el cálculo del aspecto de transporte de la huella de carbono fue dividido en los componentes de transporte para estudiantes, transportes para miembros de la facultad y el personal de apoyo académico y otros transportes de visitantes. Las emisiones del uso de electricidad fueron identificadas como el área más contribuyente a la fuente de emisión, produciendo un 92.3% de las emisiones totales de carbono, luego en transporte con un 6.66% y por último la generación de residuos con 1.04%. Finalmente, obtuvieron que la cantidad total de emisiones de CO₂ en el período académico de 2017 a 2018 fue de 1,351.98 MTCO₂ / año y que además la huella de carbono por persona en Universitas Pertamina fue igual a 0.52 MTCO₂ / año.

Por otra parte, Arioli, Bettella, & DAgosto, (2020) en estudio de una revisión sistemática centrada en 40 artículos determinaron que aún existe un camino para obtener un método que sea compatible a nivel mundial el cual requerirá de esfuerzos en conjunto entre las autoridades y los investigadores de las ciudades para que los protocolos internacionales sean

aún más compatibles con la disponibilidad de los datos de cada ciudad junto con las mejoras de la recopilación de los datos de las ciudades.

Ahora bien, en Latinoamérica han sido varias las investigaciones que se han desarrollado frente al abordaje metodológico del cálculo de la huella de carbono en el campus universitario. En Costa Rica, los autores Chavarria, et al., (2016) en su investigación titulada “Medición de la huella de carbono de la Universidad Nacional de Costa Rica para el periodo 2012 -2014. Rumbo al carbono neutral”, aplicaron la metodología avalada por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en la Universidad Nacional, utilizando los factores oficializados.

Esta universidad no incluyó en la medición del alcance III la movilidad de estudiantes y empleados entre sus hogares y la universidad. Así mismo, en Chile, los investigadores Yañez, Sinha, & Vásquez, (2019) en su más reciente publicación muestran los resultados de las mediciones de la huella de carbono en el año 2012 de la Universidad de Talca. Aplicaron la metodología dispuesta en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD).

Los resultados que obtuvieron en los alcances I y II representaron el 40% de las emisiones. Los autores concluyeron que las emisiones indirectas de alcance III fue el principal contribuyente a la huella de carbono y es el alcance más difícil de controlar debido a su realización con terceros, constituyendo el transporte de estudiantes y personal de la Universidad como uno de los factores principales en la medición de la Huella de Carbono. En Colombia, son contadas las universidades que han estimado la huella de carbono. Los autores Jordano, et al., (2015) utilizaron como referencia la Guía de cálculo de emisiones de gases de

efecto invernadero (GEI), publicado por la Oficina Catalana del Cambio Climático (OCCC). Tuvieron en cuenta los diferentes tipos de gases y vehículos, y la construcción de instalaciones.

La huella de carbono fue de 15.581,32 tonCO₂ para el 2015, la mayor producción fue a raíz del consumo de energía. En comparación con años anteriores la huella aumento. Ya que en el año anterior fue de 14.511,43. Los indicadores fueron tomados en su mayoría, del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente. Por otro lado, según el Informe de la Universidad Tecnológica de Pereira, (2019), del total de sus contribuciones al cambio climático, el 96,7% de las emisiones fueron de alcance III (residuos sólidos, viajes, movilidad, consumo de agua, papel, agua residual no tratada). La huella de carbono para el año 2017 fue de 8.969 ton de CO₂ equivalente. Entre el año 2015 y 2018 aumentaron un 1,4%.

Esto indica que se requerirían 113 zonas boscosas de 3,265 hectáreas para absorber el total de GEI emitido por la universidad, lo que equivale al 4,5% del área total del municipio de Pereira. Este estudio destaco que la huella de carbono emitida equivale a la producción de la electricidad necesaria para el consumo promedio de 40.997 hogares colombianos. Esta investigación da luces sobre acciones para reducir la huella de carbono desde la movilidad y la infraestructura. Del mismo modo, los autores Reyes & Panche, (2019) en su investigación “Determinación de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria”; seleccionaron y aplicaron dos metodologías de las evaluadas para la medición de la huella de carbono; las cuales son el GHG Protocol y la ISO 14064. Los factores de emisión fueron consultados en la UPME y la IPCC (Panel Intergubernamental del cambio climático).

Los autores realizaron un inventario de la vegetación de la universidad para relacionar la captura de CO₂ de estos, hicieron uso de la calculadora de Ecopetrol y la de parque arvi para comparar resultados con las metodologías implementadas. En los resultados obtenidos por las

dos calculadoras hay una diferencia de 4'770.984,6 kg CO₂/año debido al tipo de preguntas que realizan para determinar el valor. Los resultados de las calculadoras son mucho mayores a los de las metodologías de cálculo implementadas, ya que según el GHG protocol la HdC es 3'976.068,25 jg/ CO₂/año.

De la misma manera, otras universidades implementaron metodologías similares para el cálculo de la Huella de carbono, como para la Utadeo, los autores Manso, Parrado, & Aristizabal, (2017) obtuvieron una huella de carbono de 1688.365 ton CO₂ eq. El mayor aporte de vuelos e infraestructura. Concluyen que las cargas ambientales por uso de transporte pueden incrementar ampliamente el inventario de GEI, ya que los estudiantes se desplazan, en su mayoría, en servicio público desde diferentes barrios. Por otro lado, Torres, Carbo, & Lopez, (2017) demostraron que existe una correlación negativa entre la huella de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de la población, es decir cuando aumenta una, la otra empieza a disminuir.

Ahora bien, existen diversas calculadoras que permiten a modo individual determinar el aporte al carbono y métodos para mejorarla, sin embargo, el desarrollo de un software se enfocaría en calcular y almacenar la información relacionada con la cantidad de emisiones generadas por las actividades que se realizan en la Universidad de la Costa (CUC). Si bien, un factor común que existe entre diversos softwares o aplicaciones es el no permitir almacenar los datos facilitando su tabulación y análisis para hacer reducción de las emisiones generadas en un entorno, así mismo, los cálculos realizados dentro de estas plataformas son muy básicos puesto que obtener un cálculo detallado dentro de estas herramientas tiene costo.

Entre estas plataformas se encuentra Epa Web, (s.f.), en la cual se puede ingresar información basado en preguntas dadas por la plataforma y transforma los datos en emisiones

de gases de efecto invernadero. Global Footprint, (s.f.) Web, brinda información sobre el impacto en la huella del carbono a través de una encuesta y al final ofrece soluciones para disminuir la huella de carbono, estas son mostradas a través de tablas con resultados y animaciones que ilustran el comportamiento en determinado tiempo si el consumo se mantiene.

En el informe de Cali, (s.f.) la plataforma Cali Huella C Móvil promueve el desarrollo urbano bajo en carbono, a través de la medición de las actividades que realizan los ciudadanos a diario tales como el uso de energía, transporte terrestre y aéreo. Co2Cero, (s.f.) Web y Móvil permite hacer cálculos individuales, basados en preguntas personales sobre tipo de transporte, alimentación y actividades diarias, a través del cuestionario se muestran tips para concientizar sobre los comportamientos personales, al final muestra el resultado en el cual se sugiere como compensar las emisiones que se han generado por el desarrollo de las actividades.

La plataforma Terrapass, (s.f.) permite hacer cálculos y comparaciones basados en emisiones de vehículos, en lo cual ofrece una lista muy amplia de consumo y marcas de vehículos, en los cuales al final muestra todo el consumo discriminado por actividad y muestra el promedio de emisión de USA debido a que está enfocado a ese país, además se puede hacer una donación para plantar un número de árboles equivalentes al consumo que genere la plataforma. GreenApps, (s.f.) web es una plataforma web que enseña cómo reducir el impacto en la huella de carbono a través de artículos informativos o a través de videos informativos. Su objetivo es buscar, seleccionar, contextualizar y difundir material que permita contribuir a un bien común.

Si bien, cada día se generan toneladas de emisiones, las operaciones en diversos sectores no miden las consecuencias que estas mismas producen al medio ambiente, sin embargo, para la producción de ciertos insumos se han desarrollado tecnologías que permiten

medir la huella de carbono, un ejemplo de esto es el “software para calcular la huella de carbono e hídrica durante la producción de café” adoptada por los autores Sánchez-Medina y otros, (2018), este fue desarrollado a través de la metodología XP, permitiendo así un desarrollo ágil y con entregas a corto plazo, su objetivo es hacer operaciones basadas en zonas específicas teniendo en cuenta las variables del medio ambiente, realiza los cálculos de huellas ambientales y diferentes tipos de alertas para tomar acciones oportunas.

Uno de los temas para tener en cuenta en el desarrollo del software para el cálculo de la huella de carbono, son las normativas ambientales internacionales, sobre todo cuando se trata de producciones cuyo fin son la exportación de uno o más productos, en este caso se desarrolla un software para calcular el manejo de los procesos y así brindar una garantía de ser un producto de calidad. Esto es posible debido a que el software calcula la huella con “modelos de huellas certificables según el protocolo GHG y el estándar PAS 2050” y así realiza un análisis de la información y encuentra los riesgos que afecten con su producción y exportación (Sánchez-Medina, Medina, & Cabrera-Medina, 2017).

Un aplicativo similar al software es AIR.E HDC, este es un software que lleva a cabo el estudio de las emisiones GEI cumpliendo estándares internacionales tales como ISO 14064, ISO 14067, GHG Protocol o PAS 2050. Este es basado en una interfaz sencilla que genera versiones de una huella de carbono a través de un ciclo de vida reflejando un inventario de emisiones. Así mismo, tiene en cuenta factores de emisiones tomados de fuentes reconocidas a nivel nacional e internacional tales como OECC o IDAE y también DEFRA o GHG Protocol. Al final el proceso, siempre muestra un monitoreo en tiempo real de los indicadores, cada vez que es modificado un proceso o se altera un dato, permitiendo así realizar comparativas con la información adquirida (Solidforest, s.f.).

No obstante, a pesar de que existen diferentes softwares o aplicativos que realizan el cálculo de la huella de carbono, son pocos los que realizan un estudio en cuanto a la HdC corporativa enfocada en la totalidad de las actividades que se realizan en las instituciones de educación superior, las herramientas existentes son enfocadas más que todo en la HdC bien sea personal, de actividades en específico, y de productos.

Uno de los softwares enfocados en la HdC de productos es CES EduPack el cual es un programa que al inicio es una herramienta para selección de materiales donde se relaciona una amplia base de datos con la información en detalle de los materiales y sus procesos de transformación, este además integra un módulo para el cálculo de la huella de carbono y la sostenibilidad del producto que se incluya en la herramienta. Es un software que brinda mucha ayuda en cuanto a las emisiones generadas por un producto y brinda la información de forma detallada de la huella de carbono total y pormenorizado según los materiales, procesos de fabricación, transporte, y demás, con tablas y gráficos (Muñoz, 2016).

Del mismo modo, en su estudio realizado por el autor Lysiak, (2018), nombrado como la huella de carbono de producción agrícola, implementaron el uso de los protocolos de la norma ISO 14057 junto al software Simapro versión 8.0.2 el cual es una herramienta que indaga el fomento de un cambio sostenible. Está enfocada en ciencia sólida y pensamientos de ciclo de vida, el software de sustentabilidad es excelente para diseñadores de productos, tomadores de decisiones y expertos en sustentabilidad.

La perspectiva del software Simapro versión 8.0.2 se fundamenta en los hechos proporcionando así la información necesaria para la toma de decisiones, potenciamiento de mejores opciones y la reducción de las huellas ambientales de los productos y servicios. Cabe destacar que, a pesar de ser una excelente herramienta, esta al igual que los softwares antes

mencionados, tienen un costo para poder optar por el beneficio que brindan y que además se omiten muchas de las actividades que se realizan en una organización (SimaPro, 2015).

Diseño Metodológico

Esta investigación se desarrolla teniendo en cuenta los términos del tipo de investigación descriptiva de enfoque cuantitativo, debido a que se recolectan datos o componentes sobre diferentes aspectos de las actividades desarrolladas por la Universidad de la Costa y se realiza una medición y análisis de estos.

“La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2003).

Los estudios descriptivos miden de manera más bien independiente los conceptos o variables a los que se refieren y centran en medir con la mayor precisión posible.

Así mismo, la investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que es necesario para calcular algunas variables y poder analizar los resultados de las encuestas que se aplicaron al personal administrativo, docente, estudiantil y de servicios generales de la universidad.

“El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas, confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003).

En el marco de la presente investigación se busca dar cumplimiento a los objetivos propuestos, tomando como base los lineamientos técnicos definidos por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GreenHouse Gas Protocol): Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, desarrollado por el World Resources Institute (WRI) en compañía con el World Business Council on Sustainable Development (WBCSD), el cual se desarrolló en 5 Fases o

etapas tomando como escenario de estudio las actividades realizadas en la Universidad de la Costa – CUC.

Tabla 4

Fases que dan cumplimiento a los objetivos propuestos.

OBJETIVO	FASE O ACTIVIDAD
<i>Definir el contexto operacional de acuerdo con la disponibilidad de los datos de entrada</i>	Fase 1. Construcción de supuestos y modelos de cálculo y Fase 2. Recopilación y análisis de la información
<i>Cuantificar las emisiones de GEI</i>	Fase 2. Recopilación y análisis de información y Fase 3. Cálculo de la huella de carbono
<i>Proponer estrategias para reducir y/o compensar las emisiones de GEI</i>	Fase 4. Formulación de estrategias de mejora para la gestión del CO2
<i>Desarrollar una solución de base tecnológica para calcular la huella de carbono</i>	Fase 5. Estructuración de solución tecnológica para la medición de la huella de carbono

Fase 1. Construcción de Supuestos y Modelos de Cálculo

En esta primera fase, se definieron los límites organizacionales y operacionales de la organización, luego se seleccionó el año base y de referencia sobre el cual se realizó el cálculo. Posteriormente, se categorizaron las fuentes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) dentro de los límites de la organización en función a su alcance, seguidamente, se seleccionó el método de cálculo más exacto que se encontraba a disposición y apropiado para el contexto del reporte.

Fase 2. Recopilación y Análisis de la Información

En esta fase se recolectaron todos los datos relacionados a la cuantificación de emisiones de GEI en función a su alcance a través de información primaria. Se realizó un inventario con base en las directrices establecidas en el protocolo. Así mismo, se escogieron los factores de emisión en base a la información recolectada.

Fase 3. Cálculo de la Huella de Carbono

El cálculo se realizó con base a los datos obtenidos de la actividad y la aplicación de las siguientes formulas:

Emisiones de Alcance I, Emisiones Directas.

Recarga de Extintores. Para el cálculo de las emisiones provenientes de los equipos de gases contra incendio se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 1.

Producción de CO2 de recargas de equipos contra incendios.

$$\begin{aligned} \text{Emisiones de extintores(KgCO}_2\text{)} \\ = \text{Kg de agente extintor} \times \text{número de extintores} \times 1 \\ \times \text{factor de emisión} \end{aligned}$$

$$\text{Emisiones de extintores(TonCO}_{2\text{eq})} = \text{Emisiones de extintores(KgCO}_2\text{)}/1000$$

Donde,

Kg de agente extintor, es la capacidad en Kg del tipo de extintor.

Número de extintores, es la cantidad de extintores.

Uno (1), número de recargas de extintores.

Factor de emisión, de acuerdo con el tipo de extintor.

Emisiones de Alcance II, Emisiones Indirectas

Energía Eléctrica. Para el cálculo de las emisiones provenientes del consumo de energía eléctrica, se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 2.

Producción de CO₂/año de consumo de energía eléctrica.

$$\begin{aligned} & \text{Emisiones de energía eléctrica (TonCO}_{2eq}) \\ & = \text{dato de consumo de energía anual} \times \text{factor de emisión} \end{aligned}$$

Emisiones de Alcance III, otras Emisiones Indirectas

Movilidad de Docentes, Estudiantes y Administrativos. Para el cálculo de las emisiones de alcance III, la actividad de movilidad se divide en transporte masivo y particular, en el caso del personal administrativo, servicios generales, docente y estudiantil que utiliza transporte particular para movilizarse hacia la universidad, se utiliza las siguientes ecuaciones:

Ecuación 3.

Cálculo de volumen/día consumido por la comunidad universitaria.

$$\text{Consumo del trayecto(galones)} = (\text{km trayecto} \times 2 \times \text{eficiencia de consumo})/3,7854$$

Ecuación 4.

Cálculo de veces a las que se dirige la comunidad a la universidad en el año.

n° veces que conduce

$$= n^{\circ} \text{ veces que conduce a la semana} \times n^{\circ} \text{ de semanas laborales semestral}$$

Ecuación 5.

Cálculo de emisiones de los gases de efecto invernadero CO₂, NO₂ y CH₄.

Emisiones de CO₂

$$= \text{consumo del trayecto} \times n^{\circ} \text{ veces que conduce} \\ \times \text{factor de emisión de CO}_2 \text{ del combustible}$$

Emisiones de NO₂

$$= \text{consumo del trayecto} \times n^{\circ} \text{ veces que conduce} \\ \times \text{factor de emisión de NO}_2 \text{ del combustible}$$

Emisiones de CH₄

$$= \text{consumo del trayecto} \times n^{\circ} \text{ veces que conduce} \\ \times \text{factor de emisión de CH}_4 \text{ del combustible}$$

Ecuación 6.

Generación de CO₂ de consumo de combustible de la comunidad universitaria que utiliza transporte particular.

Emisiones (TonCO_{2eq})

$$= (\text{Emisiones de CO}_2 + \text{Emisiones de NO}_2 + \text{Emisiones de CH}_4)/1000$$

Donde,

Km trayecto, es la distancia recorrida en kilómetros desde el punto de partida hasta la Universidad de la Costa. Se multiplica por 2 teniendo en cuenta el trayecto de ida y el de vuelta.

Eficiencia del consumo de combustible, es el rendimiento del vehículo en litros, este varía según el modelo del vehículo y está determinado en la ficha técnica del vehículo.

3,7854, es el factor de conversión de litros a galones

Número de veces que conduce a la semana, se refiere al número de veces en la semana que viaja hasta la universidad.

Numero de semanas laborales del semestre, depende del rol (docente, estudiante, administrativo) y este varía de acuerdo al año que se esté evaluando.

Para el caso del personal que utiliza transporte masivo para movilizarse a la universidad, se utilizan las siguientes ecuaciones:

Ecuación 7

Cálculo de número de veces a la que la comunidad asiste a la universidad en el año.

$$\begin{aligned} & \text{N}^\circ \text{ de veces que asiste a la Universidad en el año} \\ & = \text{n}^\circ \text{ de veces que asiste semestre 1} + \text{n}^\circ \text{ de veces que asiste semestre 2} \end{aligned}$$

Ecuación 8

Cálculo de emisiones de GEI en el uso de transporte masivo.

Emisiones de CO₂

$$\begin{aligned} & = \text{km trayecto} * 2 * \text{n}^\circ \text{ veces que asiste a la universidad al año} \\ & * \text{factor de emisión del combustible CO}_2 \end{aligned}$$

Emisiones de CH₄

$$\begin{aligned} & = \text{km trayecto} * 2 * \text{n}^\circ \text{ veces que asiste a la universidad al año} \\ & * \text{factor de emisión del combustible CH}_4 \end{aligned}$$

Emisiones de NO₂

$$\begin{aligned} & = \text{km trayecto} * 2 * \text{n}^\circ \text{ veces que asiste a la universidad al año} \\ & * \text{factor de emisión del combustible NO}_2 \end{aligned}$$

Ecuación 9

Generación de CO₂ del consumo de combustible de la comunidad universitaria que utiliza transporte masivo.

Emisiones TonCO₂eq

$$= \text{Emisiones de CO}_2 + \text{Emisiones de NO}_2 + \text{Emisiones de CH}_4/1000$$

Residuos Sólidos, Posconsumo y Peligrosos.

Ecuación 10

Cálculo de emisiones de GEI de residuos.

$$\frac{\text{CO}_2\text{eq}}{\text{Ton}} = \text{Kg de residuos} * \text{Factor de emision}$$

Ecuación 11

Cálculo del factor de emisión para incineración de residuos peligrosos industriales.

$$\text{FeCO}_2\text{inc} = \text{FMS} * \text{FCT} * \text{FCF} * \text{FO} * 44/12$$

Donde,

FMS, Fracción de materia seca en los residuos.

FCT, Fracción de carbono total en materia seca.

FCF, Fracción de carbono fósil en el carbono total.

FO, Factor de oxidación.

Se evaluaron las ecuaciones antes mencionadas con la ayuda de la herramienta de cálculo

(Excel). Luego, se sumaron las emisiones de la misma categoría (emisiones directas, emisiones indirectas por energía y otras emisiones indirectas) para así, hallar la huella de carbono.

Fase 4. Formulación de Estrategias de Mejora para Gestión del CO2

A partir del cálculo de la huella de carbono de cada categoría, se identificaron las actividades críticas, es decir, aquellas actividades con mayor generación de emisiones de GEI a las cuales se le establecen estrategias de mejora para la reducción y/o compensación de dicha emisión las cuales se encuentran inmersas en el apartado de resultados, fase 4.

Fase 5. Estructuración de Solución Tecnológica para la Medición de la Huella de Carbono

Durante el desarrollo del presente estudio, se adelantó el desarrollo de la solución en base tecnológica, con el que se finaliza la entrega de los requerimientos funcionales estipulados. A continuación, se dará conocimiento de las herramientas y metodología utilizada para la elaboración del software el cual posibilitará el cálculo de la huella de carbono de los años siguientes y los evaluados 2019 y 2020.

Levantamiento de los Requerimientos

Se realizaron reuniones con el fin de tener clara las funcionalidades que se llevaron a cabo en la herramienta, estas, fueron administradas bajo la metodología de Kanban board y Extreme programming con la finalidad de dar una visibilidad de manera incremental y estado del proyecto.

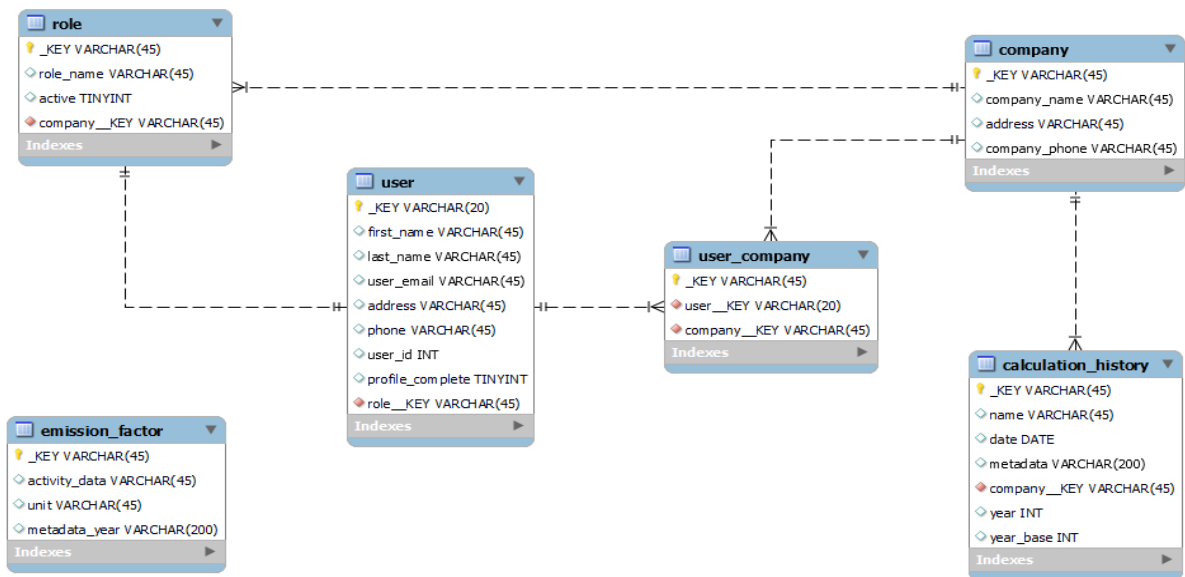
Base de Datos

La base de datos fue desplegada en SBX, el cual proporciona una interfaz amigable al usuario de fácil acceso proporcionando los diferentes servicios para el manejo de toda la información, permitiendo así, desarrollar una aplicación de manera ágil, sencilla y segura.

Teniendo en cuenta los requerimientos del equipo de trabajo, se realizó el diseño e implementación de la base de datos, los cuales se adjuntan a continuación, en el anexo 1 se observa la representación de los modelos de nuestro software.

Figura 2

Diseño de bases de datos.



Fuente propia

Desarrollo de la Herramienta

Al levantar los requerimientos funcionales, no funcionales de la aplicación y obtener el diseño de base de datos, se inició el proyecto con la ayuda del administrador de paquetes npm. Se utilizó React.JS como framework front-end de la mano de SBX como PaaS, facilitando así el manejo de información, servicios y usabilidad a través de la aplicación.

Durante el desarrollo, se utilizaron proveedores de infraestructura en la nube como Google Cloud para la implementación de su servicio de matrices de distancia el cual es de gran

utilidad en los cálculos de la aplicación. Además de Google, se implementaron diferentes librerías a través de npm (administrador de paquetes) para facilitar la implementación de cálculos y graficar los mismos. Tales como Chart.JS o librerías de manejo de formularios que permitieron el desarrollo ágil y dinámico de los diferentes análisis.

Finalmente, la implementación de SBX como motor, gestor y administrador de archivos fue clave para facilitar el desarrollo, empaquetamiento de los archivos y lanzamiento de la plataforma para ser pública en la web, de fácil acceso para los usuarios, con disponibilidad en tiempo real de toda la información ingresada y almacenada en el mismo.

Metodología de Desarrollo

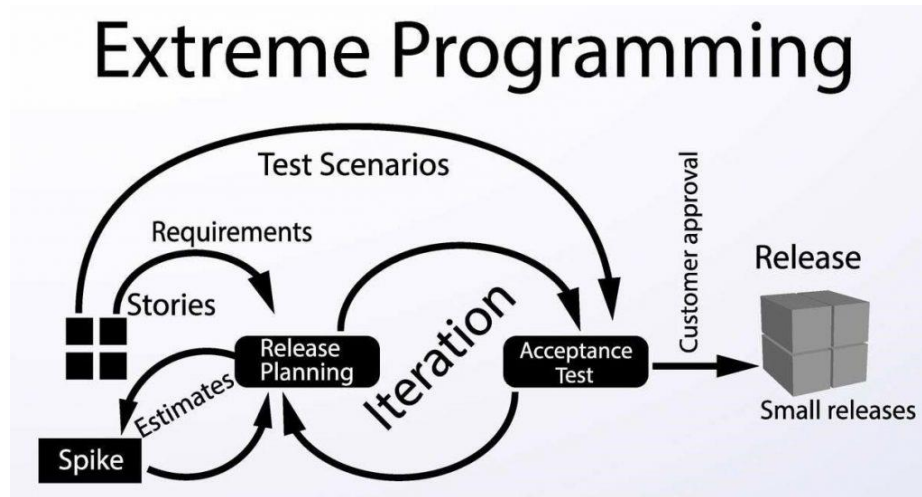
Para la planeación de esta herramienta, se hizo uso de las metodologías Kanban Board y Extreme Programming, las cuales permitieron llevar una planeación y un plan de trabajo organizado en tareas o tickets asignados, basado en una funcionalidad de manera incremental, permitiendo recibir una retroalimentación por parte del equipo de trabajo en caso de requerir alguna corrección.

Se presenta adjunto las definiciones de las metodologías empleadas y el tablero mediante el cual se realizó la planeación y entrega de los diferentes requerimientos de la aplicación.

Extreme Programming. es una metodología que está enfocada en pair programming, permitiendo una extensa revisión del código, haciéndolo más simple, claro y limpio, además de mantener un canal de comunicación frecuente entre el cliente y el programador. La intención de estar siempre en contacto es mejorar la calidad del software, incluso si cambian los requerimientos del cliente en una etapa final del proyecto.

Figura 3

Metodología de desarrollo de software Extreme Programming.



Fuente: (Digité Inc, 2021)

Kanban. La metodología Kanban es utilizada para visualizar el estado actual de un proyecto y el flujo de este, dividiéndolo en subtareas y al mismo tiempo colocándolas en un Kanban board. Esta permite al desarrollador ver el trabajo en determinado momento (ver anexo 2).

Resultados

Los resultados de esta investigación permiten conocer las toneladas de CO₂ emitidas durante los años de referencia 2019 y 2020 en la Universidad de la Costa, dadas en unidades de TonCO₂eq/año para los alcances I, II y II de acuerdo con lo definido por el protocolo para inventario de gases de efecto invernadero (GHG Protocol) y las directrices del IPCC 2006.

A continuación, se observa el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero realizado a la Universidad de la Costa, el cual permite la definición de la línea base útil para la estructuración y elaboración de la solución tecnológica que posibilita los seguimientos y monitoreos de la huella de carbono institucional próximos a realizar. Los resultados se presentan según las fases ejecutadas en la investigación.

A continuación, se muestran los resultados por fases

Fase 1. Construcción de Supuestos y Modelos de Cálculos

Área de Interés

La Universidad de la Costa – CUC, se encuentra ubicada en la zona del centro oriental, en el barrio Montecristo de la Ciudad de Barranquilla Atlántico, con coordenadas geográficas 10°59'41.14"N 74°47'27.88"O. Para la elaboración del mapa de área de interés, se empleó el software ArcGIS PRO, en el cual se visualiza la localización y ubicación de la universidad como se observa en la Figura 4. Si bien, el área de influencia abarca el departamento del Atlántico teniendo en cuenta la actividad de movilidad en el alcance III, partiendo de que la comunidad CUC reside en diferentes municipios del departamento antes mencionado.

Figura 4

Mapa de localización y ubicación de la Universidad de la Costa - CUC.



Fuente propia

Limites Organizacionales

El límite espacial abarca todos las edificaciones que se encuentran dentro de la Universidad de la Costa sede principal. Para el desarrollo del inventario de GEI el límite temporal son los años 2019 y 2020, y, para próximos estudios comparativos estos son los años base.

Limites Operacionales

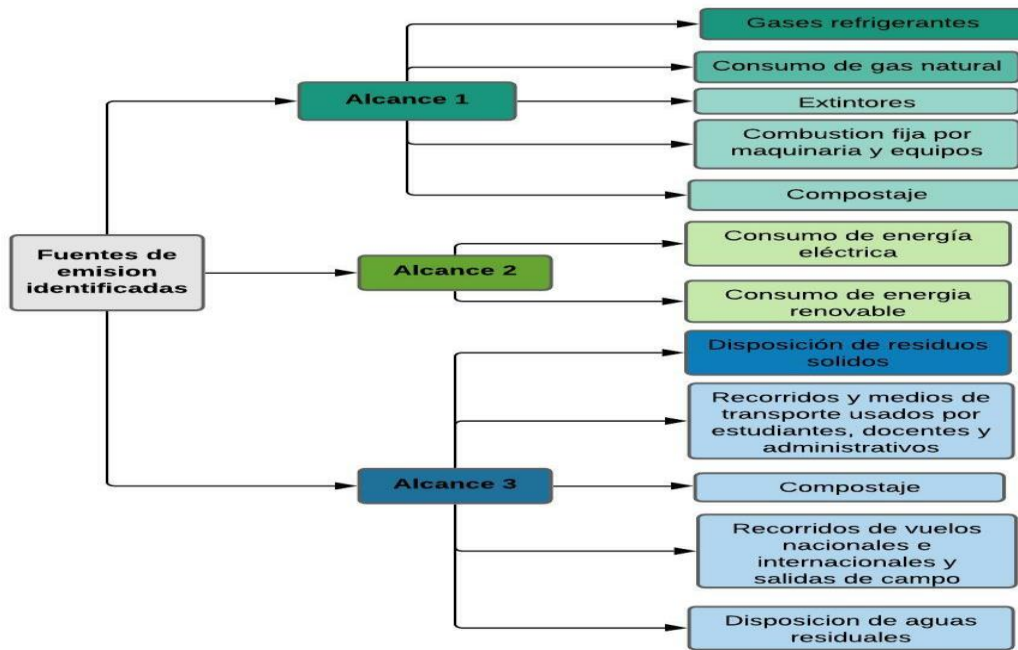
Se llevó a cabo un análisis preliminar del contexto operacional a través de una encuesta realizada al personal administrativo y de servicios generales, como instrumento para contextualizar a los investigadores sobre aquellos elementos claves a incluir en el desarrollo del inventario de gases de efecto invernadero de acuerdo a la disponibilidad de información requerida y así establecer los límites operacionales de la Universidad de la Costa sede principal identificando las emisiones y clasificándolas por alcance.

Identificación de Fuentes de Emisión

Teniendo en cuenta la metodología definida por el protocolo para inventario de gases de efecto invernadero (GHG Protocol) y las directrices del IPCC 2006, se establece la identificación de emisiones, donde se desarrolla la fragmentación de criterios en tres secciones, primeramente, las emisiones directas de alcance I, en segundo término, las emisiones indirectas por energía de alcance II y en última instancia, otras emisiones indirectas de alcance III, las cuales se observan en la Figura 5.

Figura 5

Diagrama de fuentes de emisión identificadas para los alcances I, II y III.



Nota: la actividad de compostaje se identifica en alcance I y III en caso de que la universidad done sus residuos para realizar dicha actividad y/o a su vez, implementa el uso de una compostadora.

Al disponer los límites operacionales de la organización, se definen las fuentes de emisiones asociadas a los Gases de Efecto Invernadero para tener en cuenta, establecidos por el GHG Protocol, estos son CO₂, CH₄, NO₂, HFC, PFC, y SF₆. En la Tabla 5 se exponen los límites operacionales que generan Gases de Efecto invernadero producto de las fuentes identificadas por las actividades que se llevan a cabo en la Universidad de la Costa.

Tabla 5

Gases de Efecto Invernadero generados por las fuentes de emisiones de Alcance I, II Y III.

Tipo de emisión	Categoría de fuente	Fuentes de emisión	GEI Asociado					
			CO ₂	C H ₄	NO ₂	HFC	PFC	SF ₆
ALCANCE I: Emisiones directas	Emisión fugitiva	Equipos de extinción de incendio	X			X	X	
	Emisión fugitiva	Gases refrigerantes				X	X	
	Combustión fija	Consumo de combustibles de máquinas y equipo	X	X	X			
	Combustión móvil	Viajes nacionales e internacionales	X					
	Tratamiento y/o disposición final	Compostaje	X	X	X			

Tipo de emisión	Categoría de fuente	Fuentes de emisión	GEI Asociado					
			CO2	C H4	NO2	HFC	PFC	SF6
II: Emisiones indirectas	ALCANCE	Consumo de energía eléctrica	X					
	Mix energético	Energía por paneles solares						
	Energía renovable	Uso de Combustión móvil	X	X	X			
III: Otras emisiones indirectas	ALCANCE	Transporte por comunidad universitaria						
	Gestión de residuos sólidos generados	Tratamiento y/o disposición final		X				
	Emisiones fugitivas	Tratamiento de aguas residuales	X	X	X			

Fase 2. Recopilación y Análisis de la Información

Para el desarrollo de esta fase se recopilan todos los datos relacionados a la cuantificación de emisiones de GEI en función de los alcances identificados. Esta información se solicita al encargado del Sistema de Gestión Ambiental del Departamento de Calidad y Desarrollo, Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), Departamento de Tecnología, Departamento de Planeación y Mantenimiento, y auxiliar de Vicerrectoría Administrativa. Con base a esto, se realiza el inventario y se investigan los

factores de emisión establecidos por bases de datos nacionales como la calculadora FECOC, Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Instituto Meteorológico Nacional, ISAGEN, Carbon Emission Calculator (ICAO) y Corporación Ambiental empresarial y filial, Cámara de Comercio de Bogotá.

Cabe destacar que de las fuentes de emisiones identificadas en la Figura 5, no se obtuvieron datos de consumo de gas natural, consumo de gas refrigerantes R22, R410 y R410A, consumo de combustibles fósiles por la combustión fija por maquinaria y equipos, cantidad de residuos empleados para compostaje, cantidad de energía generada de fuentes de energía renovable y cantidad de agua en disposición de tratamiento de aguas residuales, a causa de la falta de información, por lo que se excluyeron en el inventario de emisión de GEI para el 2019 y 2020 pero se integraron en la herramienta de seguimiento y reporte para futuras mediciones.

Datos y Factores de Emisión

Alcance I: Emisiones Fugitivas.

Recarga de Extintores. Se tiene en cuenta las recargas que se le realizan a todos los extintores que se encuentran dentro de las instalaciones de la Universidad de la Costa sede principal, para este caso específico la Universidad utiliza extintores de Solkaflam, H₂O, ABC y CO₂. Esta información la suministra el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para obtener la información puntual de los datos de interés, estos se convierten previamente en unidades de Kilogramos ya que en los informes se encuentran en Libras, luego se clasifican de acuerdo con el tipo de equipo de gas contra incendio y la capacidad de este, lo cual se observa en la Tabla 6.

Los extintores de agua y de polvo químico seco (ABC) son agentes limpios debido a que no emiten GEI.

El CO₂ como agente extintor, tiene como factor de emisión (FE) 1, puesto que se calcula de manera directa ya que el balance de masas se produce directamente sobre el CO₂ de los equipos (ISAGEN, 2018).

El Solkaflam no cuenta con factor de emisión, pero para calcular las emisiones de CO₂, se toma como referencia su potencial de calentamiento global (GWP). El agente extintor usado es el gas diclorotrifluoroetano (HCFC-123) y su GWP es 79 (ISAGEN, 2018). En la Tabla 6 se observa el inventario de los equipos contra incendios que posee la institución.

Tabla 6

Unidades y tipos de extintores existentes en la Universidad de la Costa.

RECARGA DE EXTINTORES				
AÑO	AGENTE EXTINTOR	CAPACIDAD (kg)	UNIDADES	CANTIDADES TOTALES (kg)
2019	Solkaflam	3,7	103	381,1
	Solkaflam	9	19	171
	ABC	4,5	50	225
	ABC	9,1	5	45,5
	CO ₂	6,8	7	47,6
	CO ₂	9	1	9
	CO ₂	4,5	7	31,5
	Solkaflam	3,7	103	381,1
	Solkaflam	9	19	171
	ABC	4,5	50	225

RECARGA DE EXTINTORES				
AÑO	AGENTE EXTINTOR	CAPACIDAD (kg)	UNIDADES	CANTIDADES TOTALES (kg)
2020	ABC	9,1	5	45,5
	CO2	6,8	7	47,6
	CO2	9	1	9
	CO2	4,5	7	31,5

Alcance II: Emisiones Indirectas.

Consumo de Energía Eléctrica. El consumo de energía eléctrica en la Universidad de la Costa se debe al uso de equipos, alumbrado y climatización de todas las áreas.

La información del consumo de energía se toma de los documentos de desempeño ambiental del Sistema de Gestión Ambiental, donde se lleva el registro de los datos contenidos en los recibos emitidos por la empresa prestadora del servicio, el consumo de electricidad de los bloques 11 y 12 no se toman en cuenta a razón de que no se obtuvo el registro de los recibos de energía eléctrica. Cabe destacar que los datos se suministran en unidades de Kwh, los cuales se convierten a Mwh para proceder a realizar el cálculo de las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica.

Tabla 7

Consumo total de energía eléctrica de la Universidad de la Costa para los años 2019 y 2020.

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

DATO DE		
AÑO	ACTIVIDAD	UNIDADES
2019	1912363	Kwh/año
2020	198000	Kwh/año

El factor de emisión empleado para electricidad proviene de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) y tiene un valor de 0,166 TonCO₂eq/MWh para el año 2019. Para el año 2020 se actualizó el factor de emisión aumentando a un valor de 0,203 TonCO₂eq/MWh.

Alcance III: Otras Emisiones Indirectas.

Combustión Móvil: Desplazamiento de Estudiantes, Docentes y Administrativos Hacia la Universidad. Para la recopilación de información de movilidad terrestre, se realiza una clasificación del personal que ha asistido a la Universidad de la Costa en los años base y de referencia. Según esto, se determina la población de estudio y se emplea una encuesta con el fin de conocer los puntos de partida de recorrido hasta la Universidad, medios de transporte, frecuencia de asistencia a la universidad y demás datos que permiten realizar el cálculo del consumo de combustible.

En la encuesta, difundida por el noticiero de la Universidad de la Costa y por el Sistema de Gestión Ambiental a la población determinada, participaron 654 personas en 5 meses de aplicación de la encuesta. Cabe mencionar que no se logró obtener el número de encuestados esperados (928 encuestados) ya que no se obtuvo una participación mayor por parte de la comunidad universitaria.

De los datos obtenidos, se excluyeron 444 personas de la encuesta, ya que no brindaron la información adecuada y necesaria para el cálculo de movilidad. Por esta razón, el número de personas encuestadas que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del cálculo es de 210.

Los datos para el cálculo de movilidad se dividieron por medio de transporte particular y transporte masivo. Para el transporte en vehículo particular, el dato necesario para el cálculo es el consumo de combustible del personal. Para realizar los cálculos de estas actividades, se hizo indispensable investigar la eficiencia del consumo de combustible de los diferentes modelos de autos y calcular los km recorridos del personal que no brindó la información pertinente.

Tabla 8

Consumo de combustibles del personal que usa vehículo particular.

<i>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (Gal)</i>		
<i>Comunidad universitaria</i>	Año 2019	Año 2020
<i>Estudiantes</i>	348715,74	166343,44
<i>Administrativos</i>	344364,58	164708,46
<i>Docentes</i>	354044,02	169629,22

Los factores de emisión usados se clasifican por tipo de combustible y son los establecidos por la UPME en su calculadora FECOC.

Tabla 9

Factores de emisión para combustibles corriente y diésel.

TIPO DE COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISION (Kg CO2/Gal)	FACTOR DE EMISION (Kg CH4/Gal)	FACTOR DE EMISION (Kg NO2/Gal)
Corriente	8,808	0,293	0,028
Diesel	10,149	0,037	0,037

El dato necesario para el cálculo de transporte masivo son los kilómetros recorridos en los años de estudio.

Tabla 10

Recorridos de la comunidad universitaria por año en kilómetros.

RECORRIDOS ANUALES (Km)		
<i>Comunidad universitaria</i>	Año 2019	Año 2020
<i>Estudiantes</i>	234870,48	88322,1
<i>Administrativos</i>	233311,98	96768
<i>Docentes</i>	255551,34	100169,6

Los factores de emisión están determinados para el combustible diésel teniendo en cuenta que en Colombia la gran mayoría de autobuses utilizan combustible diésel. Los FE son los establecidos por el IPCC.

Tabla 11

Factores de emisión para combustible diésel.

TIPO DE COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (g CO2/Km)	FACTOR DE EMISIÓN (g CH4/Km)	FACTOR DE EMISIÓN (g NO2/Km)
Diesel	1,81	0,175	0,03

No se tiene en cuenta los viajes aéreos en representación de la universidad en congresos o eventos académicos nacionales e internacionales ni los viajes de las diferentes salidas de campo ya que no se cuenta con base de datos ni registros de la información necesaria para el cálculo.

Tratamiento y/o Disposición Final de Residuos Sólidos. Se tiene en cuenta la generación de los diferentes tipos de residuos durante los años base, reportado en el informe de desempeño ambiental del Sistema de Gestión Ambiental.

La Universidad de la Costa clasifica la información por tipo de residuo, de forma que, (1) los residuos aprovechables por servicios generales están conformados por: plástico, papel, cartón, plegadiza, vidrios, hierros, periódico, satinado, aluminio, unidad, radiador, motores, acero, bronce, pasta y otros. Los Residuos aprovechables por la comunidad institucional son: plástico, pet, papel, cartón, plegadiza, vidrios, hierro, latón, periódico, vasos desechables, bolsas, pet pony, tapas para sanar y otros. (2) Los residuos peligrosos, dentro de los cuales están los biosanitarios, químicos, silica, serpentines, ACPM, vidrios, lixiviados, aguas residuales, pintura, recipientes, derivados de HC, icopor. (3) Residuos posconsumo: iluminación, pilas, baterías scrap, baterías, Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y (4) Los residuos ordinarios, que son todos los residuos ordinarios, domiciliarios generados por la comunidad universitaria.

Tabla 12

Kilogramos de residuos generados por año en la Universidad de la Costa.

KG DE RESIDUOS GENERADOS POR AÑO

<i>Tipo de residuo</i>	Año 2019	Año 2020
<i>Residuos aprovechables</i>	32123,61	11997
<i>Residuos peligrosos</i>	624	507,6
<i>Residuos posconsumo</i>	2040,5	28
<i>Residuos domiciliarios</i>	324500	164248,5
<i>Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</i>	2383	468,5

El factor de emisión para los residuos aprovechables, posconsumo, RAEES, ordinarios, RCD, fueron tomados del DEFRA 2016 4th Assessment report, y el de incineración de residuos peligrosos industriales fue calculado con los valores expuestos en el perfeccionamiento de 2019 de las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Está relacionado en la ecuación 11.

Tabla 13

Factores de emisión para residuos.

FACTORES DE EMISION PARA RESIDUOS				
<i>Tipo de residuo</i>	Tratamiento	Año 2019	Año 2020	Unidades
<i>Residuos aprovechables</i>	Aprovechamiento	21	21	KgCO ₂ eq/Ton
<i>Residuos peligrosos</i>	Incineración	1,65	1,65	KgCO ₂ eq/kg
<i>Residuos posconsumo</i>	Aprovechamiento	65	65	KgCO ₂ eq/Ton
<i>Residuos domiciliarios</i>	Relleno sanitario	421	421	KgCO ₂ eq/Ton
<i>Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</i>	Aprovechamiento	21	21	KgCO ₂ eq/Ton

Cabe destacar que hay algunas actividades que se identificaron como fuentes de emisión de los diferentes alcances, pero se excluyeron del cálculo por falta de información puesto que ningún área de la Universidad contiene registro de los datos necesarios para el cálculo. De igual manera, en algunos casos, la información fue solicitada y no se tuvo respuesta por parte de la Universidad. Las actividades que se omitieron fueron: emisiones de gases refrigerantes, consumo de gas natural, combustión fija por maquinaria y equipos, compostaje, consumo de energía renovable, disposición de aguas residuales y los recorridos de vuelos nacionales e internaciones y salidas de campo.

Fase 3. Cálculo de la Huella de Carbono

Con base a los datos obtenidos en la fase 2, se realiza el cálculo de las emisiones de GEI para cada uno de los alcances determinados. Para esto, se aplica una herramienta de cálculo Excel donde se asocian las actividades desarrolladas por la universidad con el tipo de gas de efecto invernadero que emiten. Del mismo modo, se desarrolla la ficha técnica de los factores de emisión y la compilación de datos de actividades de los años base y de referencia 2019 y 2020 (ver anexo 9).

El protocolo de Gases de Efecto Invernadero establece que para calcular las emisiones se debe multiplicar el dato de actividad por el factor de emisión, el cual convierte dicho dato de actividad en las emisiones de dióxido de carbono equivalentes emitidas a la atmósfera.

Tabla 14

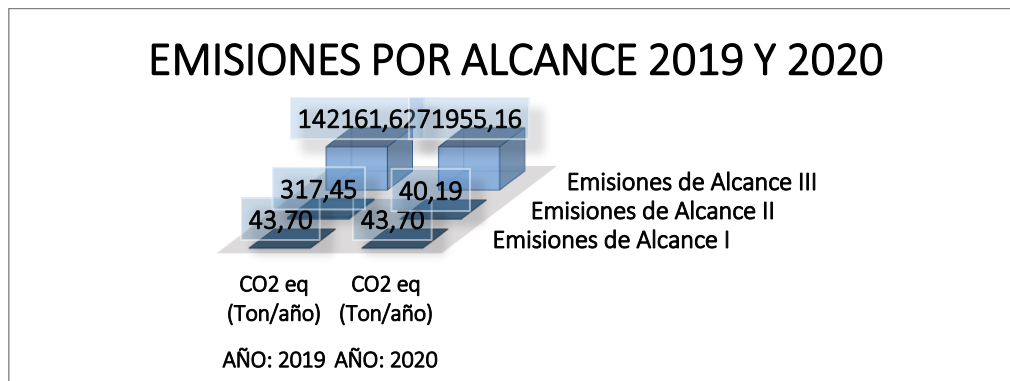
Cuantificación anual de emisiones (TonCO₂eq/año) por alcance.

Año	Alcance I	Alcance II	Alcance III	Huella de carbono
2019	43,70	317,452	142.161,622	142.522,78
2020	43,70	40,19	71.955,16	72.039,061

Basado en los resultados, en la Tabla 14 se establece que, la huella de carbono de la Universidad de la Costa para el año base 2019 es de **142.522,78 TonCO₂eq**, en el cual las emisiones directas de alcance I aportaron 43,70 TonCO₂eq, lo que representa el 0,03%, 317,452 TonCO₂eq para las emisiones indirectas por energía de alcance II, que representa el 0,22% y 142.161,622 TonCO₂eq contribuidas por otras emisiones indirectas de alcance III que tiene el mayor aporte a la huella con el 99,7%, en comparación a la huella de carbono para el año de referencia 2020 que arrojó un resultado de **72.039,061 TonCO₂eq**, las cuales corresponden a 43,70 TonCO₂eq para las emisiones directas de alcance I, 40,19 TonCO₂eq para las emisiones indirectas por energía de alcance II y para otras emisiones indirectas de alcance III corresponde un valor de 71.955,16 TonCO₂eq (ver figura 6).

Figura 6

Generación de emisiones de alcance I, II y III de los años de estudio 2019 y 2020 en la CUC.



En la siguiente tabla se observa que, la huella de carbono del año de referencia 2020 presentó una disminución del 49,45% de las emisiones generadas con respecto al total del año base 2019, lo cual corresponde a una reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el año 2020 de 70.483,72 toneladas de CO2 equivalentes. Si bien, en las emisiones de alcance I no se obtuvo disminución pese a que en los años base y de referencia se manejaron las mismas cantidades y recargas de equipos de gases contra incendios.

Tabla 15

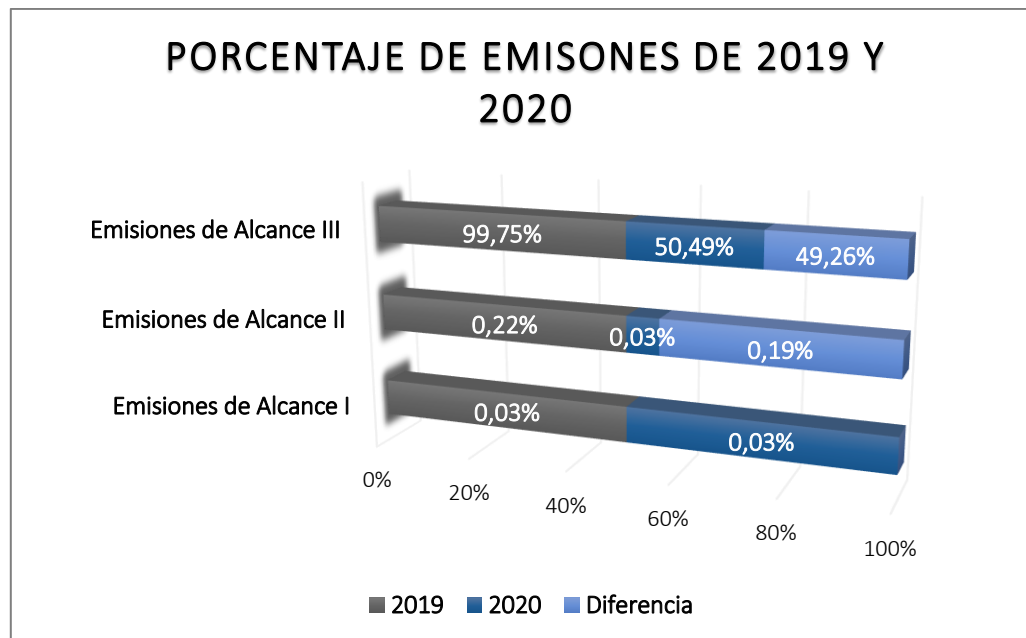
Cuantificación porcentual anual de emisiones de alcance I, II y III.

	Emisiones de Alcance I	Emisiones de Alcance II	Emisiones de Alcance III	Total
2019	0,03%	0,22%	99,75%	100,00%
2020	0,03%	0,03%	50,49%	50,55%
Diferencia	0,00%	0,19%	49,26%	49,45%

También se observa que, las emisiones de alcance II en el año base 2019 corresponden a un 0,22% con respecto a las emisiones totales, las emisiones de alcance III corresponden a un 99,75% de las emisiones generadas, siendo estas las emisiones que aportaron mayor generación. Con respecto al año de referencia 2020, las emisiones de alcance II generaron un porcentaje de 0,03% con respecto a las emisiones totales del año base 2019 y las emisiones de alcance III generaron un 50,49% de las emisiones con respecto al año antes mencionado.

Figura 7

Porcentaje de diferencia de emisiones generadas entre los años 2019 y 2020.



Ahora bien, teniendo en cuenta lo antes mencionado, en la Figura 7 se observa que, para las emisiones de alcance II del año 2020, se obtuvo una disminución de 0,19% de las emisiones indirectas por el consumo de energía con respecto a las emisiones calculadas en el año base 2019 las cuales corresponden a 277,26 toneladas de CO2 equivalentes, en cuanto a las emisiones de alcance III, se adquirió una reducción de las emisiones indirectas por consumo de combustible del desplazamiento de la comunidad hacia la universidad y la generación de residuos sólidos de 70.206,46 toneladas de CO2 equivalentes al 49,26% de disminución de las otras emisiones indirectas frente a las generadas en el año base.

Lo mencionado anteriormente se debe a que, en el año de referencia 2020, se deterioró el flujo de actividades universitaria en virtud de la emergencia sanitaria por la

COVID-19, dada las circunstancias, se moderaron los consumos de energía eléctrica y de combustibles, ya que la comunidad no se trasladó a la universidad en la mayoría de meses del año mencionado, de igual forma, se disminuyó la generación de los residuos sólidos aprovechables, peligrosos, de posconsumo, ordinarios y los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos representando una emisión de 70249,75 TnCO₂eq.

Resultados del Cálculo de la Huella de Carbono 2019

Tomando como modelo los lineamientos del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, las directrices del IPCC 2006 y los resultados obtenidos, en la Tabla 16 se observa que, la Universidad de la Costa durante el año base 2019 emitió 142.522,78 toneladas de CO₂ equivalente, de las cuales el 0,03% de las emisiones son proporcionadas por las actividades directas de la organización y el 99,97% restante corresponden a las emisiones indirectas generadas por el consumo de energía y otras emisiones indirectas generadas por el consumo de combustible y la generación de residuos sólidos.

Tabla 16

Cuantificación total de emisiones generadas en el año base 2019.

Tipo de emisiones	CO₂ eq (Ton/año)	Porcentaje %
Emisiones directas	43,70	0,03%
Emisiones indirectas	142479,07	99,97%
Huella de Carbono 2019	142522,78	100%

Con la finalidad de establecer las estrategias de mitigación de las emisiones de la organización, se determinaron las actividades por alcances, de tal forma que, se evidencien las fuentes de emisiones que representen el mayor aporte de Gases de Efecto Invernadero.

A continuación, se observan las descripciones y análisis de los resultados adquiridos para las emisiones de alcance I, II y III del año base 2019.

Emisiones de Alcance I, Emisiones Directas. Para el cálculo de las emisiones provenientes de los equipos de gases contra incendio se llevó a cabo la ecuación 1, las ecuaciones se pueden observar en el apartado de metodología propuesta, fase 3.

En la siguiente Tabla 17 se presenta los resultados de los cálculos de alcance I del año base 2019.

Tabla 17

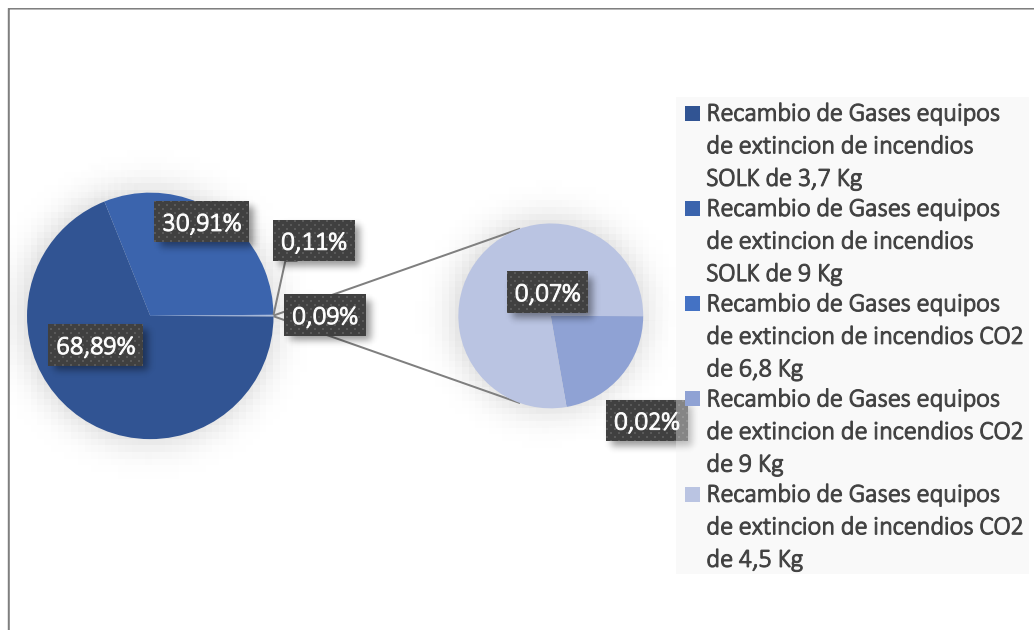
Resultados del cálculo de las emisiones para alcance I del año base 2019.

ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	Emisiones	
	TonCO ₂ eq/año	%
Recarga de extintor, agente extintor Solkaflam de 3,7 Kg	30,11	69%
Recarga de extintor, agente extintor Solkaflam de 9 Kg	13,51	31%
Recarga de extintor, agente extintor CO ₂ de 6,8 Kg	0,05	0,11%
Recarga de extintor, agente extintor CO ₂ de 9 Kg	0,01	0,02%
Recarga de extintor, agente extintor CO ₂ de 4,5 Kg	0,03	0,07%
TOTAL	43,70	100%

En la Tabla 17, se observa que los equipos de gases contra incendios de tipo Solkaflam con capacidad de 3,7 kg emiten 30,11 TonCO₂eq, siendo estos los equipos que producen mayores emisiones, seguidos de los equipos de tipo Solkaflam con capacidad de 9 Kg que emiten 13,51 TonCO₂eq, los equipos que producen menores emisiones son los de tipo CO₂ con capacidad de 9 kg los cuales emiten 0,01 TonCO₂eq, seguidos los de 4,5 Kg de capacidad que emiten 0,03 TonCO₂eq y por último, los de 6,8 Kg de capacidad, los cuales emiten 0,05 TonCO₂eq. Cabe resaltar que, los tipos de extintores que cuentan con la mayor y menor unidades de equipos que posee la universidad, son los de Solkaflam de 3,7 kg con 103 unidades y 1 unidad de CO₂ de 9 kg de capacidad.

Figura 8

Porcentajes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de alcance I del año base 2019.



Conforme a los resultados obtenidos, en lo pertinente a las emisiones de alcance I, el 68,89% y 30,91% para un total de 99,80% de las emisiones de Gases de Efecto

Invernadero manifestadas como CO₂ equivalente le conciernen a las emisiones fugitivas de los extintores de tipo Solkaflam, es decir, 30,11 y 13,51 para un total de 43,62 toneladas de CO₂ equivalentes corresponden a las emisiones generadas por los equipos de gases contra incendios de tipo Solkaflam, esto puede deberse a que su agente extintor HCFC-123 Diclorotrifluoretano es uno de los agentes limpios que generan contaminación al ambiente, a razón de que el gas contenido es extenuante de la capa de ozono. A su vez, cabe resaltar que de los diferentes tipos de extintores con los que cuenta la universidad, este contiene la mayor cantidad, 103 unidades para los equipos de 3,7 Kg de capacidad y 19 unidades de los equipos de 9 Kg de capacidad los cuales constituyen a un total de 122 unidades de equipos de gases contra incendios de tipo Solkaflam. Mientras que, el 0,2% del total de las emisiones de alcance I corresponden a los extintores tipo CO₂, es decir, 0,11% de las emisiones corresponden a los equipos de gases contra incendios de tipo CO₂ con capacidad de 6,8 Kg, el 0,07% corresponde a los equipos con capacidad de 4,5 Kg y el 0,02% corresponden a los equipos con capacidad de 9 Kg como se observa en la Figura 8.

Emisiones de Alcance II, Emisiones Indirectas. Para el cálculo de las emisiones provenientes del consumo de energía eléctrica, se convierte el dato de la actividad de Kwh/año a Mwh/año y se emplea la ecuación 2.

En la Tabla 18, se observa el resultado del cálculo de emisión de alcance II.

Tabla 18

Resultados del cálculo de las emisiones para alcance II del año base 2019.

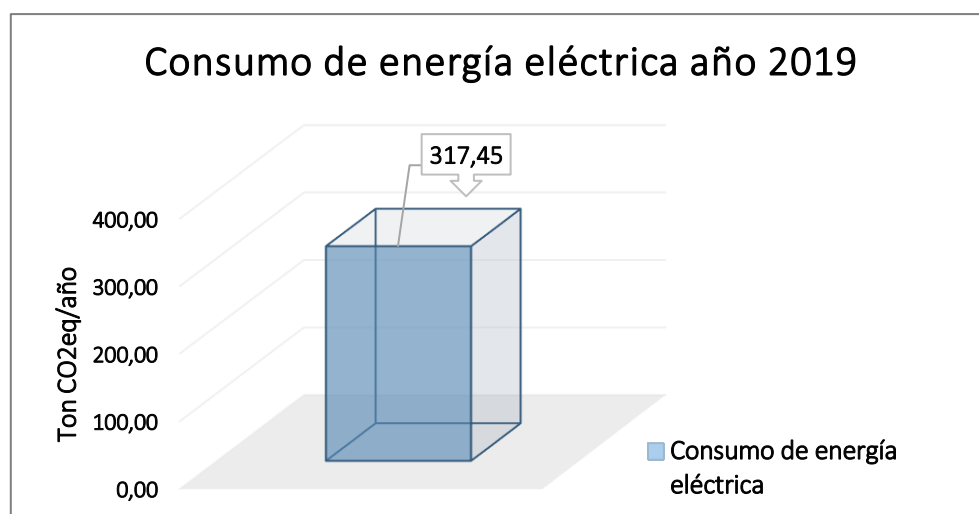
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	Emisiones TonCO ₂ eq/año	%
---------------------------------	--	---

Consumo de energía eléctrica	317,45	100%
-------------------------------------	--------	------

En el alcance II, descrito por emisiones indirectas de concepción de energía eléctrica, se obtuvo un aporte de emisión de gases de efecto invernadero correspondiente a 317,45 TonCO₂eq anual, en vista de que es el único criterio que se obtuvo para evaluar y que además, se omitieron los datos de consumo de energía de los bloques 11 y 12 de la universidad a razón de que no se obtuvo los registros de consumo de energía de estos, se determina un porcentaje de participación de este alcance equivalente a 0,22% en lo que concierne al total de la huella de carbono consolidada en el año base 2019, el cual es de 142.522,78 TonCO₂eq/año, por consiguiente, se infiere que este alcance produce menor aporte en materia de la huella de carbono de la Universidad de la Costa.

Figura 9

Generación de emisiones de alcance II del año base 2019.



Fuente propia

La notable diferencia de aporte de este alcance en relación a los alcances I y III, se debe primordialmente al ser la única actividad a evaluar, la cual es el consumo de energía eléctrica, durante el año base 2019 y a los datos omitidos de los bloques 11 y 12, este consumo se origina principalmente por el funcionamiento de equipos, climatización y luminarias indispensables para el desarrollo de labores realizadas en el campus universitario, no obstante, en confrontación general su porcentaje de contribución de emisiones es reducido, se deben instaurar estrategias las cuales posibiliten la minimización del consumo y por consiguiente las emisiones generadas por dicha actividad.

Emisiones de Alcance III, Otras Emisiones Indirectas. Para el cálculo de las emisiones de alcance III, se tienen en cuenta las actividades de desplazamiento de los estudiantes y colaboradores (docentes, administrativos y servicios generales), generación de los residuos sólidos aprovechables, de posconsumo, peligrosos, ordinarios y de aparatos eléctricos y electrónicos.

La actividad de movilidad se divide en transporte masivo y particular, en el caso del personal administrativo, servicios generales, docente y estudiantil que utiliza transporte particular para movilizarse hacia la universidad, se utilizaron las ecuaciones 3, 4, 5 y 6, y para el caso del personal que utiliza transporte masivo para movilizarse a la universidad, se utilizan las ecuaciones 7, 8 y 9. En cuanto a las actividades de generación de residuos, las ecuaciones que se utilizaron para realizar el cálculo de dicha actividad, son las ecuaciones 10 y 11 para el cálculo del factor de emisión de los residuos peligrosos.

En la Tabla 19 se muestran los resultados del cálculo de las emisiones de alcance III

Tabla 19

Resultados del cálculo de las emisiones para el alcance III del año base 2019.

ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	Emisiones TonCO₂eq/año	%
Consumo de combustible del desplazamiento de estudiantes	224,57	0,16%
Consumo de combustible del desplazamiento de colaboradores	3435,68	2,42%
Generación de residuos aprovechables	674,60	0,47%
Generación de residuos peligrosos	1029,60	0,72%
Generación de residuos posconsumo	132,63	0,09%
Generación de residuos domiciliarios	136614,50	96,10%
Generación de RAAES	50,04	0,04%
TOTAL	142161,62	100%

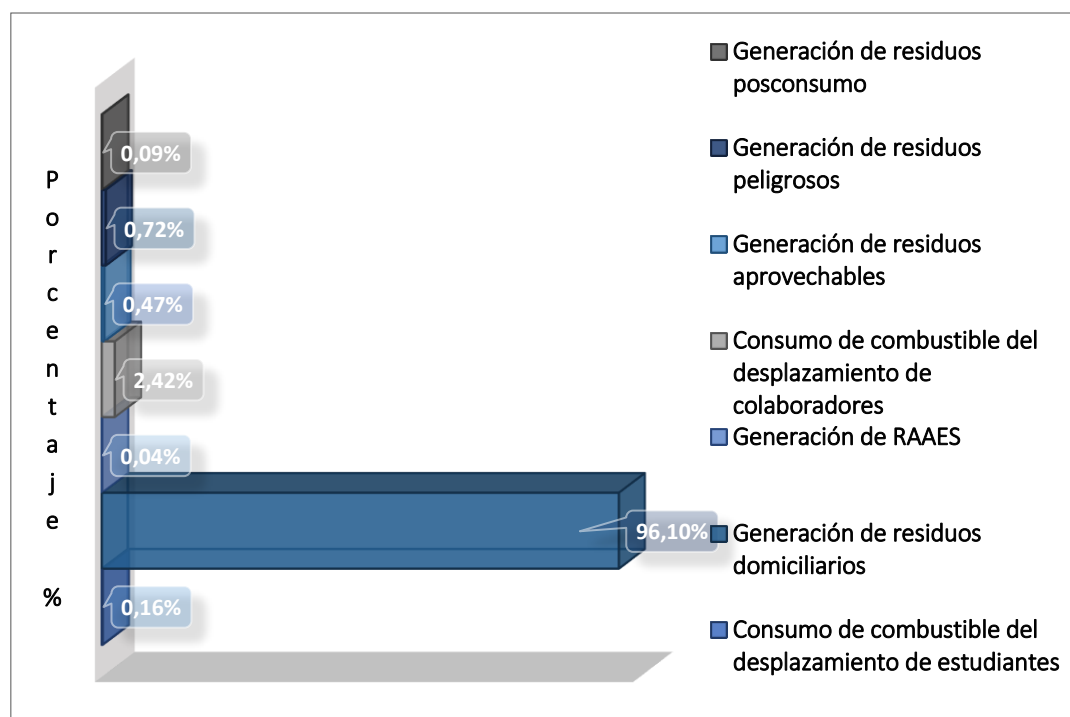
En relación con otras emisiones indirectas que comprenden las emisiones de alcance III, en función de la secuencia de mayor a menor generación, las actividades como la generación de residuos domiciliarios, consumo de combustible por el desplazamiento de los colaboradores hacia la Universidad de la Costa, la generación de residuos peligrosos, generación de residuos aprovechables, consumo de combustibles por desplazamiento de los estudiantes hacia la universidad, la generación de residuos posconsumos y finalmente, la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, se infiere plantear estrategias de mitigación, se debe considerar la forma de reducir cada actividad.

Las emisiones de alcance III abarcan el mayor valor de generación de emisiones con un porcentaje del 99,7% durante el año base 2019, cabe mencionar que, para todas las actividades que aportan al consolidado de los GEI del presente alcance, es indispensable

que se establezcan estrategias o recomendaciones para la minimización del consumo y generación de dicho alcance.

Figura 10

Porcentajes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de alcance III del año base 2019.



En relación al desplazamiento de los estudiantes hacia la universidad, el medio de transporte particular es el principal generador de emisiones, puesto al consumo de combustible Diesel y corriente, y sus factores de emisión (FE) pertinentes, siendo Diesel el combustible de mayor valor con respecto al valor del FE del combustible corriente, sin embargo, el aporte mayor de las emisiones por consumo de combustibles es el de corriente el cual equivale al 96,85% de las emisiones totales del desplazamiento de estudiantes con

un valor de 134,68 TonCO₂eq, frente a 4,39 TonCO₂eq por consumo de combustible Diesel equivalentes al 3,15% de las emisiones adoptadas por el desplazamiento de los estudiantes. Del mismo modo, en el desplazamiento de los colaboradores, el combustible que aportó la cantidad mayor de emisión fue el de corriente con un valor de 2.870,08 TonCO₂eq correspondientes al 95,77% de las emisiones, con respecto al 4,23% de las emisiones equivalentes a 126,70 TonCO₂eq emitidas por el consumo de combustible Diesel por el desplazamiento de los colaboradores, siendo este el de mayor atribución al total de las emisiones por el uso del transporte particular con un total de 3.135,85 toneladas de CO₂ equivalentes.

En cuanto al medio de transporte masivo, el desplazamiento de los colaboradores contribuyó al aporte mayor de las emisiones con un valor de 438,90 toneladas de CO₂ equivalentes, frente a 85,50 toneladas de CO₂ equivalentes adoptadas por el desplazamiento de los estudiantes, para un total de 524,50 toneladas de CO₂ equivalentes correspondientes al uso del transporte masivo para el desplazamiento de la comunidad universitaria. De lo anterior se puede inferir que, la comunidad universitaria utiliza en su mayoría vehículos particulares los cuales generan la mayor contribución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero a diferencia del transporte masivo.

También, conforme a los resultados obtenidos, se observó que, el mayor aporte de emisiones de CO₂ por combustión móvil corresponde al consumo de combustible del desplazamiento de colaboradores con un total de 3435,68 TonCO₂eq, siendo el consumo de combustible del desplazamiento de estudiantes el menor aporte de emisiones correspondientes a 224,57 TonCO₂eq. Cabe resaltar que, no se obtuvo el total de participación estimada de la comunidad universitaria y que el personal docente,

administrativo y de servicios generales, tuvieron la mayor participación en la actividad de encuestas para la recolección de los datos pertinentes al desarrollo del cálculo de movilidad terrestre, lo cual influye de forma directa en las toneladas de dióxido de carbono equivalente que genera esta actividad.

Si bien, el mayor aporte a las emisiones de alcance III fue dada por la actividad de generación de residuos sólidos, especialmente por los residuos ordinarios, domiciliarios los cuales contribuyeron al 96,10% del total de las emisiones de dicho alcance, correspondientes a 136.614,50 toneladas de CO₂ equivalentes a otras emisiones indirectas de alcance III. Lo anterior se puede observar en la Figura 10, la cual establece los valores porcentuales de la generación de GEI adoptadas por las actividades del alcance antes mencionado.

Ahora bien, la mayor contribución de emisiones por la generación de residuos domiciliarios se debe a que no se recolectaron los datos suficientes y se omitieron 444 respuestas de 654 recolectadas, por falta de información, con respecto a la actividad del desplazamiento de la comunidad universitaria, desde este punto de vista, teóricamente la actividad de mayor contribución al alcance III debería corresponder a las relaciones con el consumo de combustibles por el desplazamiento de los estudiantes y colaboradores.

Resultados del Cálculo de la Huella de Carbono 2020

En las siguientes Tablas 20,21 y 22, se evidencian los resultados de los cálculos de las emisiones para los alcances I, II y II del año 2020.

Tabla 20

Cuantificación total de emisiones generadas en el año de referencia 2020.

Tipo de emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje %
Emisiones directas	43,70	0,06%
Emisiones indirectas	71995,36	99,94%
Huella de Carbono 2020	72039,06	100%

En la Tabla 20 se observa que, la Universidad de la Costa durante el año base 2020, emitió 72039,06 toneladas de CO2 equivalente, de las cuales el 0,06% de las emisiones son proporcionadas por las actividades directas de la organización y el 99,94% restante corresponden a las emisiones indirectas.

A continuación, se analizan los resultados obtenidos para el cálculo de las emisiones de GEI por alcances I, II y III.

Emisiones de Alcance I, Emisiones Directas.

Tabla 21

Resultados del cálculo de las emisiones para alcance I del año de referencia 2020.

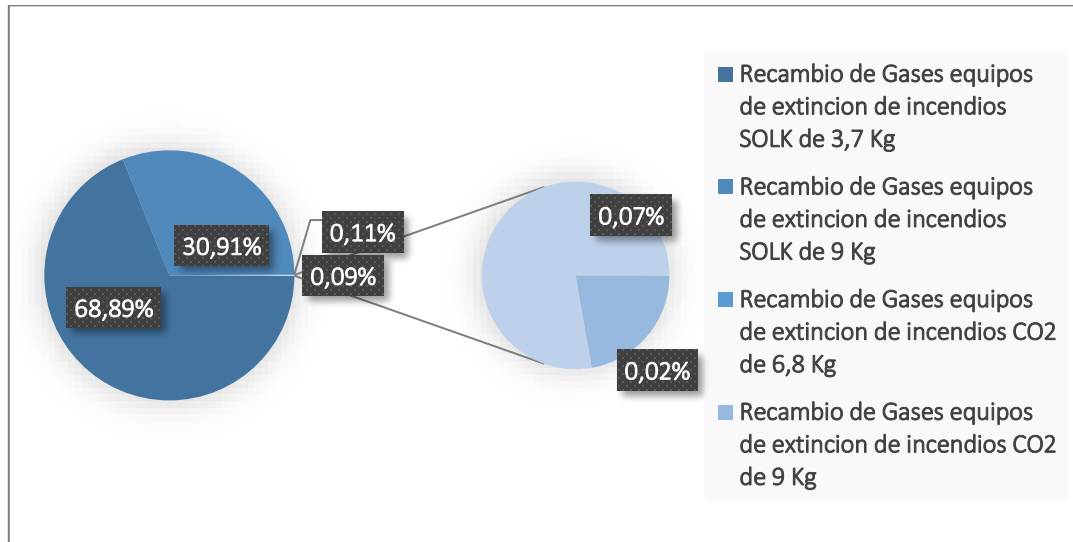
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	Emisiones TonCO2eq/año	%
Recarga de extintor, agente extintor Solkaflam de 3,7 Kg	30,11	68,9%
Recarga de extintor, agente extintor Solkaflam de 9 Kg	13,51	30,9%
Recarga de extintor, agente extintor CO2 de 6,8 Kg	0,05	0,11%

ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	Emisiones TonCO2eq/año	% %
Recarga de extintor, agente extintor CO2 de 9 Kg	0,01	0,02%
Recarga de extintor, agente extintor CO2 de 4,5 Kg	0,03	0,07%
TOTAL	43,70	100%

De los resultados obtenidos en la estimación de las emisiones aportadas por las recargas de extintores en el año 2020, se observa que no hay variación con respecto a las emisiones de este tipo en el año 2019, ya que el aporte en ambos años fue de 43,70 TonCO2eq/año. El mayor aporte, de 30,11 TonCO2eq, corresponde a los extintores de Solkaflam de 3,7 kg, seguido de los extintores de Solkaflam de 9 kg que emitieron 13,51 TonCO2eq, y, en menor medida, el aporte de los extintores de CO2, lo que indica que no hubo variación en la cantidad de extintores con los que cuenta la Universidad de la Costa, ni se modificaron el número de recambios del gas (ver Tabla 21).

Figura 11

Porcentajes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de alcance I del año de referencia 2020.



Fuente propia

Se concluye en la Figura 11 que, así como en el año 2019, el mayor porcentaje de aporte de emisión de GEI por recambio de gas refrigerante se atribuye a los extintores de Solkaflam, teniendo en cuenta que estos se encuentran en mayor cantidad en la Universidad, sumando un total de 122 unidades, y que su agente extintor genera contaminación al ambiente, ya que el gas contenido es extenuante de la capa de ozono en mayor medida que el agente extintor de CO2.

Emisiones de Alcance II, Emisiones Indirectas.

Tabla 22

Resultados del cálculo de las emisiones para alcance II del año de referencia 2020.

ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	Emisiones TonCO2eq/año	%
Consumo de energía eléctrica	40,19	100%

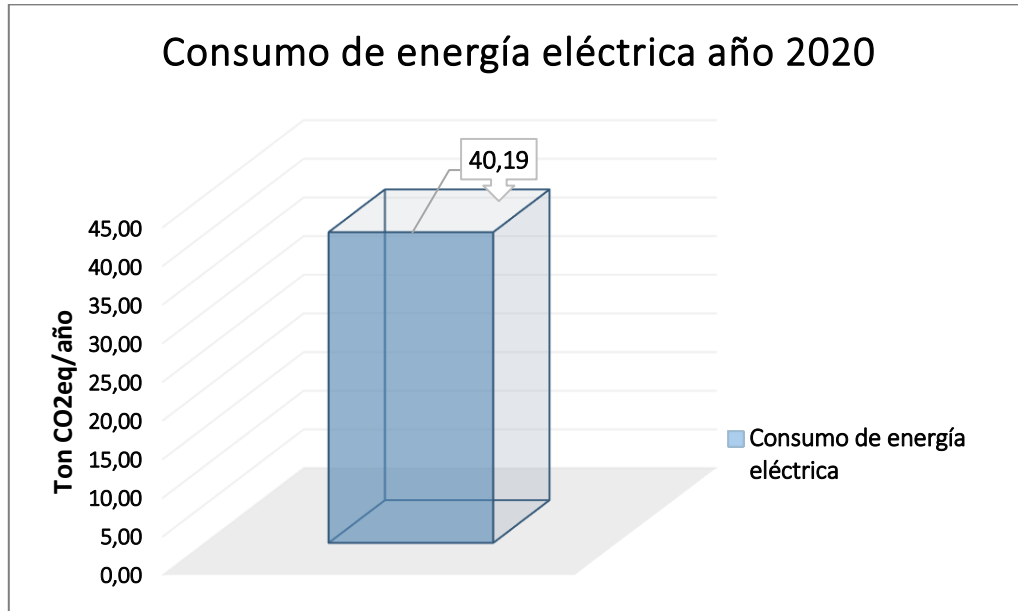
Fuente propia

El aporte en toneladas de CO2 equivalente para el alcance II en el año 2020 es de 40,19 lo que corresponde al 100% de las emisiones de este alcance teniendo en cuenta que,

por la información disponible en la Universidad para el cálculo de la huella de carbono, solo se incluyó el consumo de energía eléctrica.

Figura 12

Generación de emisiones de alcance II del año de referencia 2020.



Fuente propia

Cabe destacar la notable disminución en los aportes de este alcance en los años de estudio 2019 y 2020, y que esta se debe a que, durante la cuarentena impuesta por el gobierno a causa de la COVID-19, la Universidad de la Costa suspendió sus actividades durante varios meses y, por ende, se redujo el consumo de energía en las aulas de clases, laboratorios y demás áreas que demandan este servicio, cabe mencionar que no se obtuvo la información pertinente en cuanto al consumo de energía de los bloques 11 y 12.

Emisiones de Alcance III, Otras Emisiones Indirectas. Como muestra la Tabla 22, para el año 2020, el aporte emisiones de este alcance fue de 71955,16 TonCO2eq/año, lo

que demuestra una disminución considerable teniendo en cuenta el aporte de este alcance en el año 2019.

Del total del aporte calculado, en cuanto al consumo de combustible, la mayor emisión, 1608,35 TonCO₂eq, se dio por el desplazamiento de colaboradores y administrativos, ya que estos utilizan en su mayor medida vehículos propios para su transporte, los cuales emiten mayor cantidad de gases de efecto invernadero por el combustible que usan y en comparación a las emisiones del 2019, este valor se redujo ya que durante 7 meses del 2020, acatando las medidas de bioseguridad y órdenes del gobierno impuestas por la pandemia de covid-19, se vivió la cuarentena obligatoria y la presencialidad de estudiantes, docentes y colaboradores se redujo en casi su totalidad.

Tabla 23

Resultados del cálculo de las emisiones para el alcance III del año de referencia 2020.

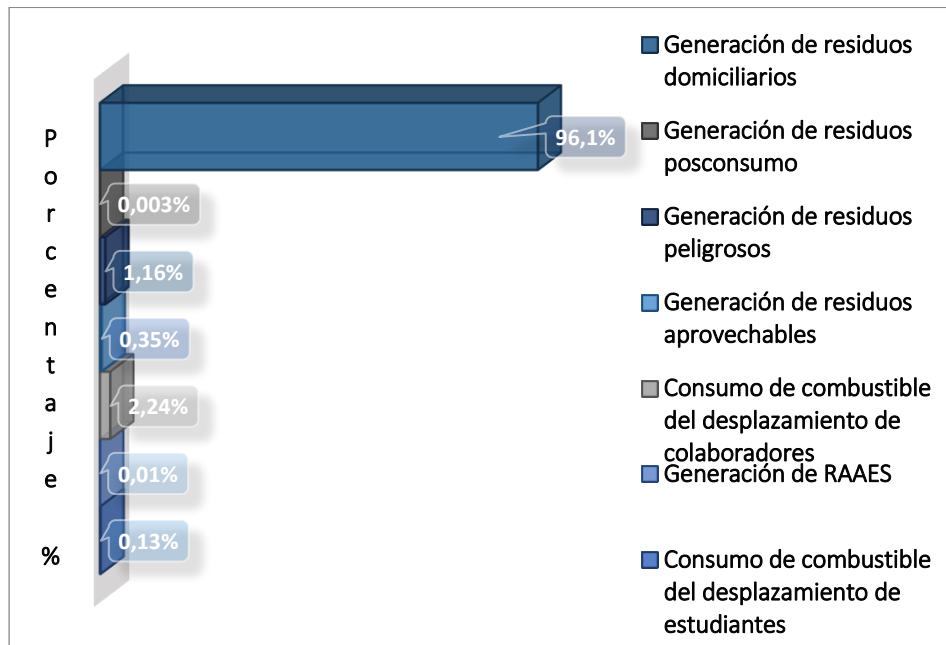
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	Emisiones	
	TonCO ₂ eq/año	%
Consumo de combustible del desplazamiento de estudiantes	97,06	0,13%
Consumo de combustible del desplazamiento de colaboradores	1608,35	2,24%
Generación de residuos aprovechables	251,94	0,35%
Generación de residuos peligrosos	837,54	1,16%
Generación de residuos posconsumo	1,82	0,00%
Generación de residuos domiciliarios	69148,62	96,1%
Generación de RAAES	9,84	0,01%
TOTAL	71955,16	100%

Fuente propia

En cuanto al aporte de generación de residuos, la mayor emisión fue por parte de los residuos domiciliarios con 69148,62 TonCO₂eq, este valor, corresponde a una disminución de aproximadamente el 50% con respecto a las emisiones del año 2019, siguen los residuos peligrosos, que, en 2020 emitieron 837,54 TonCO₂eq, dicho valor no disminuyó tanto, ya que por la pandemia de COVID-19 la generación de residuos biosanitarios como tapabocas, guantes y demás aumentó, por las medidas de bioseguridad decretadas.

Figura 13

Porcentajes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de alcance III del año de referencia 2020.



Fuente propia

Para el 2020, el mayor aporte de emisiones de alcance III se dio por la generación de residuos domiciliarios, que constituyó el 96,1% de las emisiones, seguido de consumo de combustible diésel y corriente del desplazamiento de colaboradores y docentes con el

2,24% (ver Figura 13). Es importante destacar que el alcance III es el que genera la mayor emisión de gases de efecto invernadero y, por tal motivo, las estrategias para reducir dichas emisiones deben enfocarse en las actividades contempladas en este alcance.

Fase 4. Formulación de Estrategias de Mejora para Gestión del CO2

El PNUMA define la mitigación del cambio climático como “los esfuerzos para reducir o prevenir las emisiones de GEI. Puede referirse al uso de tecnologías limpias, energías renovables, al aumento en la eficiencia energética de equipos antiguos o el cambio en las prácticas de gestión o el comportamiento de los consumidores” (PNUMA, 2017).

Gestionar el cambio climático desde la Universidad de la Costa es un asunto de inminente prioridad en su camino a la sostenibilidad.

A partir del cálculo de la huella de carbono de cada categoría, se identificaron las actividades críticas, es decir, aquellas actividades que generan mayor aporte de emisiones de GEI y de acuerdo con el objetivo del presente trabajo, se plantean a continuación las alternativas de mitigación como recomendación para que sean implementadas por la Universidad, después de revisar estrategias planteadas en años anteriores por Universidades como la Universidad Sergio Arboleda, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad Libre y Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, que midieron la huella de carbono en años anteriores.

- Gestión de información por parte del soporte técnico-administrativo para continuar con el reporte anual de emisiones de GEI.

Para mitigación de emisiones de alcance III

- Incentivar el carpooling que es una estrategia que busca fomentar el uso del carro compartido. Los beneficios son: reduce tiempos de viaje, mejora la movilidad de los usuarios, genera ahorro monetario, y disminuye la cantidad de vehículos en circulación.
- Incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte, generar campañas de divulgación y educación para cambiar hábitos en la comunidad, diseñar rutas y horarios de llegada a la universidad y salida de esta, para mejorar la seguridad.
- Campañas de concientización sobre la clasificación de residuos y su reciclaje y aprovechamiento
- Iniciar campañas de concientización para el ahorro y uso eficiente del papel, para evitar el desperdicio.
- Puesta en marcha de un sistema de compostadoras, alimentado por los residuos de las cafeterías, comedores universitarios y residuos de jardinería.

Para mitigación de emisiones de alcance II

- Realizar una limpieza periódica externa e interna de los equipos y llevar a cabo prácticas como controlar y medir la calidad del consumo energético, generar en los usuarios la cultura de apagar el ordenador durante los periodos de tiempos largos o configurar adecuadamente el modo de ahorro de energía.
- Adquisición de productos eléctricos certificados con Energy Star, programa creado para promover los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad.

- Instalación de sensores de luz que encienden las luminarias exactamente cuando la luz natural resulta insuficiente y sensores de movimiento en áreas de actividad no lineal, donde la iluminación puede ser regulada la mayor parte del tiempo.
- Campañas de concientización para el ahorro y uso eficiente de la energía.
- Uso de energía renovable.

Para mitigación de alcance I

- Capacitaciones sobre el uso racional del gas.
- Comprobar la eficiencia de los quemadores y sistemas de estufas de las cafeterías.
- Aprovechamiento de aguas lluvias.
- Campañas de concientización para el uso y ahorro de aires acondicionados.
- Que todos los extintores sean recargados con agentes que no generen emisiones, ya sea H₂O o CO₂.

Para la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero se recomienda en primera instancia, actualizar el inventario de los árboles presentes en el campo de la Universidad de la Costa, a fin de establecer estrategias para compensar las emisiones con la siembra de especies nativas.

Así mismo, teniendo en cuenta que el término “carbono neutro” indica el punto en el cual las emisiones de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero se reducen,

removiendo de la atmosfera tanto dióxido de carbono como el que se emite (Ordoñez Leon, 2012), es de gran importancia que la Universidad de la Costa, a partir del presente inventario de gases de efecto invernadero, desarrolle un Plan de Carbono Neutro en el que se identifiquen los puntos críticos de emisiones en cada una de las actividades de manera que, con el uso de eficientes recursos, como energía renovable (solar, eólica, hidráulica) y a través de la compensación con proyectos de reforestación, reestructuración de actividades, uso de nuevos equipos y tecnologías, etc, la Universidad de la Costa trace el objetivo de la carbono neutralidad y enfoque sus planes y programas al cumplimiento de este objetivo.

Las emisiones que no se pueden reducir por actividades fundamentales deberían ser compensadas mediante la compra de certificados de carbono provenientes del sector forestal.

Fase 5. Estructuración de Solución Tecnológica para la Medición de la Huella de Carbono

Listado de Módulos Realizados

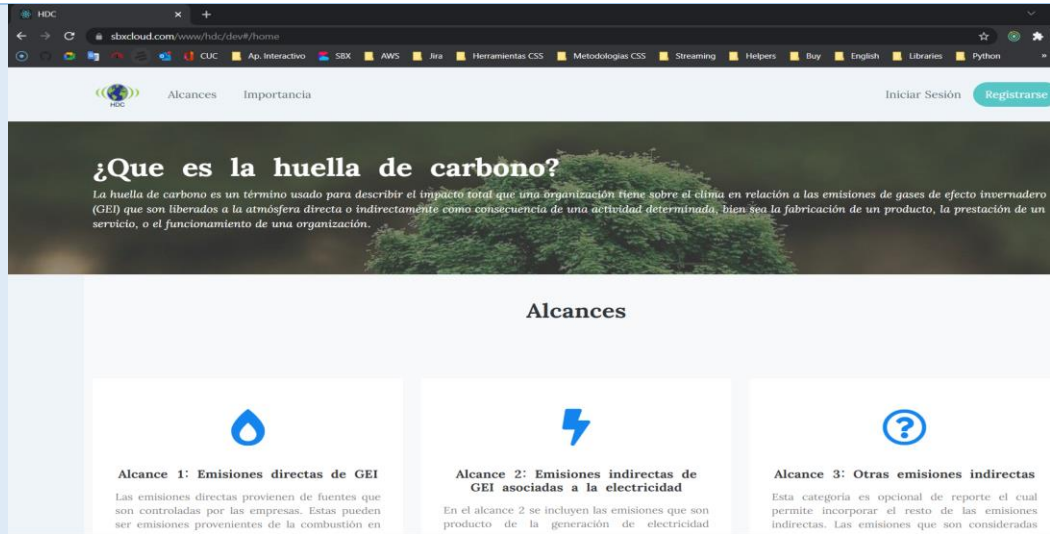
Tabla 24

Ventana de los módulos realizados a la herramienta de cálculo.

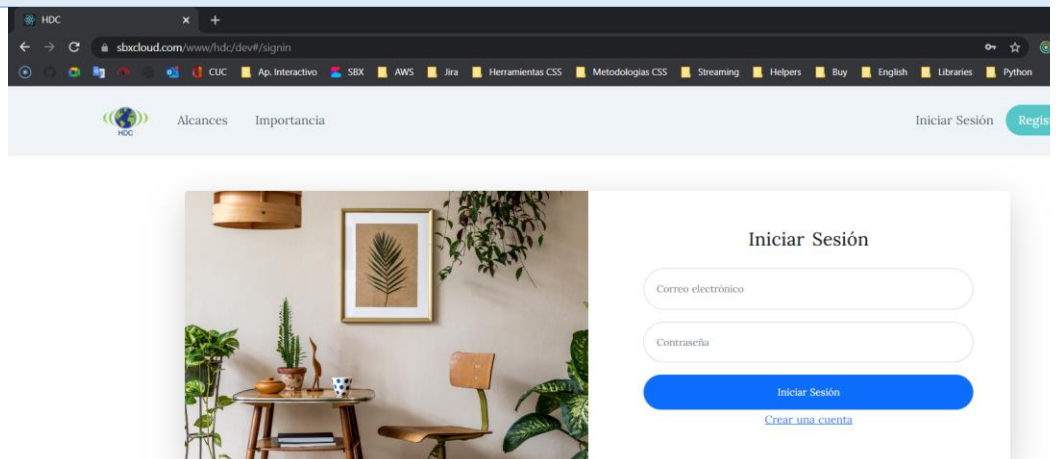
Nombre de requerimiento funcional

Estado: Realizado

Página inicial



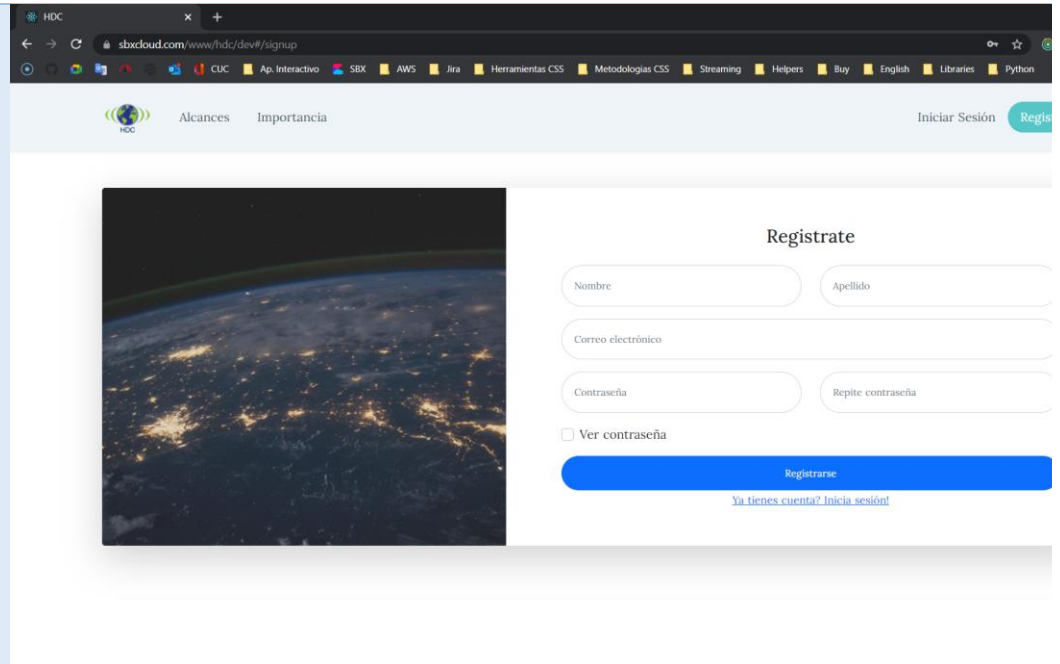
Iniciar Sesión



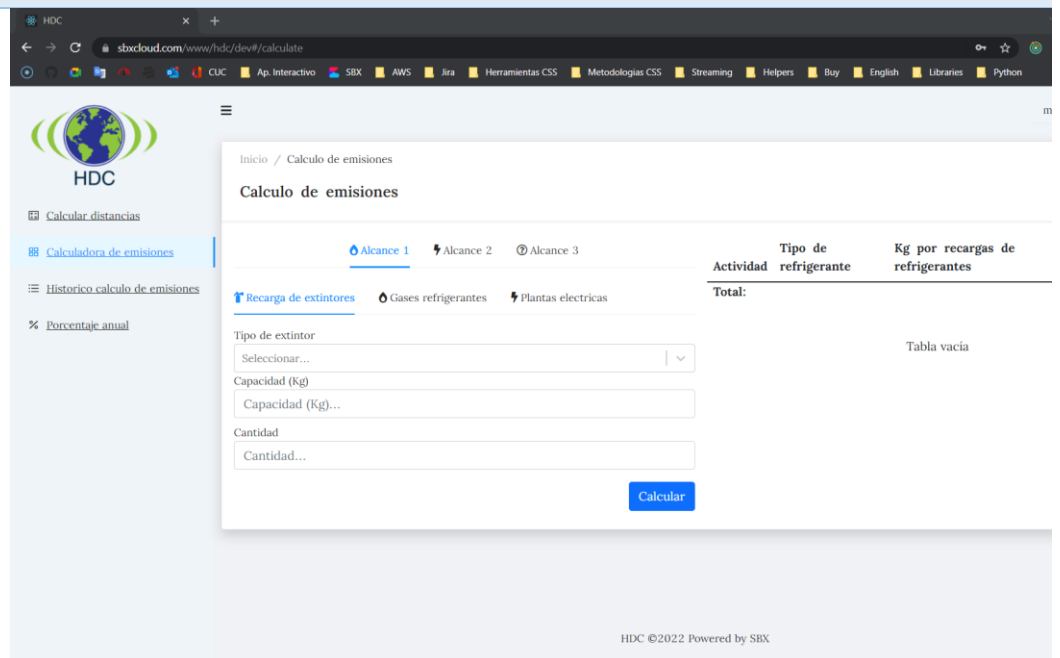
Nombre de
requerimiento
funcional

Estado: Realizado

Registrarse



Cálculo de
emisiones por
alcances y
agruparlos por
tablas de
resultados



Nombre de requerimiento funcional

Estado: Realizado

Histórico de cálculos

Nombre	Año	Compañía
Caalculo residual 1	2019	Unicosta
Calculo de mitad de año4	2021	Unicosta
Calculo 1	2019	Unicosta
Calculo 4	2019	Unicosta

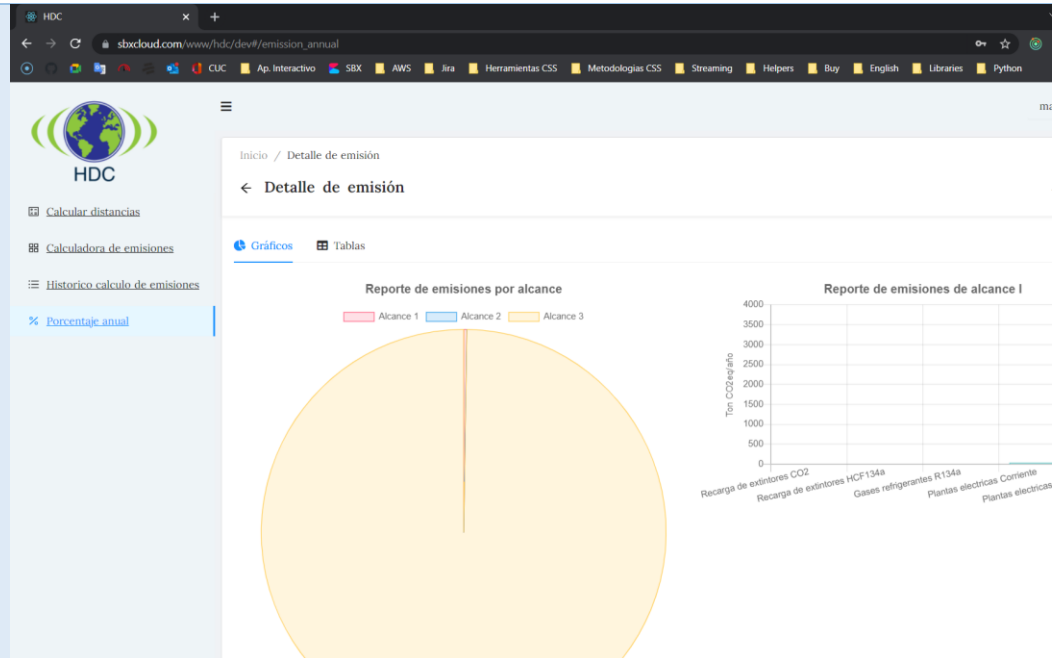
Datos y gráficos anuales

Año	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Huella de carbono	%	Acc
2019	3779.306	7.186	1580141.877	1583928.369	99.899%	Ve
2021	30.705	0.000	1575.637	1606.342	0.101%	Ve
TOTAL	3810.011	7.186	1581717.514	1585534.711	100%	

Nombre de requerimiento funcional

Estado: Realizado

Gráficos por cálculos



Tablas de cálculos por alcance

The screenshot shows the 'Detalle de emisión' page with the 'Tablas' view selected. It displays two tables: 'Alcances' and 'Alcance 1'. The 'Alcances' table summarizes the total CO2 emissions and their percentage contribution for each scope. The 'Alcance 1' table provides a detailed breakdown of emissions for that specific scope, categorized by emission type.

Alcances		
Tipo de emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje %
Alcance 1	3779.306	0.23860334052770538
Alcance 2	7.186	0.0004536821323894099
Alcance 3	1580141.877	99.7609429773399

Alcance 1		
Tipo de emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje
Recarga de extintores CO2	0.004	0.0001058
Recarga de extintores CO2	0.006	0.0001587
Recarga de extintores HCF134a	0.008	0.0002116
Recarga de extintores CO2	0.006	0.0001587
Gases refrigerantes R134a	0.011	0.0002910
Gases refrigerantes R134a	0.017	0.0004498
Gases refrigerantes R134a	0.051	0.0013496
Plantas eléctricas Corriente	17.616	0.4661173
Plantas eléctricas Corriente	17.616	0.4661173
Plantas eléctricas Biodiesel palma	3743.971	99.065038

Nombre de requerimiento funcional

Estado: Realizado

Generar reportes en Excel

Alcances		
Tipo de emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje %
Alcance 1	3779,306	0,23860334052770538
Alcance 2	7,186	0,0004536821323894099
Alcance 3	1580141,877	99,7609429773399

Alcance 1		
Tipo de emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje %
Recarga de extintores CO2	0,004	0,00010583953773523499
Recarga de extintores CO2	0,006	0,00015875930660285247
Recarga de extintores HCF134a	0,008	0,00021167907547046998
Recarga de extintores CO2	0,006	0,00015875930660285247
Gases refrigerantes R134a	0,011	0,0002910587287718962
Gases refrigerantes R134a	0,017	0,00044981803537474875
Gases refrigerantes R134a	0,051	0,001349454106124246
Plantas electricas Corriente	17,616	0,46611732418597485
Plantas electricas Corriente	17,616	0,46611732418597485
Plantas electricas Biodisel palma	3743,971	99,06503998353136
Total	3779,306	100

Alcance 2		
Tipo de emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje %
Consumo anual	0,1	1,3915947676036737
Consumo anual	0,043	0,5983857500695797
Consumo anual	6,977	97,09156693570833
Energía renovable	0,0	0,0
Energía renovable	0,066	0,9184525466184248
Total	7,186	100

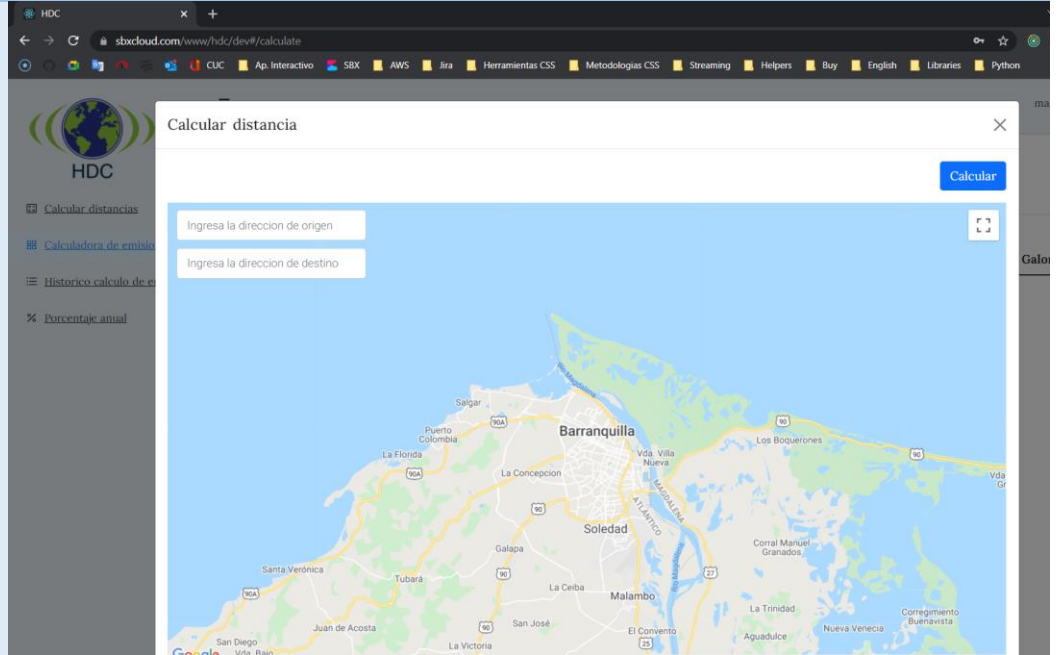
Agregar, eliminar, actualizar y listar factores de emisión

Datos de actividad	Unidades	2019	2020
CH4	GWP	28	28
Compostaje aerobio de residuos de jardín	KgCO2eq/kgresiduo	0.844	0.844
Consumo de combustible Biodisel Palma	KgCO2/gal	6.8823	6.8823
Consumo de combustible corriente	Kg CH4/Gal	0.293	0.293
Consumo de combustible corriente	Kg NO2/Gal	0.028	0.028
Consumo de combustible corriente	KgCO2/gal	8.808	8.808
Consumo de combustible Crudo de Castilla	KgCO2/gal	11.282	11.282
Consumo de combustible Diesel	KgCO2/gal	10.149	10.149
Consumo de combustible Diesel	Kg NO2/Gal	0.037	0.037
Consumo de combustible Diesel	Kg CH4/Gal	0.037	0.037

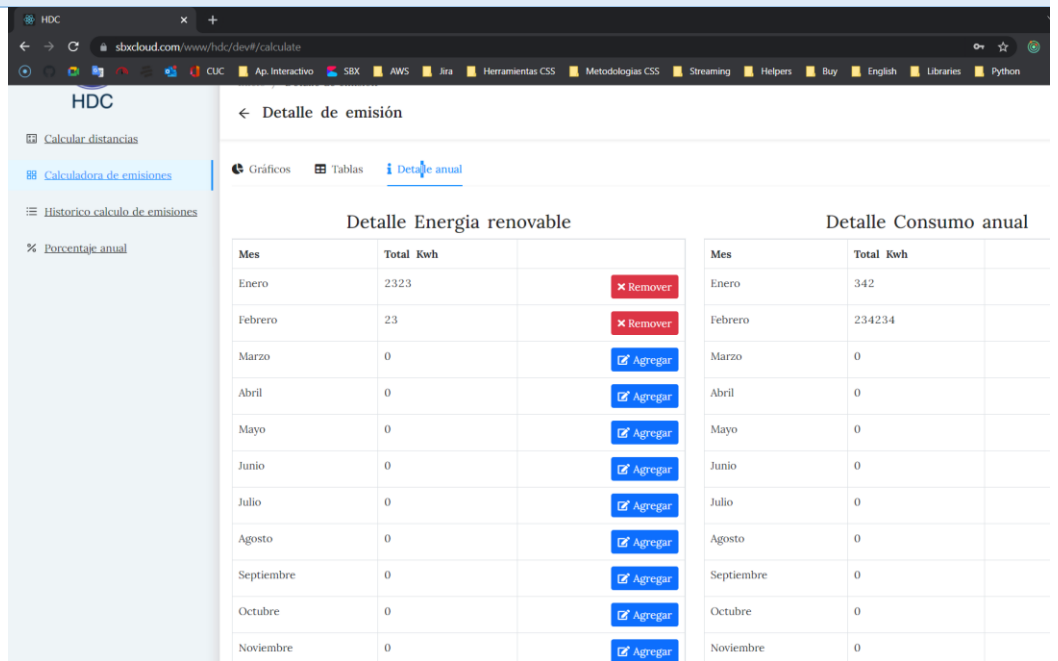
Nombre de requerimiento funcional

Estado: Realizado

Agregar servicio de Google para hacer cálculos de distancias.



Tablas de detalle de consumo de energía



Permitir agregar o remover un

Realizado

**Nombre de
requerimiento
funcional**

Estado: Realizado

**valor por mes
en las tablas de
detalle de
consumo de
energía**

**Filtros por
compañía y año
en el histórico
de calculo**

Otras Librerías Externas Implementadas en la Aplicación

Las librerías instaladas en su mayoría poseen licencias open source, las cuales facilitan el uso de ellas y así cubrir necesidades del desarrollo, tales como Bootstrap, Reacstrap (una librería hecha para react en combinación con Bootstrap), React Hook Form la cual permite la manipulación de manera fácil y dinámica de los formularios, Date fns para las fechas. En los anexos se pueden observar otras librerías utilizadas.

Integración Continua

El proyecto cuenta con un repositorio en Github privado, en el cual se presenta el código y permite tener un control de quien accede o no al desarrollo. Este a su vez, cuenta con una serie de opciones llamadas “Actions” que permiten automatizar el proyecto. La herramienta hace uso de ellos para optimizar los lanzamientos (Deploy) a producción del software cada vez que se realiza un commit en git.

Esto permitirá mantener el software actualizado en tiempo real cada vez que un cambio sea solicitado y así facilitar el manejo en caso de existir más de un contribuidor en el proyecto. Así mismo, se lleva a cabo un historial de los despliegues, los cuales permiten saber si algún campo falló o si, por el contrario, todo se encuentra corriendo estable en el ambiente de producción (Ver anexo 26).

Para uso de esta calculadora, se entrega también el manual que describe detalladamente como usarla y como se deben obtener los datos.

Manual de Usuario

La calculadora posibilita la cuantificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero generadas en los años próximos por las actividades identificadas en cada uno de los alcances. De igual forma, permite comparar los años evaluados con los años próximos a evaluar.

Objetivo

Orientar al usuario en el manejo adecuado del Mathis Measurer a través de las diferentes pantallas que este ofrece, para desarrollar eficazmente el inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Universidad de la Costa..

Requerimientos

- Conexión a internet.
- Navegador de internet, recomendado: Chrome 60+, Safari 10+ / iOS Safari 10+, Edge 12+, Firefox ESR+, Internet Explorer 11, Opera.

Operaciones del Sistema

El presente manual es estructurado para mostrar como acceder y usar cualquier vista del software, en el cual se podrá encontrar.

1. Home Page.
2. Registro de usuarios.
3. Inicio de sesión de usuarios.
4. Cálculo y resultados parciales.
5. Histórico de resultados individuales.
6. Histórico de resultados anuales.
7. Detalles de los resultados.
8. Listar, crear, editar, eliminar factores de emisión.

Home Page

En la figura 14 se muestra la pantalla que visualiza la parte informativa del software, donde se plasman ciertos conceptos relacionados a la importancia de la huella de carbono y sus alcances. Esta es la pantalla inicial que nos redirigirá a las acciones de iniciar sesión, registrarse o calcular en caso de existir una sesión iniciada.

Figura 14

Pantalla principal del software.



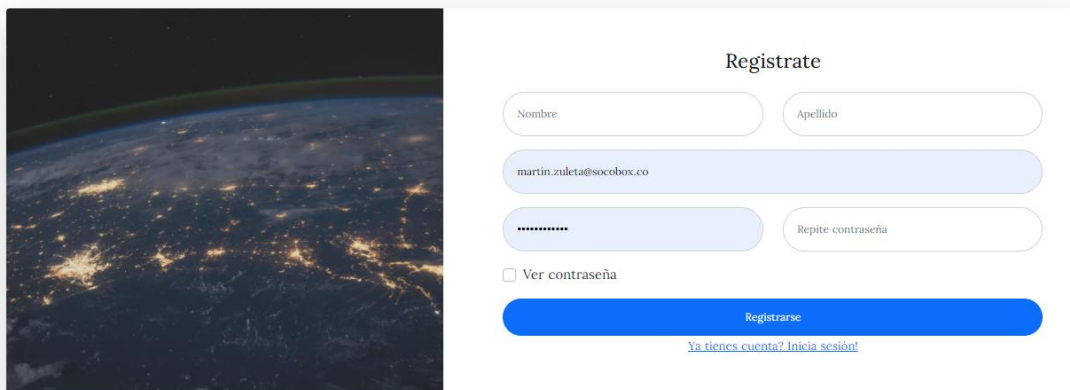
Fuente propia

Registro de Usuario

En la figura 15 se observa la pantalla donde el usuario procederá a realizar el registro de sus datos para ingresar al software y tener acceso a las diferentes funcionalidades de este. Para esto, debe completar todos los campos y presionar el botón registrar para finalizar el primer paso, luego, durante el registro el usuario completa los datos básicos como la compañía a la que pertenece y el rol que desempeña dentro de la misma, al finalizar presiona el botón guardar para completar su acceso al sistema. Cuando el registro sea exitoso automáticamente es redirigido al menú principal.

Figura 15

Pantalla de registro de usuarios.



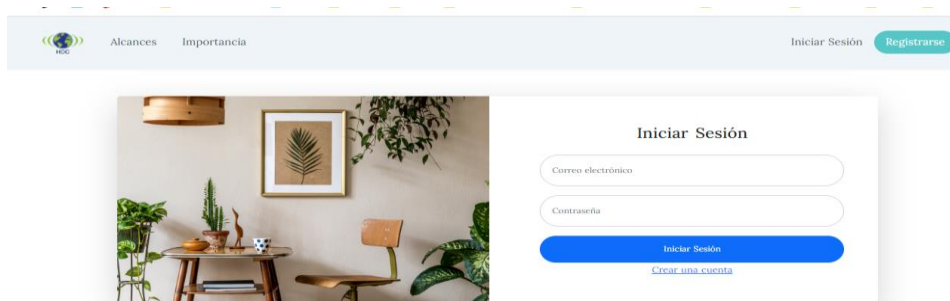
Fuente propia

Inicio de Sesión de Usuarios

En la pantalla que se observa en la Figura 16, los usuarios accederán con sus credenciales previamente creadas en la vista de registro de usuarios, para esto debe completar todos los campos y presionar el botón iniciar sesión. Al confirmar que el acceso es correcto, será redirigido el usuario de manera automática a la vista principal.

Figura 16

Pantalla de inicio de sesión del software.



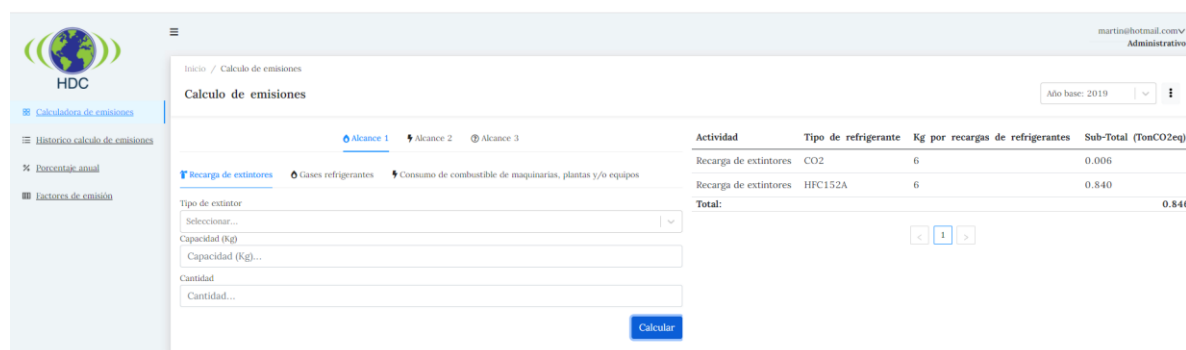
Fuente propia

Cálculos y Resultados Parciales

En esta pantalla que se observa en la figura 17, se realiza el cálculo de las emisiones de CO2 y se muestra el resultado parcial basado en las actividades previamente configuradas en el software. El cálculo se realiza con sus respectivos factores de emisión, los cuales son almacenados en la base de datos, permitiendo así tener la información actualizada en tiempo real otorgando exactitud en cada operación.

Figura 17

Pantalla de cálculos y resultados parciales del software.



The screenshot shows the 'Calculo de emisiones' interface. On the left is a sidebar with the HDC logo and navigation menu. The main area has a form for 'Recarga de extintores' with fields for 'Tipo de extintor', 'Capacidad (Kg)', and 'Cantidad'. A 'Calcular' button is at the bottom of the form. To the right, a table shows the results of the calculation.

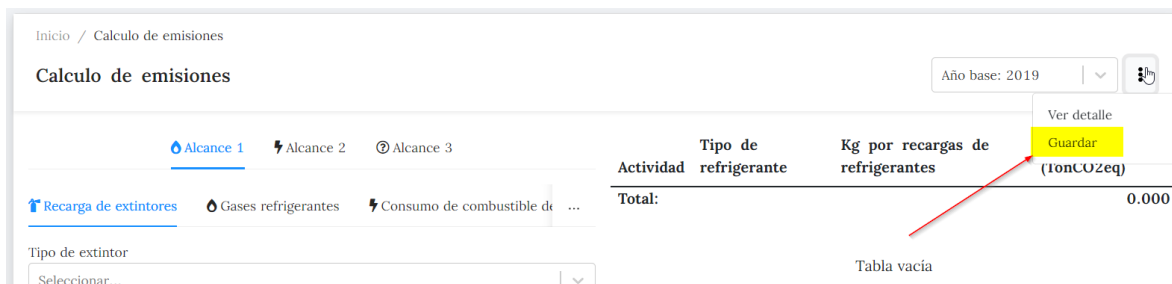
Actividad	Tipo de refrigerante	Kg por recargas de refrigerantes	Sub-Total (TonCO2eq)
Recarga de extintores	CO2	6	0.006
Recarga de extintores	HFC152A	6	0.840
Total:			0.846

Fuente propia

Para realizar los cálculos solo es necesario completar los campos en cada pestaña que está dada en el formulario, ingresar los datos y presionar el botón calcular. Si falta algún dato por ingresar, aparecerá en pantalla un mensaje notificando la ausencia de un valor dentro del cálculo. Al realizar la operación, se verá reflejado en el lado derecho una tabla con los valores calculados y resultados parciales, según cada pestaña señalada para tener detallado cada registro de actividad. Para guardar un cálculo se selecciona la opción de guardar como se muestra en la Figura 18.

Figura 18

Pantalla de resultados parciales y opción de guardar en el software.

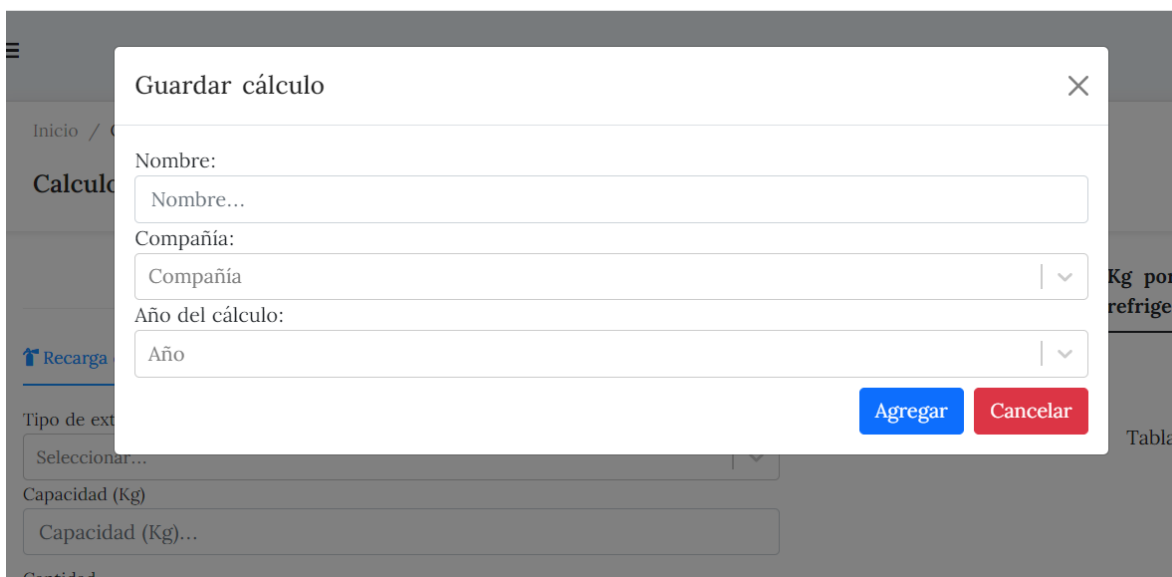


Fuente propia

Al ser presionado aparecerá una ventana para completar algunos datos, al finalizar el ingreso de datos se hará click en guardar y será almacenado exitosamente (ver figura 19).

Figura 19

Pantalla de guardar cálculos en el software.



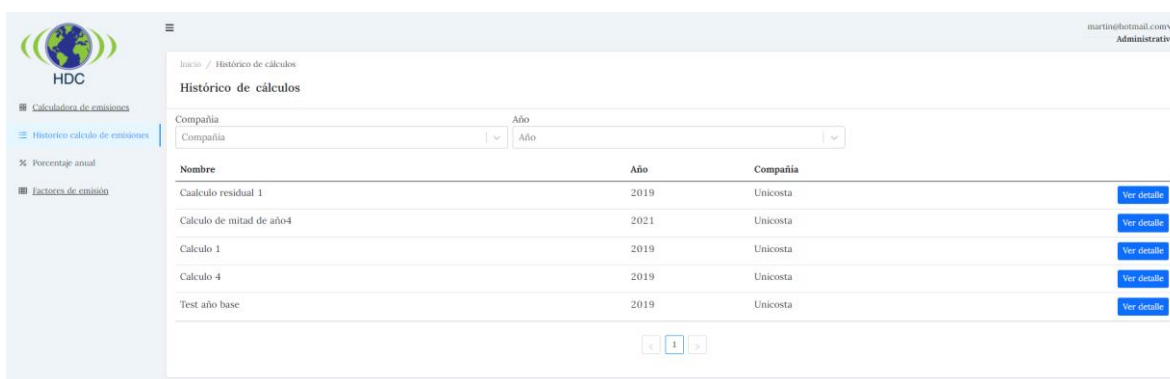
Fuente propia

Histórico de Resultados Individuales

En esta vista que se observa en la figura 20, se puede visualizar un listado de cada cálculo realizado por una compañía, en esta se puede visualizar de manera clara el nombre y año de esta, los cuales pueden ser filtrados para obtener un mejor resultado en la búsqueda. En esta vista pueden acceder al detalle de cada una para visualizar o continuar realizando operaciones en ese registro.

Figura 20

Pantalla de resultados individuales del software.



Nombre	Año	Compañía	
Calculo residual 1	2019	Unicosta	Ver detalle
Calculo de mitad de año4	2021	Unicosta	Ver detalle
Calculo 1	2019	Unicosta	Ver detalle
Calculo 4	2019	Unicosta	Ver detalle
Test año base	2019	Unicosta	Ver detalle

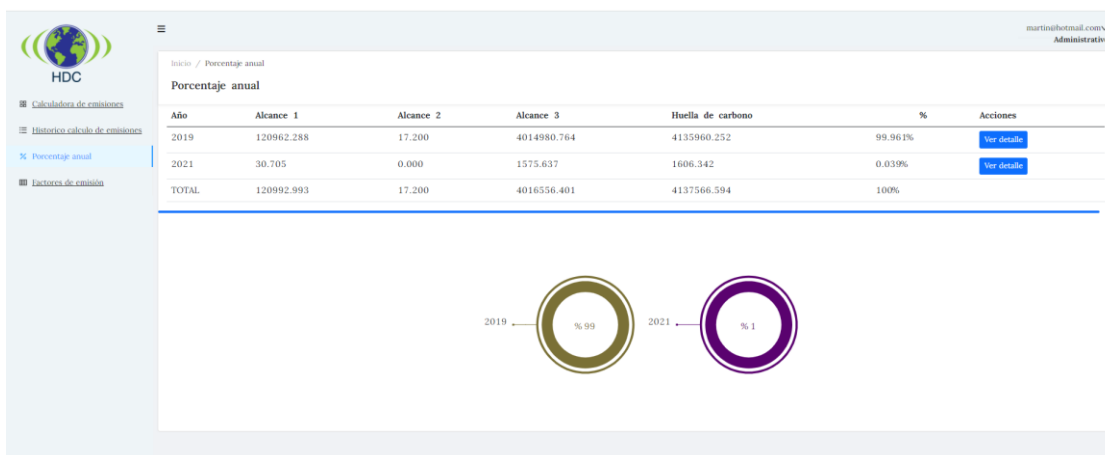
Fuente propia

Histórico de Resultados Anuales

En esta vista que se observa en la figura 21, se puede visualizar el registro anual de todos los cálculos que hace una compañía, en el cual puede visualizar los datos calculados por año en los diferentes alcances. Así mismo, se observan unos gráficos representativos que están basados en los valores. Además, se podrá ser redirigido a la vista de detalle, en la cual estarán todos los valores acumulados por año.

Figura 21

Pantalla de resultados anuales del software.



Fuente propia

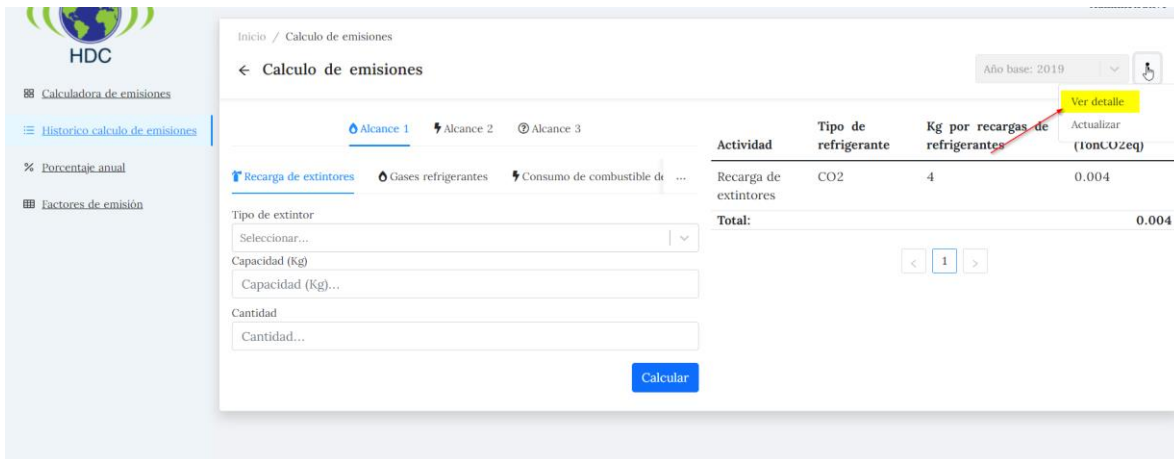
Detalles de los Resultados

Esta vista que se muestra en la figura 22, es una de las más importante junto al cálculo, puesto que permitirá llevar el control, registro y análisis de las operaciones que se realizan en una compañía, son representados gráficamente y tabulados.

Para acceder a esta vista, se hace clic en ver detalle en las opciones que se encuentran ubicado en la vista de cálculo.

Figura 22

Pantalla con opción de ver detalle del software.



Fuente propia

Automáticamente será redirigido al detalle de un cálculo donde se podrá visualizar tablas, gráficos, etc.

En el detalle de resultado, en la sección de detalle anual, se podrá encontrar una tabla mes a mes con consumos ingresados por el usuario, éste podrá ser actualizado o removido en cualquier momento por el usuario.

Además de poder visualizar el detalle de un cálculo, también se podrá generar un reporte de Excel por cada tabla que exista en el reporte, así se podrá mantener uniformidad de los datos a través del sistema y su uso dentro de una organización.

Para generar el reporte se hace clic en el botón descargar reporte y posteriormente se descargará el documento asociado (ver Figura 23).

Figura 23

Pantalla de opción de descargar reportes en el software.

Tablas i Detalle anual

[Descargar reporte](#)

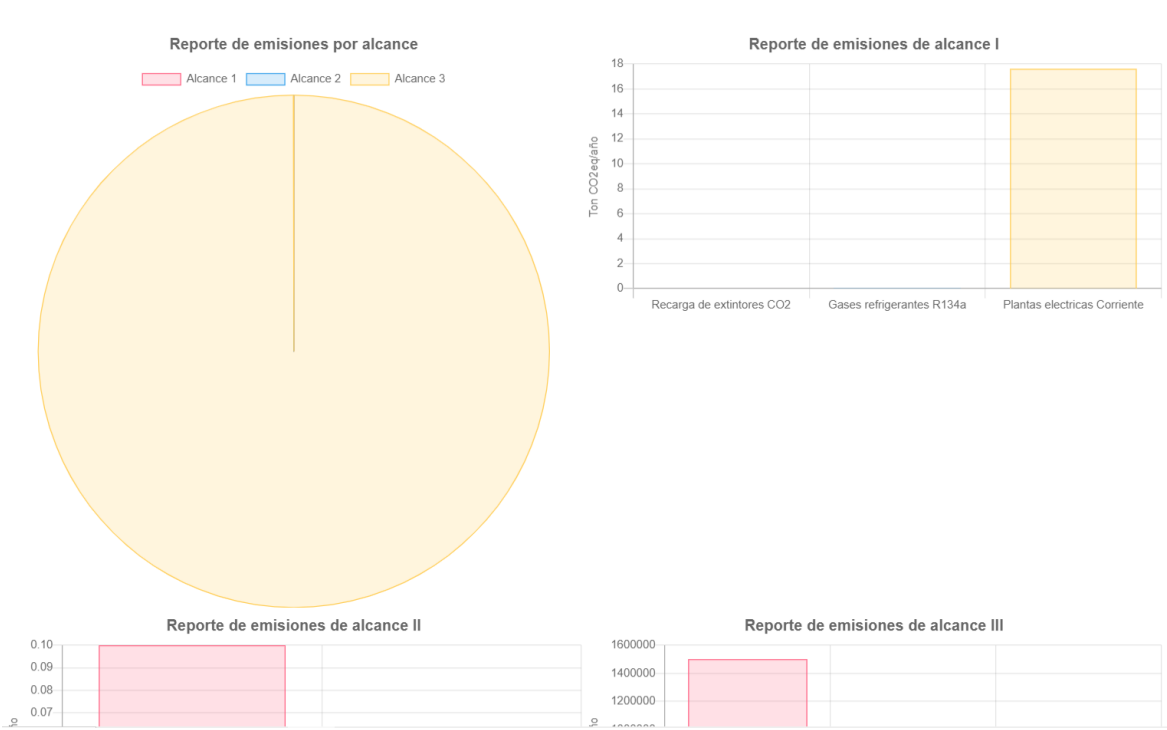
Alcances			Alcance 1		
emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje %	Tipo de emisiones	CO2 eq (Ton/año)	Porcentaje %
	17.631	0.0011713224975405867	Recarga de extintores CO2	0.004	0.022687312120696503
	0.100	0.000006643539773924262	Gases refrigerantes R134a	0.011	0.06239010833191537
	1505203.934	99.99882203396268	Plantas electricas Corriente	17.616	99.91492257954738
Total	17.631	100	Total	17.631	100

Fuente propia

A continuación, se mostrará el detalle de un cálculo en las Figuras 24 y 25.

Figura 24

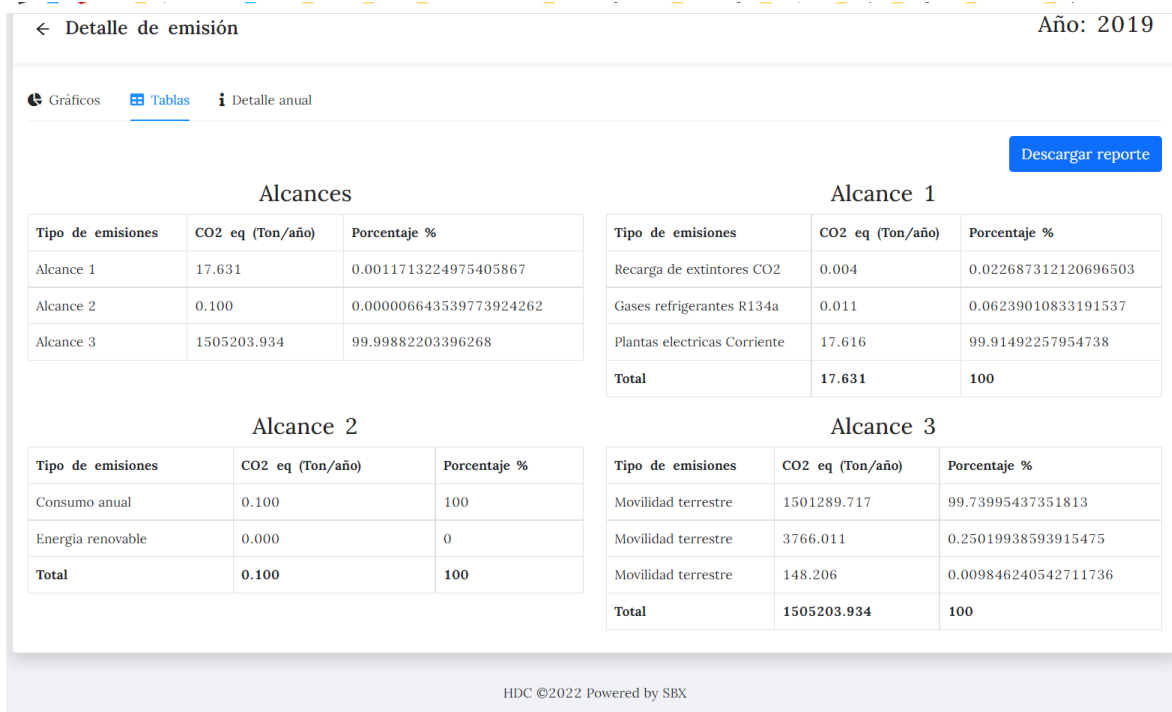
Pantalla de resultados representados en gráficos.



Fuente propia

Figura 25

Pantalla de resultados representados en tablas.



Fuente propia

Listar, Crear, Editar y Eliminar Factores de Emisión

En esta pantalla, se almacenan todos los factores de emisión que están incluidos dentro de los cálculos de la huella de carbono, los cuales permiten mantener un monitoreo en el cambio o actualizaciones de estos y así tener un registro constante de las actividades.

A continuación, en la Figura 26 se visualiza la lista de factores de emisión, en la cual se puede filtrar los factores de emisión y así mismo, los botones de agregar, actualizar y eliminar. En esta vista se puede agregar, listar y actualizar un factor de emisión.

Figura 26

Pantalla de la ficha técnica de factores de emisión del software.

Inicio / Ficha Técnica de factores de emisión o GWP

Ficha Técnica de factores de emisión o GWP Agregar

Buscar:

Datos de actividad	Unidades	2019	2020		
CH4	GWP	28	28	Actualizar	Eliminar
Compostaje aerobio de residuos de jardin	KgCO2eq/kgresiduo	0.844	0.844	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible Biodisel Palma	KgCO2/gal	6.8823	6.8823	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible corriente	Kg NO2/Gal	0.028	0.028	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible corriente	KgCO2/gal	8.808	8.808	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible Crudo de Castilla	KgCO2/gal	11.282	11.282	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible Diesel	KgCO2/gal	10.149	10.149	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible Diesel	Kg NO2/Gal	0.037	0.037	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible Diesel	Kg CH4/Gal	0.037	0.037	Actualizar	Eliminar
Consumo de combustible estacionario Biodisel Palma	NO2 Kg/TJ	0.6	0.6	Actualizar	Eliminar

<
1
2
3
4
5
6
7
>

Fuente propia

Al agregar o actualizar un factor de emisión nos aparecerá el siguiente dialogo que se muestra en la figura 27. En el cual se deben completar los campos para crear una actividad, en caso de hacer una actualización, también aparecerá el dialogo con los datos almacenados.

Se toma el año y el factor de emisión que queremos actualizar y cuando se haya completado todo, se procede a hacer clic al botón actualizar y el proceso será completado.

Figura 27

Pantalla con vista de actualización de factores de emisión del software.

Inicio / Ficha Técnica de factores de emisión o GWP

Ficha Técnica de factores de emisión

Buscar:

Datos de actividad

	2019	2020	
CH4	28	28	
Compostaje aerobio de residuos orgánicos	0.844	0.844	
Consumo de combustible Biodiesel	6.8823	6.8823	
Consumo de combustible corriente	0.028	0.028	
Consumo de combustible corriente	8.808	8.808	
Consumo de combustible Crucero	11.282	11.282	
Consumo de combustible Diesel	KgCO2/gal	10.149	10.149
Consumo de combustible Diesel	Kg NO2/Gal	0.037	0.037
Consumo de combustible Diesel	Kg CH4/Gal	0.037	0.037

Agregar actividad ✕

Actividad

Unidad

Año: ▼

Factor de emision

Agregar
Cancelar

Fuente propia

Discusión

De los resultados obtenidos, se destaca la notable disminución de la huella de carbono del año 2020 en relación con la del 2019, siendo del 49,45% la diferencia, es decir, la Universidad de la Costa en el año 2020 generó la mitad de las toneladas de CO₂ equivalente que en el año 2019. Esto, teniendo en cuenta que se ordenó la cuarentena obligatoria mediante el decreto 457 del 22 de marzo de 2020 y se impartieron instrucciones en virtud de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del coronavirus, lo que obligó a que se tomaran medidas de bioseguridad y se cancelara la presencialidad de las clases por lo que restaba del año. Así mismo, el número de empleados que podía presentarse en la Universidad por día se redujo considerablemente.

Este cambio en la normalidad de las actividades que realizaba la Universidad de la Costa hasta el 2019, marcó una diferencia significativa en la cantidad de Toneladas de dióxido de carbono que emitió la organización, ya que, al disminuir la presencialidad de las clases, el consumo de combustible en el transporte de estudiantes, colaboradores y administrativos disminuyó, así como la generación de residuos y el consumo de energía eléctrica producto de la climatización de los espacios, el alumbrado y el uso de los equipos.

Con respecto a esto, en los últimos 100 años, las crisis han significado una disminución de las emisiones de CO₂ derivadas del uso de petróleo, gas y carbón. Así ocurrió durante la epidemia de gripe española, la gran depresión y el fin de la segunda guerra mundial.

De acuerdo con McGrath, (2020), corresponsal de medio ambiente de la BBC “ninguna guerra, ninguna recesión, ninguna otra pandemia ha tenido un impacto tan

dramático en las emisiones de CO₂ durante el último siglo como la que ha logrado la COVID-19 en pocos meses”.

La disminución en las emisiones de alcance II en el año 2020, con respecto al año 2019, atribuidas al consumo de energía eléctrica, fue del 71,5%, efecto directo de la virtualidad de las clases, pero dicha variación no es solo en las emisiones de la Universidad de la Costa, ya que, según un nuevo informe de Global Energy Review 2020 de la Agencia Internacional de la Energía (IEA), la demanda de energía caería un 6% en 2020, dependiendo en gran medida de la duración y la rigurosidad de las medidas para frenar la propagación de la COVID-19.

En el presente apartado se describirán los resultados obtenidos de otros estudios realizados, con la finalidad de confrontar el resultado de la Huella de Carbono calculada en la Universidad de la Costa frente a otras universidades.

En el estudio realizado por Alcaraz, (2014) se observó que el resultado del cálculo de la HdC de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) correspondiente a un valor de 9.088, 40 toneladas de CO₂ equivalente, si bien, se observa que este resultado se encuentra muy por debajo de los resultados de los años base y de referencia 2019 y 2020 de la Universidad de la Costa, esto se debe a que, el año base de estudio de la UPCT fue de 2013 lo que respecta a que los valores de los factores de emisión son considerablemente bajos a razón de que estos aumentan anualmente y además, los factores de emisión fueron tomados de fuentes diferentes, también se debe considerar el número de identificación de fuentes obtenidas para cada universidad y la comunidad universitaria que poseen cada una de estas.

A pesar de tener una notable diferencia en cuanto al resultado de la HdC entre las universidades, cabe resaltar la denotación de similitud referente al alcance con mayor contribución a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, siendo este el alcance III, el de mayor aportación con un porcentaje del 79,44% de las emisiones de la UPCT, 99,88% de las emisiones del año 2020 y 99,7% de las emisiones generadas en el año base 2019 de la Universidad de la Costa.

Mientras que, en el estudio realizado por Jordano, Gomera & Aguilar (2015) el mayor aporte a la huella de carbono se dio por el consumo de energía, en el caso de la Universidad de la Costa, en la huella de carbono de ambos años, el mayor aporte de emisiones de GEI está dado por las emisiones de alcance III, que incluyen el consumo del desplazamiento de estudiantes y colaboradores, siendo este el 99,88% de la totalidad de las emisiones en el 2020 y el 99,7% en el 2019. Al igual que en el estudio desarrollado en la Universidad Tecnológica de Pereira (2019), donde del total de sus contribuciones al cambio climático, el 96,7% fueron dadas por las emisiones de alcance III. Con respecto a lo anterior, los autores Yañez, Sinha & Vasquez, (2019) concluyen que las emisiones indirectas de alcance III son el principal contribuyente a la huella de carbono y es el alcance más difícil de controlar debido a su realización con terceros, constituyendo el transporte de estudiantes y personal de la Universidad como uno de los factores principales en la medición de la Huella de Carbono.

Recomendaciones

- Se recomienda al responsable del Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad y a sus colaboradores, llevar un registro de las actividades que se incluyen en el inventario de emisiones de GEI. Además de llevar el registro de la información correspondiente a salidas de campo y vuelos nacionales e internacionales, consumo de gas natural, recargar de los gases de refrigeración de los equipos de climatización, consumo de combustible por fuentes fijas, datos de potabilización de agua y gestión de aguas residuales, así como de la producción de compostaje y las actividades adicionadas en la herramienta de base tecnológica, para que en los próximos años el cálculo de la huella de carbono sea más completo y sin exclusiones.
- Extender el alcance del estudio a través del inventario de emisiones del desplazamiento de la comunidad universitaria en salidas de campos o viajes nacionales e internacionales que se realicen, de forma que se recolecte la mayor cantidad de información relacionada con los tipos de vehículo que empleen, tipo de combustible, distancias recorridas, destino, origen y eficiencia del consumo de combustibles en el caso del personal que utiliza vehículo particular.
- Esquematizar herramientas de gestión que posibilite la recopilación de información verificable en cuanto al consumo de combustibles por aquellas actividades que se realicen dentro de la organización bien sea el uso de plantas eléctricas, podadoras, entre otras maquinarias y/o equipos con los que se cuente, así como también, el transporte empleado por la comunidad universitaria.

- Ejecutar un programa de gestión del CO₂ en el que se determinen objetivos y metas de mitigación y/o compensación de la huella de carbono organizacional, en tal sentido, la Alta Dirección deberá definir y establecer los recursos necesarios para que se dé cumplimiento de los objetivos propuestos los cuales deberán ser incorporados en el plan de trabajo anual del Sistema de Gestión Ambiental de la organización.
- Diseñar e implementar un Plan de Carbono Neutralidad, teniendo en cuenta que, si se reduce en un 36% las emisiones de GEI y se compensa un 10%, para el año 2050 la Universidad de la Costa igualaría las toneladas de CO₂eq que emite a las que compensa.
- Recomendable sustituir los extintores de Solkaflam teniendo en cuenta que el agente extintor (HCFC-123) es menos amigable con el medio ambiente a diferencia de los demás agentes extintores por lo que la resolución 2749 de 2017 establece que este extintor dejará de importarse en Colombia, lo cual generará un incremento en el valor de las recargas de gas. Se recomienda sustituir por el extintor de CO₂ ya que no conducen la electricidad, son agentes limpios y por tanto funcionan muy bien para los incendios tipo C. Si se reemplazan las mismas cantidades de extintores de Solkaflam con igual capacidad por extintores de CO₂, se dejarían de emitir cerca de 43.064 Toneladas de CO₂eq/año, lo que equivale a reducir el 99% de las emisiones generadas por equipos de extinción de incendios.
- Para reducir la huella de carbono relacionada con las emisiones de alcance I y II, se recomienda la sustitución de los equipos, maquinarias y cualquier otro tipo de aparato que tenga un alto consumo de electricidad y/o combustibles,

por otros que tengan una mayor eficiencia, o suministrando mejoras en las infraestructuras que disminuyen en ahorro energético.

- Valorar técnica, económica y operativamente la adquisición de electricidad producida con fuentes renovables como una estrategia para reducir las emisiones de CO₂eq generada en la actividad de alcance II de la organización, evitar consumos innecesarios de electricidad. Incorporar aparatos de bajo consumo eléctrico y reducir las pérdidas en la distribución eléctrica.

- Evaluar técnicamente la implementación de paneles solares dado que, si se reduce el 50% del consumo anual con base al año 2019, se dejaría de emitir 565,10 Toneladas de CO₂eq/año, fomentando viabilidad al comercializar 565 bonos de carbono, lo cual generaría un ingreso anual no operativo de \$10.452.500 teniendo en cuenta que, el bono de carbono en el mercado nacional equivalente a 1 TonCO₂eq esta valorizado en \$18,500. La tasa de reducción de emisiones por la instalación de paneles solares en función de las emisiones sería 3,6 veces mayor que la de generación por el consumo de energía.

- Para reducir las emisiones de alcance III, que son las que más aporte de GEI generan a la huella de carbono institucional, se recomienda reducir la cantidad de residuos posibles. Se considera la disminución de consumos innecesarios, su reciclaje y reutilización, y también implementar una mayor eficiencia en cuanto a la gestión de los materiales.

- Se recomienda reducir en un 20% la disposición final de los residuos domiciliarios en relleno sanitario y realizarles aprovechamiento, teniendo en cuenta que, la generación de residuos domiciliarios emite 20 veces más GEI que el

aprovechamiento. De acuerdo con esto, se dejarían de emitir 26.513 TonCO₂eq/año, lo que presenta una reducción del 19% en las emisiones por disposición de residuos.

- Incorporar los resultados de los estudios realizados o por realizar en el informe de Sostenibilidad Organizacional de los años base, si aplica y/o plantear indicadores de gestión en base al impacto de la organización frente al Cambio Climático.
- Tener en cuenta los sumideros de carbono natural que se encuentran en el campus universitario de forma que se cuente con el registro del tipo de especie florística, diámetro de altura de pecho, área cubierta y ubicación para así estimar la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la organización.
- Inspeccionar e identificar nuevas fuentes de emisiones con respecto a las actividades que se consideren cruciales para su posterior evaluación de forma que se puedan incorporar los cálculos al software y así proceder a la extensión de los alcances como a la efectividad de la huella de carbono organizacional.

Recomendaciones Para el Software

- Al ser cumplidos los objetivos planteados en el trabajo de grado, los cuales se centraron en la Universidad de la Costa, se observa la necesidad de implementar a futuro inteligencia artificial con el fin de predecir comportamientos que mejoren los resultados brindados por la herramienta. Este recomendable tener un enfoque estadístico, permitiendo así mejorar las probabilidades de bajar los índices de la huella de la institución.

- Se recomienda a mediano plazo realizar soporte a la plataforma web para mantener los valores utilizados dentro del mismo, de forma que, la precisión de los cálculos continúe siendo exacta.
- Se recomienda asignar personal a cargo de la vanguardia de las tecnologías del mercado a corto plazo, puesto que esto brinda una estabilidad al software, permitiendo así su soporte y posterior actualización a nuevas versiones con mejores características.
- Se recomienda agregar nuevos módulos de administración de actividades, que permita agregar o eliminar actividades en los diferentes alcances, de igual forma, si se cree pertinente, agregar módulos que permita al usuario modificar los cálculos existentes.
- Es recomendable actualizar la ficha técnica de los factores de emisión, teniendo en cuenta que algunos de ellos varían anualmente.
- Se recomienda agregar pruebas unitarias al software de manera que se prevengan cualquier daño a una funcionalidad ya implementada al agregar una nueva.
- Se recomienda a mediano y/o largo plazo, realizar una inversión de dinero y recursos en bases de datos, alojamientos, servidores, entre otros, en caso de ser requerido, siempre y cuando la información llegue a ser de un tamaño considerable, teniendo en cuenta que el alcance actual permite almacenar una información limitada.

- Se recomienda una conexión estable a internet y el uso de los navegadores en sus versiones más recientes, para así tener un uso óptimo de la herramienta a nivel web.
- Se recomienda a corto plazo extender la integración con Google Cloud, ya que este le permite a la herramienta hacer cálculos precisos a través de direcciones y esta es paga a través de la consola de Google Cloud.

Conclusiones

- La huella de carbono de la Universidad de la Costa para el año 2019 es de 142522,78 TonCO₂eq.
- Para el año 2020, la huella de carbono fue de 72039,06, lo que representa una disminución de 49,45% en las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto al año anterior, dicha disminución, se atribuye al cambio en las actividades de la institución por la emergencia sanitaria generada por la pandemia del coronavirus.
- Las emisiones de Alcance III que corresponden al consumo de combustible del transporte de estudiantes, docentes y administrativos, constituye la mayor contribución, durante los dos años, a la huella de carbono con un 99,7 en el 2019 y 99,88% en el 2020.

Teniendo en cuenta que la mayor contribución de emisiones se da por el consumo de combustible y por la disposición de residuos, es importante que se implementen acciones para reducir estas emisiones, tales como: incentivar el uso del carro compartido, que es una estrategia que busca fomentar el uso del carro compartido, así como fomentar el uso de bicicletas y la gestión adecuada de residuos (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2013)

- Se desarrolló un software para reportar el inventario de gases de efecto invernadero y/o la huella de carbono, esta herramienta permite obtener los resultados en tablas, gráficas y un documento en Excel.

Referencias

- Adenle, Y. A., & Alshuwaikhat, H. M. (2017). *Estimación espacial y visualización de emisiones de CO₂ para la sostenibilidad del campus: el caso de la Universidad de Ciencia y Tecnología King Abdullah (KAUST)*. Arabia Saudita: MDPI.
- Alcaraz, A. H. (2014). *Huella de Carbono en la Universidad Politecnica de Cartagena: en busca de la Ecoeficiencia*. Universidad Politecnica de Cartagena. Cartagena, España. : Ingeniería Ambiental y de Procesos Sostenibles.
- Apel, S., & Kästner, C. (2009). *An Overview of Feature-Oriented Software Development*. Germany: ETH Zurich, Chair of Software Engineering, Vol. 8, No. 4.
- Arioli, M. S., Bettella, H. B., & DAgosto, M. D. (2020). Revisión de la evaluación de impacto ambiental. La evolución de los métodos de inventario de emisiones de GEI a escala de ciudad: una revisión sistemática. *ScienceDirect, ELSEVIER*.
- ATLASSIAN. (2021). *ATLASSIAN The Agile Coach*. Obtenido de <https://www.atlassian.com/agile>
- Barreto, B. (2018). *La Mitigación del Cambio Climático en Colombia: Derecho Internacional Ambiental y Legislación Nacional sobre Energías Renovables*. Colombia (CC BY-NC 2.5): Universidad Católica de Colombia: Atribución-NoComercial 2.5 .
- Bedoya, M., Contreras, C., & Ruiz, F. (2010). *Alteraciones del regimen hidrológico y de la oferta hídrica por variabilidad y cambio climático*.
- Beltran, J., Íñigo, E., & Mata, A. (2014). La responsabilidad social universitaria, el reto de su construcción permanente. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 3-18.

- Benavides Ballesteros, H., & Leon Aristizabal, G. (2007). *Nota Tecnica sobre Gases de Efecto Invernadero y el Cambio climatico*. Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales .
- Ben-Zahia, M. A., & Jaluta, I. (2014). Criteria for selecting software development models. En *Global Summit on Computer & Information Technology (GSCIT)* (págs. pp. 1-6). Sousse, Tunisia: 10.1109/GSCIT.2014.6970099.
- Brains, J. (2021). *WebStorm*. Obtenido de <https://www.jetbrains.com/es-es/webstorm/>
- Cali, A. d. (s.f.). *Cali HuellaC*. Obtenido de La aplicación que permite medir la huella de Carbono: <https://www.cali.gov.co/tic/publicaciones/132801/cali-huellac-la-aplicacion-que-permite-medir-la-huella-de-carbono/>
- Chart.js. (s.f.). *Open source HTML5 Charts for your website*. Obtenido de <https://www.chartjs.org/>
- Chavarria, F., Molina, O., Gamboa, R., & Rodriguez, J. (2016). Medicion de la huella de carbono de la Universidad nacional de Costa Rica para el periodo 2012-2014. Rumbo a la carbono neutralidad. *Uniciencia*, 47-62.
- Chen, J. J., & Wu, M. M. (2015). *Integrating extreme programming with software engineering education*. Opatija, Croatia: 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO).
- Cloud, G. (s.f.). *Servicios de cloud computing*. Obtenido de <https://cloud.google.com/>
- Co2Cero. (s.f.). *CO2Cero*. Obtenido de ¿Cuál es tu huella de carbono?: <https://co2cero.co/huella-de-carbono/>
- Comision Economica para America Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). Cambio climatico y desarrollo en America Latina y el caribe: una reseña .

- Conservancy, S. F. (2021). *git scm*. Obtenido de <https://git-scm.com/>
- Cranulo, & Tanovic, A. (2019). *Comparison of SCRUM and KANBAN in the Learning Management System implementation process*. Belgrade, Serbia: 27th Telecommunications Forum (TELFOR).
- Data, R. (2021). *W3Schools*. Obtenido de https://www.w3schools.com/whatis/whatis_github.asp
- Digité Inc. (diciembre de 2021). Obtenido de Digité: <https://www.digite.com/es/agile/programacion-extrema-xp/>
- Dincer, I., & Abu-Rayash, A. (2020). Modelado de sostenibilidad. *ScienceDirect. Sostenibilidad Energética*.
- Espíndola, C., & Valderrama, J. (2021). Huella de carbono. Parte 1: Conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información tecnológica*, 163-176.
- Finnegan, S. M., & Sharples, S. (2018). El impacto del carbono de un parque de safari del Reino Unido: aplicación del protocolo de GEI utilizando datos de energía medidos. *ScienceDirect*.
- Foundation, O. J. (2021). *Node.js*. Obtenido de <https://nodejs.org/es/>
- Gao, T., Liu, Q., & Wang, J. (2013). *A comparative study of carbon footprint and assessment standards*. International Journal of Low-Carbon Technologies. Volume 9.
- GHGProtocol. (s.f.). *Protocolo Gases de Efecto Invernadero*. Estándar Corporativa de Contabilidad y Reporte.
- GlobalFootprint. (s.f.). *Footprint calculator*. Obtenido de Schneider Electric: <https://www.footprintcalculator.org/home/es>
- GreenApps. (s.f.). *Green Apps & Web*. Obtenido de <https://www.greenappsandweb.com/>

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2003). *Metodologia de la Investigacion*.

Mexico: DF.: McGraw-Hill.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2016). *Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero - Colombia*. Bogotá D.C: Punto Aparte. Bookvertising: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

ISAGEN. (2018). *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del año 2017*.

ISO14064-1. (2018). *Gases de efecto invernadero — Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. Ginebra, Suiza: Segunda edición. Publicado por la Secretaría Central de ISO.

Jordano, A. d., Martínez, A. G., Moreno, J. E., Jiménez, C. G., López, M. A., & Abellán, M. V. (2016). *La huella de carbono de la UCO*. Servicio de Protección Ambiental (SEPA). Universidad de Córdoba.

Lo-Iacono-Ferreira, G., V., T.-L., Ignacio, J., & Capuz-Rizo F., S. (2018). *EL USO DE LA HUELLA DE CARBONO COMO INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR*. Obtenido de:
<http://dspace.aepro.com/xmlui/ha>: AEIPRO IPMA.

Lysiak, E. (2018). Huella de carbono de la producción agrícola de yema de té certificada en Argentina | [La huella de carbono de la producción agrícola del brote de té certificado en Argentina]. *Scopus. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, Volumen 44, Número 3, Páginas 359 - 366.

Manso, D., Parrado, C., & Aristizabal, A. (2017). Inventario de Gases de Efecto Invernadero en la Universidad de Bogota Jorge Tadeo Loano. *Mutis*, 44-58.

- Marin, M. J. (2019). *Análisis de la huella de carbono para los alcances 1 y 2 del Greenhouse Gas Protocol (GHG) en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio*. Villavicencio, Meta: [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás].
- McGrath, M. (23 de Noviembre de 2020). Climate change: covid pandemic has little impact on rise in CO2. *BBC NEWS*.
- MDNcontributors. (08 de Octubre de 2021). *MDN Web Docs*. Obtenido de https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Tools_and_testing/Understanding_client-side_tools/Package_management
- MEDINA, Y. R. (2020). *DISTRIBUCIÓN ESPACIAL, FACTORES Y TASAS DE EMISIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO (CH4, CO2) EMITIDOS A LA ATMÓSFERA POR PARTE DE CULTIVOS DE ARROZ EN COLOMBIA EN EL 2019*. BOGOTÁ D.C.: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES.
- MINAMBIENTE. (15 de junio de 2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de ¿Qué es el cambio climático?: <https://dev.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/que-es-el-cambio-climatico/>
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (s.f.). *Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de Huella de carbono, cambio climático: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- Mondragón, J. H., Sandoval, A., & Breña, F. (2019). Calentamiento global: Una secuencia didáctica. *Revista mexicana de física*.

- Muñoz, N. M. (2016). *Cálculo de la huella de carbono de un envase con ayuda del software “CES EduPack”*. Escuela Politécnica Superior de Alcoy (EPSA): Universitat Politècnica de València (UPV).
- Newkirk, J. (2002). *Introduction to agile processes and extreme programming*. Orlando, FL, USA: Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering. ICSE.
- ORACLE. (2021). *OCI Blog*. Obtenido de <https://www.oracle.com/database/what-is-database/>
- Ordoñez Leon, Y. (2012). Obtencion de la certificacion de "Carbono Neutro" y su impacto en la creacion de valor empresarial: resultados de casos reales".
- Organismo Internacional de Energia Atomica . (s.f.). *IAEA*. Obtenido de <https://www.iaea.org/es/temas/seguridad-alimentaria-y-cambio-climatico>
- Organizacion de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion . (2013). *La fauna silvestre en un clima cambiante* . Roma.
- Organizacion Meteorologica Mundial. (2019). *La concentracion de gases de efecto invernadero en la atmosfera alcanza un nuevo record* .
- Patchell, J. (2018). ¿Pueden realizarse las implicaciones del estándar de alcance 3 del Protocolo de GEI? *ScienceDirect, EL SEVIER. Diario de producción más limpia*.
- Pereira, U. T. (2019). *Reporte de Medicion de Huella de Carbono en el campus central de la Universidad. Pereira - Colombia*. Obtenido de <https://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/ESTUDIO%20HUELLA%20DE%20CARBONO%20UTP%202019.pdf>.

PNUMA. (2017). *UN-Environment programme*. Obtenido de Climate change: mitigation:

www.unep.org: www.unep.org/climatechange/mitigation

Rahmat, A., & Hanifah, N. A. (2020). *Usability Testing in Kanban Agile Process for Club Management System*. Bandung, Indonesia: 6th International Conference on Interactive Digital Media (ICIDM).

Ranganathan, J., Moorcroft, D., Koch, J., & Bhatia, P. (2018). *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*. World Resources Institute. World Business Council for Sustainable Development.

Redux. (2021). *Glosario redux en español*. Obtenido de

<https://es.redux.js.org/docs/glosario.html>

RENARE. (15 de junio de 2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.

Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/renare/>

Reyes, D., & Panche, L. (2019). *Determinacion de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria. Bogota, Colombia*. Obtenido de

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2131&context=ing_ambiental_sanitaria

Ridhosari, B., & Rahman, A. (2019). Evaluación de la huella de carbono en Universitas Pertamina desde el alcance de la electricidad, el transporte y la generación de residuos: hacia un campus verde y la promoción de la sostenibilidad ambiental. *Science Direct*.

Ridhosari, B., & Rahman, A. (2019). Evaluación de la huella de carbono en Universitas Pertamina desde el alcance de la electricidad, el transporte y la generación de

residuos: hacia un campus verde y la promoción de la sostenibilidad ambiental.

Science Direct.

Rodriguez Bernate, M., & Martinez Cortes, C. (2018). Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de la Universidad Libre - Sede principal .

Sánchez-Medina, I., Medina, F., & Cabrera-Medina, J. M. (2017). Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao. *Portal de Revista sutpMemorias de Congresos*, 173-178.

Sánchez-Medina, I., Medina-Rojas, F., & J. M. Cabrera-Medina. (2018). Diseño de software para calcular la huella de carbono e hídrica durante la producción de café. *Revista Ingeniería Solidaria*, vol. 14, no. 24, 12.

SBX. (2021). *SBX Cloud Application Platform*. Obtenido de <https://sbxcloud.com/#!/terms>

Sharma, P., & Hasteer, N. (2016). *Analysis of linear sequential and extreme programming development methodology for a gaming application*. Melmaruvathur, India: International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP).

SimaPro. (09 de Abril de 2015). *Sima Pro*. Obtenido de <https://simapro.com/>

Solano-Quesada, S., & Ortiz-Malavassi, E. (2016). Methodology for the quantification of the carbon footprint of buildings in Costa Ri. *Scielo. Tecnología en Marcha*.

Solé, A., & Cabeza, L. F. (2018). Enfoque ambiental, Sistemas de almacenamiento térmico de alta temperatura utilizando materiales de cambio de fase. *ScienceDirect*.

Solidforest. (s.f.). *AIR.E HDC*. Obtenido de SOFTWARE PARA EL CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO: <https://www.solidforest.com/software-huella-carbono-hidrica-agua-ambiental.html>

Soure, F. O. (2021). *React*. Obtenido de <https://es.reactjs.org/>

Technology, E. K. (24 de Abril de 2021). *tic.PORTAL*. Obtenido de

<https://www.ticportal.es/glosario-tic/framework-software>

Terrapass. (s.f.). *Terrapass*. Obtenido de ¿Cuál es tu huella de carbono?:

<https://terrapass.com/carbon-footprint-calculator>

Torres, L., Carbo, N., & Lopez, J. (2017). Huella de carbono y los conocimientos, actitudes y practicas de los estudiantes y personal del nivel secundario sobre emisiones de gases de efecto invernadero. *Revista de Investigacion: Apuntes Universitarios*, 7(2).

TypeScript. (2012). *JavaScript with syntax for types*. Obtenido de

<https://www.typescriptlang.org/>

UNESCO. (1998). Marco de Acción prioritaria para el Cambio y el Desarrollo de la Educacion Superior. *Revista Educacion superior y sociedad* , 115-123.

Universidad de la Costa. (08 de Agosto de 2014). Obtenido de

<https://www.cuc.edu.co/2209>

Universidades.crBLOG. (07 de OCTUBRE de 2019). Obtenido de

<https://www.universidadescr.com/blog/desarrollo-de-software-de-que-trata/>

Val, E., & Romero, S. (2017). *Bark-beetles (Coleoptera: Curculionidae) and climate change: current situation and perspectives for temperate forests*. *TIP*, 53 - 60.

Villanueva, B., & Huelgas, R. (2019). Change climate and health. *ScienceDirect. Revista Clínica Española*, 260-265.

Washington, U. o. (2021). *INFORMATION TECHNOLOGY UNIVERSITY of*

WASHINGTON. Obtenido de <https://itconnect.uw.edu/learn/workshops/online-tutorials/web-publishing/what-is-a-terminal/>

Web, E. (s.f.). *United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de Greenhouse Gas Equivalencies Calculator: <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>

Wellington, C. A. (2005). *Managing a project course using Extreme Programming*. . Indianapolis, IN, USA: Proceedings Frontiers in Education 35th Annual Conference.

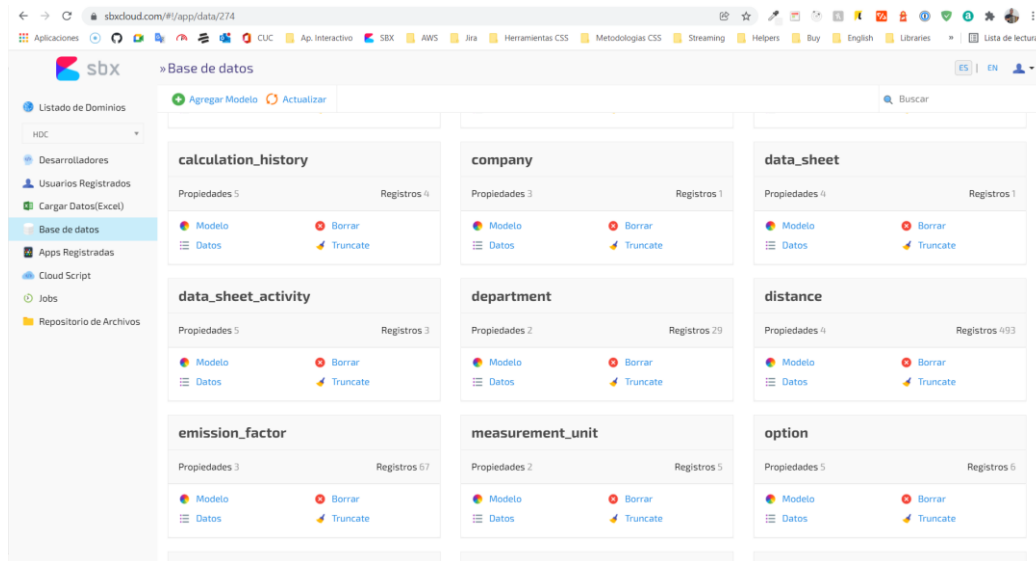
Williams, C. L., & Porter, P. (2015). Introducción a la bioenergía. *ScienceDirect*.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. (2014). *Estandar de objetivos de mitigacion, resumen ejecutivo. Un estandar de contabilizacion y generacion de reportes para objetivos de reduccion de gases de efecto invernadero nacionales y regionales* .

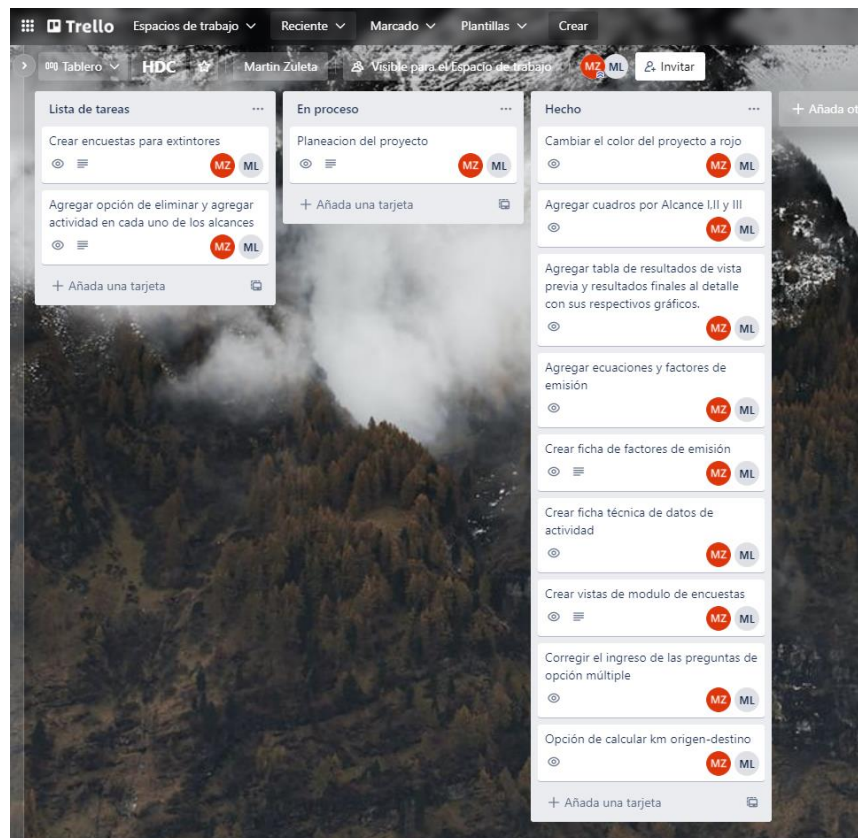
Yañez, P., Sinha, A., & Vásquez, M. (2019). *Estimación de la huella de carbono en un campus universitario: evaluación e ideas*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/1/181/htm>

Material complementario o anexos

Anexo 1. Base de datos de sbx.



Anexo 2. Tablero de plan de trabajo.



Anexo 3. Modelo de encuesta de análisis preliminar.

31/1/2021 ANALISIS PRELIMINAR DEL CONTEXTO OPERACIONAL

SOLK (K) SINGAPORE

ANALISIS PRELIMINAR DEL CONTEXTO OPERACIONAL

GENERALIDADES DE LA ORGANIZACION

En esta sección se vincula información base de la organización para suministrar al informe técnico final.

1

¿Cual es la razón social de la empresa? *

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC

2

Mencione el año de referencia designado para inventario de gases de efecto invernadero *

menor al 2019

3

Escriba una pequeña reseña histórica de su organización *

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?it=2uuh8ZUPqkm36kz623Eh0n8PFU_j5m86G0D86KfUNpYURUYOUPMTjE200xQRU... 1/16

31/1/2021 ANALISIS PRELIMINAR DEL CONTEXTO OPERACIONAL

Anexo 4. Inventario de los datos de equipos contra incendios del año 2019.

UBICACION		DATOS DEL EXTINTOR							INSPECCION ACCESORIOS												
Nº	Bloque	Piso	Ubicación del Extintor	Nombre Extintor	Capacidad	Fecha de Fabricación	Código Interno	Fecha de Recarga	Tarjeta No	Manguera para extintor	Manguera para extintor CO2	Boquilla para extintor	Sello de seguridad	Pasador de seguridad	Catamania para extintor	Pistola Extintor	Manómetro para extintor	Año de Verificación	Prueba Hidrostática		
1	1	1	Rectoría Interna	SOLK	3700gr	abr-14	25	jun-20	8126	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
2		1	Registro	SOLK	3700gr	No se evidencia	100	jun-20	8176	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
3		1	Vice-academica	SOLK	3700gr	may-14	49	jun-20	8242	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4		1	Contabilidad	SOLK	3700gr	No se evidencia	165	jun-20	8250	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5		1	Tesorería	SOLK	3700gr	No se evidencia	34	jun-20	8249	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6		1	Financiera	SOLK	3700gr	jul-15	37	jun-20	8130	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7		2	Rectoría	SOLK	3700gr	jul-15		jun-20	jul-22	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8		2	Vicerrectoría Financiera	SOLK	3700gr	No se evidencia	26	jun-20	8175	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9		2	Facultad de Ingeniería	SOLK	3700gr	No se evidencia	79	jun-20	8181	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10		3	Facultad de Humanidades	SOLK	3700gr	No se evidencia	147	jun-20	8131	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11		3	Facultad de Humanidades	SOLK	3700gr	No se evidencia	63	jun-20	8182	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12		3	Laboratorio de calidad	SOLK	3700gr	No se evidencia	8	jun-20	8236	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13		3	Laboratorio de métodos y tiempos	SOLK	3700gr	No se evidencia	113	jun-20	8220	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14		3	Coordinación de Prácticas Facultad de Ingeniería	SOLK	3700gr	No se evidencia	83	jun-20	8122	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15		3	Ingeniería	SOLK	3700gr	No se evidencia		jun-20	8125	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16		3	Estadística	SOLK	3700gr	No se evidencia		jul-20	8269	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17		4	Dpto. de Planeación	SOLK	3700gr	No se evidencia	52	jun-20	8177	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18		4	Dpto. de Comunicaciones	SOLK	3700gr	No se evidencia		jun-20	8245	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19		4	Oficina de Ciencias Básicas	SOLK	3700gr	No se evidencia		jul-20	8253	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Anexo 5. Inventario de los datos de equipos contra incendios del año 2020.

UBICACIÓN		DATOS DEL EXTINTOR							INSPECCIÓN ACCESORIOS										OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
Nº	Riesgo	Piso	Ubicación del Extintor	Marca Extintor	Capacidad	Fecha de Fabricación	Código Barco	Fecha de Recarga	Tamaño No	Mantenimiento para extintor	Mantenimiento para extintor CUC	Requisito para extintor	Señal de seguridad	Presión de seguridad	Carcasa para extintor	Plumas Extintor	Mantenimiento para extintor	Acta de Verificación		
1		1	Revisoría Inmex	SOLIC	3700gr	abr-14	72	ago-21	8674	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2		1	Registro	SOLIC	3700gr	No se evidencia	164	jun-21	8601	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3		1	Vice-academica	SOLIC	3700gr	may-14	49	jun-21	8594	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4		1	Contabilidad	SOLIC	3700gr	No se evidencia	150	jun-21	8600	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5		1	Teorema	SOLIC	3700gr	No se evidencia	149	jun-21	8596	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6		1	Financiera	SOLIC	3700gr	jul-15	69	jun-21	8586	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7			Ractona	SOLIC	3700gr	jul-15	171	jun-21	8598	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8		2	Vicepresidencia Financiera	SOLIC	3700gr	No se evidencia	1	jun-21	8586	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9		2	coordinación de ingeniería	SOLIC	3700gr	No se evidencia	104	ene-21	8682	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10		3	Facultad de Humanidades	SOLIC	3700gr	No se evidencia	105	ene-21	8691	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11		3	Facultad de Humanidades	SOLIC	3700gr	No se evidencia	25	ene-21	8680	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12		3	Laboratorio de calidad	SOLIC	3700gr	No se evidencia	83	ene-21	8690	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13		3	Coordinación de Practicas	SOLIC	3700gr	No se evidencia	0	ene-21	8686	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14		3	Facultad de Ingeniería	SOLIC	3700gr	No se evidencia	79	ene-21	8683	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15		3		SOLIC	3700gr	No se evidencia	86	ene-21	8679	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16		3	Sala 32	SOLIC	3700gr	No se evidencia	69	ene-21	8689	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17		4	Dpto. de Planificación	SOLIC	3700gr	No se evidencia	8	ene-21	8681	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18		4	Dpto. de Comunicaciones	SOLIC	3700gr	No se evidencia	64	ene-21	8678	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19		4	ciencias naturales y exactas	SOLIC	3700gr	No se evidencia	132	ago-21	8671	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20		4	Vicerrectorado de Investigaciones	SOLIC	3700gr	No se evidencia	156	ago-21	8673	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
21		4	Sala 13	SOLIC	3700gr	No se evidencia	71	jun-21	8591	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
22				SOLIC	3700gr	No se evidencia	57	jun-21	8597	OK	N/A	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

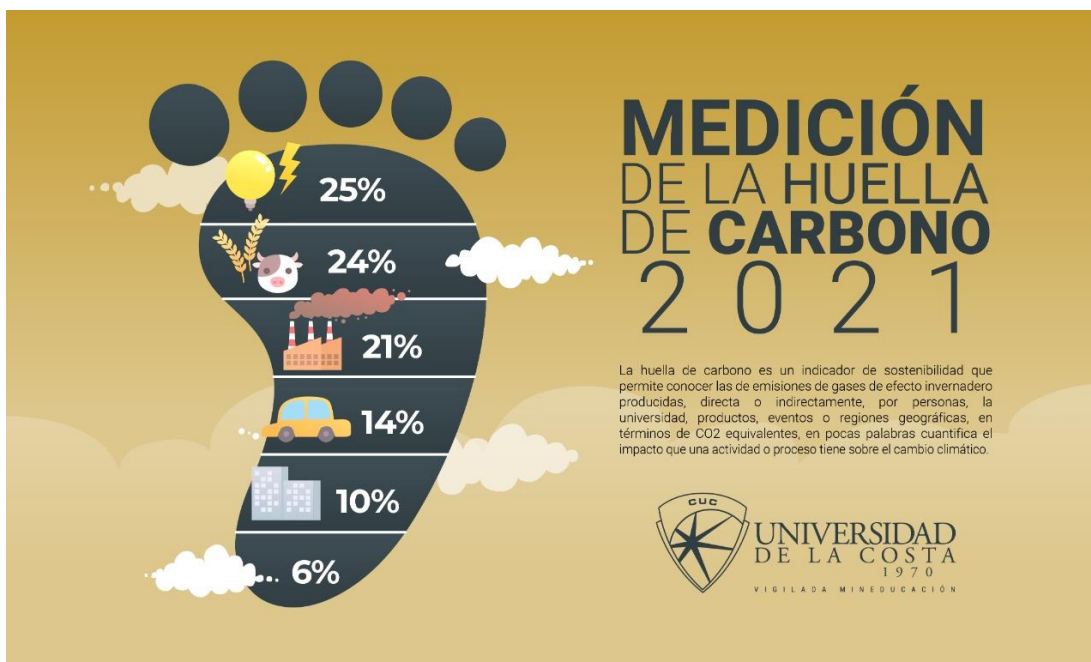
Anexo 6. Documento de desempeño ambiental del SGA de la universidad.

SEMESTRE	MES	KW	FACTURACIÓN	PROMEDIO	REDUCCION	PROMEDIO	ENERO
2015-1	ENERO	135,527		226,335			2015
	FEBRERO	221,813	\$ 37.542.320				2016
	MARZO	248,925	\$ 60.169.410				2017
	ABRIL	267,173	\$ 70.021.400				2018
	MAYO	277,927	\$ 74.925.090				PROMEDIO
	JUNIO	206,645					RMAX
2015-2	JULIO	213,313	\$ 58.620.730	254,464			RMIN
	AGOSTO	284,710	\$ 97.036.610				DIFERENCIA
	SEPTIEMBRE	319,354	\$ 82.101.750				
	OCTUBRE	301,984	\$ 90.046.780				
	NOVIEMBRE	250,661	\$ 86.362.970				
	DICIEMBRE	156,764	\$ 72.087.140				
2016-1	ENERO	141,776	\$ 47.732.690	219,871			LSUPERIOR
	FEBRERO	228,504	\$ 65.746.530				LINFERIOR
	MARZO	228,710	\$ 105.825.390				
	ABRIL	268,046	\$ 103.598.030				
	MAYO	263,203	\$ 103.944.800				
	JUNIO	188,984	\$ 79.023.050				
2016-2	JULIO	199,478	\$ 63.944.280	255,983			
	AGOSTO	290,153	\$ 59.477.500				
	SEPTIEMBRE	284	\$ 108.613.720				
	OCTUBRE	264,761	\$ 92.937.690				
	NOVIEMBRE	264,761	\$ 96.552.080				

Anexo 7. Modelo de encuesta para la comunidad universitaria.



Anexo 8. Imagen de divulgación de encuesta de movilidad a través del noticiero de la Universidad de la Costa.



Anexo 9. Herramienta de cálculo para el inventario de GEI de los años base y de referencia 2019 y 2020.

INVENTARIO DE FUENTES DE EMISIONES GEI'S								
ALCANCE 1								
TIPO	FUENTES DE EMISION	DATOS DE ACTIVIDAD	GEI ASOCIADO					
			CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	PFC
Emisiones fugitivas	Equipos de extinción de incendios por gases	Recambio de Gases equipos de extinción de incendios	X			X		X
ALCANCE 2								
TIPO	FUENTES DE EMISION	DATOS DE ACTIVIDAD	GEI ASOCIADO					
			CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	PFC
Mix Energético	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía en Kwh	X					
ALCANCE 3								
TIPO	FUENTES DE EMISION	DATOS DE ACTIVIDAD	GEI ASOCIADO					
			CO2	CH4	N2O	HFC	SF6	PFC
Combustión Móvil	Consumo de combustible Diesel y Corriente	Insumo de combustible de desplazamiento de colaboradores y estudiant	X					
Residuos sólidos aprovechables	Aprovechamiento de residuos	ión de residuos de plástico, cartón, metales, vidrios, papel y otros aprov	X	X				
Residuos sólidos no aprovechables	Disposición de residuos	Generación de residuos domiciliarios	X	X				
Residuos sólidos peligrosos	Disposición de residuos	Generación de residuos peligrosos	X	X				
Residuos sólidos posconsumo	Aprovechamiento de residuos	Generación de residuos posconsumo	X	X				
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Aprovechamiento de residuos	Generación de RAAES	X	X				

Anexo 10. Ficha técnica de datos de actividad.

AÑO BASE	ACTIVIDAD	TIPO DE EMISION	ALCANCE DE LA EMISION	UNIDAD	DATO DE ACTIVIDAD
	Recambio de Gases equipos de extinción de incendios SOLK de 3,7 Kg	DIRECTA	ALCANCE 1	Unidades	103
	Recambio de Gases equipos de extinción de incendios SOLK de 9 Kg	DIRECTA	ALCANCE 1	Unidades	19
	Recambio de Gases equipos de extinción de incendios CO2 de 6,8 Kg	DIRECTA	ALCANCE 1	Unidades	7
	Recambio de Gases equipos de extinción de incendios CO2 de 9 Kg	DIRECTA	ALCANCE 1	Unidades	1
2	Recambio de Gases equipos de extinción de incendios CO2 de 4,5 Kg	DIRECTA	ALCANCE 1	Kg/año	7
0	Consumo de energía eléctrica	INDIRECTA	ALCANCE 2	Kwh/año	1912363
1	Consumo de combustible del desplazamiento de estudiantes	INDIRECTA	ALCANCE 3	FD-MOV	FD-MOV
1	Consumo de combustible del desplazamiento de colaboradores	INDIRECTA	ALCANCE 3	FD-MOV	FD-MOV
9	Generación de residuos de plástico, cartón, metales, vidrios, papel y otros	INDIRECTA	ALCANCE 3	Kg/año	32123,61
	Generación de residuos peligrosos	INDIRECTA	ALCANCE 3	Kg/año	624
	Generación de residuos posconsumo	INDIRECTA	ALCANCE 3	Kg/año	2040,5
	Generación de residuos domiciliarios	INDIRECTA	ALCANCE 3	Kg/año	324500
	Generación de RAAES	INDIRECTA	ALCANCE 3	Kg/año	2383

Anexo 11. Ficha técnica de factores de emisión.

FICHA TÉCNICA DE FACTORES DE EMISIÓN O GWP						
VARIABLES	DATOS DE ACTIVIDAD	UNIDADES	2019	2020	FUENTE	
Combustión fija	Consumo de combustible estacionario corriente (máquinas y equipos)	KgCO2/TI	69324	69324	FECOC	
Combustión fija	Consumo de combustible estacionario corriente	CH4 Kg/TI	3	3	FECOC	
Combustión fija	Consumo de combustible estacionario corriente	NO2 Kg/TI	0,6	0,6	FECOC	
Combustión fija	Consumo de combustible estacionario Diesel	KgCO2/TI	74193	74193	FECOC	
Combustión fija	Consumo de combustible estacionario Diesel	CH4 Kg/TI	1	1	FECOC	
Combustión fija	Consumo de combustible estacionario Diesel	NO2 Kg/TI	0,6	0,6	FECOC	
Combustión fija	Consumo de combustible estacionario gas natural	KgCO2/TI	56648	56648	FECOC	

Anexo 12. Ficha técnica de Huella de Carbono del año base 2019.

FICHA TÉCNICA DE HUELLA DE CARBONO						
ALCANCE I						Año: 2019
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	DATOS DE ACTIVIDAD	UM	Factor de emisión o GWP	UM	Emission	TonCO2eq/año
Recarga de extintor, agente extintor Solkaflam	38,11	Kg	79	KgCO2		30,11
Recarga de extintor, agente extintor Solkaflam	171	Kg	79	KgCO2		13,51
Recarga de extintor, agente extintor CO2	47,6	Kg	1	KgCO2		0,05
Recarga de extintor, agente extintor CO2	9	Kg	1	KgCO2		0,01
Recarga de extintor, agente extintor CO2	31,5	Kg	1	KgCO2		0,03
TOTAL DE EMISIONES						43,70
ALCANCE II						Año: 2019
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	DATOS DE ACTIVIDAD	UM	Factor de emisión o GWP	UM	Emission	TonCO2eq/año
Consumo de energía eléctrica	312,363	MWh/año	0,166	TonCO2eq/MWh		51,75
TOTAL DE EMISIONES						317,45
ALCANCE III						Año: 2019
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	DATOS DE ACTIVIDAD	UM	Factor de emisión o GWP	UM	Emission	TonCO2eq/año
Consumo de combustible del desplazamiento de est	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV		224,57
Consumo de combustible del desplazamiento de col	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV		3435,68
Generación de residuos de plástico, cartón, metales	12,124	Ton/año	21	KgCO2eq/Ton		254,60
Generación de residuos peligrosos	626	kg/año	1,65	KgCO2eq/Kg		1039,60
Generación de residuos posconsumo	2,041	Ton/año	65	KgCO2eq/Ton		132,63
Generación de residuos domiciliarios	324,5	Ton/año	421	KgCO2eq/Ton		136614,50
Generación de RAAS	2,383	Ton/año	21	KgCO2eq/Ton		50,04

Anexo 13. Ficha técnica de Huella de Carbono del año de referencia 2020.

FICHA TECNICA DE HUELLA DE CARBONO					
ALCANCE I					Año: 2020
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	DATOS DE ACTIVIDAD	UM	Factor de emisión	UM	Emisión TonCO2eq/
Recarga de extintor, agente extintor Solkafiam	381,1	Kg	79	KgCO2	30,11
Recarga de extintor, agente extintor Solkafiam	171	Kg	79	KgCO2	13,51
Recarga de extintor, agente extintor CO2	47,6	Kg	1	KgCO2	0,05
Recarga de extintor, agente extintor CO2	9	Kg	1	KgCO2	0,01
Recarga de extintor, agente extintor CO2	31,5	Kg	1	KgCO2	0,03
TOTAL DE EMISIONES					43,70
ALCANCE II					Año: 2020
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	DATOS DE ACTIVIDAD	UM	Factor de emisión	UM	Emisión TonCO2eq/
Consumo de energía eléctrica	198	MWh/año	0,203	tonCO2eq/MWh	40,19
TOTAL DE EMISIONES					40,19
ALCANCE III					Año: 2020
ACTIVIDADES CORRESPONDIENTES	DATOS DE ACTIVIDAD	UM	Factor de emisión	UM	Emisión TonCO2eq/
Consumo de combustible del desplazamiento de	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV	97,06
Consumo de combustible del desplazamiento de c	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV	FD-MOV	1608,35
Generación de residuos de plástico, cartón, metal	11 997	Ton/año	21	KgCO2eq/Ton	251,94

Anexo 14. Ficha de cálculos de la huella de carbono de la actividad de transporte particular parte 1.

#	Rol	Direccion origen	Ciudad	Trayecto (km)	Modelo vehiculo	Eficiencia consumo de combustible	Frecuencia por semana 2019-1	Semanas laborables en el semestre	Litros/Trayecto	Consumo/Litros semestre 1	Frecuencia por semana 2019-2	Semanas laborables por semestre	Litros/Trayecto	Consumo		
1	Persona 1	Docente	Calle 47b # 5b -45	Barranquilla	15,5	Renault Logan 2017	10,0L/100km	0,1	4	25,3	1,55	342,1137799	6	21,5	1,55	3
2	Persona 2	Docente	Carrera 67 # 76 - 103	Barranquilla	2,3	Nissan Xtrai	8,1L/100km	0,081	2	25,3	0,1863	17,70973005	6	21,5	0,1863	48
3	Persona 4	Administrativo	Carrera 49C # 99 - 30	Barranquilla	7	Volkswagen 2012	5,3L/100km	0,053	3	25,3	0,371	59,57493689	5	21,5	0,371	76
4	Persona 5	Docente	Calle 48g # 9 sur 97	Barranquilla	9,4	Honda CB110 moto	1,7L/100km	0,017	6	25,3	0,1598	46,00218202	6	21,5	0,1598	41
5	Persona 6	Docente	Carrera 52 # 85 - 44	Barranquilla	4,5	Toyota Corolla 2010	7,3L/100km	0,073	5	25,3	0,3295	77,8645366	3	21,5	0,3295	42
6	Persona 7	Docente	Villa Carolina	Barranquilla	5,8	Chevrolet Onix 2018	10,9L/100km	0,109	5	25,3	0,6322	168,2946781	5	21,5	0,6322	13
7	Persona 8	Docente	Soledad	Soledad	9,7	AKT	4,3L/100km	0,043	1	25,3	0,4171	22,12439323	6	21,5	0,4171	10
8	Persona 10	Administrativo	Alameda del río	Barranquilla	8,4	Renault megane 2000	9,8L/100km	0,098	4	25,3	0,8232	175,8062283	4	21,5	0,8232	14
9	Persona 11	Docente	Calle 24b # 1b - 04	Barranquilla	8,8	volvet onix turbo andan 20	7,2L/100km	0,072	6	25,3	0,6336	182,8899054	3	21,5	0,6336	81
10	Persona 12	Docente	Calle 50d # 3 sur - 45	Barranquilla	8,3	Renault Sandero 2011	9,6L/100km	0,096	4	25,3	0,7968	177,7691841	4	21,5	0,7968	13
11	Persona 13	Docente	Carrera 16 # 78b - 47	Barranquilla	7,8	Renault Megane 2008	10,9L/100km	0,109	4	25,3	0,8502	170,8112779	5	21,5	0,8502	18
12	Persona 14	Docente	Carrera 52 # 82 - 63	Barranquilla	4,1	Volkswagen gol 2011	5,7L/100km	0,057	5	25,3	0,2337	57,77328666	2	21,5	0,2337	20
13	Persona 15	Docente	Calle 12 # 4 - 35	Sabanagrande	25,9	Volkswagen 2015	11,2L/100km	0,112	3	25,3	2,9008	492,259838	5	21,5	2,9008	62
14	Persona 16	Docente	Sur de la ciudad	Barranquilla	7,3	Kia Xceed 2008	6,7L/100km	0,067	4	25,3	0,4891	87,01172858	5	21,5	0,4891	102
15	Persona 17	Administrativo	Calle 81 # 64	Barranquilla	3,3	Audi 2020	9,2L/100km	0,092	5	25,3	0,3036	81,43014385	6	21,5	0,3036	78
16	Persona 19	Docente	Calle 60 # 38 - 96	Barranquilla	2,4	enfield rumber 500 2016	3,3L/100km	0,033	3	25,3	0,0792	13,1808709	4	21,5	0,0792	13
17	Persona 20	Docente	Alameda del río	Barranquilla	8,4	runias grand 110 fusion 20	5,6L/100km	0,056	4	25,3	0,4704	99,3944574	3	21,5	0,4704	60
18	Persona 21	Docente	Barranquilla	Barranquilla	2,4	Suzuki 2017	5,9L/100km	0,059	6	25,3	0,1416	39,63520782	5	21,5	0,1416	36
19	Persona 22	Docente	Carrera 50 # 74 - 126	Barranquilla	2,9	Honda CRV	9,9L/100km	0,093	4	25,3	0,2697	57,31640371	5	21,5	0,2697	57
20	Persona 23	Docente	Carrera 49C # 98 - 128	Barranquilla	6	Citroen C3	5,8L/100km	0,058	3	25,3	0,348	50,79025501	4	21,5	0,348	55
21	Persona 24	Docente	Calle 58 # 35-20	Barranquilla	2,6	Toyota 4runner	13,0L/100km	0,13	2	25,3	0,338	32,34810434	4	21,5	0,338	58
22	Persona 25	Docente	Carrera 55b # 91 - 151	Barranquilla	4,5	VW Jetta 2014	6,3L/100km	0,063	3	25,3	0,2835	45,83243129	6	21,5	0,2835	72
23	Persona 27	Administrativo	Calle 46 # 18 - 109	Barranquilla	5	Kia PICANTO 2013	5,4L/100km	0,054	1	25,3	0,27	17,28428132	5	21,5	0,27	5
24	Persona 28	Administrativo	Calle 104 # 51b - 154	Barranquilla	7,1	Ford fusion	11,2L/100km	0,112	4	25,3	0,7952	148,8184359	4	21,5	0,7952	134
25	Persona 29	Administrativo	Carrera 65 # 84	Barranquilla	5,2	Audi Q3 Mod 2018	7,6L/100km	0,076	4	25,3	0,3952	70,59137215	5	21,5	0,3952	84
26	Persona 37	Docente	Calle 1A # 20 - 61	Puerto Colombia	14,6	Renault sandero 2011	9,6L/100km	0,096	2	25,3	1,4016	161,2744054	5	21,5	1,4016	20
27	Persona 40	Docente	Calle 11A # 42- 300	Barranquilla	9,3	Kia carato sumera 2016	10,5L/100km	0,105	1	25,3	0,9765	71,3777126	4	21,5	0,9765	16

Anexo 15. Ficha de cálculos de la huella de carbono de la actividad de transporte particular parte 2.

Table 1: Carbon Footprint Data (Anexo 16)

#	Consumo/Litros semestre 2	Total consumo/Litros por año	F. conversion Litros a galon	Consumo en Galones	Tipo de combustible	FE combustible (kgCO2/gal)	FE combustible (kgCH4/gal)	FE combustible (kgNO2/gal)	Emissiones CO2 movilidad (kgCO2/Gal) 2019	Emissiones CH4 movilidad (kgCH4/Gal) 2019	Emissiones NO2 movilidad (kgNO2/gal) 2019	Emissiones de CO2e Movilidad (TnCO2e) 2020	Frecuencia por semana 2020	Semanas laborales en el semestre	Litros/Trayecto	Consumo/Litros semestre	Frecuencia
Persona 1	399.9	742.0137799	3.7854	2808.818962	Corriente	8.808	0.293	0.028	24740.07742	0.822983956	0.078646931	24.74	2	21.4	1.55	132.68	
Persona 2	48.0654	65.77513005	3.7854	248.9851773	Corriente	8.808	0.293	0.028	2193.061442	0.072952657	0.006971585	2.19	1	21.4	0.1863	7.97364	
Persona 4	79.785	139.3399369	3.7854	527.4573971	Corriente	8.808	0.293	0.028	4645.844754	0.154545017	0.014768807	4.65	1	21.4	0.371	15.8788	
Persona 5	41.2394	87.23058202	3.7854	330.202482	Corriente	8.808	0.293	0.028	2908.424899	0.086749375	0.009245674	2.91	3	21.4	0.1598	20.1932	
Persona 6	42.3765	120.2419537	3.7854	455.1638915	Corriente	8.808	0.293	0.028	4009.083556	0.13336302	0.012744589	4.01	1	21.4	0.3285	14.0598	
Persona 7	135.923	304.2176781	3.7854	1151.585599	Corriente	8.808	0.293	0.028	10143.16595	0.33741458	0.032244397	10.14	0	21.4	0.6322	0	
Persona 8	107.6118	129.7361922	3.7854	491.1033659	Corriente	8.808	0.293	0.028	4325.638623	0.143892292	0.013750895	4.33	3	21.4	0.4171	53.55564	
Persona 10	141.5904	317.396283	3.7854	1201.473197	Corriente	8.808	0.293	0.028	10582.57952	0.35231647	0.03441275	10.58	2	21.4	0.3232	40.46264	
Persona 11	81.7344	264.6243054	3.7854	1001.708846	Corriente	8.808	0.293	0.028	8823.051512	0.293500692	0.028047848	8.82	1	21.4	0.6336	27.11808	
Persona 12	137.0496	314.8187841	3.7854	1191.715025	Corriente	8.808	0.293	0.028	10496.62594	0.349172502	0.033368021	10.50	0	21.4	0.2968	0	
Persona 13	182.793	353.6042779	3.7854	1338.533633	Corriente	8.808	0.293	0.028	11789.80424	0.392190355	0.037478942	11.79	1	21.4	0.8502	36.38856	
Persona 14	20.0923	77.8746866	3.7854	204.7147256	Corriente	8.808	0.293	0.028	2986.375783	0.089368995	0.008253682	2.60	0	21.4	0.2337	0	
Persona 15	623.672	1115.930964	3.7854	4224.24507	Corriente	8.808	0.293	0.028	37207.15058	1.237703806	0.118278862	37.21	1	21.4	2.9008	124.15424	
Persona 16	105.1565	192.1682286	3.7854	727.4336125	Corriente	8.808	0.293	0.028	6407.235259	0.213138048	0.020368141	6.41	0	21.4	0.4891	0	
Persona 17	78.2388	159.7589438	3.7854	604.751506	Corriente	8.808	0.293	0.028	5326.651265	0.177192191	0.016933042	5.33	2	21.4	0.3036	25.98816	
Persona 19	13.5234	26.8032709	3.7854	101.4611017	Corriente	8.808	0.293	0.028	893.6693833	0.029728103	0.003840911	0.89	3	21.4	0.0792	10.16228	
Persona 20	60.6816	160.0740574	3.7854	605.9519077	Corriente	8.808	0.293	0.028	5337.224403	0.177543909	0.016966633	5.34	2	21.4	0.4704	40.26624	
Persona 21	30.444	70.27920782	3.7854	266.0349133	Corriente	8.808	0.293	0.028	2343.235516	0.07794823	0.007448978	2.34	3	21.4	0.1416	18.18144	
Persona 22	57.9855	115.3019037	3.7854	436.4638263	Corriente	8.808	0.293	0.028	3844.373382	0.127883901	0.012220987	3.84	1	21.4	0.2697	11.54316	
Persona 23	59.856	110.646255	3.7854	418.840337	Corriente	8.808	0.293	0.028	3689.145659	0.127270218	0.011727529	3.69	1	21.4	0.348	14.84944	
Persona 24	58.136	90.8410434	3.7854	342.5185386	Corriente	8.808	0.293	0.028	3016.9032	0.103057929	0.009250519	3.14	1	21.4	0.338	14.4654	
Persona 25	73.143	118.9754313	3.7854	450.3695976	Corriente	8.808	0.293	0.028	3966.855416	0.131958292	0.012610349	3.97	1	21.4	0.2835	12.1338	
Persona 27	58.05	75.3428132	3.7854	285.1703885	Corriente	8.808	0.293	0.028	2511.780782	0.083554924	0.007984771	2.51	0	21.4	0.27	0	
Persona 28	136.7744	285.5928359	3.7854	1081.083121	Corriente	8.808	0.293	0.028	9522.180131	0.316757354	0.030270327	9.52	0	21.4	0.7952	0	
Persona 29	84.988	155.55971	3.7854	588.844473	Corriente	8.808	0.293	0.028	5186.679973	0.17354433	0.016467935	5.19	2	21.4	0.3952	33.82912	
Persona 37	301.344	462.6154054	3.7854	1751.184356	Corriente	8.808	0.293	0.028	15424.43181	0.513097016	0.049033162	15.42	0	21.4	1.4016	0	
Persona 41	167.958	330.2857120	3.7854	905.2923176	Corriente	8.808	0.293	0.028	7978.217148	0.265130706	0.025346318	7.98	1	21.4	0.9765	41.7942	

Anexo 16. Ficha de cálculos de la huella de carbono de la actividad de transporte particular parte 3.

Table 2: Carbon Footprint Data (Anexo 17)

#	Litros/Trayecto	Consumo/Litros semestre 2	Frecuencia por semana 2020	Semanas laborales por semana	Litros/Trayecto	Consumo/Litros semestre 2	Total consumo/Litros por año	F. conversion Litros a galon	Consumo en Galones	FE combustible (kgCO2/gal)	FE combustible (kgCH4/gal)	FE combustible (kgNO2/gal)	Emissiones CO2 movilidad (kgCO2/Gal) 2020	Emissiones CH4 movilidad (kgCH4/Gal) 2020	Emissiones NO2 movilidad (kgNO2/Gal) 2020	Emissiones de CO2e Movilidad (TnCO2e)
Persona 1	1.55	132.68	2	21.5	1.55	133.3	265.98	3.7854	1006.840692	8.808	0.293	0.028	8868.252815	0.295004323	0.028191559	8.87
Persona 2	0.1863	7.97364	1	21.5	0.1863	40.0109	15.90454	3.7854	60.5078772	8.808	0.293	0.028	532.9333869	0.01773808	0.001694221	0.53
Persona 4	0.371	15.8788	4	21.5	0.371	63.812	79.6908	3.7854	301.6615543	8.808	0.293	0.028	2657.03497	0.088386835	0.008446524	2.66
Persona 5	0.1598	20.1932	4	21.5	0.1598	13.7428	34.26112	3.7854	129.620436	8.808	0.293	0.028	1142.32752	0.037999769	0.003631377	1.14
Persona 6	0.3285	14.0598	0	21.5	0.3285	0	14.0598	3.7854	53.22196692	8.808	0.293	0.028	468.7790846	0.015594036	0.001490215	0.47
Persona 7	0.6322	0	6	21.5	0.6322	163.1076	163.1076	3.7854	617.427509	8.808	0.293	0.028	5438.3015	0.1809626	0.01729797	5.44
Persona 8	0.4171	53.55564	1	21.5	0.4171	17.9353	71.49094	3.7854	270.6218043	8.808	0.293	0.028	2383.636852	0.079292189	0.007573741	2.38
Persona 10	0.8232	70.46592	0	21.5	0.8232	0	70.46592	3.7854	266.7416936	8.808	0.293	0.028	2349.460837	0.078155316	0.007468767	2.35
Persona 11	0.6336	27.11808	1	21.5	0.6336	27.2448	54.36288	3.7854	205.785246	8.808	0.293	0.028	1812.556446	0.06029077	0.005761987	1.81
Persona 12	0.7968	0	2	21.5	0.7968	68.5248	68.5248	3.7854	259.397779	8.808	0.293	0.028	2284.740396	0.076003777	0.007263026	2.28
Persona 13	0.8502	36.38856	0	21.5	0.8502	0	36.38856	3.7854	137.742525	8.808	0.293	0.028	1213.260206	0.04035596	0.003856667	2.21
Persona 14	0.2337	0	2	21.5	0.2337	20.9982	20.9982	3.7854	76.0792628	8.808	0.293	0.028	670.1102291	0.02229136	0.00213032	0.67
Persona 15	2.9008	124.15424	1	21.5	2.9008	124.7344	248.8864	3.7854	942.1430579	8.808	0.293	0.028	8298.396054	0.276047916	0.02638006	8.30
Persona 16	0.4891	0	2	21.5	0.4891	42.0626	42.0626	3.7854	159.237366	8.808	0.293	0.028	1402.442931	0.046652563	0.004452626	1.40
Persona 17	0.3036	25.98816	0	21.5	0.3036	25.98816	25.98816	3.7854	98.37538086	8.808	0.293	0.028	866.9421163	0.028824045	0.002794516	0.87
Persona 19	0.0792	10.16228	0	21.5	0.0792	0	10.16228	3.7854	38.49479251	8.808	0.293	0.028	339.0621324	0.011278974	0.001077854	0.34
Persona 20	0.4704	40.26624	1	21.5	0.4704	20.2272	60.49344	3.7854	228.9918678	8.808	0.293	0.028	2016.960371	0.067094617	0.00641172	2.02
Persona 21	0.1416	18.18144	2	21.5	0.1416	12.1776	30.35904	3.7854	114.92111	8.808	0.293	0.028	1012.225137	0.033671885	0.003217791	1.01
Persona 22	0.2697	11.54316	2	21.5	0.2697	23.1942	34.73736	3.7854	131.4948025	8.808	0.293	0.028	1158.206221	0.038527977	0.003681854	1.16
Persona 23	0.348	14.84944	0	21.5	0.348	0	14.84944	3.7854	56.38126176	8.808	0.293	0.028	496.6051536	0.01651971	0.001578675	0.50
Persona 24	0.338	14.4664	1	21.5	0.338	14.534	29.0004	3.7854	109.7781142	8.808	0.293	0.028	966.925295	0.032164987	0.003073787	0.97
Persona 25	0.2835	12.1338	0	21.5	0.2835	0	12.1338	3.7854	45.93128652	8.808	0.293	0.028	404.5627717	0.013457867	0.001286076	0.40
Persona 27	0.27	0	1	21.5	0.27	11.61	11.61	3.7854	43.948494	8.808	0.293	0.028	387.0983352	0.012876909	0.001230558	0.39
Persona 29	0.3952	33.82912	2	21.5	0.3952	0	0	3.7854	0	8.808	0.293	0.028	0	0	0	0.00
Persona 37	1.4016	0	2	21.5	1.4016	120.5376	120.5									

Anexo 18. Ficha de cálculos de la huella de carbono de la actividad de transporte masivo parte 2.

Anexo 19. Resultados de las emisiones por la actividad de movilidad de los años base y de referencia 2019 y 2020.

	Total emisiones	Particular (TonCO2e)	Urbano (TonCO2e)	Masivo (TonCO2e)	Total de emisión (TonCO2e)
AÑO 1					
Estudiantes	139,07	52,70	85,50		224,57
Administrativos	345,85	111,60	211,30	99,70	
Docentes	2650,93	119,60	36,00	227,60	3435,68
Total año 1	3135,85	355,90	524,50	168,50	3660,35
AÑO 2					
Estudiantes	59,03	25,53	38,03	12,50	97,06
Administrativos	102,80	29,28	72,07	42,79	
Docentes	1338,15	72,99	95,33	22,34	1608,35
Total año 2	1499,98	127,80	205,43	77,63	1705,41
Total año 1 y 2	4635,83	483,74	729,88	246,15	5365,71
Total emisiones		5365,71			

Anexo 20. Otras librerías externas (Bootstrap).

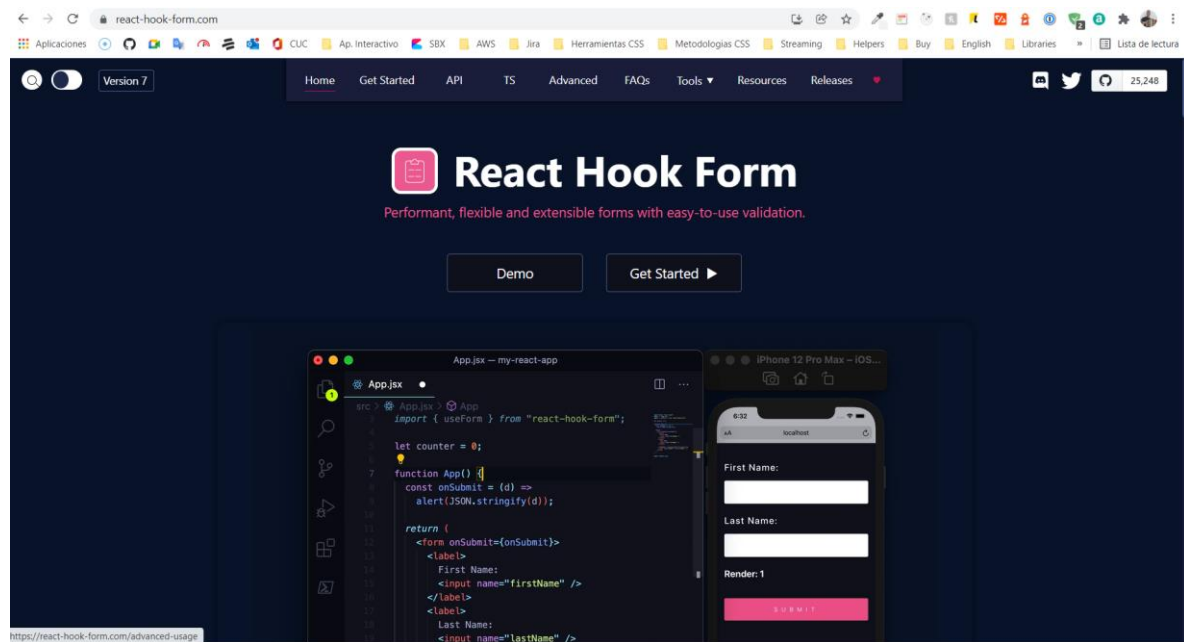
Build fast, responsive sites with Bootstrap

Quickly design and customize responsive mobile sites with Bootstrap, the world's most popular front-end open source toolkit, featuring Sass variables and mixins, responsive grid system, extensive prebuilt components, and powerful JavaScript plugins.

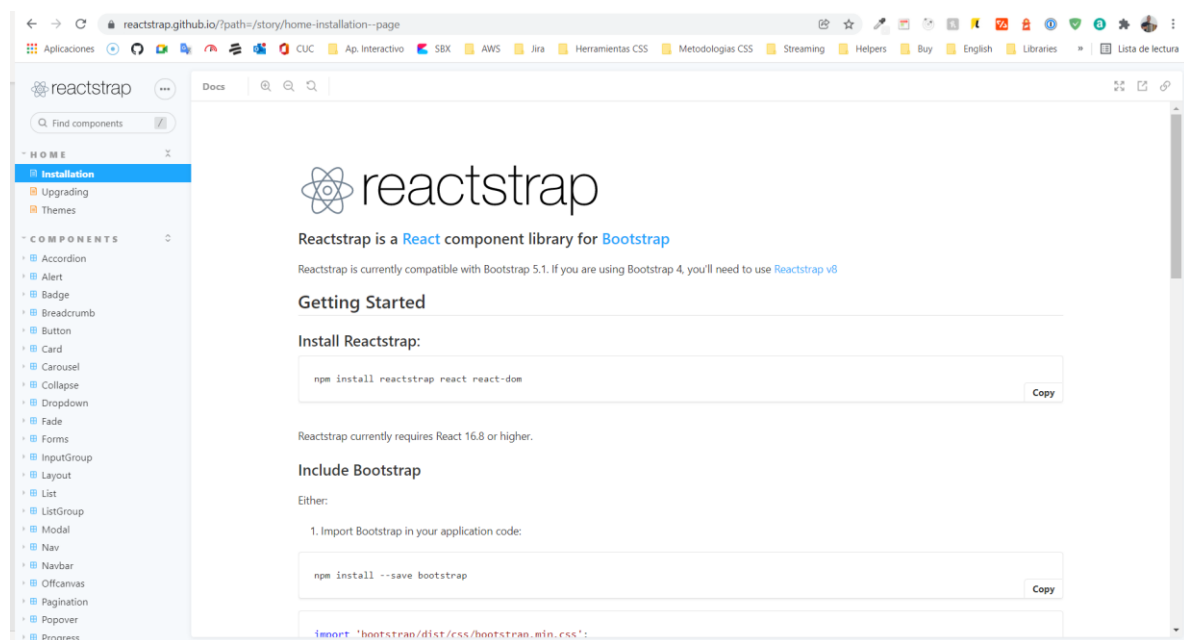
Get started Download

Currently v5.1.3 · [v4.6.x docs](#) · [All releases](#)

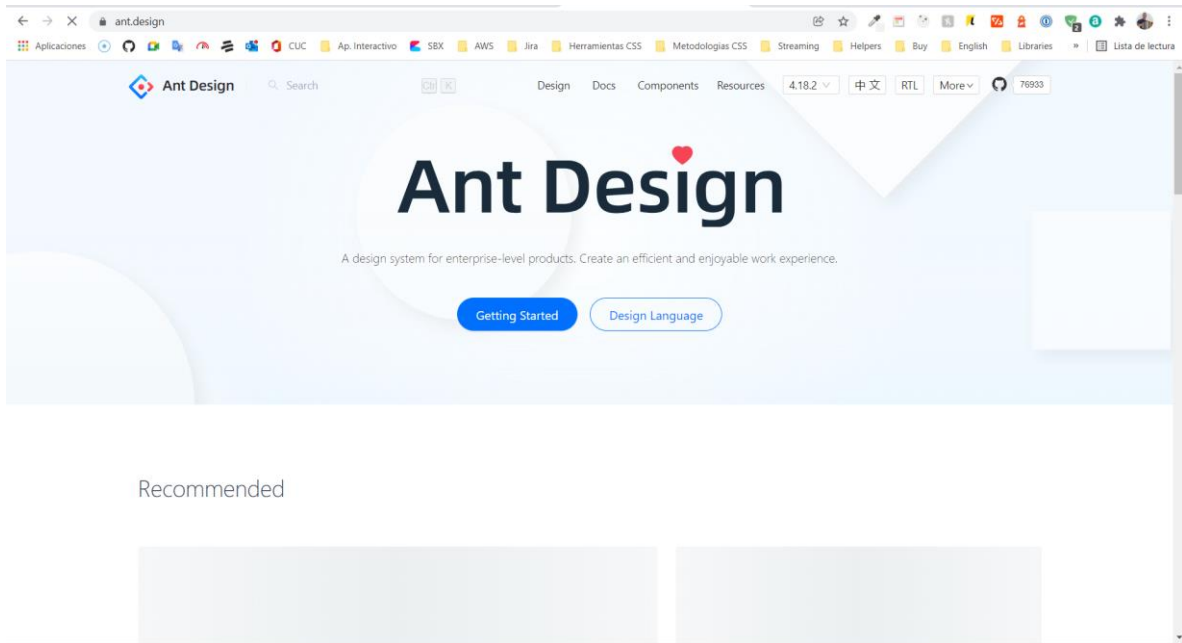
Anexo 21. Otras librerías externas (React Hook Form).



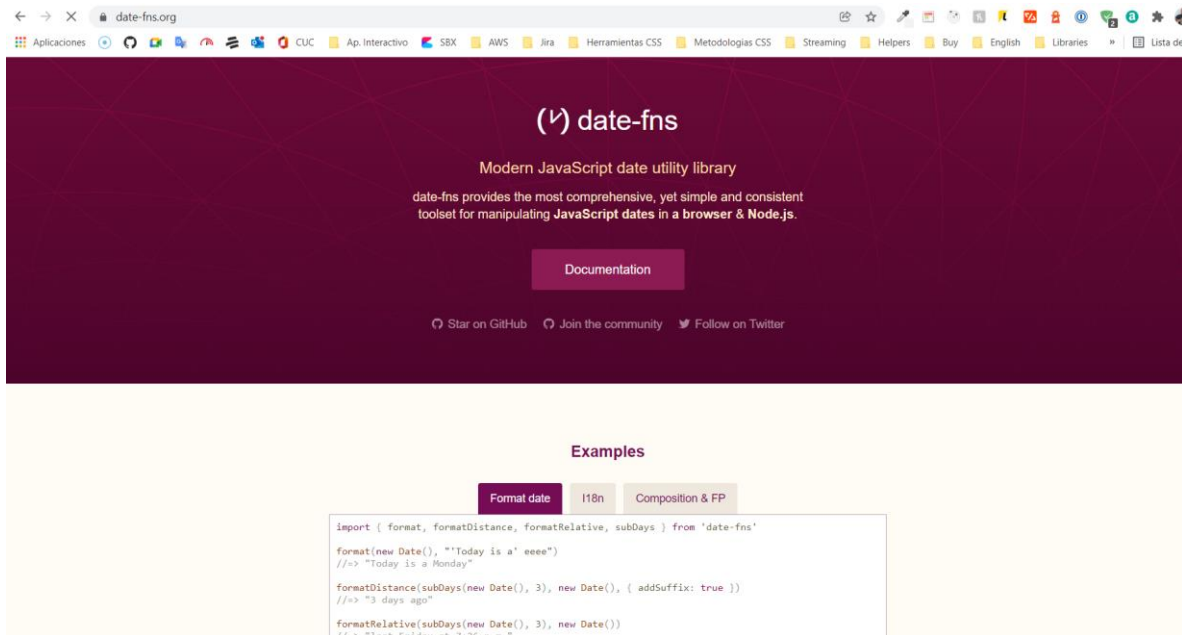
Anexo 22. Otras librerías externas (Reactstrap).



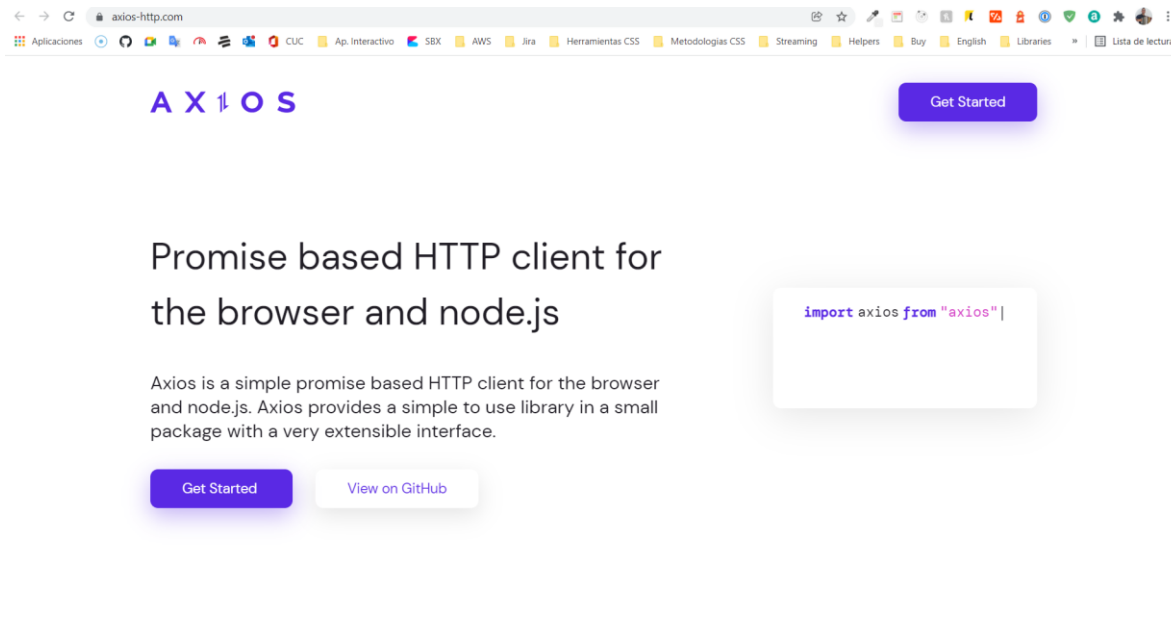
Anexo 23. Otras librerías externas (Ant Design).



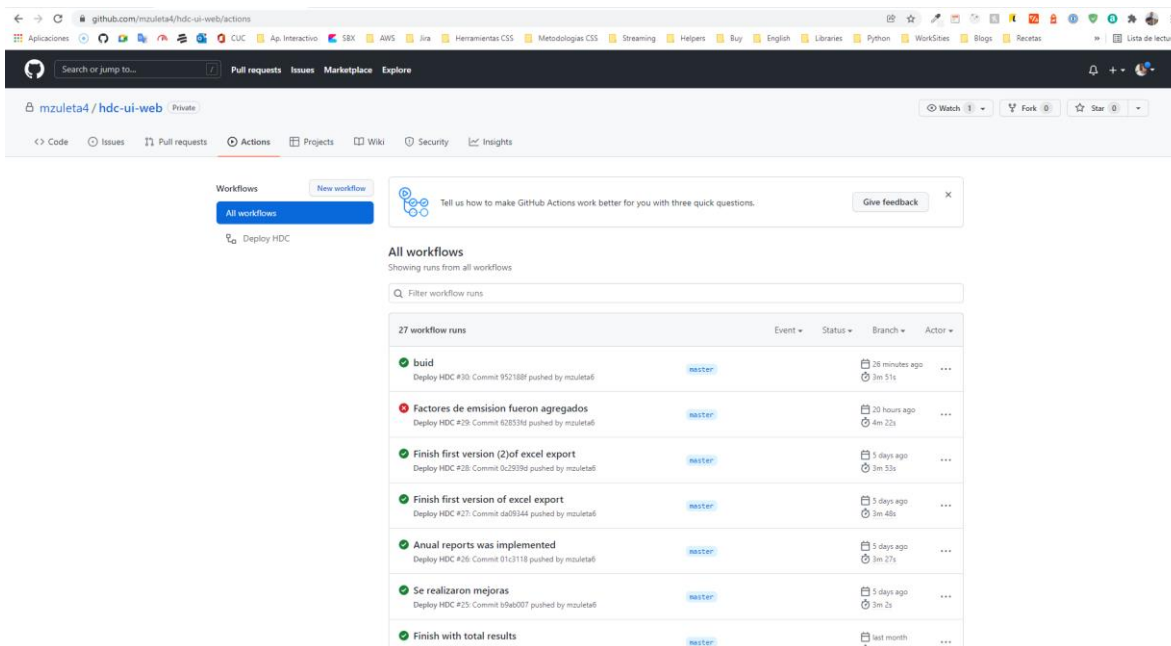
Anexo 24. Otras librerías externas (Date fns).



Anexo 25. Otras librerías externas (Axios).



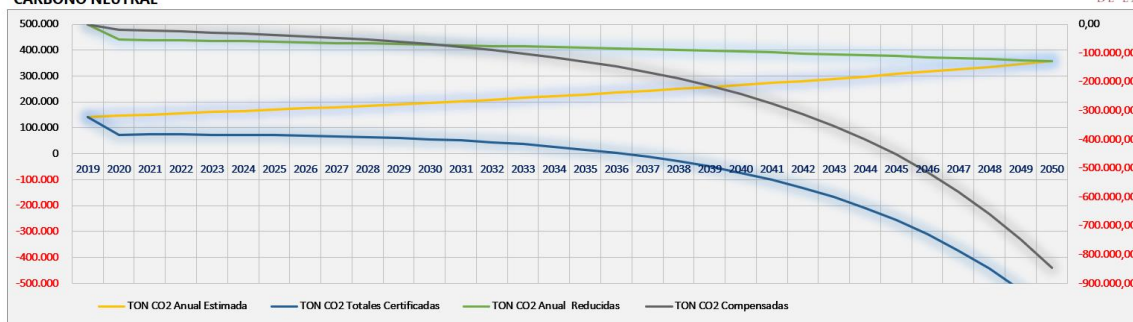
Anexo 26. Integración continua.



Anexo 27. Modelación de carbono neutralidad para la Universidad de la Costa.



BASE DE CÁLCULO MODELACIÓN DE CARBONO NEUTRO
CARBONO NEUTRAL



Anexo 28. Escenario de la actividad de recargas de extintores de las emisiones de Alcance I.

RECARGA DE EXTINTORES								
Emisiones	Agente extintor	Capacidad (kg)	Unidades	Cantidad Total(kg)	FE O GWP	Emisiones (TonCO2eq)	Diferencia / % Reducción	50% de reducción de emisiones (TonCO2eq)
Emisiones generadas	Solkafnam	3,7	103	381,1	79	30,11	43,064	21,852
	Solkafnam	9	19	171	79	13,51		
	CO2	6,8	7	47,6	1	0,05		
	CO2	9	1	9	1	0,01		
	CO2	4,5	7	31,5	1	0,03		
	TOTAL	-	137	-	-	43,704		
Emisiones reducidas	CO2	3,7	103	381,1	1	0,38	99%	0,320
	CO2	9	19	171	1	0,17		
	CO2	6,8	7	47,6	1	0,05		
	CO2	9	1	9	1	0,01		
	CO2	4,5	7	31,5	1	0,03		
	TOTAL	-	137	-	-	0,640		

Anexo 29. Escenario de la actividad de Alcance II relacionada con la energía eléctrica.

ENERGÍA ELÉCTRICA					Año: 2019		
Actividad	MWh/año	FE/FC (TonCO2eq/MWh)	Emisión (TonCO2eq)	Ton	Reducción de emisiones	Valor bono	Ingreso anual
Consumo de energía	1.912,36	0,17	317,45				
Generación de energía panel solar	956,18	0,59	565,10	1	565	\$ 18.500,00	\$ 10.452.500,00
	Compensación	3,6	Comercializar como bonos de carbono				

Anexo 30. Escenario de la actividad de las emisiones de Alcance III relacionada con la actividad de generación de residuos.

RESIDUOS								
Actividades	Emisiones (TonCO2eq)	%	FE	Escenario de reducción				
Generación de residuos aprovechables	674,60	0,47%	21					
Generación de residuos peligrosos	1.029,60	0,72%	1,65					
Generación de residuos posconsumo	132,63	0,09%	65					
Generación de residuos domiciliarios	136.615,00	96,10%	421	Reducir TonCO2eq de domiciliario	Reducción de emisión de domiciliario	Incremento aprovechables	Reducción de emisión total	Porcentaje de reducción
Generación de RAAES	50,04	0,04%	21					
TOTAL	138.501,87	97,42%	-	20,0	27.323,00	809,52	26.513,48	19%