

**CÁLCULO Y ANALISIS COMPARATIVO DE LA HUELLA DE CARBONO Y DE
LA CALIDAD DEL AIRE EN LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA ANTES Y
DURANTE LA PANDEMIA POR COVID-19**

MAYRA CRISTINA ZABALETA RAMOS

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Magister en Ingeniería Ambiental**

**DAYANA AGUDELO PhD.
CARLOS PACHECHO PhD.
TUTORES DE LA INVESTIGACIÓN**



**MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DEL NORTE
BARRANQUILLA – ATLÁNTICO
2021**

AGRADECIMIENTOS

A Dios mi inmensa gratitud por todas las bendiciones que me regala cada día, a mi padre⁺ por su amor, sacrificio y nobleza, a mi madre por sus valiosos consejos que atesoro y por enseñarme a ser siempre perseverante, a mi esposo mi compañero de vida gracias a su apoyo incondicional fue posible asumir este reto, a mis hijos José Fernando y Mariana mi mayor motivación, gracias por su comprensión, amor y paciencia en estos meses en los que el tiempo de compartir con mamá se redujo por mis compromisos académicos, al personal directivo, administrativo y de servicios generales de la Universidad del Magdalena que respondieron y atendieron mis solicitudes gracias por su valiosa contribución y a mis tutores por toda su orientación y apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	9
2. INTRODUCCIÓN	10
3. GLOSARIO	12
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVO GENERAL	16
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
7. MARCO CONCEPTUAL	17
8. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	29
8.1. Huella de Carbono	29
8.1.1. Levantamiento de la información	29
8.1.2. Definición de la metodología	29
8.1.3. Definición de límites	32
8.1.3.1. Límite temporal	32
8.1.3.2. Definición de los límites de la Organización	32
8.1.3.3. Límites del Informe	33
8.1.4. Categorización de las emisiones directas e indirectas de GEI	33
8.1.4.1. Categoría 1: Emisiones y remociones directas de GEI	33
8.1.4.2. Categoría 2: Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada 35	
8.1.4.3. Categoría 3: Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	35
8.1.4.4. Categoría 4: Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	35
8.1.4.5. Categoría 5: Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización	35
8.1.4.6. Categoría 6: Emisiones indirectas de GEI provenientes de otras fuentes 36	
8.1.5. Búsqueda de datos de las actividades que hacen parte de las fuentes de emisiones directas e indirectas	36
8.1.6. Factores de emisión	39
8.1.7. Cálculo de las emisiones	43
8.2. Calidad del aire	43

8.2.1.	Levantamiento de la información	43
8.2.2.	Definición de la metodología	44
8.2.3.	Definición de los límites	45
8.2.4.	Definición del alcance.....	45
9.	RESULTADOS Y ANALISIS	45
9.1.	Resultados y análisis Huella de Carbono	45
9.1.1.	Año Base 2018	45
9.1.2.	Caracterización para el cálculo del inventario de GEI año 2019 y 2020	48
9.1.3.	Inventario de emisiones y Huella de carbono de la Universidad del Magdalena año 2019	49
9.1.3.1.	Emisiones y remociones en la categoría 1 (año 2019)	49
8.1.3.1.1.	Emisiones directas a partir de combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2019	50
8.1.3.1.2.	Emisiones directas de combustión móvil (combustibles fósiles de fuentes móviles) año 2019	50
8.1.3.1.3.	Emisiones fugitivas por gases refrigerantes año 2019	51
8.1.3.1.4.	Emisiones por fertilizantes nitrogenados e insumos de cal	52
8.1.3.1.5.	Remociones directas de GEI año 2019	54
8.1.3.2.	Emisiones en la categoría 2 año 2019	56
8.1.3.3.	Emisiones en la categoría 3	59
8.1.3.3.5.	Emisiones por vuelos corporativos	59
8.1.3.4.	Emisiones en la categoría 4	62
8.1.3.4.5.	Emisiones por residuos ordinarios y RESPEL	62
8.1.3.5.	Resumen de resultados de la huella de carbono del año 2019	63
8.1.3.6.	Indicadores de gestión año 2019	65
9.1.4.	Inventario de emisiones y Huella de carbono de la Universidad del Magdalena año 2020	68
9.1.4.1.	Emisiones y remociones en la categoría 1 (año 2020)	68
9.1.4.1.1.	Emisiones directas a partir de combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2020	68
9.1.4.1.2.	Emisiones directas de combustión móvil (combustibles fósiles de fuentes móviles) año 2020	69
9.1.4.1.3.	Emisiones fugitivas por gases refrigerantes año 2020	70

9.1.4.1.4.	Emisiones por fertilizantes nitrogenados e insumos de cal año 2020 ..	71
9.1.4.1.5.	Remociones directas de GEI año 2020.....	71
9.1.4.1.5.1.	Remociones directas de GEI por generación de energía alternativa año 2020	71
9.1.4.1.5.2.	Remociones por aprovechamiento de residuos año 2020.....	72
9.1.4.2.	Emisiones en la categoría 2 año 2020	73
9.1.4.3.	Emisiones en la categoría 3 año 2020	75
9.1.4.3.1.	Emisiones por vuelos corporativos año 2020	75
9.1.4.4.	Emisiones en la categoría 4 año 2020	76
9.1.4.4.1.	Emisiones por residuos ordinarios y RESPEL año 2020	76
9.1.4.5.	Resumen de resultados de la huella de carbono del año 2020	78
9.1.4.6.	Indicadores de gestión año 2020	80
9.1.5.	Análisis comparativo de resultados años 2018, 2019 y 2020.....	83
9.1.6.	La Huella de Carbono de la Universidad del Magdalena Frente a otras universidades.....	86
9.2.	Resultados y análisis de calidad del aire.....	91
9.2.1.	Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2017.....	92
9.2.2.	Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2018.....	93
9.2.3.	Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2019.....	94
9.2.4.	Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2020.....	95
9.2.5.	Indicadores de Concentraciones Contaminantes	96
9.2.5.1.	Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire	97
9.2.5.2.	Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire para el año 2030	97
9.2.5.3.	Niveles máximos permisibles de contaminantes tóxicos en el aire.....	98
9.2.5.4.	Rangos de concentración para la declaratoria de os niveles de prevención, alerta o emergencia.....	98
9.2.5.5.	Índice de Calidad del Aire -ICA-.....	99
9.2.5.6.	Puntos de corte ICA.....	99
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
10.1	Conclusiones y recomendaciones Huella de Carbono	102
10.2	Conclusiones y recomendaciones Calidad del Aire	106
11.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	108

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información requerida y área fuente de datos UNIMAGDALENA año 2019 y 2020	37
Tabla 2. Relación de Información (datos) disponibles Unimagdalena años 2019 y 2020.....	38
Tabla 3. Factores de emisión para el cálculo de la huella de carbono Unimagdalena año 2019	39
Tabla 4. Factores de emisión para el cálculo de la huella de carbono Unimagdalena año 2020	41
Tabla 5. Emisiones Línea base año 2018 por alcance	46
Tabla 6. Resumen Caracterización año 2019 y 2020.....	48
Tabla 7. Categoría 1. Origen y la fuente de emisiones y remociones directas de GEI.....	49
Tabla 8. Emisiones por combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2019 50	
Tabla 9. Emisiones directas por combustión móvil (fuentes móviles por combustibles fósiles) año 2019.....	50
Tabla 10. Emisiones directas provenientes de fugas de gases refrigerantes año 2019.....	51
Tabla 11. Emisiones directas generadas por el uso de fertilizantes nitrogenados e insumos de cal año 2019.....	53
Tabla 12. Remociones directas por residuos aprovechables año 2019	55
Tabla 13. Remociones directas de GEI año 2019.	56
Tabla 14. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas por sede de la Universidad del Magdalena año 2019.....	57
Tabla 15. Energía eléctrica consumida en Universidad del Magdalena mes a mes en el año 2019. 58	
Tabla 16. Emisiones Indirectas producidas por vuelos corporativos Categoría 3 año 2019.....	61
Tabla 17. Emisiones por Residuos Ordinarios y RESPEL categoría 4 año 2019	62
Tabla 18. Inventario total de emisiones de GEI año 2019	63
Tabla 19. Indicador de emisión de CO ₂ por miembro de la comunidad educativa	65
Tabla 20. Indicadores de emisión de CO ₂ por área total construida.....	66
Tabla 21. Indicador de consumo energético de la comunidad educativa año 2019	66
Tabla 22. Indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa año 2019. 67	
Tabla 23. Indicador de consumo energético por área total de Unimagdalena año 2019	67
Tabla 24. Indicador de consumo energético y emisiones para cada sede.....	67
Tabla 25. Categoría 1. Origen y la fuente de emisiones y remociones directas de GEI año 2020....	68
Tabla 26. Emisiones por combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2020	69
Tabla 27. Emisiones directas por combustión móvil (fuentes móviles por combustibles fósiles) año 2020.....	69
Tabla 28. Emisiones directas provenientes de fugas de gases refrigerantes año 2020.....	70
Tabla 29. Remociones por residuos aprovechables año 2020.....	72
Tabla 30. Remociones de GEI año 2020	73
Tabla 31. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas por sede de la Universidad del Magdalena año 2020.....	73

Tabla 32. Energía eléctrica consumida en Universidad del Magdalena mes a mes en el año 2020.	74
Tabla 33. Emisiones Indirectas producidas por vuelos corporativos Categoría 3 año 2020.....	75
Tabla 34. Emisiones por Residuos Ordinarios y RESPEL categoría 4 año 2020	77
Tabla 35. Inventario total de emisiones de GEI año 2020	78
Tabla 36. Indicador de emisión de CO ₂ por miembro de la comunidad educativa	80
Tabla 37. Indicadores de emisión de CO ₂ por área total construida año 2020.....	81
Tabla 38. Indicador de consumo energético de la comunidad educativa año 2020.....	81
Tabla 39. Indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa año 2020.	82
Tabla 40. Indicador de consumo energético por área total de Unimagdalena año 2020	82
Tabla 41. Indicador de consumo energético y emisiones para cada sede.....	82
Tabla 42. Resultados de la Huella de carbono de los años 2018, 2019 y 2020 de la Universidad del Magdalena.....	83
Tabla 43. Valores de huella de carbono de las organizaciones para los años 2018, 2019 y 2020....	87
Tabla 44. Comparación de indicadores generales año 2018	88
Tabla 45. Comparación de indicadores generales año 2019	88
Tabla 46. Comparación de indicadores generales año 2020	89
Tabla 47. Contaminantes criterios año 2017	92
Tabla 48. Contaminantes criterios año 2018	93
Tabla 49. Contaminantes criterios año 2019	94
Tabla 50. Contaminantes criterios año 2020	95
Tabla 51. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire	97
Tabla 52. Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire para el año 2030	97
Tabla 53. Niveles máximos permisibles de contaminantes tóxicos en el aire	98
Tabla 54. Concentraciones (µg/m ³) para los niveles de Prevención, Alerta o Emergencia	98
Tabla 55. Índices para monitoreo de la calidad del aire (CORPAMAG)	99
Tabla 56. Valores de contaminantes criterios año 2017 y verificación de cumplimiento con la norma	100
Tabla 57. Valores de contaminantes criterios año 2018 y verificación de cumplimiento con la norma	100
Tabla 58. Valores de contaminantes criterios año 2019 y verificación de cumplimiento con la norma	101
Tabla 59. Valores de contaminantes criterios año 2020 y verificación de cumplimiento con la norma	101

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución de las emisiones de GEI por alcance de la Universidad del Magdalena Año 2018.....	47
Gráfica 2. Generación de emisiones por fuente (fugas gases refrigerantes) año 2019.....	52
Gráfica 3. Generación de emisiones por fuente de fertilizantes nitrogenados e insumos con contenido de cal año 2019.....	53

Gráfica 4. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas mes a mes de Universidad del Magdalena en el año 2019.....	58
Gráfica 5. Distribución de las emisiones de GEI por categoría en la Universidad del Magdalena año 2019.....	64
Gráfica 6. Generación de emisiones por fuente (fugas gases refrigerantes) año 2020.....	71
Gráfica 7. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas mes a mes de Universidad del Magdalena en el año 2020.....	74
Gráfica 8. Distribución de las emisiones de GEI por categoría en la Universidad del Magdalena año 2020.....	79
Gráfica 9. Representación gráfica de la Huella de carbono de los años 2018, 2019 y 2020 de la Universidad del Magdalena	83
Gráfica 10. Representación gráfica de la huella de carbono de las organizaciones para los años 2018, 2019 y 2020	87
Gráfica 11. Comparación del indicador de emisión por área de las organizaciones en el año 2018	88
Gráfica 12. Comparación del indicador de emisión por área de las organizaciones en el año 2019	89
Gráfica 13. Comparación del indicador de emisión por área de las organizaciones en el año 2020.	89
Gráfica 14. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2017	93
Gráfica 15. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2018	94
Gráfica 16. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2018	95
Gráfica 17. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2020	96

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Campus Universidad del Magdalena.....	32
Imagen 2. Mapa ubicación geográfica área de Bosque Seco Tropical de UNIMAGDALENA.....	34

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1. Pasos Generales para el cálculo de la Huella de Carbono(SGS; AENOR;IHOBE, 2006) .	29
Esquema 2. Metodología implementada para el cálculo de Huella de Carbono de los años 2019 y 2020 de UNIMAGDALENA	31

1. RESUMEN

El propósito fundamental de este trabajo consiste en presentar los cálculos de la huella de carbono de la Universidad del Magdalena para el año 2019 y 2020 elaborados por el autor empleando la metodología de la Norma técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1, incluyendo el análisis y comparación de los resultados obtenidos en los años 2019, 2020 y la huella de carbono del año base 2018; también se plasman los resultados obtenidos de la calidad de aire desde el año 2017 al año 2020 analizados con base en la Resolución 2254 de 2017 por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente. Los datos obtenidos dan cuenta de que para el año 2018 la huella de carbono de la Universidad del Magdalena era de 1.206,45 tCO₂e, en relación al año 2019 donde se evidencia un aumento del 25,89% para un total de 1.627,94 tCO₂e; en contraste para el año 2020 el resultado obtenido fué de 1.066,64 tCO₂e lo que representó una disminución del 34,48% de emisiones respecto al año 2019. En relación a la calidad del aire entre los años 2017 al 2020 se vienen cumpliendo con los niveles máximos permisibles pero en los resultados de los niveles máximos permisibles para el año 2030 el contaminante criterio PM₁₀ supera el límite en todos los años a excepción del año 2020. Con este trabajo se proporciona información valiosa sobre la huella de carbono y la calidad de aire en la Universidad del Magdalena antes y durante la pandemia por Covid-19.

2. INTRODUCCIÓN

En el 2015 concluyó la era de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), programa de las Naciones Unidas dirigido hacia logros y desafíos postulados originalmente con el fin de alcanzar un mundo de prosperidad, igualdad, libertad, dignidad y paz, motivo por el cual a partir del 2016 se puso en marcha la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: programa en el que se anuncian como expectativas la continuidad de las iniciativas ya desarrolladas en materia ambiental, y el emprendimiento de esfuerzos, por parte de los líderes mundiales, que conduzcan a la consecución de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible esenciales para los próximos 15 años (Naciones Unidas, 2016).

En el Acuerdo COP 21 de París llevado a cabo en noviembre de 2015, Colombia se fijó metas muy altas y adquirió el compromiso de disminuir en un 20% las emisiones del país (Colombia, n.d.), de igual forma en la conferencia de las partes de la Convención sobre Cambio Climático (COP24) celebrada en el 2018 se llevó a cabo la adopción del programa de Trabajo del acuerdo de París (PAWP) en el cual se reafirmaron los compromisos de los países participantes en la implementación de estos compromisos en el marco del Acuerdo (MADS, n.d.).

La Universidad del Magdalena como entidad pública departamental tiene un compromiso de mejorar las condiciones ambientales y minimizar los impactos que se pueden generar en desarrollo del cumplimiento de su Misión y de esa manera aportar al cumplimiento de las metas planteadas por el país; razón por la cual dentro de sus políticas de sostenibilidad ambiental tal como se establece en el acuerdo superior No. 02 de 2019 se incluye el Clúster C5- Gestión del campus y ecosistemas cuyo objetivo es evaluar los esfuerzos de la institución para reducir o eliminar los impactos negativos en el medio ambiente que, directa o indirectamente, provoca la Universidad en su funcionamiento diario donde se destaca el Subclúster C5.1 cuyo indicador es la Huella de Carbono (Unimagdalena, 2019a), por eso es importante para la Universidad conocer e identificar esos factores que están generando afectaciones y que se ven reflejados en sus aportes de Huella de Carbono y en la calidad del aire.

Es claro que la gestión de una política sostenible en las Universidades representa múltiples desafíos, pero es vital que estos vayan de la mano del desarrollo y crecimiento de los programas académicos. La Universidad del Magdalena hace parte del UI Green Metric ranking, herramienta de medición que evalúa el rendimiento sostenible de las Universidades en el mundo desde una visión global de los procesos (Unimagdalena, 2019b).

Al contar con información comparativa de varios años en relación con la huella de carbono y la calidad del aire, se pueden identificar los cambios más representativos y los principales factores que han incidido en estos aspectos, logrando implementar soluciones reales a corto, mediano y a largo plazo para disminuir sus emisiones, un uso más eficiente de los recursos, una mejora en las finanzas y un compromiso real en el cumplimiento de sus metas y objetivos hacia la sostenibilidad y al mejoramiento del cambio climático.

Para poder alcanzar todo esto es importante contar con información, completa, clara y suficiente que permita realizar diagnósticos más reales, para la toma de decisiones acertadas que minimicen, mitiguen y/o compensen los impactos ambientales generados.

El presente trabajo fueron incluidos los resultados de los inventarios de emisiones de CO₂ equivalente de los años 2019 y 2020 de la Universidad del Magdalena que fueron calculados por el autor y se compararon a su vez con los resultados del año base 2018, definiendo varias recomendaciones relacionadas con acciones que se pueden implementar o ampliar su implementación para ayudar en la reducción de emisiones y el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad del plantel de educación superior; También se realizó un análisis de los datos brutos de calidad de aire del año 2017 al 2020 obtenidos de los reportes del SISAIRE, suministrados por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena -CORPAMAG-, todo con el fin de evaluar todos los aspectos que incidieron de forma positiva y/o negativa en la huella de carbono y en la calidad del aire antes y durante la pandemia por Covid-19.

3. GLOSARIO

- **CO2 equivalente - CO2-e:** Unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los seis gases efecto invernadero, expresado en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar la liberación (o el evitar la liberación) de diferentes gases efecto invernadero contra un común denominador.
- **Combustión Fija:** Quema de combustible para generar electricidad, vapor, calor o energía en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, etc.
- **Combustión Móvil:** Quema de combustibles por parte de vehículos automotores, ferrocarriles, aeronaves, embarcaciones u otro equipo móvil.
- **Contaminación:** El Decreto 948 de 1995, del Ministerio del Medio Ambiente, la define como “el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire”.
- **Contaminantes:** a su vez define a los contaminantes como: “fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causante de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales o de una combinación de estas”.
- **CORPAMAG:** La Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG -, es un ente corporativo de carácter público encargado de administrar el medio ambiente y propender por el desarrollo sostenible del Magdalena, Es un ente del orden nacional, que como su nombre lo indica, cuenta con autonomía administrativa y financiera, así como patrimonio propio y personería jurídica. Fue creada por la ley 28 de 1.988 y modificada en su jurisdicción y denominación por la ley 99 de 1.993, su jurisdicción abarca todo el territorio del departamento del Magdalena conformado por 29 municipios y un Distrito especial(Corpamag, 2012).
- **Emisiones directas de GEI:** Emisiones provenientes de fuentes que son propiedad o están bajo control de la empresa que reporta.
- **Emisiones indirectas de GEI:** Emisiones que son consecuencia de las operaciones de la empresa que reporta, pero que ocurren a partir de fuentes que son propiedad o están bajo control de otras empresas.
- **Factor de emisión de gas de efecto invernadero. Factor de emisión de GEI.** Coeficiente que relaciona los datos de la actividad de GEI con la emisión de GEI(Icontec, 2020).
- **Gases:** Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre

y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil.

- **Gases Efecto Invernadero (GEI):** Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes (Icontec, 2020). Los GEI son los seis gases listados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFCs); perfluorocarbonos (PFCs); y hexafluoruro de azufre (SF₆).
- **Huella de carbono:** Es la cantidad de Gases Efecto invernadero -emitidos a la atmósfera por efecto directo o indirecto de un individuo, organización o evento.
- **Material Particulado:** El material particulado es todo material emitido, en estado sólido, líquido o vapor, que se encuentra suspendido en el aire. Este tipo de partículas pueden provenir de emisiones directas a la atmósfera, producto de actividades industriales y humanas, denominándose partículas primarias o pueden generarse en la atmósfera por reacciones químicas, estas últimas se denominan partículas secundarias. El tamaño de partícula expresado generalmente en términos de su diámetro aerodinámico y la composición química son características influenciadas por su origen y permiten su clasificación para monitoreo y estudio.
- **Material Particulado Respirable (PM₁₀):** Partículas respirables (PM₁₀) incluyen todas las partículas de diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros (µm). El minúsculo tamaño de las partículas respirables PM₁₀ les permite entrar fácilmente a los alveolos pulmonares donde se pueden situar causando efectos adversos sobre la salud. Algunas consecuencias sobre la salud relacionadas con la exposición prolongada a este contaminante son el incremento de riesgo de cáncer pulmonar, muerte prematura, síndromes respiratorios severos e irritación de ojos y nariz.
- **Material Particulado Fino (PM_{2.5})** Constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros. Convencionalmente las fuentes de las partículas finas incluyen todo tipo de combustiones, incluidos los vehículos automotores, plantas de energía, la quema residencial de madera, incendios forestales, quemas agrícolas, y algunos procesos industriales. Dado el tamaño de las partículas PM_{2,5} hace que sean 100% respirables ya que viajan profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, pudiendo llegar incluso al torrente sanguíneo con efectos potenciales para la salud.
- **Monóxido de Carbono:** Este gas se origina de la combustión de los compuestos que contienen carbono, y se forma cuando el combustible se quema en escasa cantidad de oxígeno. Este gas es incoloro, inodoro e insípido, por lo que suele pasar inadvertido. Los efectos a la salud están relacionados con el incremento de la probabilidad de reducir la tolerancia al ejercicio físico, debido al aumento de los síntomas asociados a las enfermedades cardiovasculares.

- **Óxidos de Azufre:** Se producen al quemar azufre o combustibles que lo contienen, como el carbón y el petróleo. Los óxidos de azufre son irritantes que pueden afectar el sistema respiratorio del hombre. Participan directamente en la formación de la lluvia ácida.
- **Óxidos de Nitrógeno:** Se forman a partir de los procesos de combustión que ocurren en presencia de aire, especialmente en los automotores. Debido al calor producido por la fuente de combustión (bencina), el nitrógeno atmosférico reacciona con el oxígeno, formando varios compuestos diferentes. Entre ellos están los óxidos de nitrógeno (NOx), un gas que puede irritar el sistema respiratorio.
- **Ozono:** Gas incoloro, inodoro, reactivo, compuesto de tres átomos de oxígeno. El ozono se encuentra de modo natural en la estratosfera terrestre, donde absorbe la radiación UV dañina para la vida en la tierra; también se encuentra cerca de la superficie terrestre, donde ciertos contaminantes reaccionan en presencia de luz solar para dar origen a este.

Los principales contaminantes involucrados en estas reacciones son los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles (VOCs). El monóxido de carbono (CO) también participa en las reacciones para formar ozono. Los días soleados con vientos de relativa calma favorecen la formación de ozono. Los efectos a la salud se asocian con alteraciones fisiológicas e inflamatorias en los pulmones de adultos, jóvenes sanos que hacen ejercicio expuestos durante períodos extensos, entre otros. Atendiendo lo establecido en el numeral.

- **Protocolo de Kioto:** Protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Exige que los países listados en su Anexo 1 (países desarrollados) cumplan con objetivos de reducción de emisiones de GEI en relación a sus emisiones registradas en 1990 durante el período de compromiso de 2008-2012.
- **Reservorio de gas efecto invernadero.** Reservorio de GEI: Componente, distinto a la atmósfera, que tiene la capacidad de acumular los GEI y d almacenarlos y liberarlos.
- **SISAIRE:** El SISAIRE es la principal fuente de información para el diseño, evaluación y ajuste de las políticas y estrategias nacionales y regionales de prevención y control de la calidad del aire. Es un sistema bajo ambiente Web que permite al IDEAM la captura y revisión constante de los datos que las autoridades ambientales toman sobre calidad del aire y reportan al Sistema(IDEAM, 2014c).
- **Sumidero de gas efecto invernadero. Sumidero de GEI:** Proceso que remueve un GEI de la atmósfera(Icontec, 2020).
- **WBCSD (World Business Council for Sustainable Development):** El Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable, es una coalición de 175 empresas internacionales que comparten el compromiso con el desarrollo sustentable, a través del crecimiento económico, balance ecológico y progreso social como sus tres pilares(WBSD-WRI;, n.d.)

- **WRI (World Resources Institute):** El Instituto de Recursos Mundiales, es una organización independiente sin ánimo de lucro, que cuenta con un equipo de más de 100 científicos, economistas, expertos en políticas, analistas económicos, comunicadores y estrategas que trabajan para proteger el planeta y la vida de las personas. La iniciativa de GEI inició con el “Sustainable Enterprise Program” del Instituto desde hace más de 10 años y ha concentrado su trabajo hacia la creación de soluciones ambientales exitosas y el desarrollo de retos(WBSD-WRI;, n.d.).

4. JUSTIFICACIÓN

En el año 2018 la Universidad del Magdalena a través de la empresa CO2CERO llevó a cabo el Informe de Inventario de Emisiones GEI, en el cual se calculó la huella de carbono, pero no se contaba con información relacionada con la huella de carbono del año 2019 y del año 2020, con los cuales se pudiera realizar un análisis comparativo que permitiera identificar, cual fue el comportamiento de la huella de carbono y de la calidad del aire en estos dos últimos años, más aun teniendo en cuenta la gran novedad de la Pandemia por COVID-19 que se presenta en el Mundo.

Se requirió entonces realizar el cálculo de la huella de carbono de Unimagdalena para los años 2019 y 2020 realizando a su vez un diagnóstico y análisis datos claros que permitieron realizar comparativos en aras de adelantar las acciones que al corto, mediano y largo plazo que le permitan a la Universidad del Magdalena el cumplimiento de metas, objetivos e Indicadores planteados desde el punto de vista ambiental en todo lo relacionado con la huella de carbono y la calidad del aire.

5. OBJETIVO GENERAL

- Calcular la huella de carbono (2019 y 2020) realizando además un diagnóstico de la calidad de aire (2017-2020) de la Universidad del Magdalena antes y durante la pandemia por COVID-19, presentando los resultados obtenidos, análisis comparativo, conclusiones y recomendaciones identificando los factores de mayor afectación y proponiendo acciones de mejora para su disminución.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los procesos y principales fuentes emisoras de gases efecto Invernadero para el cálculo de la huella de carbono antes y durante la pandemia por COVID 19, partiendo del año base del cálculo de la huella de carbono de la Universidad del Magdalena del año 2018, y calculando la huella de carbono del año 2019 y 2020.
- Analizar los resultados obtenidos de la huella de carbono y de la calidad del aire del Campus de la Universidad del Magdalena antes y durante la pandemia por COVID-19, identificando estrategias orientadas a la adaptación y mitigación del Calentamiento Global.
- Proponer acciones de mejora que permitan la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y de la calidad del aire del Campus de la Universidad del Magdalena generando cambios en los patrones de producción y consumo.

7. MARCO CONCEPTUAL

Debido a la actual problemática ambiental en torno al calentamiento global como consecuencia del aumento acelerado de la temperatura en el mundo, generado por el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, los países y sus organizaciones vienen empleando cada vez más herramientas que permiten identificar y cuantificar las emisiones de Gases Efectos Invernadero -GEI- que están generando.

El cálculo de la Huella de carbono o Inventario de emisiones es una de las herramientas más usadas. Con la realización de estos inventarios se busca conocer la ubicación y magnitud de las fuentes emisoras, así como los tipos de contaminantes y la intensidad a la cual estos son emitidos al medio ambiente, con el fin de determinar el grado de contaminación de la zona o área de estudio. En el inventario se tienen en cuenta las fuentes de emisión, identificando además las emisiones que están generando afectaciones más significativas. Los datos que resultan de los inventarios de GEI, constituyen una herramienta que permite establecer las principales actividades que generan emisiones, haciendo posible la toma de decisiones en relación a cada una de las acciones de mitigación que se pueden implementar.

Dentro de las fuentes de emisión, se encuentran las fuentes estacionarias de combustión, las cuales incluyen procesos de quema de combustible para calefacción, producción de bienes y generación de energía; se han de detallar las clases de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos utilizados, así como su composición con respecto a la cantidad de azufre y cenizas volátiles que pueden producir. Por otro lado, se encuentran las fuentes de combustión móviles, que corresponden a vehículos automóviles terrestres.

Con este diagnóstico de emisiones GEI se pueden generar modelos para diferentes escenarios de mitigación con el fin de identificar las acciones de mayor impacto respecto a la reducción de emisiones futuras, así como la realización de un análisis de costos de implementación y de costo-beneficio.

Para conocer cuántos y cuáles GEI son emitidos a la atmósfera, el IPCC (2014) ha venido desarrollando metodologías estandarizadas para realizar inventarios nacionales, los cuales se convierten en la principal herramienta para orientar la toma de decisiones para el diseño e implementación de medidas de mitigación que permitan la reducción de las emisiones.

Otra de las herramientas cuyo uso ha venido en crecimiento, es la huella ecológica o ecological footprint que es un indicador de sostenibilidad de índice único, que mide los impactos que produce una población, expresados en hectáreas de ecosistema o naturaleza, es habitualmente empleada para regiones o países, así mismo, es un indicador de impacto ambiental que puede ser utilizado para medir la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta para relacionarla con la capacidad que tiene la tierra para regenerar dichos recursos.

Asociado al calentamiento global y el cambio climático está el efecto invernadero, que es definido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como efecto que se deriva del calentamiento natural de la tierra, los GEI, presentes en la atmosfera, retienen parte del calor del sol y mantienen una temperatura óptima para el desarrollo de la vida, evitando que la superficie tenga una temperatura media de 18° C bajo cero, evitando un congelamiento de la superficie terrestre. La radiación solar pasa a través de la atmosfera y una cierta cantidad es reflejada por la atmosfera u otra por la tierra, la energía solar adsorbida por la superficie de la tierra y la calienta convirtiéndose en calor emitido radiación infrarroja de onda larga de nuevo a la atmosfera, una parte de esta radiación es adsorbida y reflejada de nuevo a la tierra por medio de los GEI, calentando la superficie terrestre. Cuanto más calor gana la superficie, más radiación infrarroja se emite agravando la situación. Una parte de la radiación pasa a través de la atmosfera u se pierde en el espacio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Este fenómeno permite que la temperatura sea proporcional y se conserve en la superficie terrestre impidiendo las bajas temperaturas y que las incidencias de los rayos sean directas impidiendo los procesos naturales y antrópicos terrestres. En el Inventario Nacional de GEI se define el efecto invernadero, como un proceso natural que hace posible la vida en la superficie terrestre. Para mantener su balance energético, la tierra debe remitir al espacio, en forma de calor o radiación infrarroja, la energía recibida del sol que calienta la superficie de la tierra.

Por su parte, el calentamiento global, es definido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como un proceso en el que, por aumento de adsorción o retención de radiación solar en las partículas de los GEI, lo que provoca paulatinamente un aumento en el porcentaje de radiación contenida en la atmosfera, reflejándose en un aumento de la temperatura media del planeta tierra.

Para expresar las emisiones de GEI emitidas a la atmósfera, se utiliza el CO₂ equivalente (CO₂eq), que es la unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG ó GWP) de cada uno de los seis gases efecto invernadero, expresado en términos del GWP de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar la liberación o el evitar la liberación de diferentes gases efecto invernadero (World Business

Council for Sustainable Development and World Resources Institute, 2001). Dentro de este mismo contexto, está el potencial de calentamiento global o PGW por sus siglas en inglés, el cual está definido como el factor que describe el impacto de la fuerza de radiación considerado cómo grado de daño a la atmósfera de una unidad tomando como referencia la masa de un determinado GEI con relación a la unidad equivalente de CO₂ en un tiempo determinado (World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute, 2001).

De acuerdo con el Inventario nacional de Gases Efecto Invernadero -GEI- el factor de emisión es un valor representativo, el cual relaciona la cantidad de un gas emitido a la atmósfera con la actividad asociada a la emisión de dicho gas. Estos factores son en la mayoría de los casos son expresados como el peso del gas dividido por unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad emisora, facilitando además la estimación de emisiones de varias fuentes identificadas. Para el desarrollo de un inventario de GEI, es importante poder contar con una calculadora de emisiones, con el fin de computar los resultados de las emisiones de GEI que se generan a partir de las diferentes actividades dentro de una organización, permitiendo además visualizar los datos de tal manera, que se desarrollen planes de acción que ayuden con la mitigación y reducción de las emisiones.

El año base es el año 2018 en el cual se elaboró el primer Informe de inventario de emisiones GEI para la Universidad del Magdalena (Campus principal y sede Taganga) implementando como herramienta principal el estándar corporativo del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol), el cual establece un estándar global para medir, manejar y reportar las emisiones de gases efecto invernadero generadas en una organización. Este protocolo es la herramienta de cálculo más usada por los gobiernos y líderes del mercado para entender, cuantificar y manejar emisiones de gases efecto invernadero(CO₂CERO, 2018).

Sin embargo, para el desarrollo del presente trabajo de grado el cálculo de la huella de carbono de los años 2019 y 2020, se hará implementando la Norma ISO-14064-1.

A continuación, se presentarán varios conceptos como preámbulo para un mejor entendimiento del contenido de este trabajo de grado.

7.1. Huella de Carbono

La huella de carbono es un indicador que mide el impacto sobre el calentamiento global.

Este indicador ambiental es la suma absoluta de todas las emisiones de GEI causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto. De forma simple, la huella de carbono se puede entender como la marca que se deja sobre el medio ambiente con cada actividad que emite gases de efecto invernadero.

La huella de carbono se expresa en unidades de carbono equivalente (CO₂eq). Se utiliza esta unidad, pues la Huella de Carbono va más allá de la medición única del CO₂ emitido, ya que tienen en cuenta todos los GEI que contribuyen en el calentamiento global para después convertir los resultados individuales de cada gas a equivalentes de CO₂. (Ministerio de Agricultura de Colombia, 2020).

7.2. Efecto Invernadero en el Cambio Climático

El efecto invernadero es un fenómeno por el cual ciertos gases retienen parte de la energía emitida por el suelo tras haber sido calentado por la radiación solar. Se produce, por lo tanto, un efecto de calentamiento similar al que ocurre en un invernadero, con una elevación de la temperatura. Aunque el efecto invernadero se produce por la acción de varios componentes de la atmósfera planetaria de forma natural, el proceso de calentamiento ha sido acentuado en las últimas décadas por la acción del hombre con la emisión gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y gases fluorados. Las emisiones de GEI han venido incrementando significativamente desde la era preindustrial, con un aumento de 70% entre 1970 y 2004 (IPPC, 2007).

7.3. Protocolo de Kyoto

Este protocolo compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. La Convención por su parte solo alienta a los países a hacerlo.

El PK, fue estructurado en función de los principios de la Convención. Establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión

Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de Gases Efecto Invernadero GEI que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar combustibles fósiles durante más de 150 años. En este sentido el Protocolo tiene un principio central: el de la «responsabilidad común pero diferenciada».

El Protocolo ha movido a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, a las empresas a tener el medio ambiente en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre sus inversiones, y además ha propiciado la creación del mercado del carbono.

En general el Protocolo de Kyoto fue considerado como primer paso importante hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, y proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático que se firme en el futuro. (*Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia 2020*).

7.4. COP21 de París

El 12 diciembre de 2015, en la COP21 de París (*Conferencia sobre el Cambio Climático de París*), las Partes de la CMNUCC (*Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*) alcanzaron un acuerdo histórico para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono.

El objetivo central del Acuerdo de París es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados.

El Acuerdo de París exige a todas las Partes que hagan todo lo que esté en su mano por medio de contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés) y que redoblen sus esfuerzos en los próximos años. Esto incluye la obligación de que todas las Partes informen periódicamente sobre sus emisiones y sobre sus esfuerzos de aplicación. También habrá un inventario mundial cada cinco años para evaluar el progreso

colectivo hacia el logro del propósito del acuerdo, y para informar sobre nuevas medidas individuales de las Partes.

El Acuerdo de París quedó abierto a la firma el 22 de abril de 2016 – Día de la Tierra – en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York. Entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, 30 días después de que se cumpliera el llamado “doble criterio” (ratificación por 55 países que representan al menos el 55 % de las emisiones mundiales). Desde entonces, más países han ratificado y siguen ratificando el Acuerdo, y alcanzan un total de 125 Partes a principios de 2017. (*United Nations Climate Change, 2020*).

7.5. Calidad del Aire

El monitoreo y control de la contaminación atmosférica en Colombia ha venido tomando mayor relevancia, teniendo en cuenta las cifras de la Organización Mundial de la Salud - OMS-, en la cual una de cada ocho muertes ocurridas a nivel mundial, es ocasionada por la contaminación del aire. El Departamento Nacional de Planeación estimó que, durante el año 2015, tales efectos estuvieron asociados a 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y enfermedades. En Colombia también los costos ambientales asociados a la contaminación atmosférica, en los últimos años aumentaron pasando de 1,1% del PIB de 2009 (\$5,7 billones de pesos) a 1,59% del PIB de 2014 (\$12 billones de pesos) y del 1,93% del PIB en 2015 (\$15.4 billones de pesos), lo cual es son indicadores de la importancia y necesidad de continuar implementando estrategias para controlar, evaluar y monitorear estas sustancias(IDEAM, 2014a).

De acuerdo con los últimos informes del estado de la calidad del aire, elaborados por el IDEAM, el contaminante con mayor potencial de afectación en nuestro país es el material particulado menor a 2,5 micras (PM2.5), el cual está constituido por partículas muy pequeñas, producidas principalmente por los vehículos pesados que utilizan diésel como combustible, y que pueden transportar material muy peligroso para el cuerpo tales como metales pesados, compuestos orgánicos y virus (por ejemplo Covid-19), afectando de este modo las vías respiratorias.

En estudios recientes, basados en los datos de exposición a PM 2,5 durante los últimos 15-20 años en 3.080 condados de los Estados Unidos, publicados por la Universidad de Harvard, proyectan que el incremento de solo un microgramo por metro cúbico de PM 2,5, corresponde a un incremento de muertes por COVID-19 en un 15%(Universidad libre, 2020).

Resolución 2254 DE 2017 Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones(MADS, 2017).

Resolución 650 de 2010. Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire(MADS, 2010b).

Resolución 2154 de 2010. Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones(MADS, 2010a).

Resolución 909 de 2008. Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones(MAVDT, 2008a).

7.6. Principios de medición y métodos de referencia de contaminantes

- Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición de ozono (O₃) en la atmósfera(IDEAM, 2010d).
- Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición del dióxido de nitrógeno (NO₂) en la atmósfera (quimioluminiscencia en fase gaseosa)(IDEAM, 2010e).
- Método de referencia para la determinación del dióxido de azufre (SO₂) en la atmósfera (método pararrosanilina)(IDEAM, 2010b).
- Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición de monóxido de carbono (CO) en la atmósfera (fotometría infrarroja no dispersiva)(IDEAM, 2010c).
- Método de referencia para la determinación de plomo (Pb) en el material particulado suspendido recolectado del aire ambiente(IDEAM, 2010a).

7.7. Métodos de medición de contaminantes y protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas

Los métodos que a continuación se relacionan se establecieron mediante la resolución 0935 del 2011 por la cual se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas.

- Método 1 – Determinación del punto y velocidad de muestreo para fuentes estacionarias(IDEAM, 2011a).
- Método 1A - Determinación del punto y velocidad de muestreo para fuentes estacionarias con ductos o chimeneas pequeñas(IDEAM, 2011c).
- Método 2 – Determinación de la velocidad y tasa de flujo volumétrica de gases en chimenea (Tubo Pitot tipo S)(IDEAM, 2011d).

- Método 3 – Análisis de gases para la determinación del peso molecular base seca(IDEAM, 2011e).
- Método 3B – Análisis de gases para la determinación del factor de corrección de tasa de emisión o exceso de aire(IDEAM, 2011f).
- Método 4– Determinación del contenido de humedad en gases de chimenea(IDEAM, 2011g).
- Método 5 – Determinación de las emisiones de material particulado en fuentes estacionarias(IDEAM, 2011h).
- Método 6 – Determinación de las emisiones de dióxido de azufre en fuentes estacionarias(IDEAM, 2011i)
- Método 7 – Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias(IDEAM, 2011j)
- Método 12– Determinación de las emisiones de plomo inorgánico en fuentes estacionarias(IDEAM, 2011b)
- Número de pruebas o corridas para la ejecución de los métodos para la medición de emisiones de contaminantes en fuentes fijas(IDEAM, 2011k)
- Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas(MAVDT, 2010)

7.8. Emisiones por fuentes móviles

Las emisiones por fuentes móviles se producen por la quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor ya que los vehículos automotores son los principales emisores de contaminantes como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles(IDEAM, 2014b).

- **Resolución 910 de 2008.** Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones(MAVDT, 2008b).
- **Resolución 1111 de 2013** Por la cual se modifica la resolución 910 de 2008(MADS, 2013).

7.9. ISO 14064

ISO 14064 es una norma internacional conforme a la cual se verifican voluntariamente los informes de emisiones de gases de efecto invernadero. En paralelo con el nacimiento de esquemas reglamentados u obligatorios relativos al seguimiento, notificación y verificación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), las organizaciones están deseando realizar el

seguimiento y reporte de sus emisiones de manera independiente a estos esquemas (conocida comúnmente como la huella de carbono de la organización). En respuesta a esta demanda y para proporcionar una norma internacional con la que dichos informes pueden ser verificados voluntariamente, se ha desarrollado la norma UNE-ISO 14064-1:2006(SGS; AENOR;IHOBE, 2006), también se cuenta con la NTC ISO 14064:2020 que es una actualización publicada por el INCONTEC, la cual es una adopción idéntica (IDT) de la ISO 14064-1 2018(Icontec, 2020).

7.10. Metodologías desarrolladas para la medición de huella de carbono

Las normas ISO tienen una alta aceptación internacional, debido a que permite que sea compatible entre diversos sistemas de medición de huella de carbono. Actualmente entre las metodologías más empleadas para la medición de huella de carbono en productos están la PAS 2050 desarrollada por Carbón Trust (Reino Unido) la cual tiene un enfoque de ciclo de vida de las emisiones procedentes de las actividades relativas tanto a la producción de bienes como de servicios; y el GHG Protocolo desarrollado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y el World Resources Institute (WRI)(Bautista Roa et al., 2015).

7.11. Huella de Carbono en otras universidades de Colombia

Colombia es un país relativamente nuevo en el cálculo de la Huella de Carbono, las universidades recientemente empezaron a incluir esta variable en sus sistemas de gestión ambiental. A nivel nacional no son muchas las universidades que han decidido calcular y reportar su Huella de Carbono. Una de ellas es la **Universidad Industrial de Santander** – UIS que en el año 2010 realizó la cuantificación de sus emisiones de CO₂ a través del trabajo de grado “Cuantificación general de emisiones de dióxido de carbono generadas por las actividades en la Universidad Industrial de Santander y propuestas de mitigación”. En total la universidad emitió 4.112 Ton de CO₂ en 2010 (Rojas. M y Chacón. Y, 2011). La universidad no siguió calculando sus emisiones, y tampoco realiza acciones para disminuir las emisiones.

Por su parte, la **Universidad Tecnológica de Pereira** – UTP, calculó las emisiones de CO₂ resultantes de sus actividades, mediante el trabajo de grado “Cálculo de la Huella Ecológica en el campus de la Universidad Tecnológica de Pereira”, los autores utilizaron la metodología planteada por Noelia López Álvarez “Metodología para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades”. En el año 2015 la universidad emitió 7.479 tCO₂/año,

la movilidad aportó en 84% al resultado total (Molina. J y Ocampo. M, 2016). En Bogotá son más las universidades que han hecho el ejercicio de calcular la Huella de Carbono y realizar algún tipo de gestión.

La Universidad Militar Nueva Granada realizó el cálculo de la Huella de Carbono, mediante un trabajo de grado titulado “Estimación de la Huella de Carbono producida durante el año 2013 en la Universidad Militar Nueva Granada, Sede Calle 100”. El autor utilizó la metodología “Estándar corporativo de contabilidad y reporte – GHG PROTOCOL” para estimar las emisiones. Se tuvo en cuenta tres fuentes de emisión, el consumo de diésel, gasolina y energía eléctrica, el resultado de la Huella total fue de 331,18 Ton de CO₂eq/Kwh (Barragán. J.P, 2013). Actualmente la universidad no realiza ninguna actividad de gestión sobre la Huella de Carbono. Sin embargo, tiene un programa de control atmosférico y de ruido que tiene como objetivo controlar las emisiones de material particulado y gases a la atmósfera (Corredor, N.P, 2017).

En 2015 la **Universidad Jorge Tadeo Lozano** también realizó el cálculo de la huella a través de un trabajo de grado titulado “Cálculo de la huella de carbono de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (sede Bogotá) para el año 2015” se siguieron los lineamientos de la metodología ISO 14064. Dentro del trabajo se incluyeron diez (10) fuentes de emisión generadas por las actividades desarrolladas en la universidad: consumo de gas natural, consumo de energía eléctrica, transporte aéreo, consumo de agua, consumo de papel, generación de residuos reciclables, generación de residuos peligrosos, generación de aguas residuales e infraestructura construida. En total para la universidad, la Huella de Carbono fue de 1.699,442 tCO₂eq, de acuerdo con la población activa de estudiantes en ese año, cada uno emitió 0.15 tCO₂eq (UJTL, 2017). La Universidad Tadeo Lozano como respuesta a los resultados obtenidos ha implementado acciones dirigidas a la prevención y mitigación de impactos ambientales significativos como el consumo de energía: apagando computadores, televisores y aprovechando la luz solar, mejorando el proceso de separación de residuos en los puntos ecológicos, minimizando los consumos de papel, plásticos, desechables etc., apuntando a un consumo responsable por parte de la comunidad universitaria (UJTL, 2017).

La Pontificia Universidad Javeriana, viene trabajando en los temas de emisiones GEI y captura de carbono, abordándolo mediante trabajos de grado en pregrado y posgrado. Desde 2007 la universidad, ha realizado ejercicios de cálculo específicos para eventos y ha elaborado 4 calculadoras: una personal (para la comunidad universitaria), una para eventos, otra para las construcciones en la universidad y la última para actividades productivas en ciudades, con énfasis en Cartagena.

La Universidad Nacional de Colombia calculó la Huella de Carbono de la sede Bogotá en el año 2014, empleando la metodología “Estándar corporativo de contabilidad y reporte – GHG PROTOCOL”, como resultado se evidenció que el 70% de las emisiones de CO₂ son generadas por el consumo de energía. La universidad ha venido adelantando esfuerzos para implementar el Sistema de Gestión Integral de Energía – ISO 51001 con el objeto de mejorar el uso del recurso y disminuir en un 5 % en consumo (OGA, 2015).

La Universidad Sergio Arboleda viene realizando el cálculo de la Huella de Carbono de la sede ubicada en la Calle 74 en Bogotá. Desde el año 2009 hasta el 2012 la universidad realizó el cálculo con la Fundación Natura, en el primer periodo de 2012 la universidad compenso 83,432 KgCO₂eq mediante la siembra de 348 árboles en la reserva biológica El Encenillo. A partir de 2013 la universidad empezó a realizar el cálculo con la empresa Ecologic S.A.S, usando la 22 metodología del GHG protocol. En 2014 emitió 247,58 tCO₂eq, en el 2016 la universidad compenso 150 tCO₂eq por siembra de árboles (Universidad Sergio Arboleda, 2017).

Otra de las Universidades que se pueden mencionar son la **Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A** quienes iniciaron el cálculo de la huella de carbono en Años 2014 – 2015 mediante el documento denominado Propuesta de estrategias de mitigación a partir del cálculo de la huella de carbono de los campus norte y sur de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A en los años 2014 – 2015 (Aponte Quiñones, 2017).

La Universidad del Norte en su compromiso con el medio ambiente, continuamente ha venido desarrollando estrategias que buscan la sostenibilidad, es por esto que es una de las primeras Instituciones Educativas en Colombia en realizar la medición de la Huella de Carbono Corporativa.

Para desarrollar esta importante iniciativa de responsabilidad social ambiental, La Universidad del Norte se alió con Contreebute, una agencia con más de 7 años de experiencia en apoyar el desarrollo de estrategias en las organizaciones con el fin de promover cultura sostenible.

Con este paso la Universidad del Norte ratifica su compromiso con la gestión ambiental, promueve espacios de sensibilización y capacitación con los miembros de la comunidad universitaria en temas ambientales y desarrollo sostenible, y se vincula a iniciativas de responsabilidad social empresarial para mitigar riesgos y crear oportunidades en su entorno (Uninorte, 2016).

Desde el año 2015 la Universidad del Norte ha venido calculando su huella de carbono y ha sido constante año tras año, para mencionar tenemos que en el año 2018 la huella de carbono de la Uninorte fue de 1976,20 tCO₂e, en el año 2019 los resultados arrojaron un valor de 2421,25 tCO₂e y para el año 2020 de 1544,57 tCO₂e reportando la huella de carbono más baja registrada desde su año base 2015, esto asociado a las medidas de aislamiento por la pandemia mundial por COVID-19.

7.12. Universidad del Magdalena

La Universidad del Magdalena en el Plan de Gobierno 2016-2020 “Una Universidad más incluyente e Innovadora” define 8 políticas de desarrollo institucional, entre ellas la política de Smart University que tiene en su diseño una visión sistémica hacia una Universidad más Innovadora y sostenible(Vera, 2016).

En el 2017 la Universidad del Magdalena se adhirió al pacto mundial de la ONU y la PRME y en la Agenda 2030 se estableció la prioridad para apoyar la implementación y el seguimiento de los objetivos para el Desarrollo Sostenible en los países de América Latina y el Caribe.

En la actualidad la Universidad del Magdalena solo cuenta con el año base de la Huella de Carbono del año 2018, pero no cuenta con información actualizada de la huella de Carbono y de la calidad del aire correspondiente a los 2019 y lo que va corrido del año 2020 es decir antes y durante la pandemia.

Teniendo en cuenta su compromiso con la Sostenibilidad la Universidad del Magdalena firma el Acuerdo superior No. 2 del 18 de febrero de 2019(Unimagdalena, 2019a), por medio la cual se adopta la política de sostenibilidad de la Universidad del Magdalena.

Por lo que contar con un análisis comparativo de la huella de carbono y de la calidad de aire antes y después de la pandemia sería una herramienta de gran valor en harás de cumplir con sus objetivos en materia de sostenibilidad.

8. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

8.1. Huella de Carbono

8.1.1. Levantamiento de la información

La primera fase se basó en levantamiento de la información: revisión bibliográfica, artículos, registros e informes relacionados con la huella de carbono.

Fue recompilada información relacionada con el marco legal ambiental con enfoque hacia la huella de carbono, gases efecto invernadero, y cambio climático y se consultaron estudios, investigaciones previas relacionadas, guías metodológicas, protocolos etc.

Al revisar las fuentes se encontró que la Universidad del Magdalena cuenta con un inventario de Huella de Carbono del año 2018 información esta que fue usada como año base para realizar los comparativos en base a los resultados obtenidos del inventario de emisiones para el año 2019 y 2020.

8.1.2. Definición de la metodología

La metodología para el cálculo de la huella de carbono sigue en todos los casos los pasos generales que se presentan en el esquema 1 a continuación:

Esquema 1. Pasos Generales para el cálculo de la Huella de Carbono(SGS; AENOR;IHOBE, 2006)



En cuanto a la metodología se presentan los tres primeros pasos del cálculo de la huella de carbono para los años 2019 y 2020 respectivamente, incluyendo los resultados, así como los análisis comparativos de los resultados obtenidos de la huella de carbono de la universidad del Magdalena antes y durante la pandemia por COVID-19, acciones de mejora y las conclusiones.

El paso de 4 de verificación se realizó al momento de recopilar los datos y el paso 5 comunicación de resultados se hará en la sustentación del trabajo de grado ante los jurados y una vez se encuentre aprobado se socializará el documento final con todas las áreas involucradas en la Universidad del Magdalena.

Los tres primeros pasos en la metodología para el cálculo de la huella de carbono de los años 2019 y 2020 son:

1. Definición de los límites.
2. Identificación de emisiones.
3. Cálculo de emisiones.

Para el cálculo del inventario de gases de efecto invernadero de la Universidad del Magdalena de los años 2019 y 2020, se decidió implementar la Norma técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1 (Primera actualización) 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, la cual es una adopción idéntica (IDT) de la ISO 14064-1 2018 (Icontec, 2020).

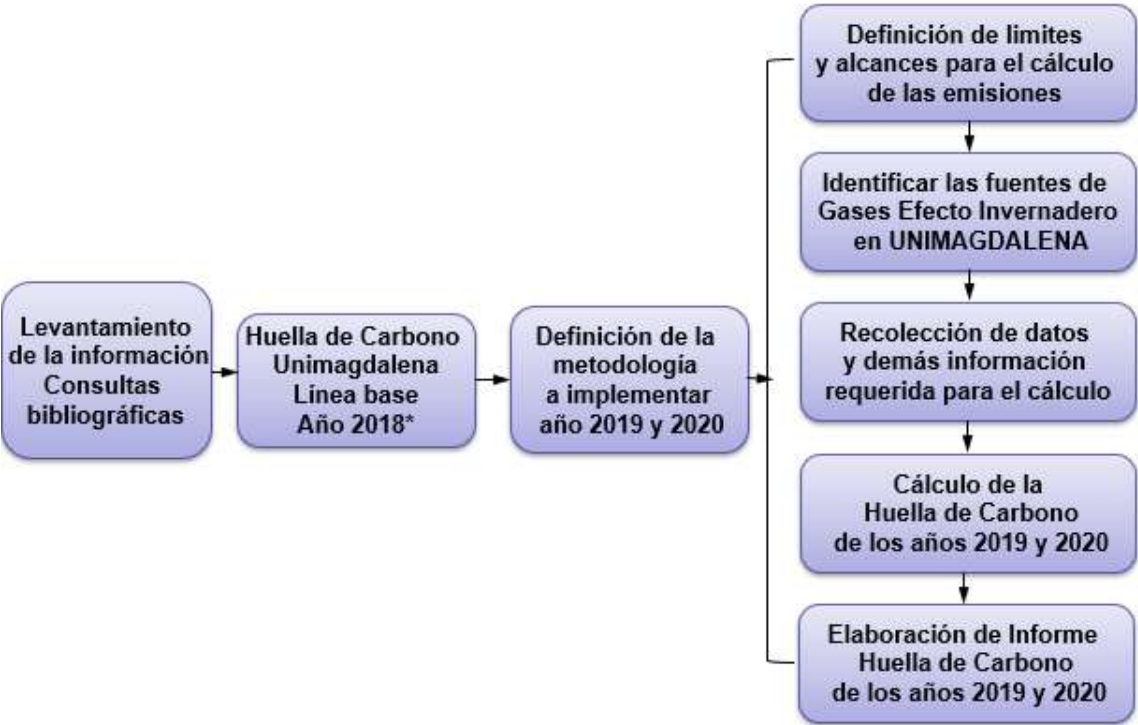
De acuerdo con el GHG Protocol se desarrolla en 2006 la norma ISO 14064 que se estructura en 3 partes. La que sería de aplicación para este trabajo de grado es la 14064-1 que especifica los principios y requisitos, a nivel de organización, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI. Las otras partes de esta norma se dirigen, por un lado, a proyectos sobre GEI específicamente diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar la remoción de GEI (ISO 14064-2) y, por otro lado, a la validación y la verificación de los GEI declarados (ISO 14064-3)(OECC, Oficina Española de Cambio Climático; MITECO, 2017).

Al referirnos a huella de carbono de una organización y a las fuentes emisoras que se analizan en su cálculo, recurrimos al término Alcance o categoría dependiendo la metodología empleada, cuando se aplica la metodología basada en el GHG Protocol se

clasifican en alcance 1, 2 y 3(OECC, Oficina Española de Cambio Climatico; MITECO, 2017), tal como se presentan los resultados de la línea base año 2018, mientras que la metodología de la NTC-ISO 14064-1 se clasifican por categorías que van desde la 1 hasta la 6.

Con base en los lineamientos de la NTC-ISO 14064-1 se aplica la metodología general donde se definen los límites de la organización, se establecen las categorías y los limites operativos identificando las fuentes de emisiones y remociones directas de GEI, las emisiones indirectas y las otras emisiones indirectas de GEI, en el esquema 2 se presenta el paso a paso de la metodología implementada para el cálculo de la huella de carbono de la Universidad del Magdalena de los años 2019 y 2020.

Esquema 2. Metodología implementada para el cálculo de Huella de Carbono de los años 2019 y 2020 de UNIMAGDALENA



Para el cálculo de la huella de carbono de los años 2019 y 2020 solo se tuvo en cuenta las emisiones y las remociones de GEI cuya información y datos era amplia y suficiente, en ningún momento se hicieron supuestos o estimativos, todos los datos usados contaban con registros de datos confiables.

8.1.3. Definición de límites

8.1.3.1. Límite temporal

El límite temporal definido para el cálculo de la Huella de carbono en la Universidad del Magdalena es el año 2019 y 2020, teniendo en cuenta para su análisis los resultados de la huella de carbono de la UNIMAGDALENA del año base 2018.

8.1.3.2. Definición de los límites de la Organización

En este caso la organización es La Universidad del Magdalena y los límites que se definieron para el cálculo de las emisiones y huella de carbono son el campus principal y la sede de la universidad ubicada en el corregimiento de Taganga, y el enfoque se hará con base en el control (la organización considera las emisiones y/o remociones de GEI en las instalaciones sobre las cuales tiene control financiero y operacional) (Icontec, 2020).

Imagen 1. Campus Universidad del Magdalena



(Google Earth, 2021)

8.1.3.3. Límites del Informe

Este documento constituye el informe de emisiones y remociones directas e indirectas de GEI del año 2019 y 2020 asociadas a las actividades realizadas por la Universidad del Magdalena en el Campus y en la sede Taganga, y se realizará el respectivo análisis comparativo con los resultados del inventario de GEI del año base 2018.

A continuación, se presenta la categorización de las emisiones directas e indirectas de GEI:

8.1.4. Categorización de las emisiones directas e indirectas de GEI

8.1.4.1. Categoría 1: Emisiones y remociones directas de GEI

Las emisiones directas de GEI son las emisiones o liberaciones de un GEI provenientes de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización, se incluyen las subcategorías que a continuación se detallan:

Emisiones directas a partir de combustión estacionaria, que son consecuencia de la combustión de cualquier combustible bien sea fósil o biomasa, en el caso de la Universidad del Magdalena (Campus y sede Taganga), serían las emisiones por combustibles fósiles por el uso de las plantas eléctricas con las que cuenta la Universidad.

Emisiones directas de combustión móvil, que son consecuencia del consumo de combustibles en equipos de transporte (Icontec, 2020), como vehículos, buses, motos, etc..

Emisiones y remociones directas de procesos industriales. Como el cálculo de las emisiones no se está haciendo para una industria sino para una Institución de educación superior, esta subcategoría no será tenida en cuenta.

Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos, como fugas de gases refrigerantes en los sistemas de aire acondicionado, neveras y extintores, así como los fertilizantes nitrogenados e insumos de cal que se emplean en la granja ubicada en el Campus de la Universidad del Magdalena.

En cuanto a las **remociones directas de GEI** se tendrá en cuenta los procesos que no incluyen combustión que implican evitar, sustituir, destruir, descomponer o mitigar emisiones de GEI cabe mencionar que la Universidad del Magdalena cuenta con generación fotovoltaica a partir de unos paneles solares instalados en el edificio de docentes, datos estos que se pueden tener en cuenta así como las remociones asociadas a los residuos aprovechables recuperados.

Emisiones y remociones directas causadas por el uso del suelo, los cambios en el uso del suelo y la silvicultura, lo que cubre todos los GEI, desde la biomasa hasta la materia orgánica en los suelos. Un Reservoirio de gas efecto GEI es un componente distinto a la atmosfera, que tiene la capacidad de acumular los GEI y de almacenarlos y liberarlos como por ejemplo los océanos, los suelos y los bosques, la biomasa es el material de origen biológico, tal como materia orgánica (tanto viva como muerta) por ejemplo, árboles, cultivos, pastos, hojarascas, algas, animales, estiércol y desechos de origen biológico (Icontec, 2020).

La biomasa también se define como masa leñosa (tronco, corteza, ramas y raíces) de árboles y arbustos en un área de vegetación, la cual puede incluir masa herbácea si se habla de pastos u otros vegetales (Yepes et al. IDEAM, 2011).

Si bien al interior del Campus universitario se cuenta con 2.8 hectáreas de fragmento urbano de regeneración denominado "Parcela de bosque seco tropical de la Universidad del Magdalena, el cual se encuentra en proceso de restauración pasiva de aproximadamente 7 años, después del abandono de actividades agrícolas (Castellanos-Barliza, J., León-Peláez, J. D., Armenta-Martínez, R., Barranco-Pérez, W., & Caicedo-Ruíz, 2018), este puede considerarse un potencial sumidero de CO₂, esta subcategoría no se tendrá en cuenta en el inventario de GEI ya que con base en la información consultada no se encontraron datos sobre el factor de remoción por Ha asociado al Bosque Seco Tropical.



Imagen 2. Mapa ubicación geográfica área de Bosque Seco Tropical de UNIMAGDALENA

8.1.4.2. Categoría 2: Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada

En estas emisiones se incluirán los gases de efecto invernadero resultantes del consumo de energía eléctrica de la Universidad del Magdalena (Campus y Taganga) pero que dichos GEI son proveniente de fuentes que no pertenecen ni son controladas por la organización como la empresa de energía eléctrica.

8.1.4.3. Categoría 3: Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte

De acuerdo con el numeral B.4.1 de la Norma NTC-ISO 14064-1 las emisiones de GEI provenientes de fuentes ubicadas fuera del límite de la organización. Esas fuentes son móviles y estas emisiones son producto del combustible quemado en los equipos de transporte. Estos son atribuibles a los productos y servicios adquiridos por la organización, como el caso de los vuelos corporativos, el transporte tercerizado (emisiones causadas por el desplazamiento de los empleados desde sus hogares hasta su trabajo, y las emisiones causadas por los estudiantes desde sus hogares a la Universidad del Magdalena-Campus y Sede Taganga-).

8.1.4.4. Categoría 4: Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.

En esta categoría entran las emisiones de GEI provenientes de fuentes ubicadas fuera de los límites de la organización asociadas con los bienes usados por la organización (Icontec, 2020). Para el caso de la Universidad del Magdalena se incluye dentro de esta categoría los insumos de impresión (consumo de papel y tóner de impresoras) y las emisiones provenientes de la disposición de residuos sólidos y líquidos con base en sus características.

8.1.4.5. Categoría 5: Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización

Estas emisiones o remociones corresponden a los GEI relacionados con el uso de los productos de la organización provenientes de productos que vende la organización (Icontec, 2020). Esta categoría de emisiones no se incluirá dentro del alcance

de los inventarios de emisiones y remociones de los años 2019 y 2020 de la Universidad del Magdalena.

8.1.4.6. Categoría 6: Emisiones indirectas de GEI provenientes de otras fuentes

En esta categoría se incluye cualquier emisión o remoción de la organización que no se puede informar en ninguna otra categoría (Icontec, 2020). En el inventario de GEI de la Universidad del Magdalena para el año 2019 y 2020 no se tiene en cuenta esta categoría ya que no se cuenta con información al respecto.

8.1.5. Búsqueda de datos de las actividades que hacen parte de las fuentes de emisiones directas e indirectas

Definida la metodología a emplear y los límites de la organización y del informe, se inicia la consecución de los datos de las actividades del GEI, que es definida en la NTC-ISO 14064-1 como la medida cuantitativa de la actividad que da lugar a una emisión de GEI o una remoción del GEI(Icontec, 2020). Se requirieron de los datos mes a mes de cada una de las actividades generadoras de emisiones previamente identificadas, por ejemplo, cantidad de consumo de energía eléctrica (kWh), cantidad de combustibles consumidos (consumo de galones de diésel o gasolina corriente), kg de residuos ordinarios generados, kg reportados de fugas de gases refrigerantes de neveras, aires acondicionados, extintores, vuelos corporativos donde se tenga claro el trayecto la distancia recorrida y número de pasajeros de la Universidad que hacen dicho traslado, etc.

Se elaboró una tabla definiendo la información que se requería relacionada con los datos de las fuentes de emisiones y remociones directas e indirectas en la Universidad del Magdalena, identificando el área o dependencia que lleva estos registros a los cuales se les socializó el trabajo que se está desarrollando y la importancia del mismo, para que suministraran datos completos y confiables para el cálculo de los inventarios, y conocer de primera mano cualquier aclaración que se requiera al momento de analizar los datos, tal como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 1. Información requerida y área fuente de datos UNIMAGDALENA año 2019 y 2020

Información requerida (datos primarios)	Área de Unimagdalena
Combustibles fósiles por fuentes fijas: galones de gasolina y/o de diésel consumidos por las plantas eléctricas de propiedad y/o operados por la Universidad del Magdalena durante todo el año 2019 y el año 2020.	Servicios Generales
Combustibles fósiles por fuentes móviles: galones de gasolina y de diésel consumidos por los vehículos, van, buses, guadañas y demás equipos de propiedad y/o operados por la Universidad del Magdalena durante todo el año 2019 y el año 2020.	Servicios Generales
Fugas de gases refrigerantes: Relación en kg de fugas y recargas de gases refrigerantes en aires acondicionados, neveras y extintores (año 2019 y 2020).	Servicios Generales
Fertilizantes nitrogenados: kg de fertilizantes nitrogenados empleados en hortalizas, arboles perennes y para fertilizar el campus (UREA, 15-15-15-15, 10-30-10 etc) especificando su porcentaje de nitrógeno (año 2019 y 2020).	Granja experimental
Insumos de cal: kg de cal empleada para el enclamiento (Actividad de incorporar cal al suelo y aumentar el Ph) (año 2019 y 2020).	Granja experimental
Generación de energía eléctrica de fuentes alternativas (paneles solares): kWh de energía alternativa consumida mes a mes durante los años 2019 y 2020.	Oficina Asesora de planeación (Laboratorio Casas Naranja)
Aprovechamiento de los residuos: kg de residuos reciclados que se entregaron a cooperativas y organizaciones de reciclaje (papel, cartón, vidrio, hierro etc) (año 2019 y 2020).	Dirección Administrativa
Consumo de energía eléctrica de la red: kWh de energía consumida mes a mes durante los años 2019 y 2020.	Servicios Generales
Vuelos corporativos: Relación de vuelos por trayecto, origen y destino para estimar los km de vuelo, número de viajeros por trayecto de Unimagdalena (año 2019 y 2020).	Dirección Administrativa
Transporte terrestre tercerizado: Número de pasajeros, distancia recorrida (trayecto) km. (año 2019 y 2020).	Servicios Generales
Insumos de impresión: kg de resmas de papel tamaño oficio y carta, así como los consumos de tóner negro y a color. (Año 2019 y 2020).	Grupo de Servicios Tecnológicos TICs
Disposición residuos: kg de residuos ordinarios dispuestos en relleno sanitario y Kg de RESPAL transportados y dispuestos por terceros contratados por Unimagdalena (año 2019 y 2020).	Dirección Administrativa

Luego se realiza la recolección de información (datos y registros) teniendo en cuenta los límites de la medición e identificando las fuentes de emisión a tener en cuenta.

Una vez realizadas las entrevistas con el personal y contar con los datos e información suministrada por estos, se elabora una tabla con los datos e información disponibles tal como se aprecia en la tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Relación de Información (datos) disponibles Unimagdalena años 2019 y 2020

Categorías	Origen de la emisión	Información Disponible	
		Campus	Taganga
1. Emisiones y remociones directas de GEI	Combustibles fósiles por combustión estacionaria (fuentes fijas)	Completa	Completa
	Combustibles fósiles por combustión móvil	Completa	Completa
	Fugas de gases refrigerantes	Completa	Completa
	Fertilizantes nitrogenados	Completa	N/A
	Insumos de cal (Actividades de la granja)	Completa	N/A
	Generación de energía eléctrica de fuentes alternativas (paneles solares)	Completa	N/A
	Aprovechamiento de los residuos	Completa	Completa
2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Consumo de energía eléctrica de la red	Completa	Completa
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Vuelos corporativos	Completa	Completa
	Transporte terrestre tercerizado	Sin información	Sin información
4. Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	Insumos de impresión	Sin información	Sin información
	Disposición residuos	Completa	Completa

En el caso del cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente para el año 2019 y 2020 no se tendrá en cuenta dentro de la categoría 3 el transporte tercerizado terrestre, ni en la categoría 4 se incluirá el consumo de papel ni tóner de impresoras ya que no se cuenta con información al respecto.

8.1.6. Factores de emisión

Teniendo en cuenta que para el cálculo de las emisiones CO₂equivalentes en adelante CO₂e se debe contar con las cantidades de energía, diésel, refrigerantes etc, generados directa o indirectamente por Unimagdalena durante todo el año 2019 y todo el año 2020 para luego multiplicarlos por el factor de emisión, es necesario contar con los factores de emisiones que aplica para cada fuente de emisión, para lo cual se realizó una búsqueda minuciosa de distintas fuentes de información confiable, con base en lo cual se elaboraron las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Factores de emisión para el cálculo de la huella de carbono Unimagdalena año 2019

CATEGORIAS	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	UNIDAD	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	REFERENCIAS	
1. Emisiones y remociones Directas de GEI	Plantas eléctricas, buses, camiones, van, minitractor	ACPM	Galones	10,18	kg CO ₂ e/gal	(EPA, 2006)	
	Camionetas, guadañas etc	Gasolina a motor	Galones	8,808	kg CO ₂ e/gal	(EPA, 2006)	
	Refrigerantes Aires Acondicionados	R410a		kg	1740	GWP	(CCACUALITION, 2017)
		R22 O HCFC-22		kg	1810	GWP	
		R410a		kg	1740	GWP	
		R22 O HCFC-22		kg	1810	GWP	
	Extintores	CO2		kg	1	GWP	
		HCFC-123		kg	77	GWP	
		HCFC-123		kg	77	GWP	
	Refrigerantes Neveras	R-134		kg	1100	GWP	
		R-600		kg	3	GWP	
		UREA (46%N)		kg			
		15-15-15 (15%N)		kg			
	Fertilizantes nitrogenados	10-30-10 (10%N)		kg			(IPCC, 2006)
		13-30-10 (13%N)		kg			
		Fosfato diamónico (DAP) (18%N)		kg	Emisiones (CO ₂ e) = Cantidad fertilizante * % N insumo * 0,01 * (44/28) * PCG (265 para este GEI)		
		Nutrimag (27%N)		kg			
Cafetero mezclas nórdicas (15%N)			kg				
Insumos con contenido de Cal	Cal (90%)		kg	Emisiones (CO ₂ e) = Cantidad insumo * % N Cal * 0,01 * (44/12)		(IPCC, 2006)	

CATEGORIAS	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	UNIDAD	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	REFERENCIAS
1. Emisiones y remociones Directas de GEI	Generación de energía alternativa	Paneles Solares	kWh	130	gCO ₂ e/Kwh	(XM S.A E.S.P, 2019)
		Bolsas Plásticas	kg	1,477	kgCO ₂ e/Kg. Plástico	
	Residuos recuperados o reciclados	Pet	kg	2,538	kgCO ₂ e/Kg	
		Archivo	kg	0,55	kgCO ₂ e/Kg	
		Pasta	kg	1,478	kgCO ₂ e/Kg pasta	
		Cartón	kg	0,55	kgCO ₂ e/Kg cartón	
		Periódico	kg	0,55	kgCO ₂ e/Kg periódico	
		Vidrio	kg	0,04	kgCO ₂ e//Kg vidrio	(Manso Piñeros, Parrado Moreno, et al., 2017)
		Hierro	kg	2,9	kgCO ₂ e/Kg hierro	
		Aluminio	kg	2,9	kgCO ₂ e /Kg aluminio	
PVC	kg	2,03	kgCO ₂ e /Kg PVC			
2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Consumo de energía eléctrica	Red	kWh	130	gCO ₂ e/Kwh	(XM S.A E.S.P, 2019)
		Vuelos nacionales	km recorrido	0,205	kg CO ₂ e./km recorrido	
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Vuelos corporativos funcionarios, docentes, estudiantes y demás planta de personal	Vuelos internacionales cortos (distancias menores a 2000 km)	km recorrido	0,116	kg CO ₂ e./km recorrido	(Manso Piñeros, Parrado Moreno, et al., 2017)
		Vuelos internacionales largos (distancias mayores a 2000 km)	km recorrido	0,135	kg CO ₂ e./km recorrido	
		Residuos	Residuos Ordinarios	kg	0,365	
4. Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	RESPEL	Biosanitarios	kg	0,0502	kg CO ₂ e./kg residuo	(Manso Piñeros, Parrado Moreno, et al., 2017)
		Desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua	kg	0,0347	kg CO ₂ e./kg residuo	
		Tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices	kg	0,0677	kg CO ₂ e./kg residuo	
		Industriales	kg	0,0991	kg CO ₂ e./kg	

Tabla 4. Factores de emisión para el cálculo de la huella de carbono Unimagdalena año 2020

CATEGORIAS	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	UNIDAD	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	REFERENCIAS	
1. Emisiones y remociones Directas de GEI	Plantas eléctricas, buses, camiones, van, minitractor	ACPM	Galones	10,18	kg CO ₂ e/gal	(EPA, 2006)	
	Camionetas, guadañas etc	Gasolina a motor	Galones	8,808	kg CO ₂ e/gal	(EPA, 2006)	
	Refrigerantes Aires Acondicionados	R410a		kg	1740	GWP	(CCACUALITION, 2017)
		R22 O HCFC-22		kg	1810	GWP	
		R410a		kg	1740	GWP	
		R22 O HCFC-22		kg	1810	GWP	
	Extintores	CO2		kg	1	GWP	
		HCFC-123		kg	77	GWP	
		CO2		kg	1	GWP	
		HCFC-123		kg	77	GWP	
	Refrigerantes Neveras	R-134		kg	1100	GWP	
		R-600		kg	3	GWP	
		UREA (46%N)		kg			
	Fertilizantes nitrogenados	15-15-15 (15%N)		kg			(IPCC, 2006)
		10-30-10 (10%N)		kg			
		13-30-10 (13%N)		kg			
		Fosfato diamonico (DAP) (18%N)		kg			
		Nutrimag (27%N)		kg			
		Cafetero mezclas nórdicas (15%N)		kg			
	Insumos con contenido de Cal	Cal (90%)		kg			(IPCC, 2006)
Generación de energía alternativa	Paneles Solares		kWh	164,38	gCO ₂ e/Kwh	(XM S.A E.S.P, 2020)	
	Bolsas Plásticas		kg	1,477	kgCO ₂ e/kg Plástico		
	Pet		kg	2,538	kgCO ₂ e/kg Pet		
	Archivo		kg	0,55	kgCO ₂ e/kg Papel		

1. Emisiones y remociones Directas de GEI	Residuos recuperados o reciclados	Pasta	kg	1,478	kgCO ₂ e/kg pasta	(Manso Piñeros, Parrado Moreno, et al., 2017)
		Cartón	kg	0,55	kgCO ₂ e/kg cartón	
		Periódico	kg	0,55	kgCO ₂ e/kg periódico	
		Vidrio	kg	0,04	kgCO ₂ e/kg vidrio	
		Hierro	kg	2,9	kgCO ₂ e/kg hierro	
		Aluminio	kg	2,9	kgCO ₂ e/kg aluminio	
		PVC	kg	2,03	kgCO ₂ e/kg PVC	
2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Consumo de energía eléctrica	Red	kWh	164,38	gCO ₂ e/Kwh	(XM S.A E.S.P, 2020)
		Vuelos nacionales	km recorrido	0,205	kg CO ₂ e./km recorrido	
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Vuelos corporativos funcionarios, docentes, estudiantes y demás planta de personal	Vuelos internacionales cortos (distancias menores a 2000 km)	km recorrido	0,116	kg CO ₂ e./km recorrido	(Manso Piñeros, Parrado Moreno, et al., 2017)
		Vuelos internacionales largos (distancias mayores a 2000 km)	km recorrido	0,135	kg CO ₂ e./km recorrido	
		Residuos	Residuos Ordinarios	kg	0,365	
4. Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	RESPEL	Biosanitarios	kg	0,0502	kg CO ₂ e./kg residuo	(Manso Piñeros, Parrado Moreno, et al., 2017)
		Desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua	kg	0,0347	kg CO ₂ e./kg residuo	
		Tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices	kg	0,0677	kg CO ₂ e./kg residuo	
		Industriales	kg	0,0991	kg CO ₂ e./kg residuo	

8.1.7. Cálculo de las emisiones

Con los datos organizados en tablas (archivo de Excel) de las actividades que hacen parte de las cuatro (04) categorías identificadas y con el factor de emisión se procedió a realizar el cálculo de las emisiones.

La huella de carbono se mide en toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e) y se calcula multiplicando los datos de las actividades (cantidad) por los factores de emisión.

El dato de la actividad es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI.

El factor de emisión (FE) supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”.

Las emisiones se calculan empleado la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de la actividad} \times \text{Factor de emisión} = \text{tCO}_2\text{e}$$

Con los resultados obtenidos en Toneladas de CO₂equivalente en adelante tCO₂e se crean las tablas y gráficas y el presente documento donde se plasman los resultados, conclusiones y acciones para el mejoramiento de la política de sostenibilidad ambiental desde el enfoque de la Huella de Carbono.

8.2. Calidad del aire

8.2.1. Levantamiento de la información

Teniendo en cuenta que dentro del Campus de la Universidad del Magdalena se encuentra la estación meteorológica Unimag Koica código 31832, cuyos datos manuales son tomados por funcionarios de la Corporación Autónoma Regional del Magdalena -

CORPAMAG-, se presenta ante esta corporación mediante oficio radicado la solicitud de información sobre calidad del aire. CORPAMAG hace entrega de los reportes de datos crudos de los años 2017, 2018, 2019 y 2020, aclarando que del año 2020 solo entregaron los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre, faltando la información de los otros 8 meses, lo anterior obedece a que la operación del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire -SCVA fue suspendida debido a los Decretos Presidenciales 457, 531, 536, 593, 636, 689, 749, 847, 878, 990, 1076 y 1168 de 2020, que ordenaron el aislamiento preventivo obligatorio o cuarentena nacional como consecuencia de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Coronavirus COVID-19, y demás medidas adoptadas por la Corporación con el fin de prevenir y evitar su propagación.

En consecuencia, la información relacionada con los registros de la calidad del aire de los meses de marzo a octubre de 2020 de la estación Unimag Koica 31832 ubicada dentro del Campus de la Universidad del Magdalena no se encuentra disponible. La operación de la estación Unimag Koica 31832 reinició el día 01 de noviembre de 2020.

El no poder contar con la información de los meses de marzo a octubre de 2020 periodo en el cual muy seguramente las emisiones de los contaminantes criterio debieron disminuir debido al aislamiento de las personas, plantea la necesidad de poder contar con estaciones meteorológicas automáticas o al menos contar con un plan de contingencia para la toma de datos en los casos en que se vuelvan a presentar contingencias similares a futuro.

Realmente lo de la pandemia por COVID—19 nos tomó por sorpresa a todos a nivel mundial y esto plantea retos que nos permita tomar acciones en situaciones tan excepcionales como esta, de ahí la importancia de realizar este estudio para analizar todos los factores que influenciaron tanto en la huella de carbono como de la calidad de aire, antes y durante la pandemia.

8.2.2. Definición de la metodología

Con los datos crudos se elaborarán las tablas (archivos en Excel) con los promedios de cada uno de los contaminantes criterio (PM_{10} , $PM_{2.5}$, Ozono, Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, Monóxido de Carbono y Plomo) en unidades de microgramos por metro cúbico (ug/m^3) de cada año desde el 2017 hasta el 2020. Se realizan las gráficas y se revisa los niveles obtenidos de cada contaminante año a año con base en el cumplimiento de la Resolución 2254 del 2017 por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones(MADS, 2017).

8.2.3. Definición de los límites

Los límites para la medición de la calidad del aire de los contaminantes criterios será el Campus de la Universidad del Magdalena, con base en la información arrojada por la estación meteorológica Unimag Koica.

8.2.4. Definición del alcance

El alcance para el diagnóstico de la calidad del aire en el Campus de la Universidad del Magdalena serán con base en los valores reportados de los contaminantes criterio como lo son PM₁₀ (partículas suspendidas menores a 10 micras), PM_{2.5}(partículas suspendidas menores a 10 micras), el Ozono (O₃) en la atmósfera, Dióxido de Nitrógeno (NO₂) en la atmósfera, Dióxido de Azufre (SO₂) en la atmósfera, Monóxido de Carbono (CO) en la atmósfera y Plomo (Pb) en el material particulado suspendido recolectado del aire ambiente de los años 2017 a 2020.

9. RESULTADOS Y ANALISIS

9.1. Resultados y análisis Huella de Carbono

9.1.1. Año Base 2018

Se empleó como línea base el año 2018, año en el cual la Universidad del Magdalena calculó por primera vez el inventario de emisiones del Informe cálculo huella de carbono y el método empleado para dicho cálculo y elaboración del informe fue el Estándar Corporativo del Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG Protocol Corporate Standard) del World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)(CO2CERO, 2018), obteniéndose los resultados que se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Emisiones Línea base año 2018 por alcance

TOTAL DE EMISIONES LINEA BASE AÑO 2018				
ALCANCES	ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 3	TOTAL
TOTAL EMISIONES tCO₂e	319,66	529,87	356,92	1.206,45
PORCENTAJE	26.50%	43.92%	29.58%	100%

Fuente datos(CO2CERO, 2018)

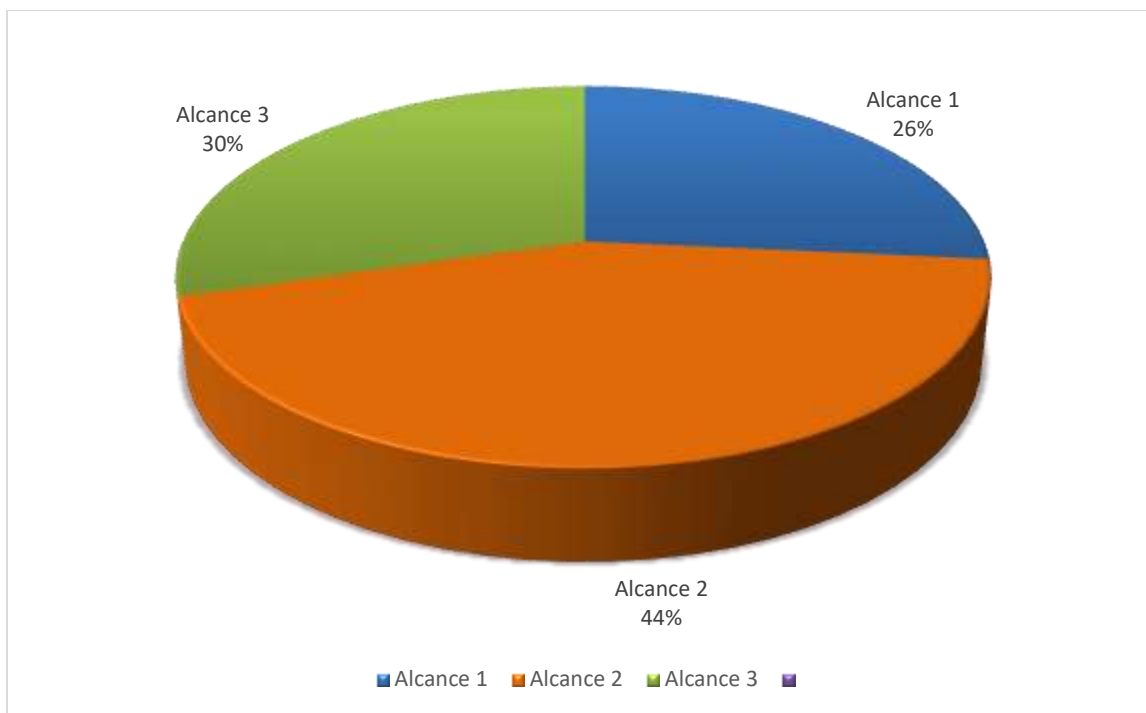
Es importante aclarar que los alcances están definidos dependiendo de la metodología empleada para el cálculo de la huella de carbono, en el caso del año base 2018 el Estándar Corporativo del Protocolo de Gases Efecto Invernadero clasifica las emisiones en tres alcances; el alcance 1. Emisiones directas de gases efecto invernadero (En el cálculo de la huella de carbono de Unimagdalena para el año 2018 dentro de esta Alcance se incluyeron las emisiones relacionadas con combustibles por fuentes fijas, combustibles por fuentes móviles, fugas de gases refrigerantes/extintores y fertilizantes nitrogenados e insumos de cal), el alcance 2. Emisiones indirectas por gases efecto invernadero (hace referencia a las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica) y el alcance 3. Otras emisiones indirectas de gases efecto invernadero (se incluyeron en el año 2018 las emisiones asociadas a vuelos corporativos, emisiones asociadas a insumos de impresión y emisiones asociadas a manejo de residuos).

En el año base 2018 las emisiones directas representaron un total de 319,66 toneladas de Dióxido de Carbono equivalente en adelante representado como tCO₂e, mientras que las emisiones indirectas 886,79 tCO₂e, para un total de emisiones de 1.206,45 tCO₂e Entre las principales fuentes que aportaron GEI al interior de la organización fueron el consumo de energía eléctrica, seguida por los vuelos corporativos y las emisiones fugitivas por el uso de gases refrigerantes. El alcance 2, tuvo la mayor emisión con un 43,92% de las emisiones totales, seguido por la categoría 3, con un 29,58%, siendo la fuente más representativa los vuelos corporativos y la gestión de los residuos. La categoría que menores emisiones tuvo dentro del inventario fue el 1, representando el 26,50% de las emisiones totales (CO2CERO S.A.S.).

El porcentaje más alto de las emisiones tuvo su origen en las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica con 529,87 tCO₂e (43,92%), seguido de las emisiones asociadas a vuelos corporativos que hace parte del alcance 3 con un 179,59 tCO₂e

(14,89%) seguido de emisiones generadas por fugas de gases refrigerantes y extintores con 176,71 tCO₂e (14,65%).

En la gráfica 1 se puede apreciar el porcentaje de cada uno de los alcances con base en el inventario de GEI del año 2018.



Gráfica 1. Distribución de las emisiones de GEI por alcance de la Universidad del Magdalena Año 2018

Alcance 1: Emisiones directas de gases efecto invernadero se incluyen las emisiones relacionadas con combustibles por fuentes fijas, combustibles por fuentes móviles, fugas de gases refrigerantes/extintores) y fertilizantes nitrogenados e insumos de cal).

Alcance 2: Emisiones indirectas por gases efecto invernadero (hace referencia a las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica).

Alcance 3: Otras emisiones indirectas de gases efecto invernadero (se incluyeron en el año 2018 las emisiones asociadas a vuelos corporativos, emisiones asociadas a insumos de impresión y emisiones asociadas a manejo de residuos).

9.1.2. Caracterización para el cálculo del inventario de GEI año 2019 y 2020

A continuación, se presenta la tabla con el resumen de la caracterización implementada para el cálculo del inventario de GEI de los años 2019 y 2020.

Tabla 6. Resumen Caracterización año 2019 y 2020

ORGANIZACIÓN	Universidad del Magdalena
ACTIVIDADES PRINCIPALES	<p>Institución de educación superior departamental, de carácter público. Cuenta con seis facultades, de Ingeniería, Ciencias de la Salud, Ciencias Empresariales y Económicas, Ciencias de la Educación, Ciencias Básicas e Humanidades.</p> <p>Sede principal ubicada en Santa Marta, y sede alterna en Taganga.</p>
PERIODO EVALUADO	<p>1 de enero al 31 de diciembre de 2019 (GEI). 1 de enero al 31 de diciembre de 2020 (GEI). 1 de enero al 31 de diciembre de 2017 (Calidad del Aire) 1 de enero al 31 de diciembre de 2018 (Calidad del Aire) 1 de enero al 31 de diciembre de 2019 (Calidad del Aire) 1 de enero al 31 de diciembre de 2020 (Calidad del Aire)</p>
LIMITES	<p>Límite Organizacional: Se selecciona un enfoque de control. La Universidad del Magdalena, incluye solo las fuentes de emisión sobre las que ejerce un control directo y se hace responsable del 100% de estas emisiones; en este caso solo se incluyen las actividades que se desarrollan en el Campus y en la sede de Taganga.</p> <p>Se desarrolla bajo un control operacional, teniendo en cuenta que la Universidad del Magdalena, tiene autoridad y control sobre la operación directa de las fuentes de emisión incluidas en el cálculo de inventarios de huella de carbono del año 2019 y 2020.</p>
AÑO BASE	<p>Año base de emisiones de GEI de la Universidad del Magdalena año 2018. El año base de la calidad del aire se hará teniendo en cuenta los registros a partir del año 2017.</p>

9.1.3. Inventario de emisiones y Huella de carbono de la Universidad del Magdalena año 2019

Se implementa el paso a paso descrito en el numeral 7.1.7 de este documento (Cálculo de las emisiones).

Con los datos de cada una de las actividades identificadas y el factor de emisión que le corresponde se puede calcular las emisiones de tCO₂e, a partir de la fórmula

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de la actividad} \times \text{Factor de emisión} = \text{tCO}_2\text{e}$$

Se tiene en cuenta aquellas emisiones que se generan de fuentes que son propiedad o están controladas por la organización.

9.1.3.1. Emisiones y remociones en la categoría 1 (año 2019)

A continuación, se presenta en la tabla 7 el origen y la fuente de emisiones y remociones directas de GEI que comprende la categoría 1.

Tabla 7. Categoría 1. Origen y la fuente de emisiones y remociones directas de GEI

CATEGORÍA	ORIGEN DE LA EMISIÓN	FUENTE DE EMISIÓN/REMOCIÓN
Emisiones y remociones directas de GEI	Combustibles (combustión estacionaria o fuentes fijas)	Plantas de energía eléctrica
	Combustibles (fuentes móviles)	Camionetas, motos, guadañas, minitractor, bus, van
	Fugas de gases refrigerantes	Aires acondicionados, neveras y extintores
	Fertilizantes nitrogenados e insumos de cal	Fertilizantes empleados en la Granja experimental
	Remociones por generación de energía alternativa	Paneles solares
	Remoción por aprovechamiento de residuos	Residuos reciclados

8.1.3.1.1. Emisiones directas a partir de combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2019

Las fuentes de emisión reportadas fueron las plantas para la generación de energía eléctrica que se encuentra en el Campus, como son la Planta eléctrica del edificio Intropic, la Emisora, y del Edificio Mar Caribe y así como la planta eléctrica de la sede de Taganga, las cuales funcionan con diésel. Se reportaron 2.948,56 galones de este combustible durante todo el año, lo que corresponde a la emisión de 30,02 tCO₂e como se aprecia en la tabla 7.

Tabla 8. Emisiones por combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2019

Combustibles	Fuente de emisión	Cantidad (Galones)	Emisiones (tCO ₂ e)
Fuentes Fijas			
ACPM	Plantas de energía eléctrica	2.948,564	30,02

8.1.3.1.2. Emisiones directas de combustión móvil (combustibles fósiles de fuentes móviles) año 2019

Las fuentes de emisión reportadas en este componente para el año 2019 corresponden a gasolina a motor (camionetas, motos, guadañas y minitractor) y ACPM (bus, tractor, camioneta de estaca y van). Se consumieron 11.223,24 galones de gasolina corriente, las cuales emitieron 98,85 tCO₂e y 10.032,96 galones de ACPM, que generaron un total de emisiones de 102,14 tCO₂e. Obteniendo un total de emisiones por fuentes móviles de 200,99 tCO₂e como se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Emisiones directas por combustión móvil (fuentes móviles por combustibles fósiles) año 2019

Combustibles	Fuente de emisión	Cantidad (Galones)	Emisiones (tCO ₂ e)
Fuentes Móviles			
Gasolina a motor	Camionetas, motos, guadañas y minitractor	11.223,24	98,85
ACPM	Plantas de energía eléctrica	2.948,564	102,14
TOTAL FUENTES MÓVILES		21.256,20	200,99

La principal fuente de emisión por combustibles fósiles de fuentes móviles (gasolina a motor) fue el combustible empleado en la granja ubicada en el Campus de la Universidad con la utilización de las guadañas en labores de desmonte, poda de árboles y el minitractor, seguido por el uso de las camionetas y por último las motos.

8.1.3.1.3. Emisiones fugitivas por gases refrigerantes año 2019

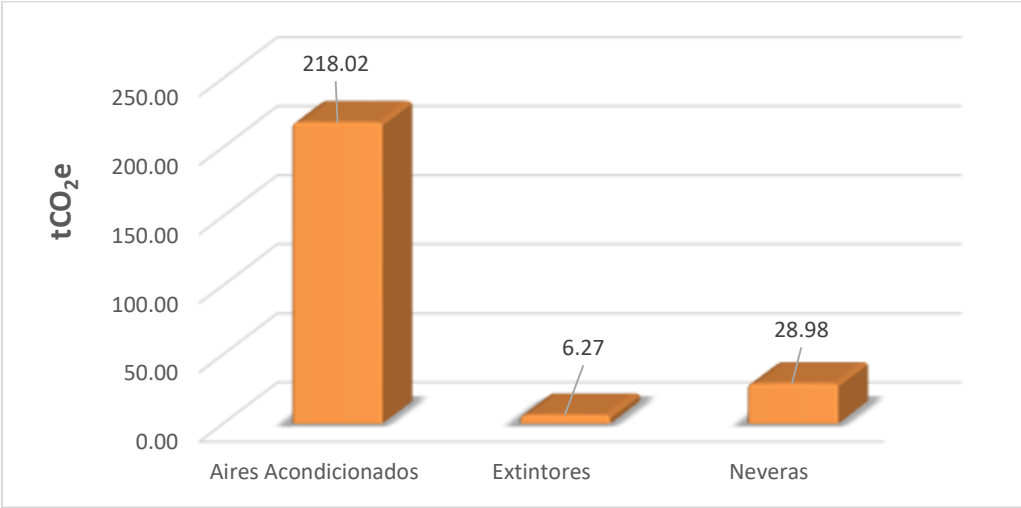
Se incluye los extintores con contenido de CO₂ o HCFC-123 (recargados, utilizados y adquiridos), también incluye las fugas de gases refrigerantes de equipos como neveras y aires acondicionados, que son propiedad de la organización. En la Universidad del Magdalena, se reportaron las fugas en aires acondicionados y neveras, así como las asociadas a la recarga de los extintores.

Las emisiones por fuga de gases refrigerantes representan el 52,19 % de las emisiones de la categoría 1, y el 15,56% de las emisiones totales de la Universidad del Magdalena para el año 2019 en la tabla 10 se puede apreciar en detalle la fuente, tipo y el total de emisiones generadas.

Tabla 10. Emisiones directas provenientes de fugas de gases refrigerantes año 2019

FUENTE DE EMISIÓN		TIPO	TOTAL DE EMISIONES	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL	
Emisiones directas provenientes de Fugas de gases refrigerantes	Aires Acondicionados	R410a Campus	46,98 tCO ₂ e	9,68%	2,89%	
		R22 O HCFC-22 Campus	132,13 tCO ₂ e	27,23%	8,12%	
		R410a Sede Taganga	22,62 tCO ₂ e	4,66%	1,39%	
		R22 O HCFC-22 Sede Taganga	16,29 tCO ₂ e	3,36%	1,00%	
	Extintores	CO ₂ Campus	0,00 tCO ₂ e	0%	0,00%	
		HCFC-123 Campus	5,98 tCO ₂ e	1,23%	0,37%	
		CO ₂ Sede Taganga	0,00 tCO ₂ e	0%	0,00%	
		HCFC-123 Sede Taganga	0,28 tCO ₂ e	0,06%	0,02%	
	Neveras	R134 Campus y Taganga	28,94 tCO ₂ e	5,96%	1,78%	
		R600 Campus y Taganga	0,04 tCO ₂ e	0,01%	0,00%	
	TOTAL EMISIONES			253,27 tCO₂e	52,19%	15,56%

Los aportes de emisiones más altos por fugas de gases refrigerantes se deben a los aires acondicionados, seguido por las fugas de gases refrigerantes en neveras y por último los extintores tal como se aprecia en la gráfica 2.



Gráfica 2. Generación de emisiones por fuente (fugas gases refrigerantes) año 2019

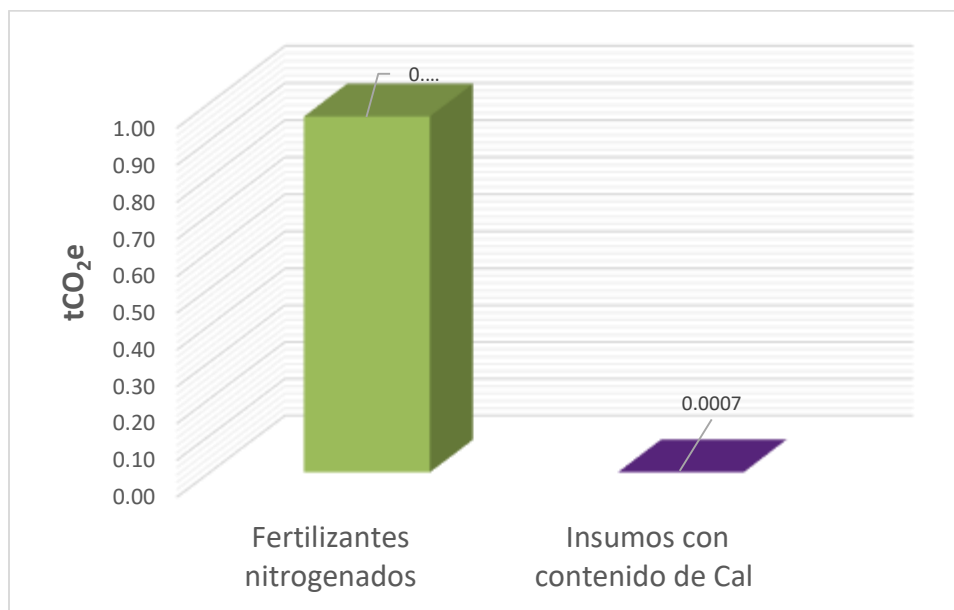
8.1.3.1.4. Emisiones por fertilizantes nitrogenados e insumos de cal

Las emisiones por fertilizantes nitrogenados e insumos de cal se generan por el uso de este tipo de compuesto dentro de las actividades que se desarrollan en la Granja Experimental de UNIMAGDALENA, se usan para fertilizar el suelo, y en los cultivos de hortalizas y arboles perennes, el consumo de cal es muy mínimo teniendo en cuenta que los suelos de la Universidad tienen un Ph superior a 7 razón por la cual no se hace encalamiento, entiéndase por encalamiento la actividad de incorporar la cal al suelo, y aumentar el Ph.

El porcentaje más alto de emisiones dentro de los fertilizantes nitrogenados en un 0,138% se debe al uso de UREA (0,67 tCO₂e) cuyo porcentaje de Nitrógeno (46%) es el más alto entre los distintos tipos de fertilizantes empleados, representa el 0,199% dentro de la Categoría 1 y comparándolo con las demás fuentes de emisión identificadas del año 2019 el porcentaje es mínimo 0,0412% tal como se puede ver en la tabla 11.

Tabla 11. Emisiones directas generadas por el uso de fertilizantes nitrogenados e insumos de cal año 2019

FUENTE DE EMISIÓN		TIPO	TOTAL DE EMISIONES	UNIDAD	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
Emisiones directas por uso de fertilizantes nitrogenados e insumos de cal	Fertilizantes nitrogenados empleados en la Granja del Campus	UREA (46%N)	0,67	tCO ₂ e	0,138%	0,0412%
		15-15-15 (15%N)	0,03	tCO ₂ e	0,006%	0,0019%
		10-30-10 (10%N)	0,04	tCO ₂ e	0,009%	0,0026%
		13-30-10 (13%N)	0,03	tCO ₂ e	0,006%	0,0017%
		Fosfato diamónico (DAP) (18%N)	0,07	tCO ₂ e	0,015%	0,0046%
		Nutrimag (27%N)	0,06	tCO ₂ e	0,012%	0,0035%
		Cafetero mezclas nórdicas (15%N)	0,06	tCO ₂ e	0,013%	0,0038%
	Insumos con contenido de Cal	Cal (90%)	0,0007	tCO ₂ e	0,0001%	0,0000%
TOTAL DE EMISIONES			0,96	tCO₂e	0,199%	0,0592%



Gráfica 3. Generación de emisiones por fuente de fertilizantes nitrogenados e insumos con contenido de cal año 2019

8.1.3.1.5. Remociones directas de GEI año 2019

Para el inventario de GEI de UNIMAGDALENA se tendrá en cuenta las remociones que implican evitar, sustituir, o mitigar emisiones de GEI como la generación fotovoltaica a partir de paneles solares y las asociadas a los residuos aprovechables recuperados.

8.1.3.1.5.1. Remociones directas de GEI por generación de energía alternativa

la Universidad del Magdalena cuenta con generación fotovoltaica a partir de unos paneles solares instalados en la azotea del edificio de docentes y hace parte del proyecto “Laboratorio Casas Naranja” cuya ejecución se inició en mayo de 2018, cuenta con una potencia instalada de 20.160 Wp (watio pico) divididos en dos sistemas, 1 sistema aislado de 10.080 Wp que alimenta el laboratorio y 1 sistema de 10.080 Wp que alimenta el edificio docente.

Cuenta con un total de 72 módulos solares de 280 Wp ubicados en las dos alas de la azotea del Edificio Docente, 36 módulos en el ala sur y 36 módulos en el ala norte.

La energía consumida que es suministrada por los paneles solares, reemplaza la energía eléctrica que sería consumida del sistema eléctrico.

Para el año 2019 suministraron 13305 kWh de energía limpia, razón por la cual dentro del inventario de remociones se configura con el signo negativo (- 13305 kWh) ya que su aporte se resta al total de emisiones generadas, realmente la capacidad instalada de este sistema es pequeña y ayuda a suplir las necesidades energéticas de equipos que hacen parte del laboratorio de energía renovable de la Unimagdalena y del edificio de docentes, y representan un total de -1,73 tCO₂e.

En la medida que la Universidad amplíe la capacidad instalada para la producción más limpia de energía mediante generación fotovoltaica se compensaran las emisiones generadas en la categoría 2 asociadas al consumo de energía eléctrica.

8.1.3.1.5.2. Remociones por aprovechamiento de residuos

Dentro de la categoría 1 se incluyó en calidad de remociones los residuos recuperables de gran valor para seguir aprovechando la mayor cantidad de residuos y con ello sumar más cantidad de emisiones negativas e ir llegando a la meta a mediano o largo plazo de lograr una huella neutra a partir de todas las fuentes de emisiones negativas que puedan implementarse en la institución, en la tabla 12 se presentan las remociones directas por residuos aprovechables del año 2019.

Tabla 12. Remociones directas por residuos aprovechables año 2019

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	TOTAL DE EMISIONES	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
1 Remociones directas de GEI año 2019	Residuos aprovechables	Bolsas Plásticas	-0,9657 tCO ₂ e	-4,19%	-0,06%
		Pet	-5,0587 tCO ₂ e	-21,98%	-0,31%
		Archivo	-1,7074 tCO ₂ e	-7,42%	-0,10%
		Pasta	-1,3734 tCO ₂ e	-5,97%	-0,08%
		Cartón	-2,416975 tCO ₂ e	-10,51%	-0,15%
		Periódico	-0,15554 tCO ₂ e	-0,68%	-0,01%
		Vidrio	-0,033332 tCO ₂ e	-0,145%	0,002%
		Hierro	-8,97753 tCO ₂ e	-39,02%	-0,55%
		Aluminio	-0,52026 tCO ₂ e	-2,261%	-0,03%
		PVC	-0,05437 tCO ₂ e	-0,236%	0,003%
		Acero	-0,01392 tCO ₂ e	-0,61%	0,001%
TOTALES			-21,28 tCO₂e	100%	-1.41%

Por aprovechamiento se evitó la emisión de 21,28 tCO₂e siendo el hierro y los pet los residuos con más alto porcentaje de aprovechamiento en el 2019. El total de los residuos aprovechados fueron del campus, en la sede de Taganga no se lleva registro de aprovechamiento de residuos.

En la tabla 13 se presentan las remociones asociadas a paneles solares y aprovechamiento de residuos.

Tabla 13. Remociones directas de GEI año 2019.

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TOTAL DE EMISIONES	UNIDAD	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
1 Remociones directas de GEI año 2019	Paneles solares	-1,73	tCO ₂ e	7,52%	0,11%
	Residuos aprovechables	-21,28	tCO ₂ e	92,48%	1,31%
	TOTALES	-445,88	tCO₂e	100%	1,42%

Es de destacar que la Unimagdalena viene implementando campañas para el reciclaje, lo que permitió una recuperación de residuos cuyo peso dentro de la categoría 1 como remociones corresponde a 92,48%, esto sumado a la energía fotovoltaica se emplea en el balance del inventario para contrarrestar el total de las emisiones generadas incidiendo de forma positiva en el total de emisiones calculadas para el año 2019, es importante continuar incentivando la recuperación de residuos de manera tal que haya continuidad y aumento en el porcentaje de emisiones negativas a fin de alcanzar cada año metas muchas altas y lograr una huella neutral al mediano plazo.

8.1.3.2. Emisiones en la categoría 2 año 2019

Según la NTC-ISO 14064-1 la categoría corresponde a las emisiones indirectas de Gases Efecto Invernaderos causadas por energía importada (Icontec, 2020), es decir emisiones de GEI que provienen de la generación eléctrica, calor de vapor de origen externo consumidos por la organización (SGS; AENOR; IHOBE, 2006).

Las plantas termoeléctricas son las fuentes generadoras del mayor porcentaje de emisiones dióxido de carbono, (CO₂) provenientes del sector eléctrico. La cantidad de emisiones varía teniendo en cuenta el tamaño de la central, el tipo de combustible que utilice y la cantidad de energía que genere (XM S.A E.S.P, 2021).

En contraste en las hidroeléctricas la operación es más económica que las termoeléctricas, además de proveer energía a gran escala, tienen el potencial de generar bajas emisiones de GEI (Mongabay, 2018).

La afectación que tiene la variabilidad climática que en Colombia es evidente cuando se presentan los fenómenos climáticos de sequía (El Niño) o fenómenos de lluvia (La Niña) lo que incide en la producción de dióxido de carbono. Se puede observar que, durante fenómenos de El Niño, el indicador ha subido hasta 400 gCO₂/kWh, y durante los fenómenos de La Niña ha bajado hasta 50 gCO₂/kWh(XM S.A E.S.P, 2013), esto se debe a que en los periodos de grandes lluvias los embalses de las hidroeléctricas aumentan generando más energía, mientras que en épocas de sequía o largos periodos de verano como en el fenómeno del niño el nivel de los embalses disminuye y la mayor demanda de energía eléctrica es cubierta por las termoeléctricas.

Es por ello que para mediciones específicas de generación de emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica se utiliza un factor de emisión (FEG) que resulta de información sobre la generación eléctrica de las plantas conectadas al SIN (Sistema Interconectado Nacional) y los tipos y consumos de combustibles utilizados para la producción de cada energía en específico (termoeléctrica, hidroeléctrica etc), el FEG se calcula a partir de las emisiones de CO₂ provenientes del uso de combustibles divididas entre la cantidad de electricidad generada(UPME, 2017), tal como se puede apreciar en la tabla de factores de emisión.

A continuación, en las tablas 14 y 15, y en la gráfica 6 se presentan los datos de consumo energía eléctrica del año 2019 de la Universidad del Magdalena.

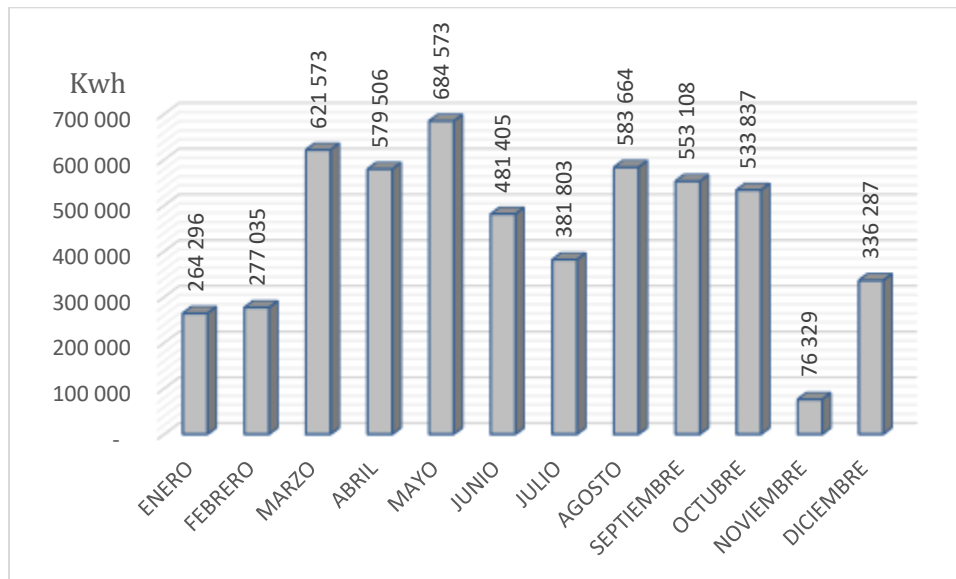
Tabla 14. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas por sede de la Universidad del Magdalena año 2019

FUENTE	SEDE	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh)	Emisiones (tCO ₂ e)	Porcentaje en la categoría 2 (%)	Porcentaje en la huella de carbono de UNIMAGDALENA (%)
Red	Campus	5.105.016	663,65	95,01%	40,72%
Red	Taganga	268.400	34,89	5,00%	2,14%
Total		5.373.416	698,51	100,00%	43%

El porcentaje más alto de emisiones indirectas provenientes de electricidad corresponde a la del campus universitario de UNIMAGDALENA con un 95% dentro de la categoría 2 y 40,77% en relación a la totalidad de emisiones inventariadas durante el año 2019, esto se debe que la sede en cuanto a área e infraestructura del campus es mucho más grande aproximadamente unas 50 hectáreas que la sede de Taganga por lo tanto esta última tiene menos requerimiento en consumo de energía eléctrica.

Tabla 15. Energía eléctrica consumida en Universidad del Magdalena mes a mes en el año 2019

FUENTE DE EMISIÓN	MES	TOTAL Kwh
Consumo de energía eléctrica de la Universidad del Magdalena año 2019	ENERO	264.296
	FEBRERO	277.035
	MARZO	621.573
	ABRIL	579.506
	MAYO	684.573
	JUNIO	481.405
	JULIO	381.803
	AGOSTO	583.664
	SEPTIEMBRE	553.108
	OCTUBRE	533.837
	NOVIEMBRE	76.329
	DICIEMBRE	336.287
TOTAL		5.373.416



Gráfica 4. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas mes a mes de Universidad del Magdalena en el año 2019

Se observa que los meses de menor consumo de energía eléctrica son enero, febrero, julio, noviembre y diciembre, periodos que coinciden con las temporadas de vacaciones donde las actividades académicas en su gran mayoría no se están desarrollando, la ausencia de los estudiantes en las aulas representa menor consumo energético debido al

no uso de iluminación aires acondicionados, equipos de proyección etc, que se requieren en el día a día cuando el calendario académico se encuentra activo.

El mes de mayor consumo energético es el mes de mayo, mes en el cual el calendario académico se encuentra más activo y de acuerdo con los registros de datos SISAIRE de la Estación meteorológica Unimag Koica ubicada dentro del campus fue en el mes de mayo donde se presentó la temperatura (26,91°C) , la humedad relativa (70,75%) y radiación solar global (228,26 W/m²) más altas del 2019(CORPAMAG; SISAIRE, 2019).

8.1.3.3. Emisiones en la categoría 3

La categoría 3 corresponde a las emisiones de GEI provenientes de fuentes ubicadas fuera del límite de la organización.

8.1.3.3.5. Emisiones por vuelos corporativos

La primera fuente de emisión que se calcula para esta categoría es el de Vuelos corporativos, las emisiones de GEI están vinculados con los viajes nacionales e internacionales de profesores, estudiantes y administrativos de la Universidad del Magdalena financiados por esta y relacionados con compromisos institucionales, congresos, búsqueda de convenios, capacitaciones etc.

Los vuelos generan gases de efecto invernadero, principalmente Dióxido de Carbono (CO₂), al quemar combustible, contribuyen con estas emisiones al calentamiento global ser liberados estos GEI en la atmosfera.

Las emisiones por vuelos dependen de donde se sienta el viajero o pasajero (clase ejecutiva o clase económica) y si es un vuelo nacional o internacional de trayecto corto o largo.

Para vuelos de larga distancia, las emisiones de carbono por pasajero por milla recorrida son aproximadamente tres veces más altas para la clase ejecutiva y cuatro veces más

altas para la primera clase, de acuerdo con el Departamento de Estrategia Comercial, Energética e Industrial (BEIS), lo cual se debe a que al haber más espacio por asiento cada persona representa una mayor cantidad de contaminación del total que produce el avión(BBC News Mundo, 2019).

Se usa mucho más combustible cuando un avión despegue que cuando viaja a velocidad constante. Por lo que en vuelos más cortos esto equivaldría a un mayor porcentaje del viaje y se traduce también en menos vuelos directos que viajes que requieran varias escalas.

Otras emisiones como los óxidos de nitrógeno (cuando se liberan a gran altura) también puede tener un mayor efecto en el calentamiento global.

Es claro que el efecto de las emisiones CO₂ generadas por la aviación es mucho más alta a que pueden generar otros medios de transporte. Esto se debe a que en los vuelos estos gases son liberados a grandes alturas por lo que persisten por más tiempo que en la superficie y su potencial de calentamiento global también es más fuerte(BBC News Mundo, 2019)

El factor de emisión de un vuelo nacional corto (distancia menor a 2000 km) es de 0.205 kgCO₂e / km recorrido(Manso Piñeros, Moreno Parrado, et al., 2017), por ejemplo:

Vuelo Santa Marta – Bogotá: 709.8 km recorrido (Viaje corto menor a 2000 km)

Emisión vuelo Santa Marta -Bogotá: 709.8 km recorrido x 0.205 kgCO₂e / km recorrido (Factor de emisión).

Emisión vuelo Santa Marta -Bogotá: 145.51 kgCO₂e = 0,145 t CO₂e

En la tabla 16 se presentan las emisiones indirectas producidas por vuelos corporativos.

Tabla 16. Emisiones Indirectas producidas por vuelos corporativos Categoría 3 año 2019

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	TOTAL DE EMISIONES	UNIDAD	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Vuelos corporativos funcionarios, docentes, estudiantes y demás planta de personal	Vuelos nacionales	249,83	tCO ₂ e	77%	15,35%
		Vuelos internacionales cortos (distancias menores a 2000 km)	5,51	tCO ₂ e	2%	0,34%
		Vuelos internacionales largos (distancias mayores a 2000 km)	70,80	tCO ₂ e	22%	4,35%
	TOTALES		326,14	tCO₂e	100%	20,03%

Los vuelos nacionales más frecuentes fueron Santa Marta- Bogotá en trayecto ida y vuelta, y el vuelo internacional con trayecto más largo fue Bogotá-París.

En la categoría 3 se incluyen las fuentes de emisiones indirectas las cuales generan el 27.36% de tCO₂e del total de emisiones calculadas para el año 2019 representados en su totalidad por los vuelos corporativos.

El transporte terrestre tercerizado no fue tenido en cuenta porque no se cuenta con soportes ni información al respecto, ya que los transportes terrestres se pagan dentro de la figura de viáticos y no se lleva el registro de la distancia recorrida, el número de pasajeros, ni el consumo total de combustible y tipo de combustible del vehículo usado para transportarse, de igual forma no se cuentan con registro sobre los medios de transporte más usados por la comunidad académica (docentes, funcionarios, estudiantes etc) ni el detalle de tipo de combustible, tipo de vehículo y demás datos necesarios para poder hacer el cálculo de las emisiones generadas por estas fuentes.

8.1.3.4. Emisiones en la categoría 4

En esta categoría entran los residuos ordinarios y RESPEL que son transportados y dispuestos por terceros, así como los insumos de papel y tóner para impresoras, estos últimos no son tenidos en cuenta por ausencia de datos relacionados, por lo tanto, en esta categoría solo se incluyen las emisiones relacionadas con los residuos.

8.1.3.4.5. Emisiones por residuos ordinarios y RESPEL

En cuanto a los residuos ordinarios y RESPEL se obtuvieron las emisiones que se presentan en la tabla 17.

Tabla 17. Emisiones por Residuos Ordinarios y RESPEL categoría 4 año 2019

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	TOTAL DE EMISIONES	PORCENTAJE DENTRO DEL ALCANCE	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
4 Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	Residuos	Residuos Ordinarios	140,80 tCO ₂ e	99,84%	8,57%
	RESPEL	Biosanitarios	0,1721 tCO ₂ e	0,122%	0,01%
		Desechos de aceite	0,0138 tCO ₂ e	0,010%	0,0008%
		Tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices	0,0041 tCO ₂ e	0,003%	0,0002%
		Industriales	0,0312 tCO ₂ e	0,022%	0,0019%
TOTAL			141,02 tCO ₂ e	100%	8,6%

El transporte y disposición final realizada a través de tercero de los residuos ordinarios representa el 99,84% de las emisiones generadas en la categoría 4. Algunos de estos residuos se disponen en rellenos sanitarios y otros son incinerados.

El total de los RESPEL manejados fueron del campus, en la sede de Taganga no se lleva registro de estos residuos.

Los RESPEL sin embargo constituyen la fuente con el menor porcentaje de emisión 0,01%, lo residuos ordinarios constituyen la cantidad de residuos que más se generan en la institución y por ende son entregados a terceros para su transporte y disposición tal como sucede con los RESPEL.

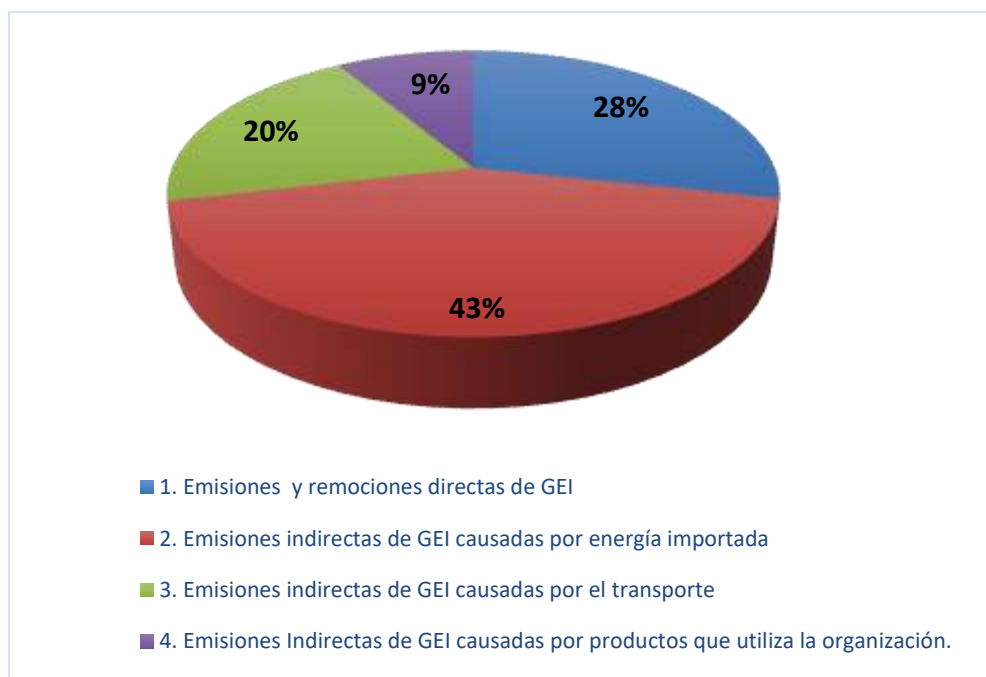
8.1.3.5. Resumen de resultados de la huella de carbono del año 2019

A continuación, se presenta en la tabla 18 el resumen con los resultados del inventario total de emisiones y remociones de GEI del año 2019.

Tabla 18. Inventario total de emisiones de GEI año 2019

CATEGORIA	ORIGEN DE LA EMISIÓN	TOTAL EMISIONES	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
1. Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones directas	485,24	29,81%
	Remociones directas	-23,01	-1,41%
2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Emisiones indirectas provenientes de electricidad comprada/adquirida (asociadas al consumo de energía eléctrica)	698,54	43%
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Vuelos corporativos	326,14	20,03%
4. Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	Residuos orgánicos	140,80	8,65%
	RESPEL	0,2211	0,01%
TOTAL EMISIONES AÑO 2019		1.627,94	100%

En el inventario de emisiones del año 2019 la categoría con mayores emisiones es la 2 en lo que tiene que ver con las emisiones indirectas cuya fuente es la electricidad comprada y/o adquirida con un 43% seguido de la categoría 1 con un 29,81% cuya actividad más impactante lo constituye las fugas por gases refrigerantes que representa un 15,56%, del total de emisiones para ese año, en la tercera posición se encuentra la categoría 3 Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte (vuelos corporativos) con un 20,03%. Las fuentes que menos emisiones generaron fueron las asociadas a uso de fertilizantes nitrogenados e insumos de cal, así como los RESPEL, en la gráfica 5 se puede apreciar la distribución de las emisiones de GEI por categoría para el año 2019.



Gráfica 5. Distribución de las emisiones de GEI por categoría en la Universidad del Magdalena año 2019

8.1.3.6. Indicadores de gestión año 2019

Una vez calculadas las totalidades de emisiones y remociones del inventario del año 2019 de la Universidad del Magdalena se estiman los indicadores de intensidad: emisiones por miembro de la comunidad educativa y el otro por el área.

Indicador Emisiones por miembro de la comunidad educativa

La Universidad del Magdalena registró un total de 19.939 estudiantes y un total de 2.129 personas conformados por docentes de planta, docentes catedráticos, docentes ocasionales, personal administrativo y contratista, para un total de 22.068 miembros de la comunidad educativa en el año 2019, en la tabla 19 se muestra el indicador de emisión de CO₂ por miembro de la comunidad educativa

Tabla 19. Indicador de emisión de CO₂ por miembro de la comunidad educativa

POBLACIÓN UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA			
TIPO DE USUARIO	AÑO 2019	TOTAL INVENTARIO DE EMISIONES Y REMOCIONES AÑO 2019 (tCO ₂ e)	INDICADOR (tCO ₂ e/persona)
Estudiantes, docentes, administrativos, servicios generales, contratistas	22.068	1.627,94	0,074

Con base en los resultados de la tabla anterior se establece que para el año 2019 se registraron **0,074 tCO₂e/miembro de la comunidad educativa o 73,77 kg tCO₂e/miembro de la comunidad educativa.**

Es importante mencionar que en el año 2018 la comunidad educativa registrada en la Línea base era de 20.676 de los cuales 18.665 correspondía a estudiantes, es decir que del año 2018 al 2019 se presentó un aumento de 1274 estudiantes y en el 2019 se aumentó en 118 personas más de la planta de personal de la Universidad (docentes, administrativos, contratistas etc). En el año 2018 la huella de carbono de la Universidad del Magdalena fue de 1.206,45 tCO₂e y en el 2019 de acuerdo con el inventario de emisiones y remociones calculadas alcanzó una huella de carbono de 1.627,94 tCO₂e lo que representa un aumento de las emisiones de 421,49 tCO₂e que equivale a 34,94% de aumento en la huella de carbono en el año 2019 respecto al año 2018.

Indicador Emisiones por área

En el año 2019 se inauguraron los edificios Aulas Mar Caribe con 6.053 m² de construcción y el edificio de Bienestar Universitario con un total de 4.912 m² construidos.

El Campus por ser la sede principal de la UNIMAGDALENA cuenta con aproximadamente 485.965 m² de área construida (incluyendo los dos edificios nuevos), mientras que la sede de Taganga tiene un área total construida de 2.222 m².

Otro indicador es el relacionado con las emisiones de CO₂ por área total construida que se presenta en la tabla 20.

Tabla 20. Indicadores de emisión de CO₂ por área total construida

Emisión 2019 (tCO ₂ e)	Área (m ²)	Indicador (tCO ₂ e/m ²)	Indicador (KgCO ₂ e/m ²)
1627,94	488.187	0,003	3.33

Indicador de consumo energético de la comunidad educativa año 2019

En la tabla 21 se presenta los valores tenidos en cuenta para calcular el indicador de consumo energético de la comunidad educativa para el año 2019 el cual da como resultado 243,49 Kwh/persona.

Tabla 21. Indicador de consumo energético de la comunidad educativa año 2019

Miembros de la comunidad educativa año 2019	Total consumo de energía eléctrica (kWh) Unimagdalena año 2019	Indicador (kWh/persona)
22.068	5.373.416	243,49

Indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa año 2019

En la tabla 22 se identifican los valores tenidos en cuenta para el cálculo del indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa del año 2019.

Tabla 22. Indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa año 2019

Emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica	Comunidad educativa 2019	Indicador (kgCO ₂ e/persona)
698,54 tCO ₂ e (0,70 kgCO ₂ e)	22.068	31,65

Indicador de consumo energético por área total año 2019

El indicador de consumo energético por área total de Unimagdalena para el año 2019 se aprecia en detalle en la información incluida en la tabla 25.

Tabla 23. Indicador de consumo energético por área total de Unimagdalena año 2019

Energía total consumida año 2019 (kWh)	Área total (m ²)	Indicador (kWh/m ²)
5.373.416	488.187	11

Indicador de consumo energético para cada sede

En el año 2019 el consumo energético del campus ascendió a 5.105.016 kWh y el de la sede Taganga a 268.400 kWh, obteniendo la información incluida en la tabla 24.

Tabla 24. Indicador de consumo energético y emisiones para cada sede

Sede	Energía consumida año 2019 (kWh)	Área (m ²)	Indicador (kWh/m ²)	Emisión (tCO ₂ e)	Indicador (kgCO ₂ e /m ²)
Campus	5.105.016	488.187	10,46	663,65	1,36
Taganga	268.400	2.222	120,79	34,89	15,70

9.1.4. Inventario de emisiones y Huella de carbono de la Universidad del Magdalena año 2020

Se implementa el paso a paso descrito en el numeral 7.1.7 y lo descrito en el numeral 8.1.3 de este documento (Cálculo de las emisiones).

9.1.4.1. Emisiones y remociones en la categoría 1 (año 2020)

A continuación, se presenta en la tabla 25 el origen y la fuente de emisiones y remociones directas de GEI que comprende la categoría 1.

Tabla 25. Categoría 1. Origen y la fuente de emisiones y remociones directas de GEI año 2020

CATEGORÍA	ORIGEN DE LA EMISIÓN	FUENTE DE EMISIÓN/REMOCIÓN
Emisiones y remociones directas de GEI	Combustibles (combustión estacionaria o de fuentes fijas)	Plantas de energía eléctrica
	Combustibles para combustión móvil	Camionetas, motos, guadañas, minitractor, bus, van
	Fugas de gases refrigerantes	Aires acondicionados, neveras y extintores
	Fertilizantes nitrogenados e insumos de cal	Fertilizantes empleados en la Granja experimental
	Remociones por generación de energía alternativa	Paneles solares
	Remoción por aprovechamiento de residuos	Residuos reciclados

9.1.4.1.1. Emisiones directas a partir de combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2020

Las fuentes de emisión reportadas continúan siendo las plantas para la generación de energía eléctrica que se encuentra en el Campus, como son la Planta eléctrica del edificio Intropic, la Emisora, el Edificio Mar Caribe, el edificio de bienestar universitario, el

laboratorio de Biología Molecular que entró en funcionamiento en el mes de mayo de 2020, y así como la planta eléctrica de la sede de Taganga, las cuales funcionan con diésel. Se reportaron 4.611,28 galones de este combustible durante todo el año, lo que corresponde a la emisión de 46,94 t CO₂e, tal como se aprecia en la tabla 26.

Tabla 26. Emisiones por combustión estacionaria (combustibles fósiles de fuentes fijas) año 2020

Combustibles	Fuente de emisión	Cantidad (Galones)	Emisiones (tCO ₂ e)
Fuentes Fijas			
ACPM	Plantas de energía eléctrica	4.611,28	46,94

9.1.4.1.2. Emisiones directas de combustión móvil (combustibles fósiles de fuentes móviles) año 2020

Las fuentes de emisión reportadas en este componente para el año 2020 corresponden a gasolina a motor (camionetas, motos, guadañas y minitractor) y ACPM (bus, tractor, camioneta de estaca y van). Se consumieron 5.145,39 galones de gasolina corriente, las cuales emitieron 45,32 tCO₂e y 5.679,37 galones de ACPM, que generaron un total de emisiones de 57,82 tCO₂e. Obteniendo un total de emisiones por fuentes móviles de 103,14 tCO₂e prácticamente la mitad de las emisiones por el mismo concepto del año 2019, en la tabla 27 se incluyen los datos de consumo de combustibles fósiles por combustión móvil.

Tabla 27. Emisiones directas por combustión móvil (fuentes móviles por combustibles fósiles) año 2020

Combustibles	Fuente de emisión	Cantidad (gal)	Emisiones (tCO ₂ e)
Fuentes móviles			
Gasolina a motor	Camionetas, motos, guadañas y minitractor	5.145,39	45,32
ACPM	Bus, tractor, estaca y van	5.679,37	57,82
TOTAL, FUENTES MÓVILES		10.824,75	103,14

La principal fuente de emisión por combustibles fósiles de fuentes móviles (gasolina a motor) fue el combustible empleado por dos de los vehículos de la Universidad del Magdalena esto debido a las actividades para poder llevar conectividad a los estudiantes que se encontraban en aislamiento preventivo obligatorio y que no contaban con servicio

de internet ni cómputo para poder darle continuidad a las clases virtuales ubicados en distintas poblaciones de la región, la Universidad se desplazó a cada uno de esas localidades lo que repercutió en el consumo de más combustible por lo largo de los trayectos, mientras que el consumo de combustible por la utilización de las guadañas en labores de desmonte disminuyó, así como todo lo relacionado con las actividades asociadas al consumo de combustible en la granja.

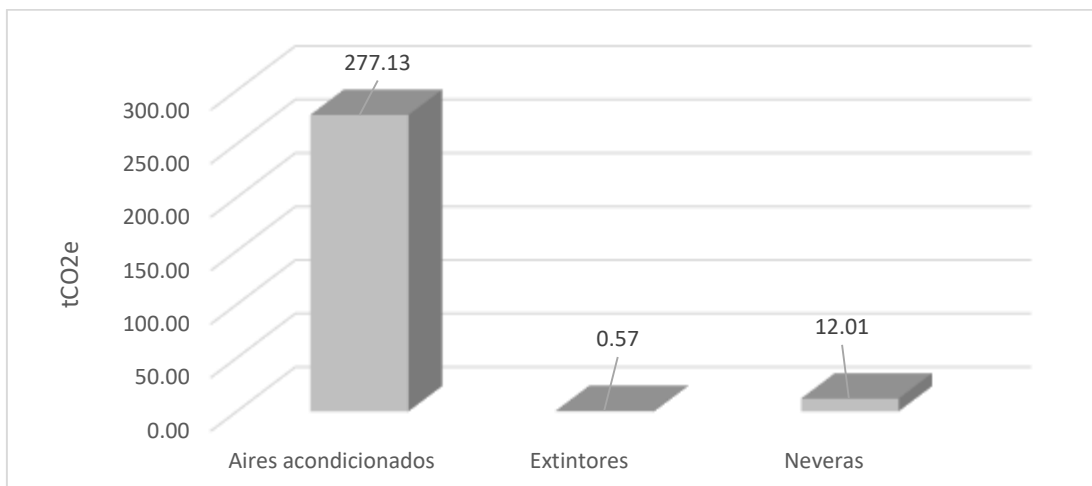
9.1.4.1.3. Emisiones fugitivas por gases refrigerantes año 2020

Las emisiones por fuga de gases refrigerantes representan el 52,19 % de las emisiones de la categoría 1, y el 15,56% de las emisiones totales de la Universidad del Magdalena para el año 2019 en la tabla 28 se puede apreciar en detalle la fuente, tipo y el total de emisiones generadas.

Tabla 28. Emisiones directas provenientes de fugas de gases refrigerantes año 2020

FUENTE DE EMISIÓN		TIPO	TOTAL DE EMISIONES	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL	
Emisiones directas provenientes de Fugas de gases refrigerantes	Aires Acondicionados	R410a Campus	42,62 tCO ₂ e	9,68%	3,99%	
		R22 O HCFC-22 Campus	223,30 tCO ₂ e	50,77%	20,91%	
		R410a Sede Taganga	7,10 tCO ₂ e	1,61%	0,67%	
		R22 O HCFC-22 Sede Taganga	4,11 tCO ₂ e	0,93%	0,38%	
	Extintores	CO ₂ Campus	0,01 tCO ₂ e	0,00%	0,00%	
		HCFC-123 Campus	0,57 tCO ₂ e	0,13%	0,05%	
		CO ₂ Sede Taganga	0,00 tCO ₂ e	0,00%	0,00%	
		HCFC-123 Sede Taganga	0,00 tCO ₂ e	0,00%	0,00%	
	Neveras	R134 Campus y Taganga	11,98 tCO ₂ e	2,72%	1,12%	
		R600 Campus y Taganga	0,04 tCO ₂ e	0,01%	0,00%	
	TOTAL EMISIONES			289,72 tCO₂e	65,88%	27,13%

Los aportes de emisiones más altos por fugas de gases refrigerantes se deben a los aires acondicionados, seguido por las fugas de gases refrigerantes en neveras y por último los extintores tal como se aprecia en la gráfica 6.



Gráfica 6. Generación de emisiones por fuente (fugas gases refrigerantes) año 2020

9.1.4.1.4. Emisiones por fertilizantes nitrogenados e insumos de cal año 2020

En el año 2020 debido a las restricciones de movilidad por la pandemia por Covid -19 que cuya aplicación inició a finales de marzo del mismo año, las actividades que se desarrollan en la Granja experimental ubicada en el Campus de la Universidad del Magdalena fueron suspendidas, razón por la cual no se tiene registro del uso de fertilizantes ni de insumos de cal, siendo un total de cero (0) emisiones debido a esta fuente.

9.1.4.1.5. Remociones directas de GEI año 2020

Para el inventario de GEI de UNIMAGDALENA se tuvo en cuenta las remociones que implican evitar, sustituir, o mitigar emisiones de GEI como la generación fotovoltaica a partir de paneles solares y las asociadas a los residuos aprovechables recuperados.

9.1.4.1.5.1. Remociones directas de GEI por generación de energía alternativa año 2020

Para el año 2020 los paneles solares ubicados en la azotea del edificio de docentes (menos del 5% del consumo energético del edificio Docentes), suministraron 11060 Kwh de energía limpia, razón por la cual dentro del inventario de remociones se configura con

el signo negativo (- 11060 Kwh), y representan un total de -1,82 tCO₂e, no se presentó disminución en el consumo de este tipo de energía aun en pandemia teniendo en cuenta que los paneles solares generan energía que alimenta a las conexiones y datos como los cuartos de servidores, los sistemas de respaldos, cámaras de seguridad, los equipos de monitoreo que están instalados en el laboratorio Casas naranjos tambien se alimenta de alli, razón por la cual aun en pandemia el consumo de energía fotovoltaica permaneció casi constante, ya que constituyen cargas de consumo fijas.

9.1.4.1.5.2. Remociones por aprovechamiento de residuos año 2020

Dentro de la categoría 1 se incluyó en calidad de remociones los residuos recuperables de gran valor para seguir aprovechando la mayor cantidad de residuos y con ello sumar más cantidad de emisiones negativas e ir llegando a la meta a mediano o largo plazo de lograr una huella neutra a partir de todas las fuentes de emisiones negativas que puedan implementarse en la institución, en la tabla 29 se presentan las remociones por residuos aprovechables del año 2019.

Tabla 29. Remociones por residuos aprovechables año 2020

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	TOTAL DE EMISIONES	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
1Remociones directas de GEI año 2020	Residuos aprovechables	Bolsas Plásticas	-0,245 tCO ₂ e	3.37%	0,02%
		Pet	-0,705 tCO ₂ e	9,70%	0,07%
		Archivo	-0,554 tCO ₂ e	7,62%	0,05%
		Pasta	-0,345 tCO ₂ e	4,75%	0,03%
		Cartón	-0,515 tCO ₂ e	7,09%	0,05%
		Periódico	-0,005 tCO ₂ e	0,07%	0,0004%
		Vidrio	-0,011 tCO ₂ e	0,15%	0,001%
		Hierro	-3,476 tCO ₂ e	47,82%	0,326%
		Aluminio	-0,037 tCO ₂ e	0,50%	0,003%
		PVC	-0,049 tCO ₂ e	0,67%	0,004%
		Acero	-0,000 tCO ₂ e	0%	0%
TOTALES			-5,45 tCO₂e	100%	-0.51%

Por aprovechamiento se evitó la emisión de -5,45 tCO₂e en el año 2020, que es un valor casi dos veces inferior al obtenido en el año 2019, siendo el hierro y los Pet los residuos con más alto porcentaje de aprovechamiento en el 2020 tal como ocurrió también en el 2019. El

total de los residuos aprovechados fueron del campus, en la sede de Taganga no se lleva registro de aprovechamiento de residuos.

En la tabla 30 se presentan las remociones asociadas a paneles solares y aprovechamiento de residuos.

Tabla 30. Remociones de GEI año 2020

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TOTAL DE EMISIONES	UNIDAD	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
1 remociones directas de GEI año 2020	Paneles solares	-1,82	tCO ₂ e	25,01%	0,17%
	Residuos aprovechables	-5,45	tCO ₂ e	74,99%	0,51%
	TOTALES	-7,26	tCO₂e	100%	0,68%

En la categoría 1 como remociones se obtuvo para el año 2020 un total de 7,26 tCO₂e frente a las remociones 23,01 tCO₂e que resultaron en el 2019, si bien la Universidad continua con su programa de aprovechamiento es claro que la generación de residuos y por ende su aprovechamiento se vio disminuido por la ausencia y/o disminución de los miembros de la comunidad educativa.

9.1.4.2. Emisiones en la categoría 2 año 2020

Según la NTC-ISO 14064-1 la categoría corresponde a las emisiones indirectas de Gases Efecto Invernaderos causadas por energía importada (Contec, 2020), en las tablas 31, 32 y en la gráfica 7 se presentan los datos de consumo de energía eléctrica y las respectivas emisiones de la Universidad del Magdalena para el año 2020.

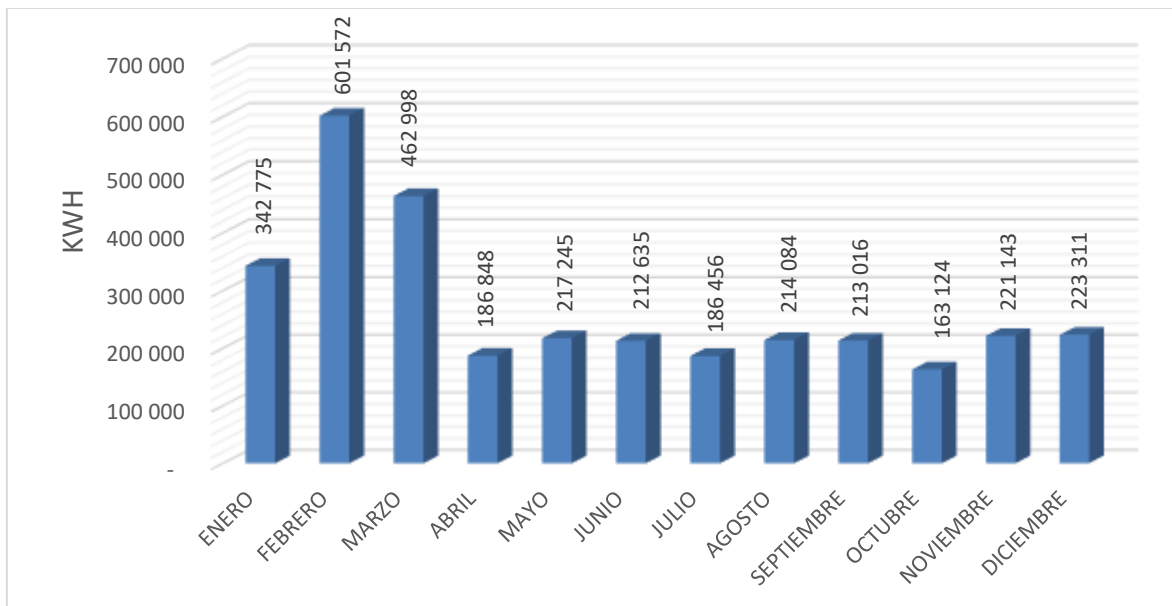
Tabla 31. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas por sede de la Universidad del Magdalena año 2020

FUENTE	SEDE	ENERGÍA CONSUMIDA (kWh)	Emisiones (tCO ₂ e)	Porcentaje en la categoría 2 (%)	Porcentaje en la huella de carbono de UNIMAGDALENA (%)
Red	Campus	3.075.781	505,60	95%	47%
Red	Taganga	169.426	27,85	5%	3%
Total		3.245.207	698,51	100%	50%

El porcentaje más alto de emisiones indirectas provenientes de electricidad corresponde a la del campus universitario de UNIMAGDALENA con un 95% dentro de la categoría 2 y 47% en relación a la totalidad de emisiones inventariadas durante el año 2020

Tabla 32. Energía eléctrica consumida en Universidad del Magdalena mes a mes en el año 2020

FUENTE DE EMISIÓN	MES	TOTAL Kwh
Consumo de energía eléctrica de la Universidad del Magdalena año 2020	ENERO	342.775
	FEBRERO	601.572
	MARZO	462.998
	ABRIL	186.848
	MAYO	217.245
	JUNIO	212.635
	JULIO	186.456
	AGOSTO	214.084
	SEPTIEMBRE	213.016
	OCTUBRE	163.124
	NOVIEMBRE	221.143
	DICIEMBRE	223.311
TOTAL	3.245.207	



Gráfica 7. Energía eléctrica consumida y emisiones asociadas mes a mes de Universidad del Magdalena en el año 2020

Se observa que los meses de menor consumo de energía eléctrica son abril, julio y octubre, en términos generales debido al aislamiento preventivo decretado a nivel

presidencial a finales de marzo de 2020 impactó el número de emisiones registradas desde los meses de abril a diciembre.

9.1.4.3. Emisiones en la categoría 3 año 2020

La categoría 3 corresponde a las emisiones de GEI provenientes de fuentes ubicadas fuera del límite de la organización.

9.1.4.3.1. Emisiones por vuelos corporativos año 2020

En la categoría 3 se incluyen las fuentes de emisiones indirectas por vuelos corporativos los cuales generan el 4% de las tCO₂e del total de emisiones calculadas para el año 2020, en esta categoría es evidente el marcado descenso de las emisiones asociadas a esta fuente en comparación con el 20,03% de tCO₂e del total de emisiones que fueron generados en el año 2019, como se muestra en la tabla 35.

Tabla 33. Emisiones Indirectas producidas por vuelos corporativos Categoría 3 año 2020

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	TOTAL DE EMISIONES	UNIDAD	PORCENTAJE DENTRO DE LA CATEGORIA	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Vuelos corporativos funcionarios, docentes, estudiantes y demás planta de personal	Vuelos nacionales	249,83	tCO ₂ e	77%	15,35%
		Vuelos internacionales cortos (distancias menores a 2000 km)	5,51	tCO ₂ e	2%	0,34%
		Vuelos internacionales largos (distancias mayores a 2000 km)	70,80	tCO ₂ e	22%	4,35%
	TOTALES		326,14	tCO₂e	100%	20,03%

Este comportamiento en las emisiones por vuelos corporativos en el año 2020, está directamente relacionada con las restricciones de movilidad, cierre de aeropuertos y cierre de fronteras que se presentó a nivel global por la pandemia, lo que obligó a la Universidad del Magdalena a disminuir los vuelos corporativos y a los miembros de la comunidad educativa al uso de plataformas virtuales para el desarrollo de reuniones y transferencia de conocimiento.

El impacto positivo de estas emisiones que de 326,14 tCO₂e en el año 2019 pasó a generar tan solo 38,20 tCO₂e en el año 2020, representa una disminución de emisiones del 88,29%, lo cual debe tenerse muy en cuenta al momento de analizar las decisiones sobre las políticas de sostenibilidad ambiental de la Universidad del Magdalena tratando de mantener parte de las herramientas que la pandemia obligó al mundo a emplear para el desarrollo de las reuniones, aprendizaje, y transferencia de conocimiento que se puedan manejar de manera virtual.

Los vuelos nacionales más frecuentes fueron Santa Marta- Bogotá en trayecto ida y vuelta, y el vuelo internacional con trayecto más largo fue Bogotá-Shangai.

El transporte terrestre tercerizado no fue tenido en cuenta porque no se cuenta con soportes ni información al respecto

9.1.4.4. Emisiones en la categoría 4 año 2020

En esta categoría entran los residuos ordinarios y RESPEL que son transportados y dispuestos por terceros, así como los insumos de papel y tóner para impresoras, estos últimos no son tenidos en cuenta tampoco en el año 2020, por ausencia de datos relacionados, por lo tanto, en esta categoría solo se incluyen las emisiones relacionadas con los residuos.

9.1.4.4.1. Emisiones por residuos ordinarios y RESPEL año 2020

En cuanto a los residuos ordinarios y RESPEL se obtuvieron las emisiones que se presentan en la tabla 34.

Tabla 34. Emisiones por Residuos Ordinarios y RESPEL categoría 4 año 2020

CATEGORIA	FUENTE DE EMISIÓN	TIPO	TOTAL DE EMISIONES	PORCENTAJE DENTRO DEL ALCANCE	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
4 Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	Residuos	Residuos Ordinarios	62,31 tCO ₂ e	99,74%	5,84%
	RESPEL	Biosanitarios	0,1277 tCO ₂ e	0,20%	0,012%
		Desechos de aceite	0,0028 tCO ₂ e	0,0045%	0,0003%
		Tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices	0,0000 tCO ₂ e	0,0000%	0,0000%
		Industriales	0,0328 tCO ₂ e	0,0525%	0,0031%
TOTAL			62,47 tCO₂e	100%	5,86%

El transporte y disposición final realizada a través de tercero de los residuos ordinarios representa el 99,74% de las emisiones generadas en la categoría 4. Algunos de estos residuos se disponen en rellenos sanitarios y otros son incinerados.

El total de los RESPEL manejados fueron del campus, en la sede de Taganga no se lleva registro de estos residuos.

Los RESPEL sin embargo constituyen la fuente con el menor porcentaje de emisión 0,015%, los residuos ordinarios constituyen la cantidad de residuos que más se generan en la institución y por ende son entregados a terceros para su transporte y disposición tal como sucede con los RESPEL.

Se presentó una disminución de las emisiones en la categoría 4 de 141,02 tCO₂e del año 2019 pasó a 62,47 tCO₂e, para una marcada disminución de estas emisiones de 55,70% en el 2020.

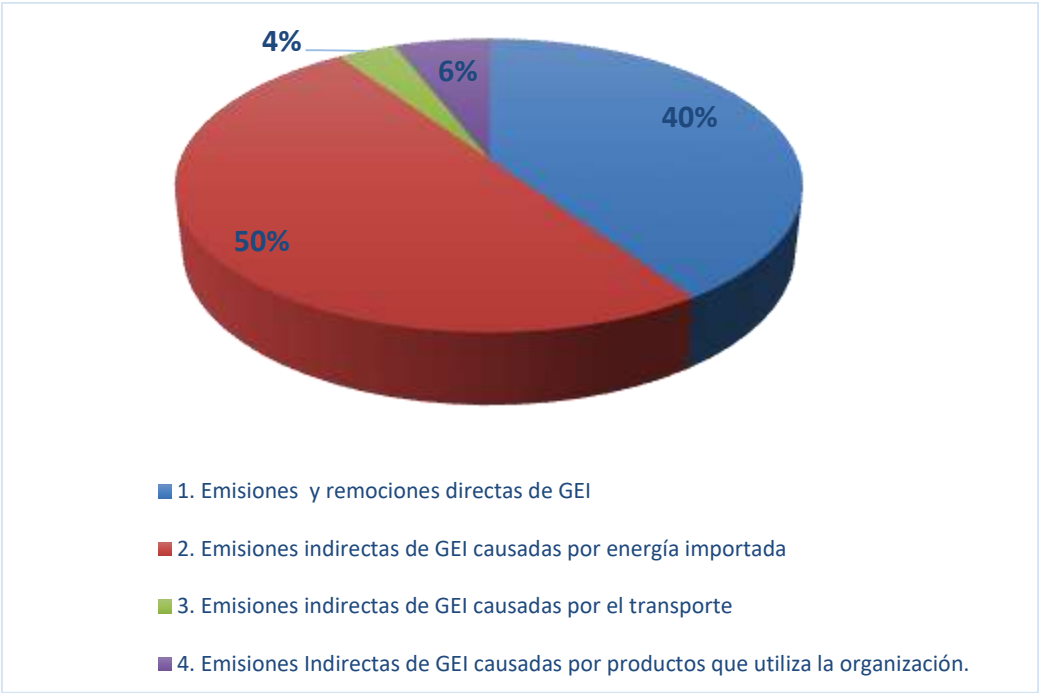
9.1.4.5. Resumen de resultados de la huella de carbono del año 2020

A continuación, se presenta en la tabla 35 el resumen con los resultados del inventario total de emisiones y remociones de GEI del año 2020.

Tabla 35. Inventario total de emisiones de GEI año 2020

CATEGORIA	ORIGEN DE LA EMISIÓN	TOTAL EMISIONES	PORCENTAJE CON BASE EN EL TOTAL
1. Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones directas	439,80	41,23%
	Remociones directas	-7,27	0,68%
2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Emisiones indirectas provenientes de electricidad comprada/adquirida (asociadas al consumo de energía eléctrica)	533,45	50%
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Vuelos corporativos	38,20	3,58%
4. Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	Residuos ordinarios	62,31	5,84%
	RESPEL	0,1633	0,02%
TOTAL EMISIONES AÑO 2020		1.066,64	100%

En el inventario de emisiones del año 2020 la categoría con mayores emisiones es la 2 en lo que tiene que ver con las emisiones indirectas cuya fuente es la electricidad comprada y/o adquirida con un 50% seguido de la categoría 1 con un 41,91% cuya actividad más impactante lo constituye las fugas por gases refrigerantes que representa un 27,16% del total de emisiones para ese año, en la tercera posición se encuentra la categoría 4 Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización debido a los residuos ordinarios, mientras que la categoría 3 Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte (vuelos corporativos) con un 3,58% disminuyó en el año 2020 respecto al año 2019, año en el cual ocupaba la tercera posición como la mayor fuente de emisión con un 20,03%. Para una mejor comprensión se elabora la gráfica 8 de distribución de emisiones de GEI por categoría.



Gráfica 8. Distribución de las emisiones de GEI por categoría en la Universidad del Magdalena año 2020

9.1.4.6. Indicadores de gestión año 2020

Una vez calculadas las totalidades de emisiones y remociones del inventario del año 2019 de la Universidad del Magdalena se estiman los indicadores de intensidad: emisiones por miembro de la comunidad educativa y el otro por el área.

Indicador Emisiones por miembro de la comunidad educativa

La Universidad del Magdalena registró un total de 22.185 estudiantes en el año 2020 (2.2146 estudiantes más que en el 2019) y un total de 2.133 personas conformados por docentes de planta, docentes catedráticos, docentes ocasionales, personal administrativo y contratista, para un total de 24.318 miembros de la comunidad educativa en el año 2020, en la tabla 36 se muestra el indicador de emisión de CO₂ por miembro de la comunidad educativa.

Tabla 36. Indicador de emisión de CO₂ por miembro de la comunidad educativa

POBLACIÓN UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA			
TIPO DE USUARIO	AÑO 2020	TOTAL INVENTARIO DE EMISIONES Y REMOCIONES AÑO 2020 (tCO ₂ e)	INDICADOR (tCO ₂ e/persona)
Estudiantes, docentes, administrativos, servicios generales, contratistas	24.318	1.066,64	0,044

Con base en los resultados de la tabla anterior se establece que para el año 2019 se registraron **0,044 tCO₂e/miembro de la comunidad educativa o 43,86 kg tCO₂e/miembro de la comunidad educativa.**

Indicador Emisiones por área

En el año 2020 culminaron los trabajos constructivos del edificio de Innovación y emprendimiento con un área total construida de 1.845,66 m²

En cuanto a su infraestructura el Campus por ser la sede principal de la UNIMAGDALENA cuenta en el año 2020 incluyendo el nuevo edificio de Innovación y emprendimiento con aproximadamente 487.810,66 m² de área construida, la sede de Taganga permanece con la misma área total construida de 2.222 m².

En la tabla 37 se presenta el indicador relacionado con las emisiones de CO₂ por área total construida.

Tabla 37. Indicadores de emisión de CO₂ por área total construida año 2020

Emisión 2019 (tCO₂e)	Área (m²)	Indicador (tCO₂e/m²)	Indicador (KgCO₂e/m²)
1.066,64	490.032,66	0,002	2.18

Indicador de consumo energético de la comunidad educativa año 2020

En la tabla 38 se presentan los valores tenidos en cuenta para calcular el indicador de consumo energético de la comunidad educativa para el año 2020 el cual da como resultado 133,45 kWh/persona en el año.

Tabla 38. Indicador de consumo energético de la comunidad educativa año 2020

Miembros de la comunidad educativa año 2020	Total consumo de energía eléctrica (kWh) Unimagdalena año 2020	Indicador (kWh/persona)
24.318	3.245.207	133,45

Indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa año 2020

En la tabla 39 se identifican los valores tenidos en cuenta para el cálculo del indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa del año 2020.

Tabla 39. Indicador de emisiones por consumo energético de la comunidad educativa año 2020

Emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica	Comunidad educativa 2020	Indicador (kgCO ₂ e/persona)
533,45 tCO ₂ e (0,53 kgCO ₂ e)	24.318	21,94

Indicador de consumo energético por área total año 2020

El indicador de consumo energético por área total de Unimagdalena para el año 2020 se aprecia en detalle en la información incluida en la tabla 40.

Tabla 40. Indicador de consumo energético por área total de Unimagdalena año 2020

Energía total consumida año 2020 (kWh)	Área total (m ²)	Indicador (kWh/m ²)
3.245.207	490.032,66	6,62

Indicador de consumo energético para cada sede año 2020

En el año 2020 el consumo energético del campus fue de 3.075.781 kWh y el de la sede Taganga de 169.426 kWh, obteniendo la información incluida en la tabla 41.

Tabla 41. Indicador de consumo energético y emisiones para cada sede

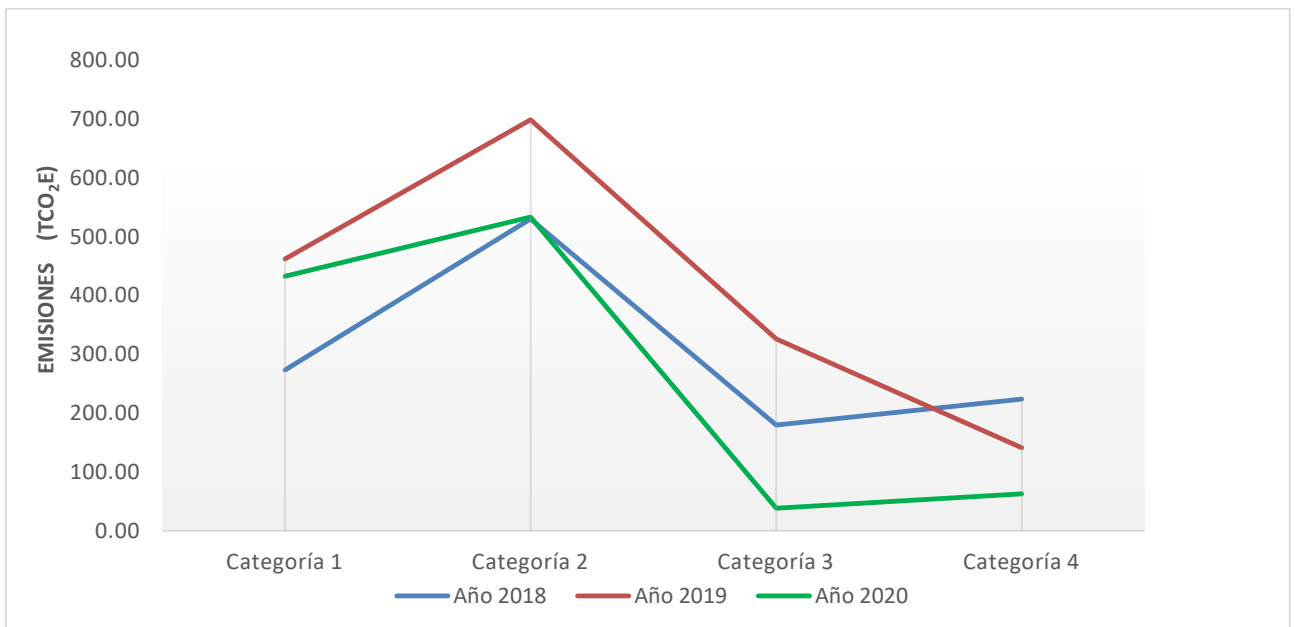
Sede	Energía consumida año 2020 (kWh)	Área (m ²)	Indicador (kWh/m ²)	Emisión (tCO ₂ e)	Indicador (kgCO ₂ e /m ²)
Campus	3.075.781	487.810,66	6.30	505,60	1,04
Taganga	169.426	2.222	76.25	27,85	12,53

9.1.5. Análisis comparativo de resultados años 2018, 2019 y 2020

Teniendo en cuenta que en la metodología empleada en el año base 2018, las fuentes de emisiones se dividían por Alcance, mientras que en la metodología para el cálculo de la huella de carbono de los años 2019 y 2020 se dividen en categorías, motivo por el cual para poder realizar el comparativo se ubicaron los resultados de las emisiones de los Alcances del 2018 en su equivalente a cada categoría. Para una mejor interpretación de los datos ver la tabla 42 y la gráfica 9.

Tabla 42. Resultados de la Huella de carbono de los años 2018, 2019 y 2020 de la Universidad del Magdalena

CATEGORIA	AÑOS		
	2018	2019	2020
1. Emisiones y remociones directas de GEI	273,24	462,24	432,53
2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	529,9	698,54	533,45
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	179,59	326,14	38,20
4. Emisiones Indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.	223,72	141,02	62,47
TOTAL HUELLA DE CARBONO (tCO₂e)	1.206,45	1.627,94	1.066,64



Gráfica 9. Representación gráfica de la Huella de carbono de los años 2018, 2019 y 2020 de la Universidad del Magdalena

Es evidente el aumento de las emisiones del año 2018 (1.206,45 tCO₂e) al 2019 (1.627,94 tCO₂e) el incremento fue de 421,49 tCO₂e lo que equivale a un 34,94% de aumento en las emisiones, sin embargo al comparar los resultados de la huella de carbono del año 2018 con los obtenidos en el año 2020 (1.066,64 tCO₂e) se observa un descenso de 139,81 tCO₂e que equivale a un 11,59%, ahora por otro lado al revisar la huella de carbono del año 2019 y compararla con la del 2020 el porcentaje en la disminución de la huella de carbono es significativa con 561,3 tCO₂e que sería 34,48% asociado al aislamiento y demás medidas de control establecidas a nivel mundial, para disminuir los niveles de contagio por Covid-19.

Una de las fuentes de emisiones que más reflejó el impacto en la huella de carbono de la Universidad del Magdalena después de las Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada fueron las emisiones debidas a vuelos corporativos que hace parte de la categoría 3 como Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte, debido a la alerta sanitaria mundial que obligó a cerrar aeropuertos, el aislamiento obligatorio preventivo y demás restricciones para contrarrestar el avance de la pandemia por Covid-19 las emisiones de esta categoría para el año 2020 disminuyeron en un 88,29%; las emisiones por fuentes móviles debido al combustible empleado para los vehículos de la Universidad también disminuyó.

Si bien se presenta una reducción de las emisiones de CO₂e a la atmosfera en el año 2020 por parte de la Universidad del Magdalena, es importante tener en cuenta que varias de esas emisiones muy especialmente las causadas por energía importada debido al consumo de energía eléctrica se trasladaron a los hogares de cada estudiante, docente, y funcionario que debió ver y dictar las clases en línea y realizar trabajo desde las casas, de allí la disminución en el consumo de energía eléctrica, la disminución de las emisiones por residuos y los desplazamientos fueron otras de las emisiones que se trasladaron directamente a los miembros de la comunidad educativa.

las reuniones presenciales también se convirtieron a virtualidad a través de las distintas plataformas disponibles lo cual debería tenerse en cuenta como una oportunidad de mejora ya que cuando se restablezca la normalidad se deben continuar llevando reuniones virtuales y así disminuir los costos y emisiones por concepto de vuelos corporativos.

En cuanto al consumo de energía del año 2018 al 2019 aumentó en un 9,18% mientras que del 2018 al 2020 disminuyó en un 34% y del 2019 al 2020 las emisiones bajaron hasta un 39,61%, la reducción de emisiones en el año 2020 por consumo de

energía eléctrica está directamente relacionada a las medidas que fueron tomadas a raíz de la pandemia.

También es importante considerar que el Factor de emisión por energía eléctrica, teniendo en cuenta que en la año base 2018 el factor de emisión empleado era de 110 gramos.tonCO₂e/kWh mientras que para el año 2019 el factor de emisión aumento a 130 gramos.tonCO₂e/kWh y en 2020 llegó a 164,38 gramos.tonCO₂e/kWh, lo que refleja que un gran porcentaje de la energía producida en el país para el año 2019 provino de termoeléctricas, esto se debió al fenómeno del niño cuya maduración se dio en el primer trimestre del 2019 y que muy posiblemente determinó que la generación de energía de fuentes más limpias como las hidroeléctricas disminuyeran su porcentaje de aporte a la red eléctrica nacional lo cual también estaría asociado a lo ocurrido en relación con el factor de emisión para el año 2020.

En cuanto a las Emisiones por combustibles fósiles de fuentes fijas estas están asociadas al consumo de galones de diésel para la puesta en funcionamiento de las plantas eléctricas con suplencia total las fuentes de emisión reportadas fueron las plantas para la generación de energía eléctrica que se encuentra en el Campus, como son la Planta eléctrica del edificio Intropic, la Emisora, Laboratorios, Edificio de Aulas, Edificio del Centro de Innovación y Emprendimiento, etc. y se incluye también la planta eléctrica de la sede de Taganga, las cuales entran en funcionamiento cuando el suministro eléctrico de la red interconectada se ve interrumpido por trabajos de mantenimiento preventivo y/o correctivo.

Se reportaron 1.049,40 galones de este combustible durante todo el año, lo que corresponde a la emisión de 10,81 tCO₂e en el año 2018, mientras que para el año 2019 el reporte fue de 2.948,56 galones con una emisión equivalente a 30,02 tCO₂e y en el año 2020 los resultados arrojaron un total de 4.606,27 galones con una emisión equivalente a 46,89 tCO₂e.

En el año 2019 y 2020 el incremento se debió a la frecuencia en el suministro electro de la red interconectada y además asociada a la entrada en funcionamiento del nuevo Edificio Mar Caribe (2019) y en el 2020 del Edificio de Innovación y Emprendimiento ambos edificios dotados con sistema eléctrico con suplencia total.

Cabe mencionar también que a pesar de que a mediados de Marzo de 2020 con el primer reporte de caso positivo en el país (6 de marzo de 2020) el gobierno nacional

declaró la emergencia sanitaria por Covid-19, y emitió varias restricciones, como lo fue el aislamiento obligatorio preventivo que, lo que obligó a los trabajadores a realizar trabajo desde casa y a los miembros de la comunidad educativa en general a conectarse a las clases de forma virtual o remota, lo que se pensaría debió reflejarse en una disminución en el número de emisiones por cuenta del consumo de galones de combustible en fuentes fijas y las asociadas a la electricidad, pero analizando los valores es importante mencionar que en mayo del 2020 entró en funcionamiento el Laboratorio de Biología Molecular de la Universidad del Magdalena que también actúa como laboratorio colaborador autorizado de diagnóstico molecular del nuevo SARS-CoV-2 (COVID19) el cual contó con la aprobación del Institución Nacional de Salud para entrar a operar a partir del 09 de mayo de 2020.

La sede Taganga también tiene planta eléctrica, teniendo en cuenta que en dicha sede hay varios equipos de refrigeración, áreas como el laboratorio de refrigeración, cuartos de congelación, laboratorio de microbiología, peces marinos y moluscos y microalgas que requieren ciertas condiciones ambientales para su supervivencia

Las fallas en la continuidad del servicio eléctrico de la red interconectada obligan al uso de las plantas de suplencia total de la Universidad del Magdalena de allí la importancia de poder ampliar los módulos de paneles solares como fuente de energía alternativa que evitaría el alto consumo de energía eléctrica del sistema o red interconectada y además disminuirán las emisiones por la combustión generada en fuentes fijas.

9.1.6. La Huella de Carbono de la Universidad del Magdalena Frente a otras universidades

Es importante poder comparar la huella de carbono de la Universidad el Magdalena con otra universidad con el fin de conocer si existen comportamientos o factores que se reflejen de forma similar.

Teniendo en cuenta que no todas las universidades en Colombia realizan de forma continua los cálculos de su huella de carbono y que los años analizados corresponde al 2018, 2019 y 2020, se harán comparativos con la huella de carbono de la Universidad del Norte, ubicada en la ciudad de Barranquilla, en la Costa Norte Colombiana y a una distancia aproximada de 104,3 km de la ciudad de Santa Marta donde se ubica la sede de la Universidad del Magdalena.

A continuación, en la tabla se presentan los valores de huella de carbono de ambas organizaciones para los años 2018, 2019 y 2020

Tabla 43. Valores de huella de carbono de las organizaciones para los años 2018, 2019 y 2020

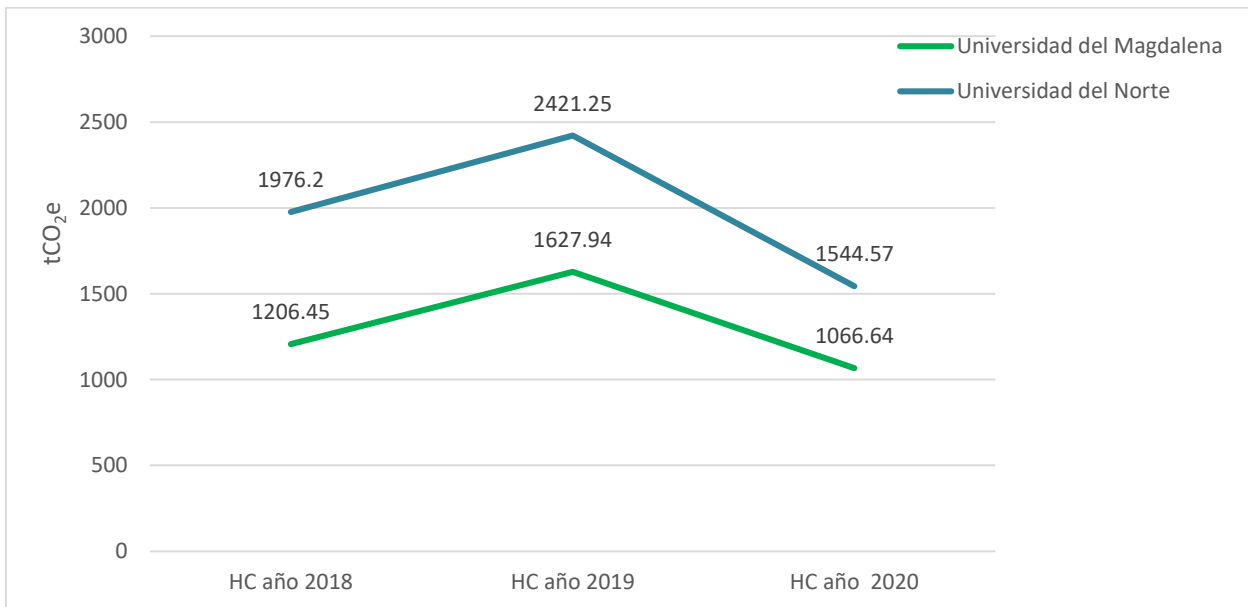
ORGANIZACIÓN	AÑOS		
	2018	2019	2020
Universidad del Magdalena	1.206,45	1.627,94	1.066,64
Universidad del Norte	1.976,2	2.421,25	1.544,57

Fuente de datos Universidad del Norte(Uninorte, 2021)

En ambas organizaciones se evidencian aumentos en la huella de carbono del 2019 respecto a la del 2018 y una disminución en la huella de carbono para el año 2020.

En la Universidad del Magdalena se presentó una disminución en la huella de carbono del año 2019 al año 2020 de aproximadamente un 34,48%, y en la Universidad del norte la disminución de la huella de carbono con respecto a estos mismos años fue de un 36.20%.

Para visualizar mejor los datos se presenta una representación gráfica de la huella de carbono, en la gráfica 10.



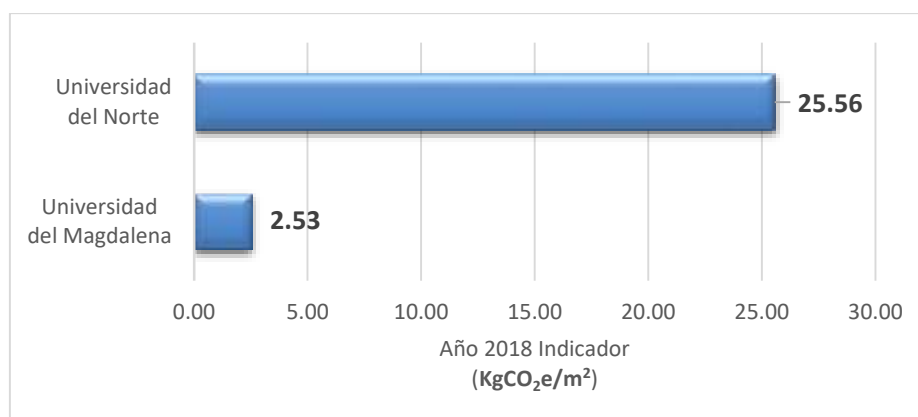
Gráfica 10. Representación gráfica de la huella de carbono de las organizaciones para los años 2018, 2019 y 2020

A continuación, en la tabla se comparan los indicadores de intensidad de ambas organizaciones en los 3 años y así obtener una comparación más precisa.

Para obtener estos indicadores se divide el resultado total de la huella de carbono de la organización sobre la totalidad del área de la organización, y el promedio de personas durante cada año respectivamente, en las tablas 44, 45 y 46 se presentan las comparaciones de los indicadores de cada organización y para cada año en particular.

Tabla 44. Comparación de indicadores generales año 2018

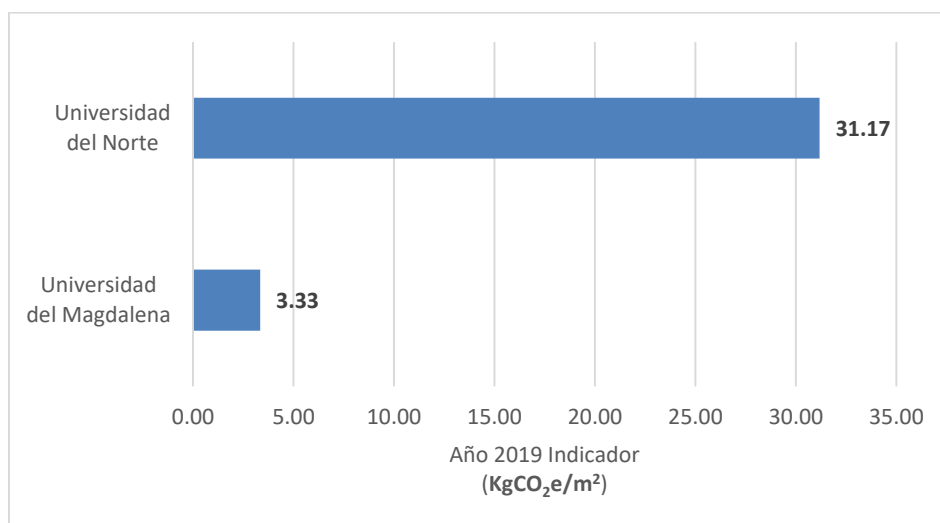
ORGANIZACIÓN	AÑO 2018				
	Huella de carbono (tCO ₂ e)	Comunidad educativa	Área	Indicador de emisiones por persona (KgCO ₂ e/persona)	Indicador de emisiones por m ² (KgCO ₂ e/m ²)
Universidad del Magdalena	1.206,45	20.676	477222	58,35	2,53
Universidad del Norte	1.976,2	17.566,5	77309	112,50	25,56



Gráfica 11. Comparación del indicador de emisión por área de las organizaciones en el año 2018

Tabla 45. Comparación de indicadores generales año 2019

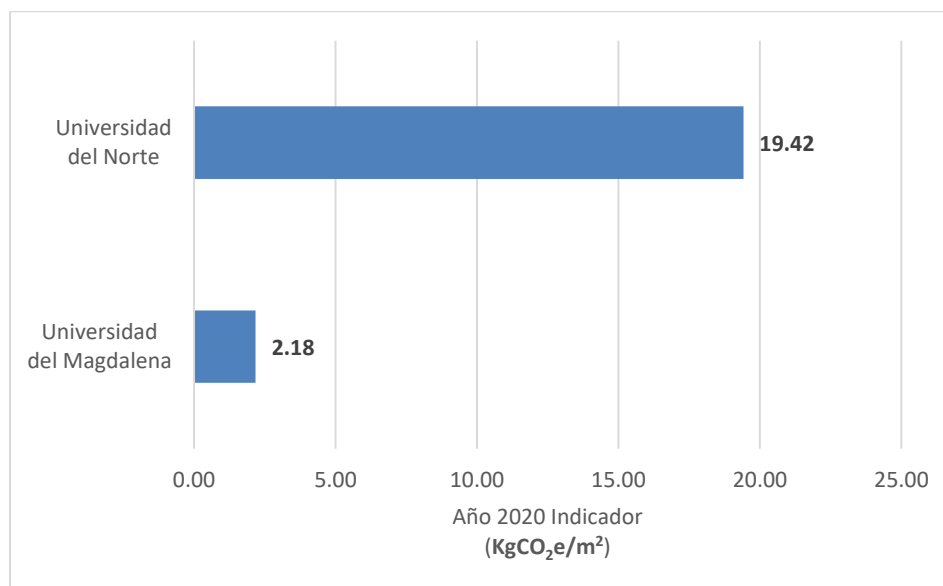
ORGANIZACIÓN	AÑO 2019				
	Huella de carbono (tCO ₂ e)	Comunidad educativa	Área	Indicador de emisiones por persona (KgCO ₂ e/persona)	Indicador de emisiones por m ² (KgCO ₂ e/m ²)
Universidad del Magdalena	1.627,94	22.068	488.187	73,77	3,33
Universidad del Norte	2.421,25	17.379,5	77.669	139,32	31,17



Gráfica 12. Comparación del indicador de emisión por área de las organizaciones en el año 2019

Tabla 46. Comparación de indicadores generales año 2020

ORGANIZACIÓN	AÑO 2020				
	Huella de carbono (tCO ₂ e)	Comunidad educativa	Área	Indicador de emisiones por persona (KgCO ₂ e/persona)	Indicador de emisiones por m ² (KgCO ₂ e/m ²)
Universidad del Magdalena	1.066,64	24.318	490.032,66	43,86	2,18
Universidad del Norte	1.544,57	15.551	79.542	99,32	19,42



Gráfica 13. Comparación del indicador de emisión por área de las organizaciones en el año 2020.

Los resultados de estos indicadores muestran que tanto las emisiones por miembro de la comunidad educativa como el indicador de emisiones por área de la Universidad del Magdalena son más bajos que los indicadores de la Universidad del Norte, esto se debe a que la comunidad educativa en la Universidad del Magdalena y su área total construidas son mayores que la Universidad del Norte.

Es de anotar que en el año 2020 la Universidad del Magdalena aumentó los miembros de su comunidad educativa, mientras que en la Universidad del Norte disminuyó, esto está directamente relacionado con la pandemia por Covid-19 y que a diferencia de la Universidad del Magdalena que es una Universidad Pública, la Universidad del Norte es privada es decir representa más costos de inversión en educación, esto es un reflejo de que las condiciones sociales y económicas generadas por la crisis social y humanitaria como consecuencia de la pandemia, afectó a estudiantes universitarios y sus familias, el cierre de los sectores económicos y el aislamiento social generaron pérdidas masivas de empleos y disminución de ingresos laborales lo que pudo haber incidido en la disminución de la comunidad educativa de la Universidad del Norte.

La Universidad del Magdalena además adoptó una serie de medidas económicas con el objetivo que los estudiantes puedan continuar su formación académica, aplicó un alivio económico en el valor neto de la matrícula para el período académico 2020-II, correspondiente al 50% del valor para los estudiantes de pregrado y del 25% para los estudiantes de posgrados.

9.2. Resultados y análisis de calidad del aire

En relación con la calidad del aire en la Universidad del Magdalena con base en los datos brutos suministrados por CORPMAG quién opera la estación meteorológica manual Unimag Koica se elaboraron los promedios ponderados de los contaminantes criterios de forma anual desde el año 2017 al año 2020, en este último solo se cuenta con los datos de los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre debido a las restricciones por la pandemia.

Las mediciones realizadas por las estaciones de monitoreo que integran los Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire -SVCA las cuales son administradas por las autoridades ambientales regionales y de centros urbanos grandes, se enfocan en realizar el monitoreo y seguimiento de los contaminantes criterios, y los niveles máximos permisibles de esos contaminantes criterios se encuentran regulados por la Resolución No. 225 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible(MADS, 2017).

Los contaminantes criterios que se revisaran entre el periodo de 2017 a 2020 en el límite de la Universidad del Magdalena son el PM₁₀, PM_{2.5}, Dióxido de Azufre (SO₂), el Dióxido de Nitrógeno (NO₂), el Ozono troposférico (O₃) y el Monóxido de Carbono (CO).

- ❑ Material Particulado menor a 10 micras (PM₁₀). Son llamadas también partículas gruesas y tienen un tamaño comprendido entre 2.5 y 10 micrómetros. Aproximadamente el ancho de un séptimo de cabello.
- ❑ Material Particulado menor a 2.5 micras (PM_{2.5}). Se conocen como partículas finas de menor de 2.5 micras de diámetro. Suponen un mayor peligro para la salud que el PM₁₀, debido a que al inhalarlas pueden alcanzar zonas periféricas de los bronquiolos.
- ❑ Dióxido de Azufre (SO₂). Gas incoloro que se forma a partir de la combustión de sustancias que contienen azufre, principalmente petróleo y carbón, así como de numerosos procesos industriales.
- ❑ Dióxido de Nitrógeno (NO₂). En un proceso paralelo al SO₂, el nitrógeno en los combustibles se convierte por combustión a altas temperaturas a óxidos de nitrógeno, NO_x, que corresponden a la suma de NO₂ y NO.

- ❑ Ozono troposférico (O₃). Es un gas que no se emite directamente por fuentes primarias. Se produce a partir de reacciones fotoquímicas en presencia de radiación solar y precursores, tales como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles (COV).

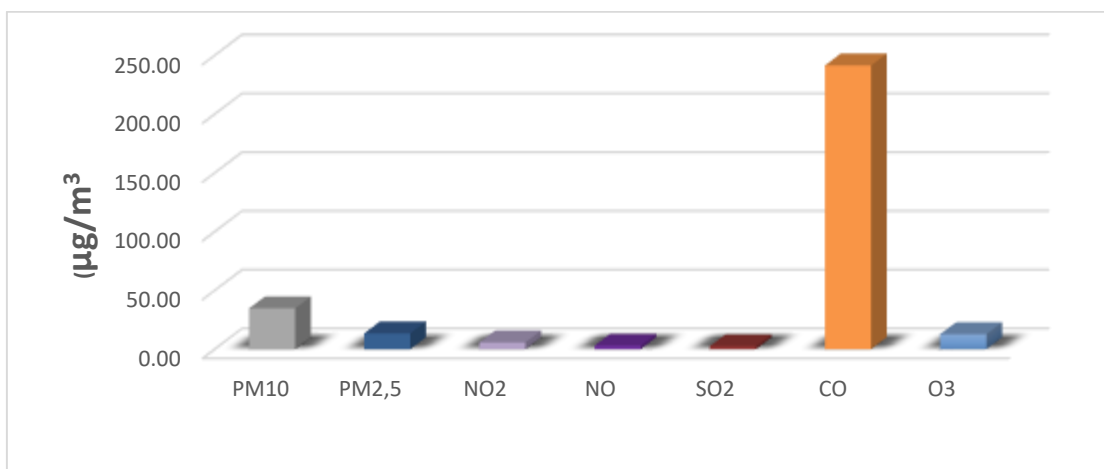
- ❑ Monóxido de Carbono (CO). Se forma a partir de la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono. Este es un caso común donde una proporción del carbón se oxida solamente a Monóxido de Carbono, mientras que la combustión completa conduce a la formación de Dióxido de Carbono.

9.2.1. Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2017

Se promedian los datos obtenidos en cada mes del año 2017 con base en la información cruda de la Estación meteorológica UNIMAG KOICA con código 31832 (Sistema de Información sobre calidad de aire -SISAIRE- CORPAMAG).

Tabla 47. Contaminantes criterios año 2017

CONTAMINANTES CRITERIO AÑO 2017							
MES	PM10 (µg/m ³) Condición Estándar	PM2,5 (µg/m ³) Condición Estándar	NO ₂ (µg/m ³) Condición Estándar	NO (µg/m ³) Condición Estándar	SO ₂ (µg/m ³) Condición Estándar	CO (µg/m ³) Condición Estándar	O ₃ (µg/m ³) Condición Estándar
ENERO	31,27	13,85	0	0	0	0	0
FEBRERO	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	39,94	13,67	0	0	0	0	0
ABRIL	60,52	22,80	0	0	0	0	0
MAYO	43,78	18,53	0	0	0	0	0
JUNIO	46,93	15,97	10,30	2,90	8,18	336,53	17,86
JULIO	27,96	13,98	12,96	5,89	6,07	304,50	13,24
AGOSTO	29,06	13,79	10,51	5,00	9,31	390,41	16,65
SEPTIEMBRE	37,65	13,38	12,31	7,50	0,00	615,71	14,29
OCTUBRE	41,92	14,02	11,14	6,17	2,45	512,22	22,68
NOVIEMBRE	28,86	10,80	8,31	6,14	3,22	403,27	26,94
DICIEMBRE	29,74	11,19	3,79	1,28	0,38	335,40	42,32
TOTAL	34,80	13,50	5,78	2,91	2,47	241,50	12,83



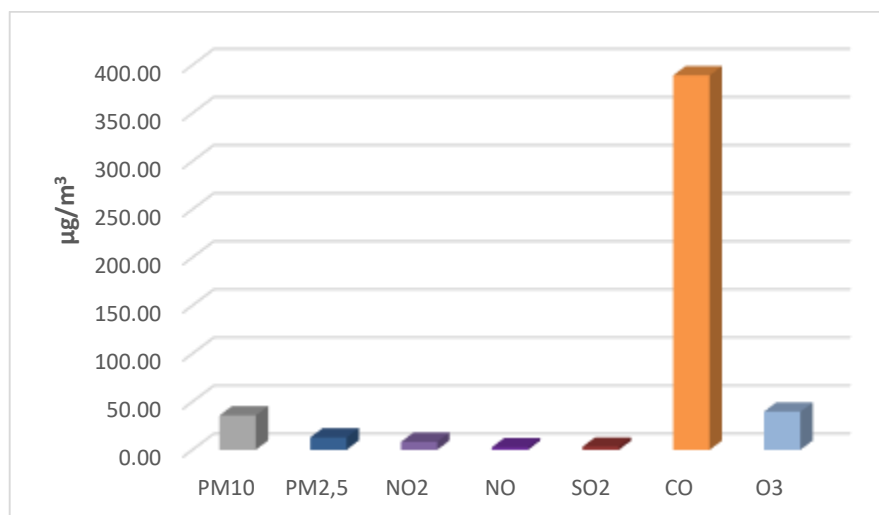
Gráfica 14. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2017

9.2.2. Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2018

Se promedian los datos obtenidos en cada mes del año 2018 con base en la información cruda de la Estación meteorológica UNIMAG KOICA con código 31832.

Tabla 48. Contaminantes criterios año 2018

CONTAMINANTES CRITERIO AÑO 2018							
MES	PM10 (µg/m³) Condición Estándar	PM2,5 (µg/m³) Condición Estándar	NO2 (µg/m³) Condición Estándar	NO (µg/m³) Condición Estándar	SO2 (µg/m³) Condición Estándar	CO (µg/m³) Condición Estándar	O3 (µg/m³) Condición Estándar
ENERO	28,72	12,70	7,61	3,04	0,68	283,76	43,65
FEBRERO	29,77	8,21	2,63	0,32	1,91	213,77	49,73
MARZO	44,12	15,45	5,03	0,87	3,63	366,83	50,31
ABRIL	34,45	12,77	6,49	1,41	2,66	395,12	45,13
MAYO	38,38	14,75	12,74	3,76	2,37	459,12	33,78
JUNIO	52,40	20,24	8,34	1,96	4,23	447,99	40,57
JULIO	44,79	17,02	7,62	1,99	5,40	386,16	38,13
AGOSTO	40,36	15,06	10,19	3,18	2,16	482,91	34,18
SEPTIEMBRE	34,42	11,57	12,43	4,00	3,65	468,73	32,89
OCTUBRE	22,75	8,28	13,63	6,79	4,76		26,50
NOVIEMBRE	27,13	9,03	9,12	3,47	5,09		34,33
DICIEMBRE	32,71	10,76	5,53	0,65	3,37		47,79
TOTAL	35,83	12,99	8,45	2,62	3,33	389,38	39,75



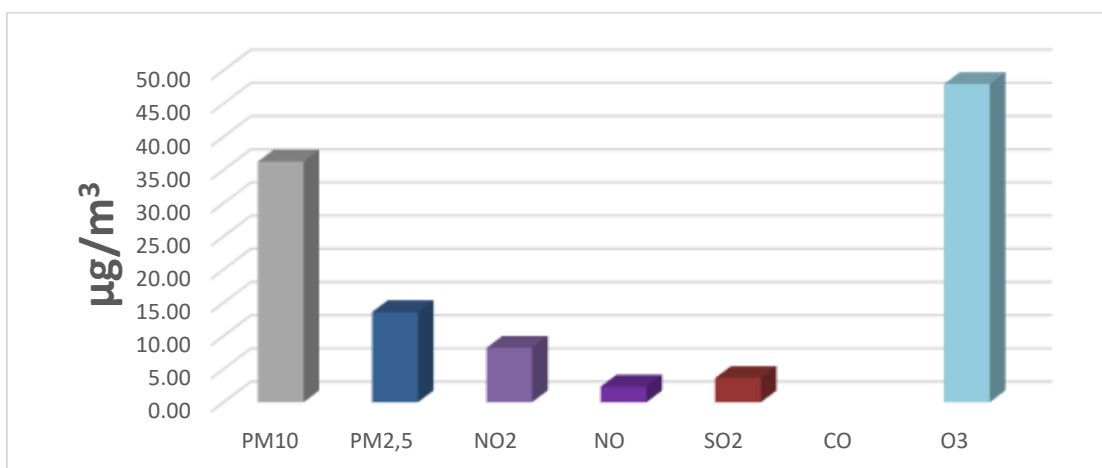
Gráfica 15. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2018

9.2.3. Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2019

Se promedian los datos obtenidos en cada mes del año 2019 con base en la información cruda de la Estación meteorológica UNIMAG KOICA con código 31832

Tabla 49. Contaminantes criterios año 2019

CONTAMINANTES CRITERIO AÑO 2019							
MES	PM10 (µg/m³) Condición Estándar	PM2,5 (µg/m³) Condición Estándar	NO2 (µg/m³) Condición Estándar	NO (µg/m³) Condición Estándar	SO2 (µg/m³) Condición Estándar	CO (µg/m³) Condición Estándar	O3 (µg/m³) Condición Estándar
ENERO	32,61	11,24	7,09	0,74	3,74		46,27
FEBRERO	43,10	14,07	8,13	1,10	5,57		47,85
MARZO	47,39	17,42	7,86	0,94	2,45		51,33
ABRIL	44,46	16,11	8,48	0,81	4,77		63,19
MAYO	41,89	16,49	9,20	2,05	3,33		58,59
JUNIO	39,89	16,17	7,64	1,56	3,90		
JULIO	41,22	15,99	4,78	0,65	4,85		35,04
AGOSTO	37,32	15,47			3,73		33,22
SEPTIEMBRE	26,85	10,53	9,68	6,69	2,93		
OCTUBRE	25,59	9,93	12,62	7,14	2,58		
NOVIEMBRE	27,97	9,29	9,38	2,79	3,06		
DICIEMBRE	26,96	10,22	5,41	1,61	2,87		
TOTAL	36,27	13,58	8,21	2,37	3,65		47,93



Gráfica 16. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2018

9.2.4. Información Contaminantes criterios estación UNIMAG Koica año 2020

Se promedian los datos obtenidos en cada mes del año 2020 con base en la información cruda de la Estación meteorológica UNIMAG KOICA con código 31832

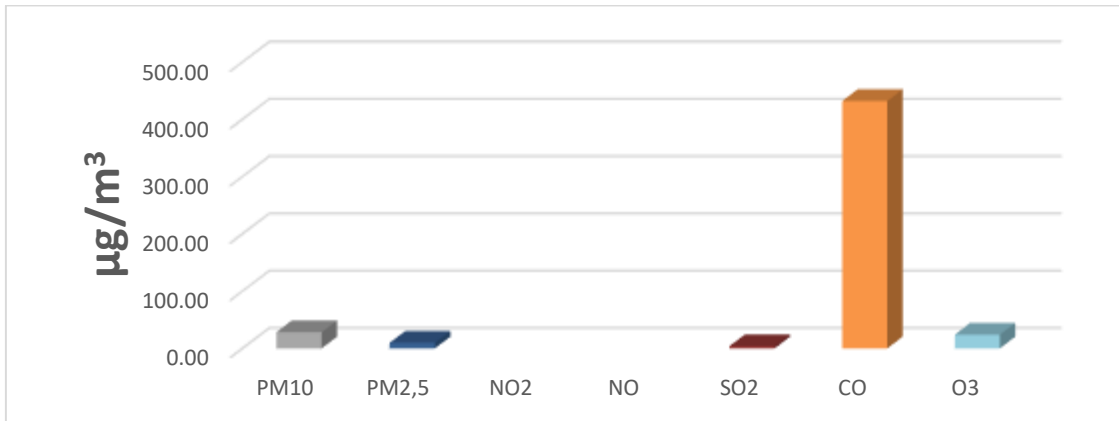
Tabla 50. Contaminantes criterios año 2020

CONTAMINANTES CRITERIO AÑO 2020							
MES	PM10 (µg/m³) Condición Estándar	PM2,5 (µg/m³) Condición Estándar	NO2 (µg/m³) Condición Estándar	NO (µg/m³) Condición Estándar	SO2 (µg/m³) Condición Estándar	CO (µg/m³) Condición Estándar	O3 (µg/m³) Condición Estándar
ENERO	34,59	9,97			3,00		
FEBRERO	50,15	17,19			3,91		
MARZO							
ABRIL							
MAYO							
JUNIO							
JULIO							
AGOSTO							
SEPTIEMBRE							
OCTUBRE							
NOVIEMBRE	9,95	5,00			4,06	541,14	22,59

DICIEMBRE	18,51	7,01			3,91	322,71	25,31
TOTAL	28,30	9,79			3,72	431,92	23,95

Cumplimiento de lo establecido en los Decretos Presidenciales 457, 531, 536, 593, 636, 689, 749, 847, 878, 990, 1076 y 1168 de 2020, que ordenaron el aislamiento preventivo obligatorio o cuarentena nacional como consecuencia de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Coronavirus COVID-19, y demás medidas adoptadas por la CORPAMAG con el fin de prevenir y evitar su propagación, la operación del Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire – SVCA fue suspendida.

Motivo por el cual la información relacionada con los registros de la calidad del aire de los meses de marzo a octubre de 2020 de la estación Unimag Koica 31832 ubicada dentro del Campus de la Universidad del Magdalena no se encuentra disponible



Gráfica 17. Representación gráfica de los contaminantes criterios año 2020

9.2.5. Indicadores de Concentraciones Contaminantes

La contaminación del aire sigue representando una gran amenaza para la salud a nivel mundial.

La normatividad vigente para la medición de emisiones atmosféricas para Colombia se encuentra establecidas en la Resolución No. 2254 de noviembre 1 de 2017.

En esta resolución se establecen los niveles máximos permisibles para los contaminantes criterio y definen la concentración y tiempo de exposición de los contaminantes para los niveles de prevención, alerta y emergencia que deben ser declarados por la autoridad ambiental con el objeto de proteger la salud humana y el medio ambiente, así como

mantener el control sobre las emisiones y establecer medidas de mitigación, control y/o compensación en aras de reducir la carga y descarga contaminante. En la tabla 47 se muestran los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire.

9.2.5.1. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

Tabla 51. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

CONTAMINANTE	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PM ₁₀	50	Anual
	75	24 horas
PM _{2.5}	25	Anual
	37	24 horas
SO ₂	50	24 horas
	100	1 hora
NO ₂	60	Anual
	200	1 hora
O ₃	100	8 horas
CO	5000	8 horas
	35.000	1 hora

Fuente: Resolución No. 2254 de 2017(MADS, 2017)

9.2.5.2. Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire para el año 2030

En la Resolución No. 2254 de 2017 también se establecen los niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire para el año 2030, como se aprecia en la tabla 48.

Tabla 52. Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire para el año 2030

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PM ₁₀	30	Anual
PM _{2.5}	15	Anual
SO ₂	20	24 horas
NO ₂	40	Anual

Fuente: Resolución No. 2254 de 2017(MADS, 2017)

9.2.5.3. Niveles máximos permisibles de contaminantes tóxicos en el aire

Se establecen además los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes tóxicos del aire, con base a sus efectos adversos al ambiente y a la salud humana, ver los valores establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la tabla 49.

Tabla 53. Niveles máximos permisibles de contaminantes tóxicos en el aire

Contaminante Tóxico	Nivel Máximo permisible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tiempo de exposición
Benceno	5	Anual
Plomo y sus compuestos	0,5	Anual
Cadmio	0,005	Anual
Mercurio Inorgánico (vapores)	1	Anual
Tolueno	260	1 semana
	1000	30 minutos
Niquel y sus compuestos	0,180	Anual
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos expresados como Benzo (a) pireno	0,001	Anual

Fuente: Resolución No. 2254 de 2017(MADS, 2017)

9.2.5.4. Rangos de concentración para la declaratoria de os niveles de prevención, alerta o emergencia

A continuación, se presentan en la tabla 50 las concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para los niveles de Prevención, Alerta o Emergencia.

Tabla 54. Concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) para los niveles de Prevención, Alerta o Emergencia

CONTAMINANTE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	PREVENCIÓN	ALERTA	EMERGENCIA
PM ₁₀	24 horas	155-254	255-354	≥ 355
PM _{2.5}	24 horas	38-55	56-150	≥ 151
O ₃	8 horas	139-167	168-207	≥ 208
SO ₂	1 hora	198-486	487-797	≥ 798
NO ₂	1 hora	190-677	687-1221	≥ 1222
CO	8 horas	10820-14254	14255-17688	≥ 17689

Fuente: Resolución No. 2254 de 2017

9.2.5.5. Índice de Calidad del Aire -ICA-

Es un valor adimensional para reportar el estado de la calidad del aire en función de un código de colores al que están asociados unos efectos sobre la salud.

En cuanto al ICA o Índice de Calidad del Aire Conforme a lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, el Índice de calidad del aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación del aire de las estaciones de monitoreo que conforman un SVCA en un periodo de tiempo determinado, que corresponde al período de exposición previsto en la norma para cada uno de los contaminantes muestreados. El ICA se ha de interpretar como un indicador de la calidad del aire diario.

En la tabla 51 se presentan los índices para monitoreo de la calidad del aire

Tabla 55. Índices para monitoreo de la calidad del aire (CORPAMAG)

ICA	Puntos de corte cálculo de ICA para PM ₁₀	CLASIFICACIÓN	Efectos a la salud de acuerdo con el rango del ICA
0-50	0 a 54	Buena	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud
51-100	55 a 154	Aceptable	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblacionales sensibles.
101-150	155 a 254	Dañina a la salud para grupos sensibles	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar efectos sobre la salud. 1.- Material Particulado: Las personas con enfermedad cardíaca o pulmonar, los adultos mayores y los niños se consideran sensibles y por lo tanto en mayor riesgo.
151-200	255 a 354	Dañina para la salud	Todos los individuos pueden comenzar a experimentar efectos sobre la salud. Los grupos sensibles pueden experimentar efectos más graves para la salud.
201-300	355 a 424	Muy dañina para la salud	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos más graves para la salud.
301-500	425 a 604	Peligroso	Advertencia sanitaria. Toda la población puede presentar efectos adversos graves en la salud humana y están propensos a verse afectados por graves efectos sobre la salud.

Fuente: Resolución No. 2254 de 2017 e informe de monitoreo Corpamag

9.2.5.6. Puntos de corte ICA

Los puntos de corte ICA de detalle en la tabla No. 6 de la Resolución No. 254 de 2017.

9.2.6. Comparación de resultados con la normatividad aplicable

En este caso en específico la normatividad aplicable con la cual se compararon los resultados obtenidos de los contaminantes criterio de la estación Koica Unimagdalena desde el año 2017 al año 2020 corresponde a la Resolución 2254 de 2017 por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones.

Se compararán los resultados obtenidos con los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire y con los niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire para el año 2030.

Las tablas se pueden apreciar en el numeral 8.2.1

Tabla 56. Valores de contaminantes criterios año 2017 y verificación de cumplimiento con la norma

CONTAMINANTE	AÑO 2017	Nivel máximo Permisible	Cumple/ No Cumple	Nivel máximo Permisible 2030	Cumple/ No Cumple
		µg/m3		µg/m3	
PM ₁₀	34,8	50	Cumple	30	No Cumple
PM _{2.5}	13,5	25	Cumple	15	Cumple
SO ₂	2,47	50	Cumple	20	Cumple
NO ₂	5,78	60	Cumple	40	Cumple
O ₃	12,83	100	Cumple	100	Cumple
CO	241,50	5000	Cumple	5000	Cumple

Tabla 57. Valores de contaminantes criterios año 2018 y verificación de cumplimiento con la norma

CONTAMINANTE	AÑO 2018	Nivel máximo Permisible	Cumple/ No Cumple	Nivel máximo Permisible 2030	Cumple/ No Cumple
		µg/m3		µg/m3	
PM ₁₀	35,83	50	Cumple	30	No Cumple
PM _{2.5}	12,99	25	Cumple	15	Cumple
SO ₂	3,33	50	Cumple	20	Cumple
NO ₂	8,45	60	Cumple	40	Cumple
O ₃	39,75	100	Cumple	100	Cumple
CO	389,38	5000	Cumple	5000	Cumple

Tabla 58. Valores de contaminantes criterios año 2019 y verificación de cumplimiento con la norma

CONTAMINANTE	AÑO 2019	Nivel máximo Permisible	Cumple/ No Cumple	Nivel máximo Permisible 2030	Cumple/ No Cumple
		µg/m3		µg/m3	
PM ₁₀	36,27	50	Cumple	30	No Cumple
PM _{2.5}	13,58	25	Cumple	15	Cumple
SO ₂	3,65	50	Cumple	20	Cumple
NO ₂	8,21	60	Cumple	40	Cumple
O ₃	47,93	100	Cumple	100	Cumple
CO	389,38	5000	Cumple	5000	Cumple

Tabla 59. Valores de contaminantes criterios año 2020 y verificación de cumplimiento con la norma

CONTAMINANTE	AÑO 2020	Nivel máximo Permisible	Cumple/ No Cumple	Nivel máximo Permisible 2030	Cumple/ No Cumple
		µg/m3		µg/m3	
PM ₁₀	28,30	50	Cumple	30	Cumple
PM _{2.5}	9,79	25	Cumple	15	Cumple
SO ₂	3,72	50	Cumple	20	Cumple
NO ₂	0,00	60	Cumple	40	Cumple
O ₃	23,95	100	Cumple	100	Cumple
CO	431,92	5000	Cumple	5000	Cumple

El contaminante criterio PM₁₀ no está cumpliendo con el límite máximo permisible para el 2030, de igual forma PM_{2.5} siempre está en límite inferior, los demás contaminantes cumplieron en su totalidad con los niveles establecidos.

2020 fue el único año donde PM₁₀ cumplió con los niveles máximos permisibles a 2030, estoy por el aislamiento social debido a la pandemia.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones y recomendaciones Huella de Carbono

Del cálculo de La huella de carbono de la Universidad del Magdalena para el año 2019 y 2020 se concluye:

- La huella de carbono de la Universidad del Magdalena para el año 2019 con 1.627,94 tCO₂e de las cuales el 29,81% corresponde a emisiones directas de fuentes controladas por la organización como lo son las plantas eléctricas, mientras que un 70.19% (1.142,7 tCO₂e) corresponde a las emisiones indirectas y otras emisiones.
- La huella de carbono de la Universidad del Magdalena para el año 2020 con 1.066,64 tCO₂e de las cuales el 41% corresponde a emisiones directas de fuentes controladas por la organización, mientras que un 59% (626,84 tCO₂e) corresponde a las emisiones indirectas y otras emisiones.
- Las fugas de gases refrigerantes aportaron al inventario 253,27 tCO₂e del año 2019, que corresponde al 52,19% de las emisiones de la categoría 1 y un 15,56% del total de emisiones del año; en cuanto a la huella de carbono del 2020 las fugas de gases refrigerantes aportaron al inventario 289,79 tCO₂e que equivale al 65,88% de las emisiones dentro de la categoría 1 y un 27,16% del valor total de las emisiones para el 2020.
- Dentro del cálculo de la huella de carbono tanto para el año 2019 como para el año 2020 no se incluyó el transporte terrestre tercerizado por ausencia de registros y datos al respecto, al igual que el consumo de papel y tintas de impresión también para ambos años.
- De las fuentes bibliográficas consultadas se hizo evidente la falta de información publicada de Universidades Latinoamericanas respecto al cálculo de la huella de carbono antes y durante la pandemia, notándose además la falta de continuidad en los registros.

- El cálculo de la huella de carbono de la Universidad del año tras año, permitan realizar comparativos que permitan identificar las oportunidades de mejora y/o las acciones positivas que pueden seguirse replicando en los Campus de la Universidades no solo en Colombia sino también a nivel de Latinoamérica y un referente para análisis comparativos con Universidades de otros países a nivel mundial.
- El año 2020 quedará para la historia como un año atípico debido a la aparición del coronavirus, que llevó a la humanidad a cambiar sus costumbres y la forma de hacer las cosas, debido a las medidas de aislamiento y protocolos de bioseguridad para evitar el aumento de contagios y muertes a causa de este virus, medidas como el uso obligatorio de tapabocas, el distanciamiento social, el uso a mayor escala del internet y demás herramientas virtuales llevó a la humanidad a guardarse en sus hogares y desde allí a través de la virtualidad darle continuidad de forma distinta a las actividades de laborales, sociales y educativas

Dentro de la política de sostenibilidad ambiental de la Universidad del Magdalena, uno de los indicadores es la Huella de carbono, con base en los datos obtenidos de la huella de carbono para los años 2019 y 2020 a continuación se plantean varias estrategias o acciones para su implementación en aras a de controlar y reducir las emisiones GEI.

Cada una de las actividades generadoras de emisiones son las que impactan negativamente el ambiente de un Campus Universitario, siendo las tCO₂e es emitidas por el consumo de energía eléctrica, los viajes corporativos, por fugas de gases refrigerantes, las emisiones por fuente móviles y los residuos las que aportan más tCO₂e.

- Es importante destacar actividades que pueden contrarrestar las emisiones, como es el caso del aprovechamiento de los residuos, el uso energía alternativa como los paneles solares y demás acciones que puedan permitir la reducción, mitigación o compensación de estos impactos. Hay acciones en materia de residuos sólidos que se vienen desarrollando de forma exitosa dentro del Campus de la Universidad, lo cual debe replicarse para la sede de Taganga que no lleva registro de residuos RESPEL ni de residuos aprovechables.

- La Universidad en lo posible debería invertir en sistemas alternativos de energía que sean amigables con el medio ambiente, así disminuirían las emisiones generadas por consumo energético, podría ampliar la planta para la generación de energía fotovoltaica, con el fin de producir energía limpia, disminuyendo con esto las emisiones de CO₂ lo que se traduciría no solo en un beneficio ambiental sino también económico permitiendo menores gastos por consumo eléctrico.

- Un ejercicio interesante sería poder medir el consumo de energía eléctrica por bloque o edificio construido para determinar el aporte que cada edificio hace en las emisiones, e implementar un programa de eficiencia energética.

- El parque automotor de la Universidad del Magdalena es otra de las fuentes de emisiones de CO₂, se recomienda ir reemplazándola en el mediano plazo por vehículos eléctricos, una de las limitantes de este tipo de vehículos es la falta de puntos de recarga, pero poco ya están haciendo presencia en el país y la masificación de las mismas es una gran oportunidad para adquirir vehículos con tecnología limpia.

- Los extintores de contenido HFC-123 que puedan reemplazarse por extintores con contenido de CO₂ es otra acción que debe realizarse teniendo en cuenta que el potencial de calentamiento global del CO₂ es de 1 frente al potencial de calentamiento global del HFC-123 que asciende a 79.

- Es importante que se reemplace el HFC-134a con refrigerantes de hidrocarburos menos contaminantes como es el caso del R-600^a o isobutano, que tiene un potencial de calentamiento global (GWP) muy bajo de 3 en comparación con el R-134a.

- Las fugas por gases refrigerantes constituyen en la segunda fuente de emisión más alta en los inventarios de emisiones, por lo tanto, se recomienda realizar mantenimientos periódicos en los aires acondicionados, con el fin de prevenir posibles fugas. Debe considerarse al momento de reemplazar o comprar equipos de aire acondicionado que estos sean ahorradores de energía y que funcionen con el gas refrigerante R-134^a cuyo potencial de calentamiento global es muy bajo comparándolo con el refrigerante R-22.

- Los bosques pueden ser fuentes, así como sumideros de gases de efecto invernadero la Universidad de la Magdalena en el campus cuenta con 2,8 Ha de bosque seco tropical que constituye un potencial sumidero de CO₂ que ayudaría a compensar las emisiones generadas, es importante poder determinar la cantidad y potencial de este Bosque Seco Tropical para la captura de Carbono e incluir estas fuentes de remoción en los inventarios de emisiones del cálculo de huella de carbono.
- Se recomienda realizar encuestas mensuales de movilidad para calcular también este tipo de emisiones generadas por la comunidad educativa en general una vez todo vuelva a la normalidad con las clases presenciales.
- La Universidad debe continuar y aumentar el número de campañas ambientales donde se involucre a toda la comunidad educativa, lo que ayudará a crear y afianzar una conciencia ambiental cada vez con comprometida en el uso racional de los recursos (agua, electricidad e insumos de oficina como papel e impresiones), así como en el manejo y clasificación de los residuos y en lo posible el uso de medios de transportes como el uso de la bicicleta para sus desplazamientos. Se pueden usar capsulas ambientales con tips y/o recomendaciones ambientales a través de las redes sociales, correos electrónicos y demás medios de difusión masiva con los que cuente la Universidad del Magdalena.
- Se debe realizar el registro del transporte tercerizado asociados con viajes terrestres donde se detalle en un formato la información que se debe reportar para poder cuantificar este tipo de emisiones indirectas, de igual forma realizar encuestas entre la comunidad universitaria relacionada con el medio de transporte que usa para su desplazamiento hasta las instalaciones de la Universidad, la distancia aproximada recorrida y números de trayectos por día.
- Continuar desarrollando los Días S Unimagdalena (días sin moto y sin carro) e incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, así como la implementación de campañas de formación y educación ambiental entre los miembros de la comunidad educativa, y las campañas para disminuir el consumo de energía eléctrica, consumo de papel e impresiones.
- Disminuir los vuelos corporativos y/o transportes terrestre por desplazamiento a reuniones que puedan realizarse de forma virtual, este es uno de los aspectos

positivos para resaltar de la pandemia, las habilidades adquiridas en el uso de las herramientas que la virtualidad ofreció y que fueron de gran importancia para el desarrollo de las actividades laborales, educativas entre muchas otras, y cuyo uso representó un 88% menos de emisiones por vuelos corporativos en la huella de carbono del 2020.

- Es necesario contar con un sistema de registro mensual para alimentar una base de datos que permita calcular mes a mes la huella de carbono, lo que permitirá identificar casi que a tiempo real las fuentes de mayor emisión y poder implementar las acciones para lograr la mejora continua de la gestión ambiental y su política de sostenibilidad en la Universidad del Magdalena.
- Es muy importante que la Universidad pueda realizar el cálculo de la Huella de carbono cada año con el fin de analizar si las acciones recomendadas están siendo implementadas y si estas implementaciones resultan efectivas en la reducción de las emisiones de Gases Efecto Invernadero de las actividades identificadas.

10.2 Conclusiones y recomendaciones Calidad del Aire

Es claro que uno de los factores que contaminan el ambiente y afecta la salud humana es la contaminación presente en el aire, de hecho el Ministerio de Salud de Colombia ha comunicado con base en investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Salud INS que varias enfermedades de alta ocurrencia en el país entre ellas la enfermedad isquémica del corazón, el accidente cerebro-vascular, la enfermedad pulmonar obstructiva (EPOC), las infecciones respiratorias agudas, las cataratas, las infecciones respiratorias agudas y el cáncer de pulmón, están asociadas a la mala calidad del aire (Minsalud, 2019).

Si bien todos los contaminantes criterios del 2017 al 2020 se encuentra dentro de los límites de la resolución en cuanto a los niveles máximos permisibles en el aire, es importante mencionar que los contaminantes criterios comparados con los niveles máximos permisibles para el año 2030 en especial el PM_{10} no cumple ya que sus valores superan los límites máximo permisibles para todos los años a excepción del año 2020.

Los valores de PM_{25} cumplen con ambos niveles, pero a pesar de faltar 9 años aun para el 2030 se observan valores bastante altos que dan casi al límite de lo que establece la norma.

Es muy importante implementar acciones desde ya que permitan un menor aporte de contaminantes criterio a la atmosfera, y vincular a toda la comunidad educativa a tomar conciencia sobre la importancia de la calidad del aire y nuestra salud, es por ello que se debe continuar implementando el Día S (día sin carro y sin moto), promover el uso de energías alternativas, realizar un mayor control en el cumplimiento de las Medidas de manejo ambiental durante el desarrollo de obras civiles dentro del campus.

|

11. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Aponte Quiñones, H. A. (2017). *Propuesta de estrategias de mitigación a partir del cálculo de la huella de carbono de los Campus Norte y Sur de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U. D. C. A en los años 2014* [UDCA, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/714>
- Bautista Roa, J. C., Sanchez Villamizar, D. C., & Vega Vallejo, R. E. (2015). *Guía para el cálculo de huella de carbono y sus implicaciones en la industria Colombina* [Universidad Sergio Arboleda]. [https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1285/Guía para el calculo de huella de carbono.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1285/Guía%20para%20el%20calculo%20de%20huella%20de%20carbono.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- BBC News Mundo. (2019). *Cambio climático: ¿cuál es el medio de transporte que más contamina?* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49461967>
- Castellanos-Barliza, J., León-Peláez, J. D., Armenta-Martínez, R., Barranco-Pérez, W., & Caicedo-Ruíz, W. (2018). Contribuciones de materia orgánica y nutrientes a través de la hojarasca en un fragmento de bosque seco tropical urbano. *Revista Biología Tropical*.
- CCACUALITION, C. por el clima y el aire limpio. (2017). *Potencial de Calentamiento Global*. https://www.ccacoalition.org/hfcville/es/global-warming-potentials_es
- CO2CERO. (2018). *Informe inventario de emisiones GEI*.
- Colombia, M. de A. de. (n.d.). *Colombia presenta su compromiso de reducir en un 20% las emisiones de Gases Efecto Invernadero*. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2158-colombia-presenta-su-compromiso-de-reducir-en-un-20-las-emisiones-de-gases-efecto-invernadero>
- CORPAMAG; SISAIRES, S. de información sobre la calidad del aire. (2019). *Matriz de datos crudos calidad del aire año 2019 Estación Unimag Koica 31832*. <http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/>
- Corpamag. (2012). *Naturaleza jurídica*. [https://corpamag.gov.co/index.php/es/homepage/80-contenido-espanol/quienes-somos?start=5#:~:text=La Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG -%2C es un,el desarrollo sostenible del Magdalena.](https://corpamag.gov.co/index.php/es/homepage/80-contenido-espanol/quienes-somos?start=5#:~:text=La%20Corporaci%C3%B3n%20Aut%C3%B3noma%20Regional%20del%20Magdalena%20-%20CORPAMAG%20es%20un%20el%20desarrollo%20sostenible%20del%20Magdalena.)
- EPA, A. de P. A. de los E. U. (2006). *Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero - Cálculos y referencias*. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos-y>
- Google Earth, G. (2021). *Campus Universidad del Magdalena*. <https://earth.google.com/web/search/universidad+del+magdalena/@11.225837,-74.186862,20.45095643a,1033.95100399d,35y,0h,45t,0r/data=CoQBGloSVAoIMHg4ZWY0ZjVhNWlyNGZiMDdmOjB4YjJjYjM1YmNjM2U0ODFhZBkZdELooHMmQCFetwim9YtSwCoZdW5pdmVyc2lkYWQgZGVsIG1hZ2RhbGVuYRgC>

- Icontec. (2020). *NTC-ISO 14064-1 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 efecto invernadero* (ICONTEC (ed.)).
- IDEAM. (2010a). *Método de referencia para la determinación de plomo (Pb) en el material particulado suspendido recolectado del aire ambiente*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/5.+DETERMINACIÓN+DE+Pb+V05+VB.pdf/895637c1-20be-4f2f-80b8-068779b0bfc2>
- IDEAM. (2010b). *Método de referencia para la determinación del dióxido de azufre (SO₂) en la atmósfera (método pararrosanilina)*.
http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/3.+DIOXIDO_DE_AZUFRE_V04_VB.pdf/66cf1c9b-e25f-43b8-a634-156fd41cef0f
- IDEAM. (2010c). *Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición de monóxido de carbono (CO) en la atmósfera (fotometría infrarroja no dispersiva)*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/4.+CO+V03+VB.pdf/acfa0327-e95b-4e8d-a177-8e71e39a9448>
- IDEAM. (2010d). *Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición de ozono (O₃) en la atmósfera*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/1.+OZONO+V05+VB.pdf/9b8d8d10-54e8-4760-a998-e5ef9ea8a8f0>
- IDEAM. (2010e). *Principio de medición y procedimiento de calibración para la medición del dióxido de nitrógeno (NO₂) en la atmósfera (quimioluminiscencia en fase gaseosa)*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527464/2.+DIÓXIDO+DE+NITRÓGENO+V03+VB.pdf/a6f17de9-8ee9-4432-8744-5446383c3f2b>
- IDEAM. (2011a). *MÉTODO 1-Determinación del punto y velocidad de muestreo para fuentes estacionarias*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+1.pdf/8ea7e788-ccdc-4d6d-9bb2-bb27cacab277>
- IDEAM. (2011b). *Método 12-Determinación de las emisiones de plomo inorgánico en fuentes estacionarias*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+12.pdf/6ce28151-d4ee-44b7-a800-71a04d1e18dd>
- IDEAM. (2011c). *Método 1A-Determinación del punto y velocidad de muestreo para fuentes fijas con ductos o chimeneas pequeñas*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+1A.pdf/892f3392-ef95-43e4-9dab-4e6e74a854b2>
- IDEAM. (2011d). *Método 2- Determinación de la velocidad y tasa de flujo volumétrica de gases en chimenea (Tubo Pitot tipo S)*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+2.pdf/8e6e1d63-9566-4464-a66a-f04cf7ef96e8>
- IDEAM. (2011e). *Método 3-Análisis de gases para la determinación del peso molecular base seca*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+3.pdf/0ca7cf37-a378-4e81-823d-16ccd5b3bd99>

- IDEAM. (2011f). *Método 3B Análisis de gases para la determinación del factor de corrección de tasa de emisión o exceso de aire.*
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+3B.pdf/1b960928-ee4e-4a01-ab5a-1f1ba98433ed>
- IDEAM. (2011g). *Método 4- Determinación del contenido de humedad en gases de chimenea.*
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+4.pdf/90d682cf-b2b6-4d60-80ac-6d9f7ce620e1>
- IDEAM. (2011h). *Método 5-Determinación de las emisiones de material particulado en fuentes estacionarias.*
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+5.pdf/aec60be6-b162-4e46-9497-0bf8af60a053>
- IDEAM. (2011i). *Método 6-Determinación de las emisiones de dióxido de azufre en fuentes estacionarias.*
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+6.pdf/afa72df7-933b-4311-b6e2-37b48ccf023e>
- IDEAM. (2011j). *Método 7-Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias.*
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Método+7.pdf/693082b8-2f6c-4e59-b120-a1084835ba23>
- IDEAM. (2011k). *Número de pruebas o corridas para la ejecución de los métodos para la evaluación de emisiones de contaminantes en fuentes fijas.*
http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Numero_de_pruebas_o_corridas.pdf/d9173c2a-9446-49f0-9df9-e5dfb951d915
- IDEAM. (2014a). *Calidad del aire.* <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire#:~:text=En Colombia%2C el monitoreo y,por la contaminación del aire.>
- IDEAM. (2014b). *Emisiones por fuentes móviles.*
<http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/emisiones-por-fuentes-moviles#:~:text=Las emisiones por fuentes móviles,de azufre y compuestos orgánicos>
- IDEAM. (2014c). *Subsistema de información sobre calidad del aire SISAIRE.*
<http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/sisaire>
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero : agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.*
http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=4613&shelfbrowse_itemnumber=4656#shelfbrowser
- MADS, M. de A. y D. S. (n.d.). *Colombia se suma a los esfuerzos mundiales para la adopción del libro de reglas del Acuerdo de París en la COP24.*
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/colombia-se-suma-a-los-esfuerzos-mundiales-para-la-adopcion-del-libro-de-reglas-del-acuerdo-de-paris-en-la-cop24>
- MADS, M. de A. y D. S. (2010a). *Resolución 2154 de 2010 Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.*

<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Resolución+2154+de+2010+-+Ajuste+Protocolo+Calidad+del+Aire.pdf/f6fefeae-d8fa-43d9-993c-9c057e2efe84>

MADS, M. de A. y D. S. (2010b). *Resolución 650 de 2010 Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/Resolucion+650+de+2010+-+Adopción+protocolo+calidad+del+aire.pdf/c8226844-b304-4d0a-89c3-1cf31bece2db>

MADS, M. de A. y D. S. (2013). *Resolución 1111 de 2013 Por la cual se modifica la resolución 910 de 2008*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527825/Resolución+1111+de+2013+Modifica+parcialmente+Resolución+910+de+2008.pdf/17e33a3b-fbdb-4e99-a7aa-6c6930dd139f>

MADS, M. de A. y D. S. (2017). *Resolución 2254 de 2017 Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527391/2.+Resolución+2254+de+2017+-+Niveles+Calidad+del+Aire..pdf/c22a285e-058e-42b6-aa88-2745fafad39f>

Manso Piñeros, D., Moreno Parrado, C. A., & Aristizabal, A. J. (2017). Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Utadeo). *Mutis- Revista de Arte y Ciencia de La Universidad Jorge Tadeo Lozano*, 7(2), 44–58. <https://doi.org/10.21789/22561498.1252>

Manso Piñeros, D., Parrado Moreno, C. A., & Aristizabal, A. J. (2017). Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Utadeo). *Mutis- Revista de Arte y Ciencia de La Universidad Jorge Tadeo Lozano*, 7(2), 44–58. <https://doi.org/10.21789/22561498.1252>

MAVDT. (2008a). *Resolución 909 de 2008 Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527650/Resolucion+909+de+2008.pdf/a3bcd0d-f1ee-4871-91b9-18eac559dbd9>

MAVDT. (2008b). *Resolución 910 de 2008. Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527825/Resolución+910+de+2008.pdf/cfa30330-66e9-41c2-b5b6-af2559c508eb>

MAVDT. (2010). *Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas. Versión 2*.
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Protocolo+fuentes+fijas.pdf/65780586-e70d-434a-9da7-264d3649b2ba>

Minsalud, M. de S. C. (2019). *Carga ambiental en Colombia boletn de presensa INS*. [https://www.ins.gov.co/Comunicaciones/Comunicados de prensa/Carga Ambiental en Colombia Prensa INS- 21 de enero de 2019.pdf](https://www.ins.gov.co/Comunicaciones/Comunicados+de+prensa/Carga+Ambiental+en+Colombia+Prensa+INS+-+21+de+enero+de+2019.pdf)

Mongabay. (2018). *Hidroelectricas en Colombia: entre el impacto ambiental y el desarrollo*. <https://es.mongabay.com/2018/06/hidroelectricas-colombia-hidroituango/>

OECC, Oficina Española de Cambio Climatico; MITECO, M. para la transición E. de E.

- (2017). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
- SGS; AENOR; IHOBE. (2006). *Guía metodológica para la aplicación de la Norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de gases efecto invernadero en organizaciones*. https://issuu.com/ingurumena/docs/pub-2012-019-f-c-001_guia_une-iso_c
- Unimagdalena. (2019a). *Acuerdo superior No. 02 de 2019 por la cual se adopta la política de sostenibilidad de la Universidad del Magdalena*. https://www.unimagdalena.edu.co/Content/ArchivosPublicaciones/Publicacion_59349/documento_2_20190904094548.275.pdf
- Unimagdalena, O. asesora de planeación. (2019b). *Informe de resultados Greenmetric 2019*.
- Uninorte, U. del N. (2016). *Uninorte: Una de las primeras Instituciones Educativas en Colombia en medir su Huella de Carbono*. <https://www.uninorte.edu.co/web/gestion-administrativa-y-financiera/detalle-de-noticias?articleId=12246732&groupId=4180752>
- Uninorte, U. del N. (2021). *Gráficos de análisis de la huella de carbono*. Dirección de Sostenibilidad Ambiental. <https://www.uninorte.edu.co/web/sga/huella-de-carbono>
- Universidad libre, seccional B. (2020). *Covid-19 y la contaminación atmosférica*. <http://www.unilibre.edu.co/bogota/ul/noticias/noticias-universitarias/noticias-ingenieria/noticias-home-ingenieria/5041-covid-19-y-contaminacion-atmosferica#:~:text=Los estudios más recientes%2C basados,muertes por COVID-19 en>
- UPME, U. de P. M. E. (2017). *Factores de emisión del sistema interconectado nacional de Colombia SIN*. https://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos_normativos/Doc_calculo_del_FE_del_SIN_2016.docx
- Vera, P. (2016). *Plan de Gobierno 2016-2020*. https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/RendicionCuentas/2017/Plan_de_Gobierno_2016-2020.pdf
- WBSD-WRI; (n.d.). *GHG Protocol*. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf
- XM S.A E.S.P. (2013). *Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible*. https://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/MDLColombia_Feb2013.pdf
- XM S.A E.S.P. (2019). *En Colombia Factor de emisión de CO2 por generación eléctrica del Sistema Interconectado*. <https://www.xm.com.co/Paginas/detalle-noticias.aspx?identificador=2383>
- XM S.A E.S.P. (2020). *En Colombia Factor de emisión de CO2 por generación eléctrica del Sistema Interconectado: 164.38 gramos de CO2 por kilovatio hora*. <https://www.xm.com.co/Paginas/detalle-noticias.aspx?identificador=2383>
- XM S.A E.S.P. (2021). *Emisiones*.

<https://www.xm.com.co/Paginas/Generacion/emisiones.aspx>

Yepes et al. IDEAM. (2011). *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM.*

http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Protocolo+para+la+estimación+nacional+y+subnacional_1.pdf/11c9d26b-5a03-4d13-957e-0bcc1af8f108