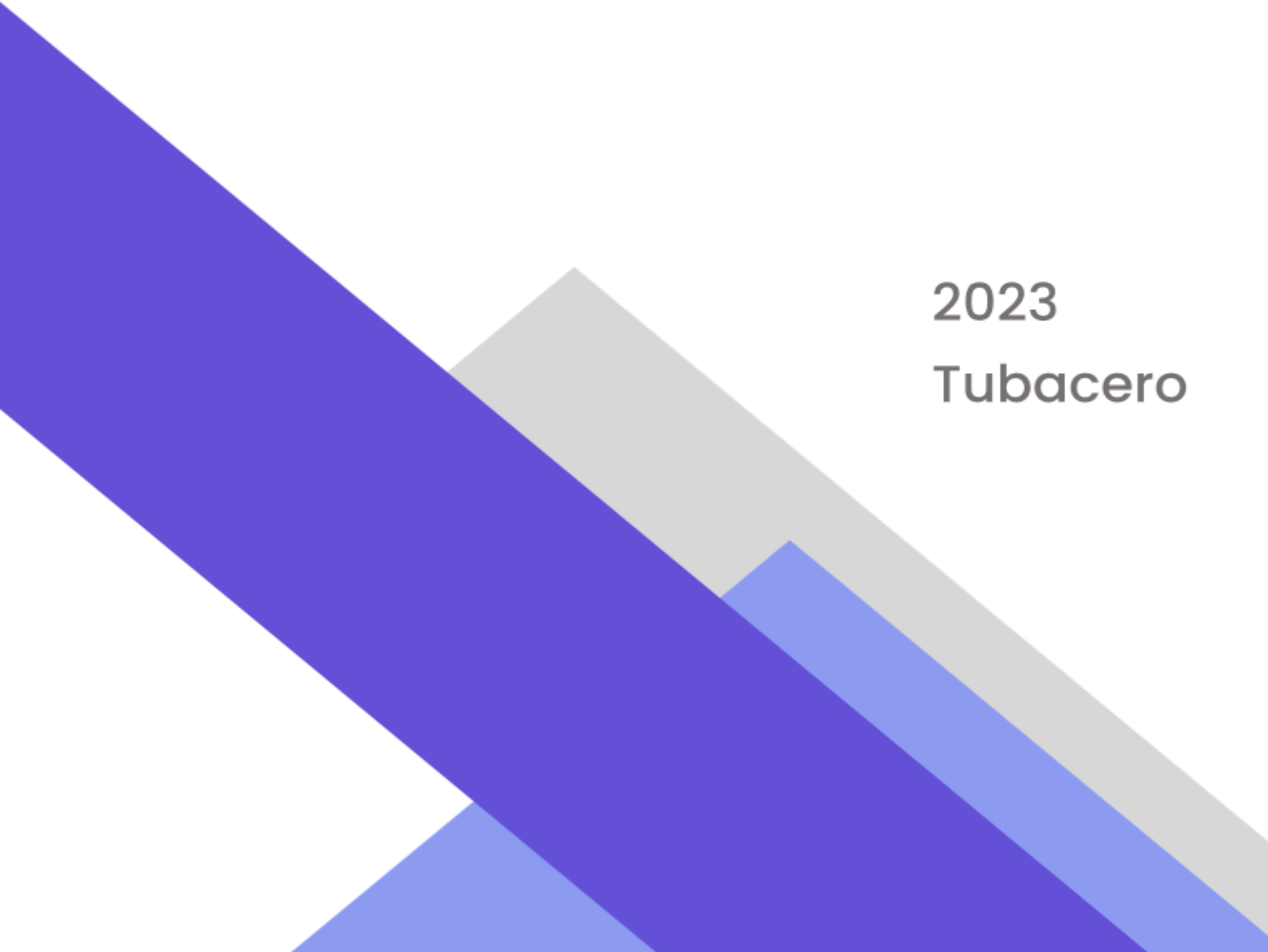


Reporte Huella de Carbono Corporativa



2023
Tubacero

Contenido

Contexto.....	3
Alcance del Proyecto.....	3
Límite Organizacional.....	4
Fuentes de Emisión.....	4
Alcance 1.....	4
Alcance 2.....	4
Resultados.....	5
Contribuyentes del alcance 1 y 2.....	5
Contribuyentes del alcance 3.....	6
Emisiones por compra de material.....	7
Huella de carbono de las plantas de Tubacero.....	7
Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023.....	8
Intensidad de emisiones en las Plantas de Tubacero.....	8
Resultados Planta Monterrey.....	10
Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023.....	10
Contribuyentes de Alcance 3 en 2023.....	11
Emisiones por compra de material.....	12
Emisiones por colaboradores.....	12
Resultados Planta Pánuco.....	13
Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023.....	14
Contribuyentes de Alcance 3 en 2023.....	14
Emisiones por compra de material.....	15
Emisiones por colaboradores.....	16
Resultados Planta Salinas Victoria.....	16
Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023.....	17
Contribuyentes de Alcance 3 en 2023.....	18
Emisiones por compra de material.....	18
Emisiones por colaboradores.....	19
Resultados Planta García.....	20
Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023.....	20
Contribuyentes de Alcance 3 en 2023.....	21
Emisiones por compra de material.....	22
Emisiones por colaboradores.....	22

Resultados Planta San Nicolás.....	23
Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023.....	24
Contribuyentes de Alcance 3 en 2023.....	24
Emisiones por compra de material.....	25
Emisiones por colaboradores.....	26
Objetivos de Reducción.....	26
Medidas de Mitigación.....	27
Cultura Sostenible.....	27
Conciencia Energética.....	27
Proveedores Sostenibles.....	29
Transporte bajo en carbono.....	29
Conclusiones.....	30
Limitaciones.....	30
Calidad de datos.....	30
Anexo A: Metodología de Cálculo.....	31
Anexo B: Factores de emisión.....	32
Referencias.....	35

Contexto

El calentamiento global y el cambio climático se han convertido en interrupciones con efecto económico a nivel mundial. Como respuesta, tanto gobiernos como organizaciones están comenzando a promover medidas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estas iniciativas se basan en la cuantificación, el monitoreo, el reporte y la verificación de GEI para mitigar los impactos ambientales negativos (ISO, 2018).

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero Estándar Corporativo (PGEIEC) proporciona las pautas y directrices para que las empresas y organizaciones puedan elaborar un inventario de GEI. Esta metodología incluye la medición y el reporte de los seis GEI contemplados en el Protocolo de Kioto para elaborar estrategias eficaces de gestión y reducción de emisiones corporativas (WRI, 2015).

Es por lo anterior que el siguiente reporte presenta la **medición de huella de carbono de Tubacero para el año 2023**.

Alcance del Proyecto

La huella de carbono es una medida del total de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera como resultado de las actividades de un determinado individuo, empresa o comunidad.

Este proyecto de medición de huella de carbono se enmarca dentro de los marcos regulatorios y estándares internacionales, comenzando con la Ley General de Cambio Climático en México. Esta ley garantiza el derecho a un medio ambiente sano y regula las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que el país contribuya a estabilizar sus concentraciones en la atmósfera. Asimismo, regula las acciones necesarias para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Adicionalmente, se adhiere al Acuerdo de París, el cual fue adoptado durante el 21º período de sesiones de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Este acuerdo internacional busca fortalecer la respuesta global ante la amenaza del cambio climático, motivando a las naciones a tomar medidas para mejorar la resiliencia y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Es fundamental también mencionar el Registro Nacional de Emisiones (RENE), que proporciona una base para el monitoreo y la regulación a nivel nacional mediante el reporte de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Este reporte también está alineado a la Norma NMXSAA-14064, la cual especifica principios y requisitos para la verificación y validación de las declaraciones sobre gases de efecto invernadero. Se aplica a organizaciones, proyectos y productos, asegurando la precisión y la consistencia en la cuantificación de emisiones.

Por último, el reporte está alineado al Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol): Este protocolo proporciona un marco global y estandarizado para el conteo y la

elaboración de informes sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, facilitando la comparación y la transparencia a nivel internacional.

Límite Organizacional

El alcance de este proyecto incluye la evaluación de tres categorías principales de emisiones:

- Alcance 1: Emisiones directas generadas por la organización, provenientes de fuentes que son propiedad de la empresa o están controladas por ella.
- Alcance 2: Emisiones indirectas atribuibles al consumo de electricidad adquirida y utilizada por la organización para sus operaciones.
- Alcance 3: Emisiones indirectas que se producen a lo largo de la cadena de valor de la organización, incluyendo aquellas derivadas de proveedores y otros actores externos.

Este enfoque integral asegura que todas las fuentes de emisiones relevantes sean consideradas, proporcionando una visión completa del impacto ambiental de la organización.

Fuentes de Emisión

Dentro del PGEIEC, las emisiones se diferencian en los alcances 1, 2 y 3, para cubrir los diferentes tipos de GEI generados a través de las operaciones empresariales. De acuerdo con el PGEIEC, las siguientes fuentes de emisión fueron consideradas para medir la huella de carbono corporativa de Tubacero durante el año 2023.

Alcance 1

El alcance 1 hace referencia a las emisiones directas y cubre todas las emisiones provenientes de fuentes propias controladas por la empresa. Para la empresa Tubacero, se identificó como fuente de emisión:

- Operaciones
- Flotilla de vehículos
- Emisiones fugitivas

Alcance 2

El alcance 2 incluye las emisiones indirectas resultantes de la compra de electricidad. Para la empresa Tubacero, en sus distintas ubicaciones, se identificó:

- Consumo de Electricidad

Alcance 3

El alcance 3 se refiere a otras emisiones indirectas que se producen dentro de toda la cadena de valor. Para la empresa Tubacero, se identificó como fuentes de emisión a lo largo de su cadena de valor:

- Compra de material
- Transporte de material
- Transporte de producto terminado
- Viajes de Negocio
- Desplazamiento de empleados
- Generación y gestión de residuos
- Suministro y tratamiento de agua

Resultados

Un total de 1,859,462 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades de Tubacero (5 plantas) durante el año 2023, en el periodo de Enero-Diciembre. Las emisiones directas representaron el 1.8%, mientras que las emisiones indirectas de electricidad contribuyeron en un 0.9%. Con respecto a la cadena de valor, las otras emisiones indirectas representaron el 97.3% de la huella de carbono corporativa.

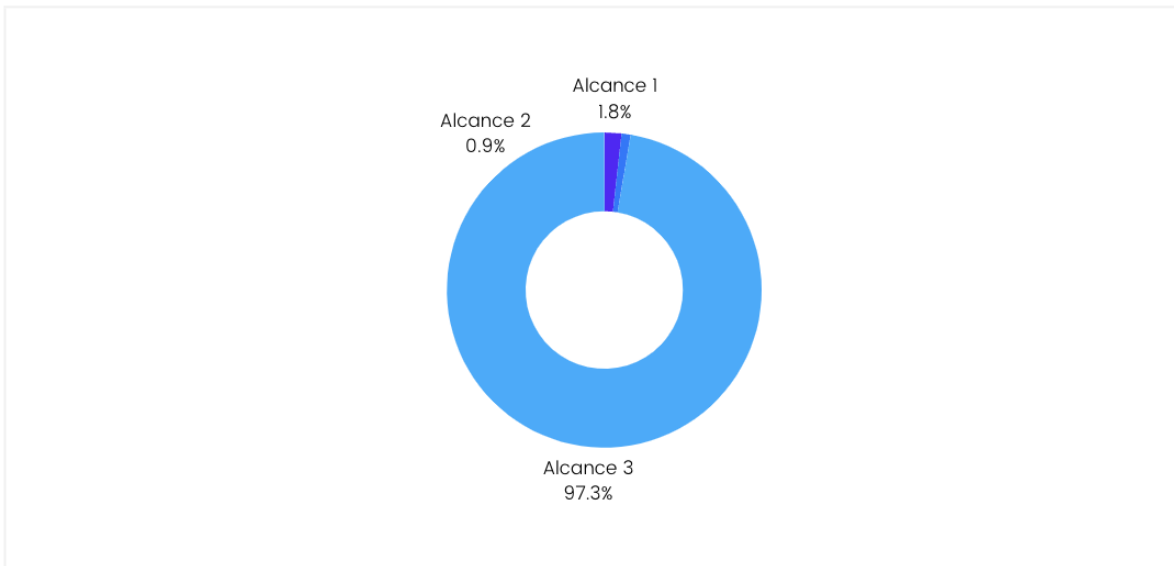


Figura 1. Desglose de Huella de Carbono Corporativa de Tubacero durante todo el año 2023.

Contribuyentes del alcance 1 y 2

Las emisiones del alcance 1 y 2 representaron el 2.7% de las emisiones totales generadas en el 2023.

- 30,206 toneladas de CO₂e a partir de las operaciones.

- 1,288 toneladas de CO2e a partir de la flotilla de vehículos.
- 1,229 toneladas de CO2e debido a emisiones fugitivas.
- 17,364 toneladas de CO2e por consumo de electricidad.

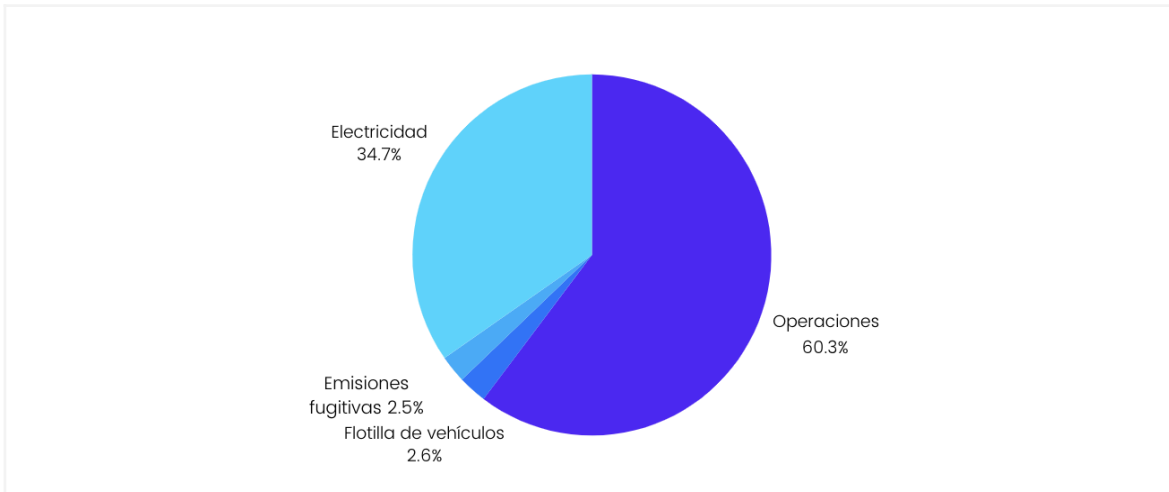


Figura 2. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la huella de carbono corporativa de Tubacero durante el año 2023.

Contribuyentes del alcance 3

El alcance 3 de Tubacero representó el 97.3% de las emisiones totales de los meses enero-diciembre 2023.

- La compra de materiales generó el 85.5% de las emisiones del alcance 3.
- El transporte de materiales generó el 11.5%.
- El transporte de producto final generó el 0.4%.

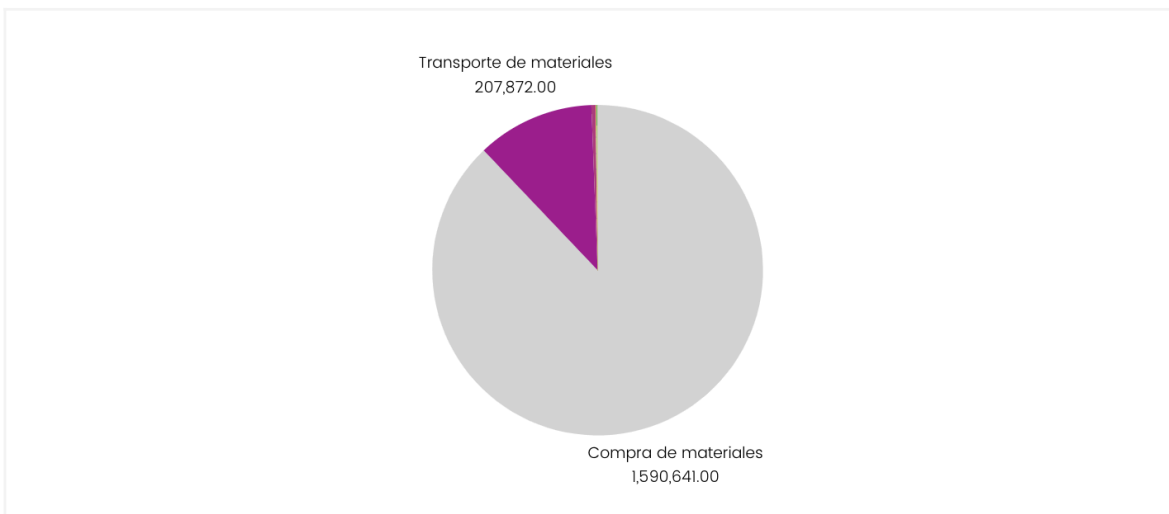


Figura 3. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la huella de carbono corporativa de Tubacero durante el año 2023.

Emisiones por compra de material

Dentro de la compra de materiales el acero generó la mayor cantidad de emisiones con 1,432,252 toneladas de CO2e de los materiales desagregados.

Particularmente, se identificó que la soldadura contribuyó con 49,598 toneladas de CO2e y el epoxy con 41,036 toneladas de CO2e.

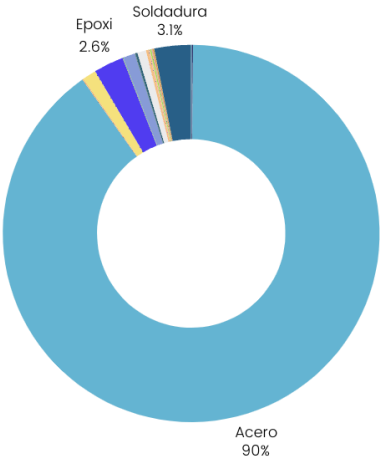


Figura 4. Materiales que generaron más emisiones durante el año 2023.

Huella de carbono de las plantas de Tubacero.

Un total de 1,859,462 toneladas de CO2e fueron generadas por las actividades de Tubacero (5 plantas) durante el año 2023, en el periodo de Enero-Diciembre.

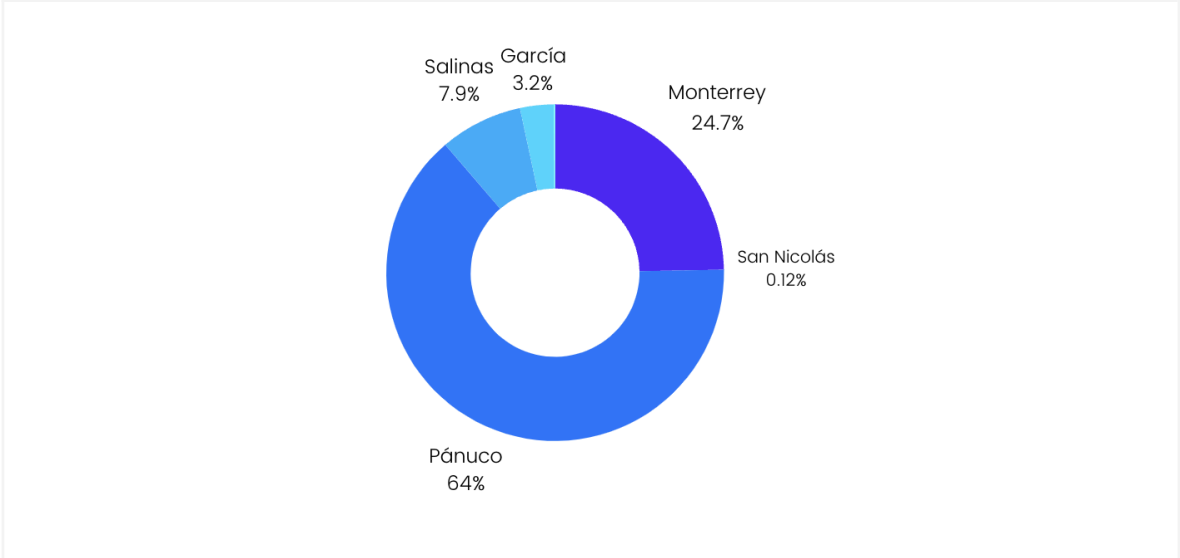


Figura 5. Desglose de Huella de Carbono Corporativa de Tubacero durante todo el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023

Las emisiones del alcance 1 y 2 representaron el 2.8% de las emisiones totales en el 2023.

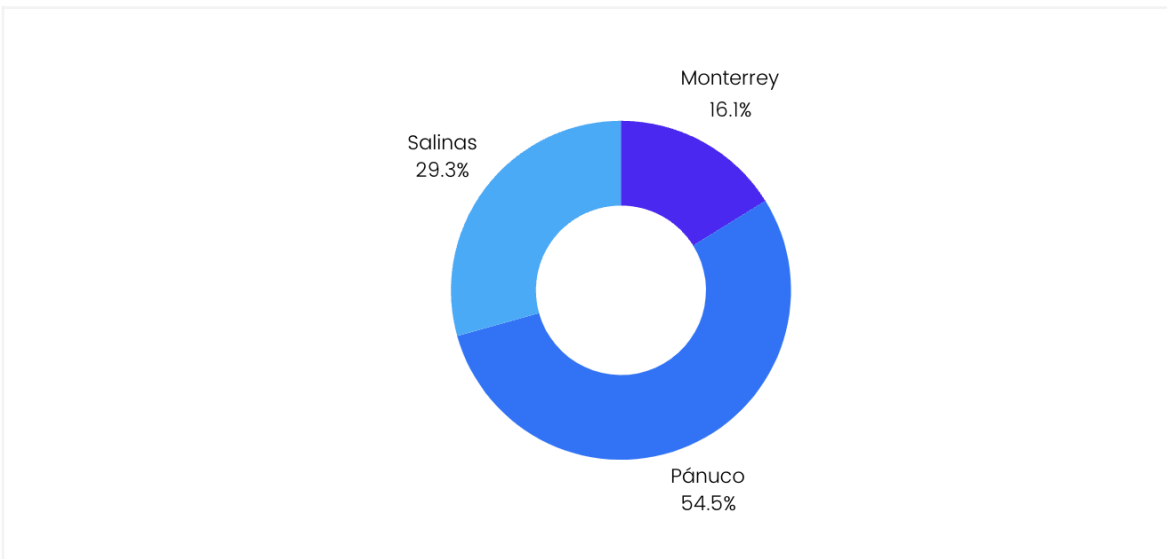


Figura 6. Contribución alcance 1 y 2 de la huella de carbono corporativa de Tubacero durante el año 2023.

Intensidad de emisiones en las Plantas de Tubacero

La intensidad de emisiones es una métrica clave utilizada para evaluar la eficiencia con la que las plantas de producción gestionan sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en relación con su producción. En este caso, la intensidad de emisiones se expresa en toneladas de CO2 equivalente (tCO2e) por tonelada de acero producido, proporcionando una indicación clara de cuán sostenible es cada planta en términos de emisiones por unidad de producción.

Tabla 1. Desglose de intensidad de emisiones en plantas de producción de acero en 2023.

Planta	Monterrey	Pánuco	Salinas
Producción (ton acero)	95,619	245,771	34,488
AI & 2 (tCO2e)	7,785	26,280	14,140
FE (tCO2e/ton acero)	0.0814	0.1069	0.4099

La planta de Monterrey reporta una producción anual de 95,619 toneladas de acero, con emisiones de las categorías A1 y A2 (emisiones directas e indirectas por consumo energético) que ascienden a 7,785 tCO₂e. Esto resulta en una intensidad de emisiones (FE) de 0.0814 tCO₂e por tonelada de acero, lo que la posiciona como la planta más eficiente en términos de emisiones de carbono. Su bajo nivel de emisiones por tonelada producida sugiere que Monterrey está implementando prácticas y tecnologías eficientes que minimizan el impacto ambiental de su producción.

Con una producción total de 245,771 toneladas de acero, la planta de Pánuco genera 26,280 tCO₂e en emisiones de las categorías A1 y A2. Esto se traduce en una intensidad de emisiones de 0.1069 tCO₂e por tonelada de acero. Aunque Pánuco es una planta de mayor capacidad, su eficiencia en la gestión de emisiones es ligeramente inferior a la de Monterrey. Este nivel de emisiones sugiere un rendimiento moderadamente eficiente, pero aún existen oportunidades para mejorar sus procesos y reducir las emisiones por unidad producida.

Por otro lado, la planta de Salinas produce 34,488 toneladas de acero, generando unas emisiones totales de 14,140 tCO₂e en las categorías A1 y A2. Esto da como resultado una **intensidad de emisiones de 0.4099 tCO₂e por tonelada de acero**, la más alta entre las tres plantas evaluadas. La planta de Salinas muestra una eficiencia significativamente más baja en términos de emisiones, lo que indica un mayor impacto ambiental por cada tonelada de acero producida. Este alto nivel de intensidad sugiere que los procesos de producción podrían beneficiarse de mejoras tecnológicas o energéticas que reduzcan las emisiones.

En el caso de la **planta de Salinas**, es necesario realizar una **segregación adecuada de la producción de acero y otros procesos** que se llevan a cabo en la planta. Esta segregación permitirá reflejar de manera más precisa la realidad operativa de la planta.

La planta de Salinas es, en términos tecnológicos, **la más moderna y eficiente** del grupo, lo que sugiere que, al ajustar los cálculos para separar los procesos de producción de acero de otros procesos industriales, será posible demostrar que la **intensidad energética y de emisiones es considerablemente menor**. Al realizar esta adaptación en la metodología de medición y análisis, la planta podrá evidenciar su verdadera eficiencia en el uso de energía y reducción de emisiones de carbono, alineándose mejor con las metas de sostenibilidad de la organización. Esto, además, proporcionará una base más sólida para mejorar la toma de decisiones y optimizar las estrategias de descarbonización.

Resultados Planta Monterrey

Un total de 459,639 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades de Tubacero (Planta Monterrey) durante el año 2023, en el periodo de Enero-Diciembre.

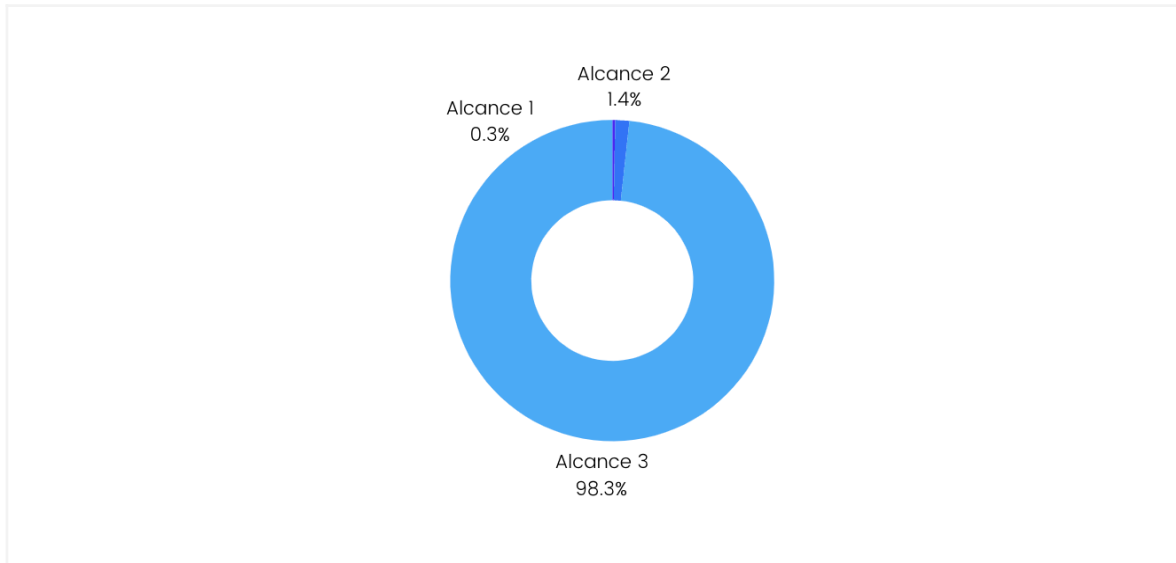


Figura 7. Desglose de Huella de Carbono Planta Monterrey durante todo el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023

Las emisiones del alcance 1 y 2 representaron el 1.7% de las emisiones totales generadas en el 2023.

- 422 toneladas de CO₂e a partir de las operaciones.
- 497 toneladas de CO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 431 toneladas de CO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 6,435 toneladas de CO₂e por consumo de electricidad.

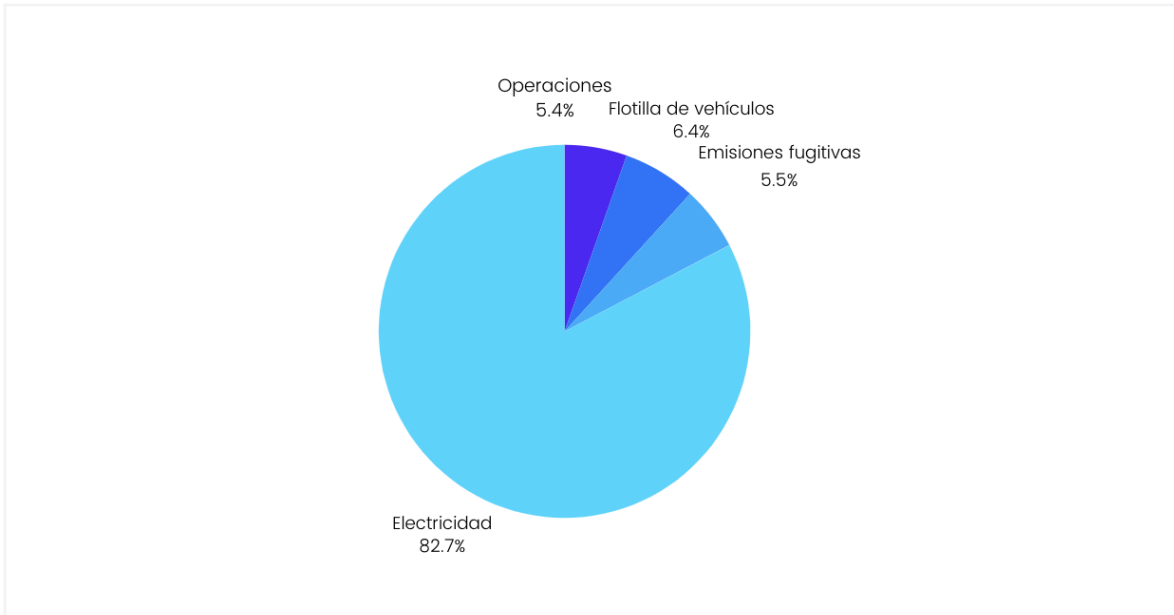


Figura 8. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Planta Monterrey durante el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 3 en 2023

El alcance 3 de Tubacero representó el 98.3% de las emisiones totales de los meses enero-diciembre 2023.

- La compra de materiales generó el 93.4% de las emisiones del alcance 3.

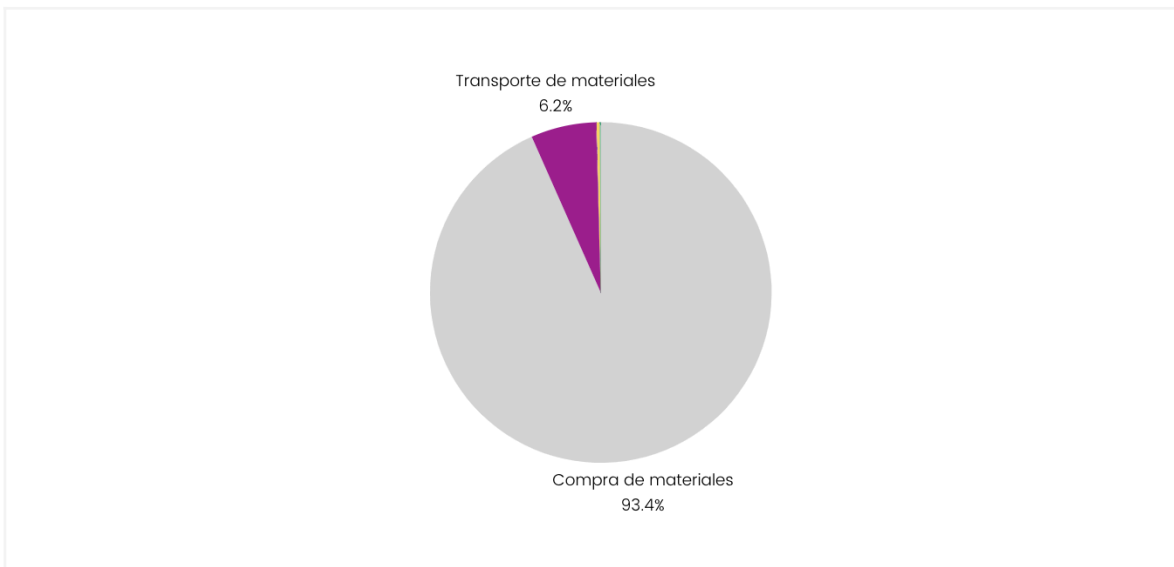


Figura 9. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Planta Monterrey durante el año 2023.

Emisiones por compra de material

Dentro de la compra de materiales, el acero generó la mayor cantidad de emisiones con 379,428 toneladas de CO₂e de los materiales desagregados.

La soldadura contribuyó con 24,324 toneladas de CO₂e, la grasa de litio con 11,837 toneladas de CO₂e y el gas butano con 2,999 toneladas de CO₂e.

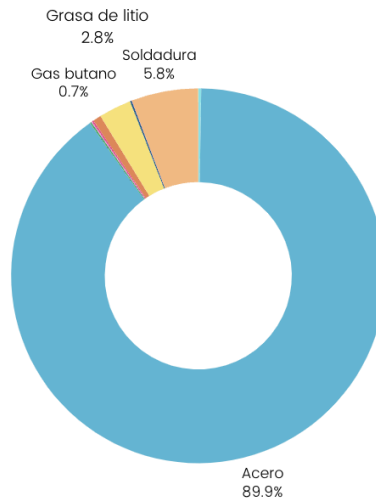


Figura 10. Materiales que generaron más emisiones durante el año 2023.

Emisiones por colaboradores

El desplazamiento de empleados, considerado el que contribuyó más a las emisiones por colaboradores, representó 1,343 toneladas de CO₂e y la gestión de residuos con 379 toneladas de CO₂e.

Los viajes de negocio generaron 55 toneladas de CO₂e, el suministro y tratamiento de agua contribuyó con 28 toneladas de CO₂e y el transporte de residuos con 12 toneladas de CO₂e.

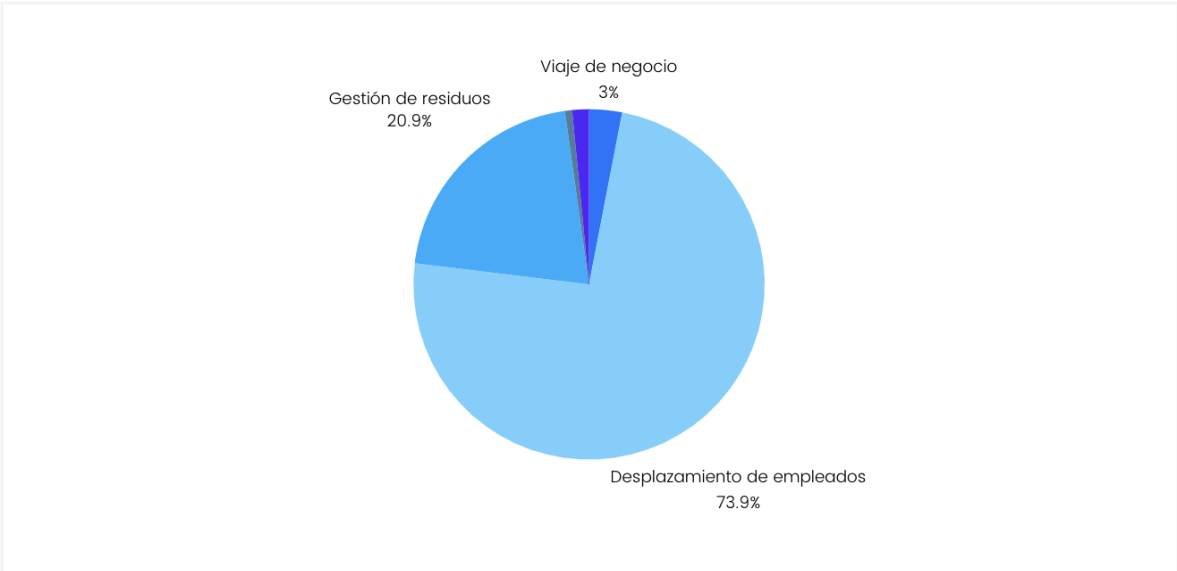


Figura 11. Emisiones por colaboradores que contribuyeron más durante el año 2023.

Resultados Planta Pánuco

Un total de 1,190,388 toneladas de CO2e fueron generadas por las actividades de Tubacero (Planta Pánuco) durante el año 2023, en el periodo de Enero-Diciembre.

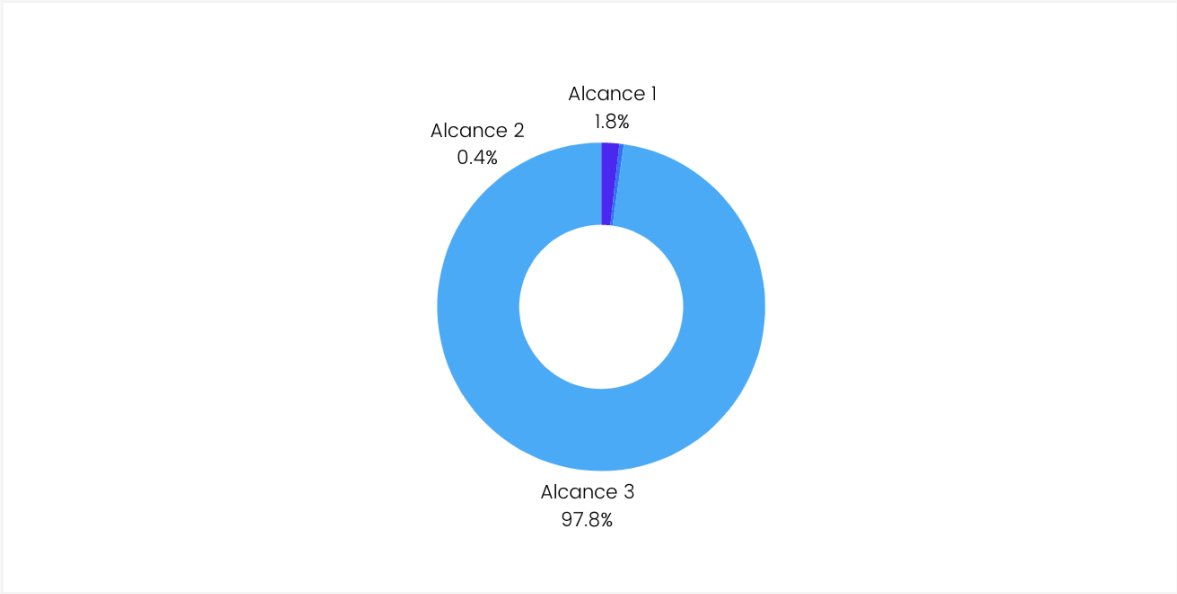


Figura 12. Desglose de Huella de Carbono Planta Pánuco durante todo el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023

Las emisiones del alcance 1 y 2 representaron el 2.2% de las emisiones totales generadas en el 2023.

- 20,294 toneladas de CO₂e a partir de las operaciones.
- 31 toneladas de CO₂e a partir de la flota de vehículos.
- 732 toneladas de CO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 5,224 toneladas de CO₂e por consumo de electricidad.

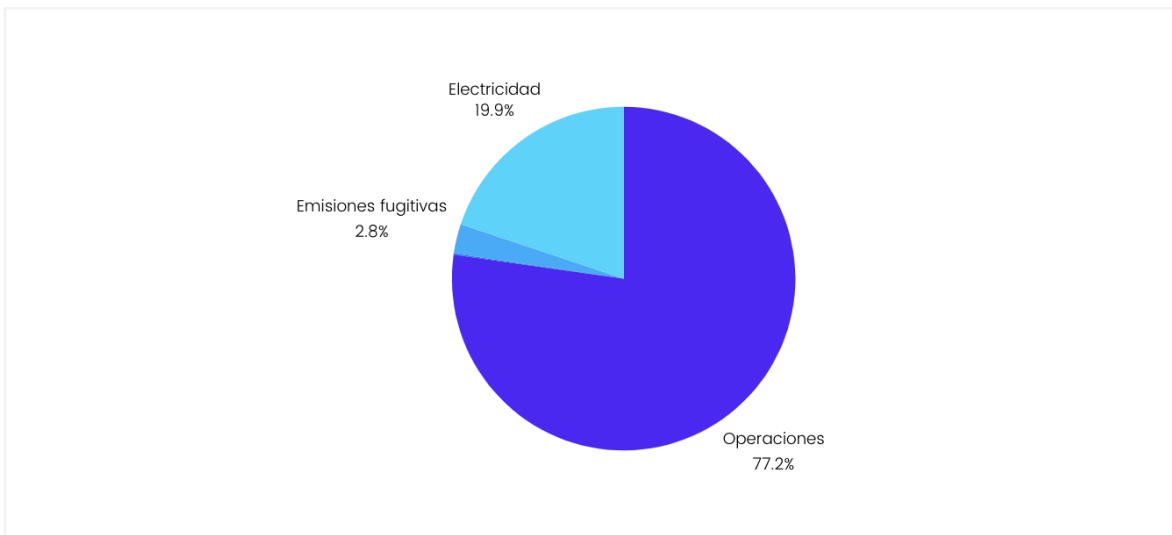


Figura 13. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Planta Pánuco durante el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 3 en 2023

El alcance 3 de Tubacero representó el 97.8% de las emisiones totales de los meses enero-diciembre 2023.

- La compra de materiales generó el 84.8% de las emisiones del alcance 3.

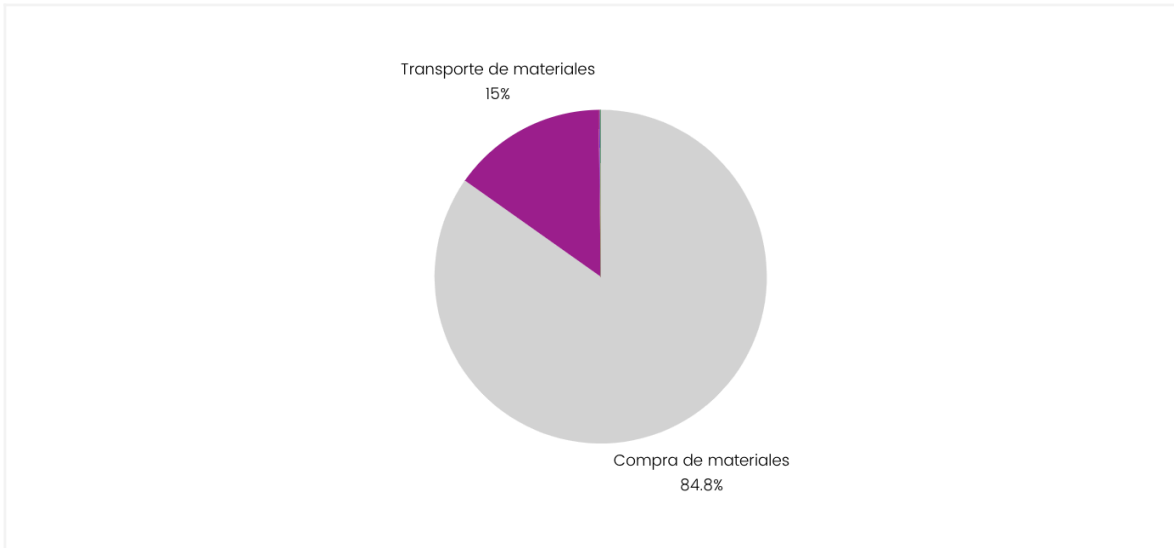


Figura 14. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Planta Pánuco durante el año 2023.

Emisiones por compra de material

Dentro de la compra de materiales el acero generó la mayor cantidad de emisiones con 980,263 toneladas de CO₂e de los materiales desagregados.

La resina contribuyó con 1,768 toneladas de CO₂e y el fundente con 1,102 toneladas de CO₂e.

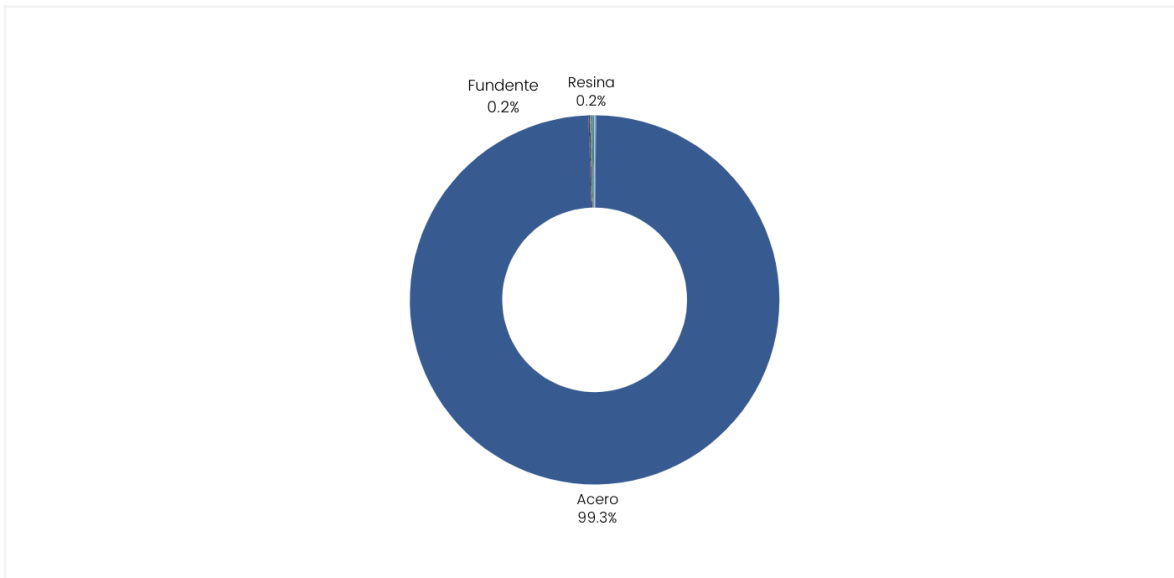


Figura 15. Materiales que generaron más emisiones durante el año 2023.

Emisiones por colaboradores

La gestión de residuos es considerada la que contribuyó más a las emisiones por colaboradores, representó 671 toneladas de CO₂e.

El desplazamiento de empleados con 497 toneladas de CO₂e.

El transporte de residuos generó 334 toneladas de CO₂e y el suministro y tratamiento de agua contribuyó con 16 toneladas de CO₂e.

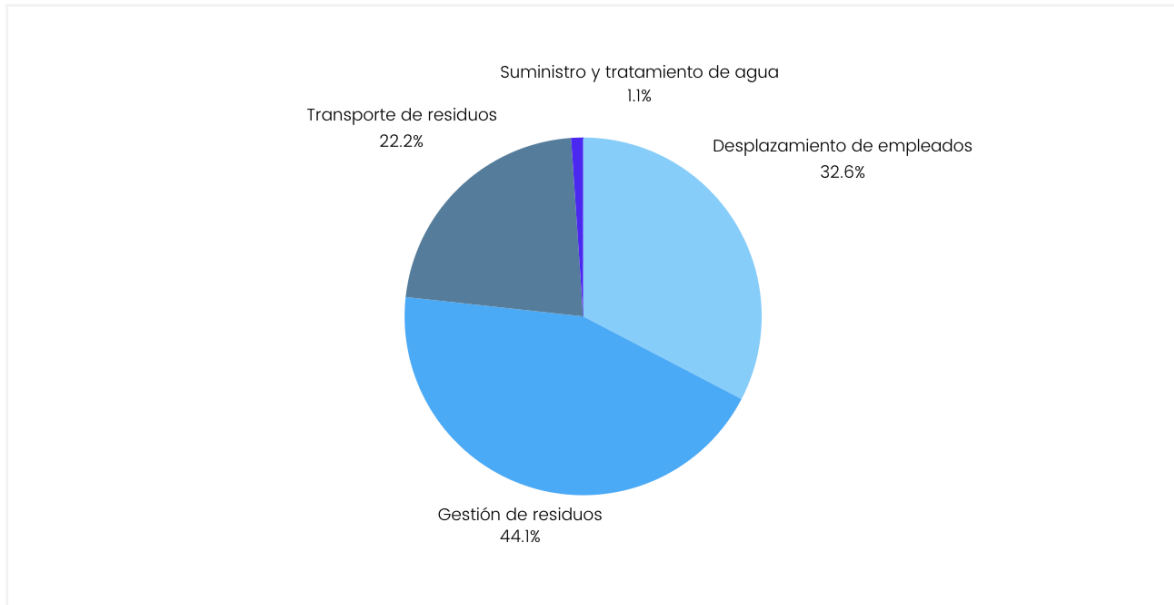


Figura 16. Emisiones por colaboradores que contribuyeron más durante el año 2023.

Resultados Planta Salinas Victoria

Un total de 147,296 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades de Tubacero (Planta Salinas Victoria) durante el año 2023, en el periodo de Enero-Diciembre.

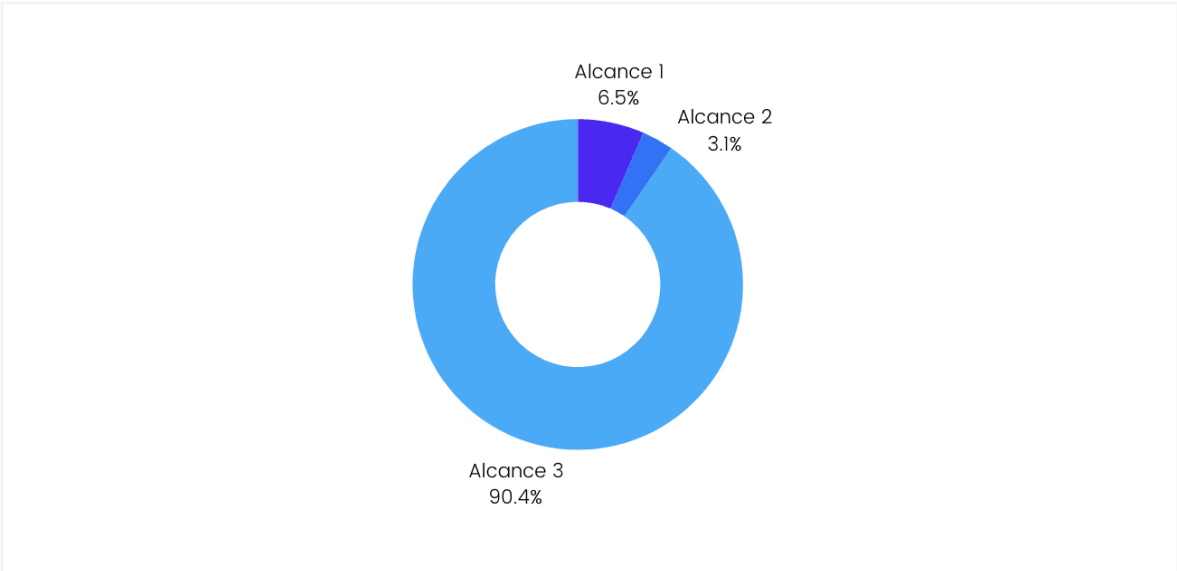


Figura 17. Desglose de Huella de Carbono Planta Salinas Victoria durante todo el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023

Las emisiones del alcance 1 y 2 representaron el 9.6% de las emisiones totales generadas en el 2023.

- 8,884 toneladas de CO₂e a partir de las operaciones.
- 699 toneladas de CO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 0.2 toneladas de CO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 4,557 toneladas de CO₂e por consumo de electricidad.

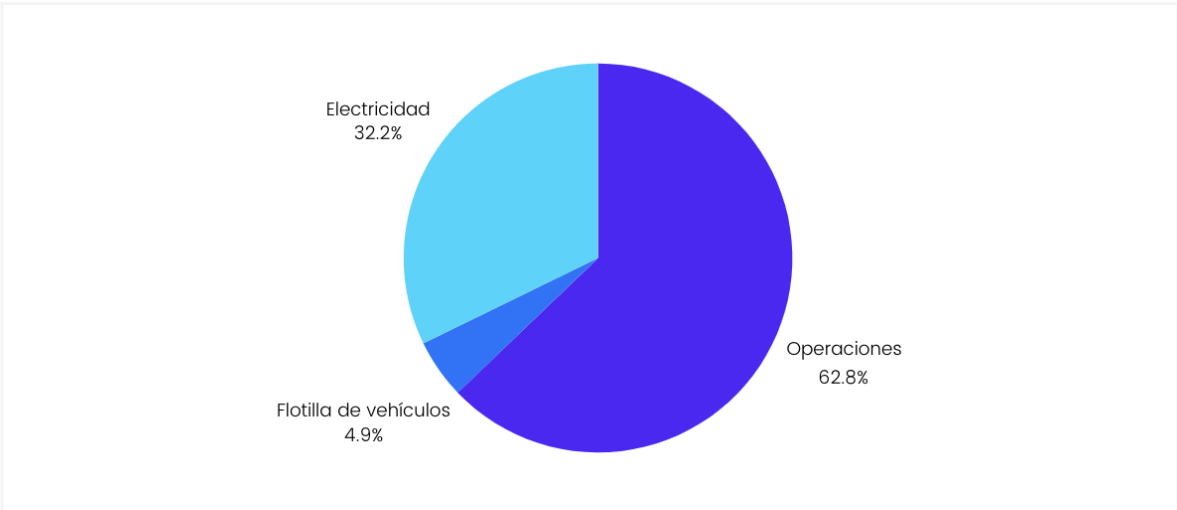


Figura 18. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Planta Salinas Victoria durante el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 3 en 2023

El alcance 3 de Tubacero representó el 90.4% de las emisiones totales de los meses enero-diciembre 2023.

- La compra de materiales generó el 96.4% de las emisiones del alcance 3.

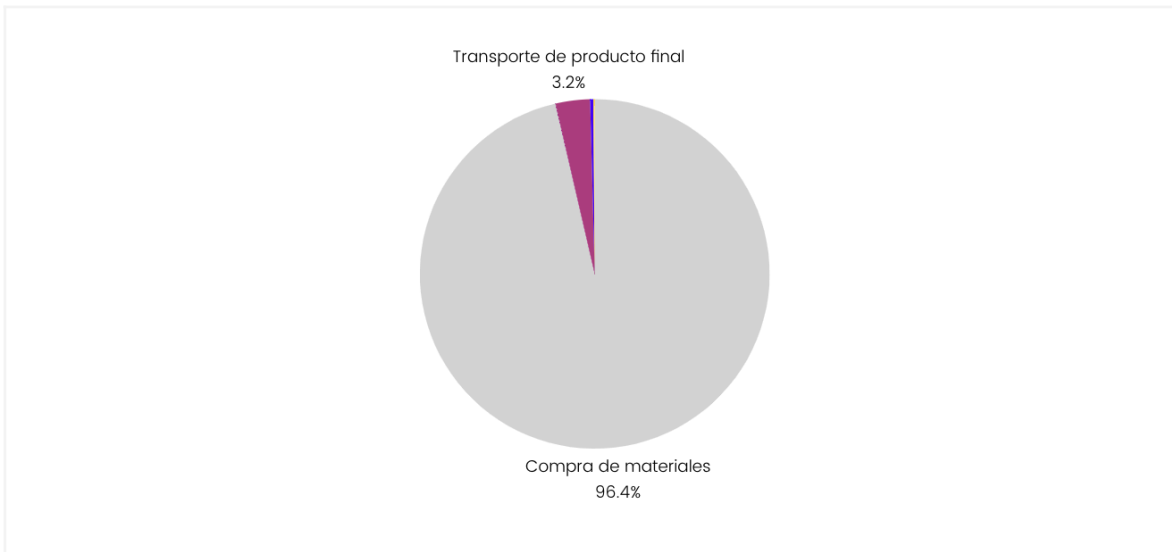


Figura 19. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Planta Salinas Victoria durante el año 2023.

Emisiones por compra de material

Dentro de la compra de materiales el acero generó la mayor cantidad de emisiones con 71,947 toneladas de CO₂e de los materiales desagregados.

El epoxi contribuyó con 41,036 toneladas de CO₂e, el barniz con 9,107 toneladas de CO₂e y el desmoldante con 3,211 toneladas de CO₂e.

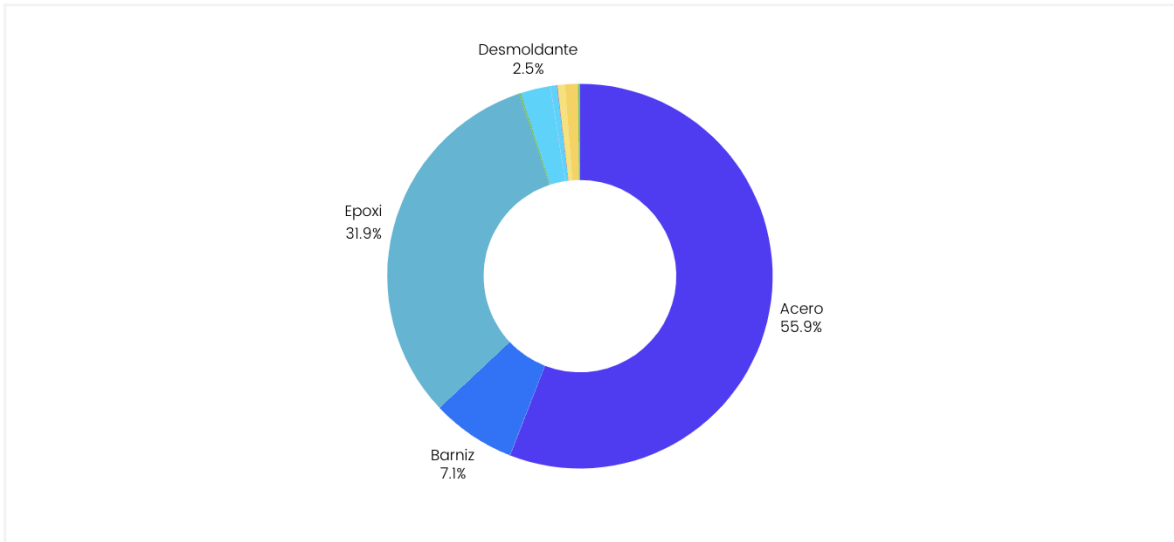


Figura 20. Materiales que generaron más emisiones durante el año 2023.

Emisiones por colaboradores

El desplazamiento de empleados es considerado el que contribuyó más a las emisiones por colaboradores, representó 394 toneladas de CO₂e.

La gestión de residuos contribuyó con 162 toneladas de CO₂e.

El suministro y tratamiento de agua contribuyó con 7 toneladas de CO₂e y el transporte de residuos con 2 toneladas de CO₂e.

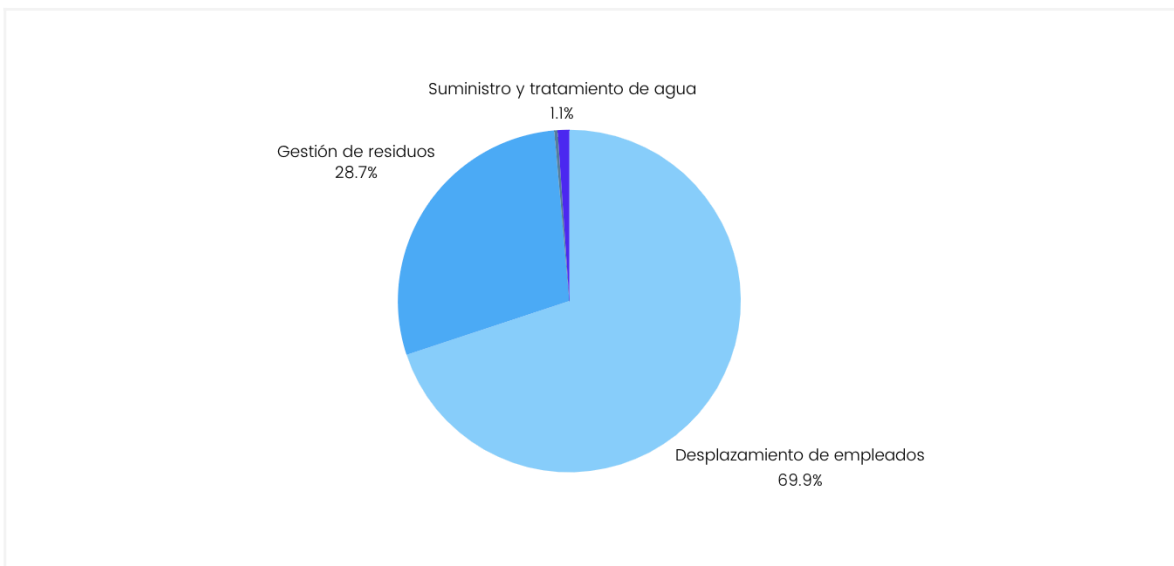


Figura 21. Emisiones por colaboradores que contribuyeron más durante el año 2023.

Resultados Planta García

Un total de 123,435 toneladas de CO₂e fueron generadas por las actividades de Tubacero (Planta García) durante el año 2023, en el periodo de Enero-Diciembre.

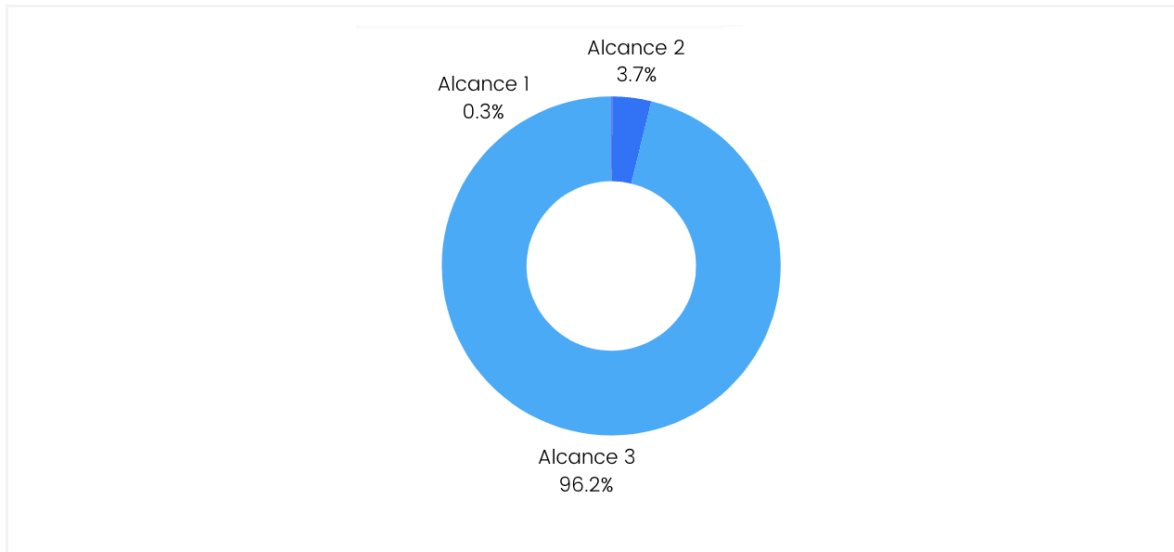


Figura 22. Desglose de Huella de Carbono Planta García durante todo el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023

Las emisiones del alcance 1 y 2 representaron el 3.8% de las emisiones totales generadas en el 2023.

- 96.13 toneladas de CO₂e a partir de las operaciones.
- 9.09 toneladas de CO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 1.03 toneladas de CO₂e debido a emisiones de proceso.
- 28.52 toneladas de CO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 4,556.94 toneladas de CO₂e por consumo de electricidad.

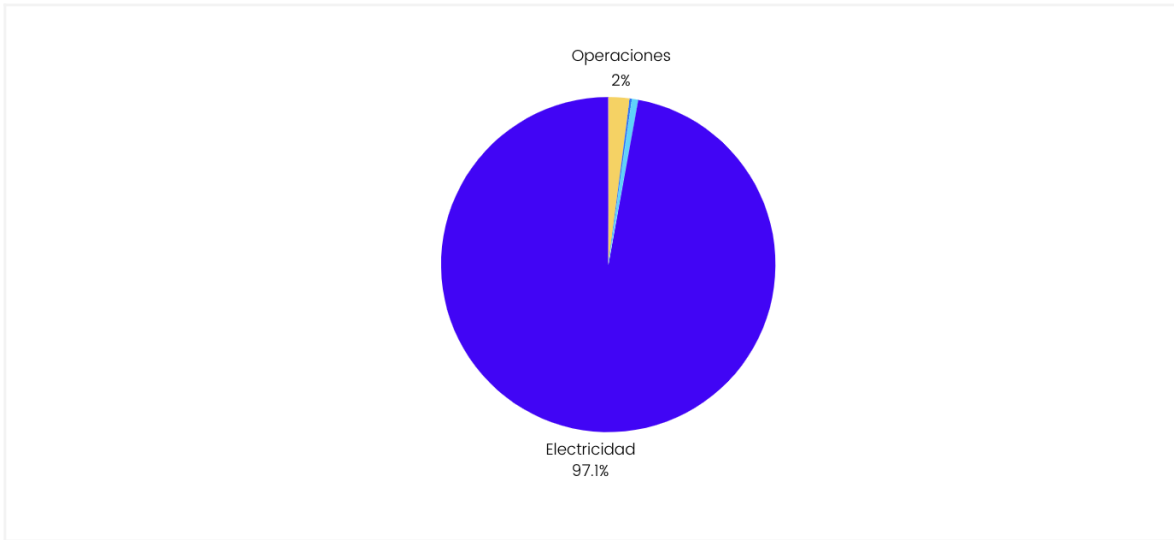


Figura 23. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Planta García durante el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 3 en 2023

El alcance 3 de Tubacero representó el 96.2% de las emisiones totales de los meses enero-diciembre 2023.

- La compra de materiales generó el 94.2% de las emisiones del alcance 3.

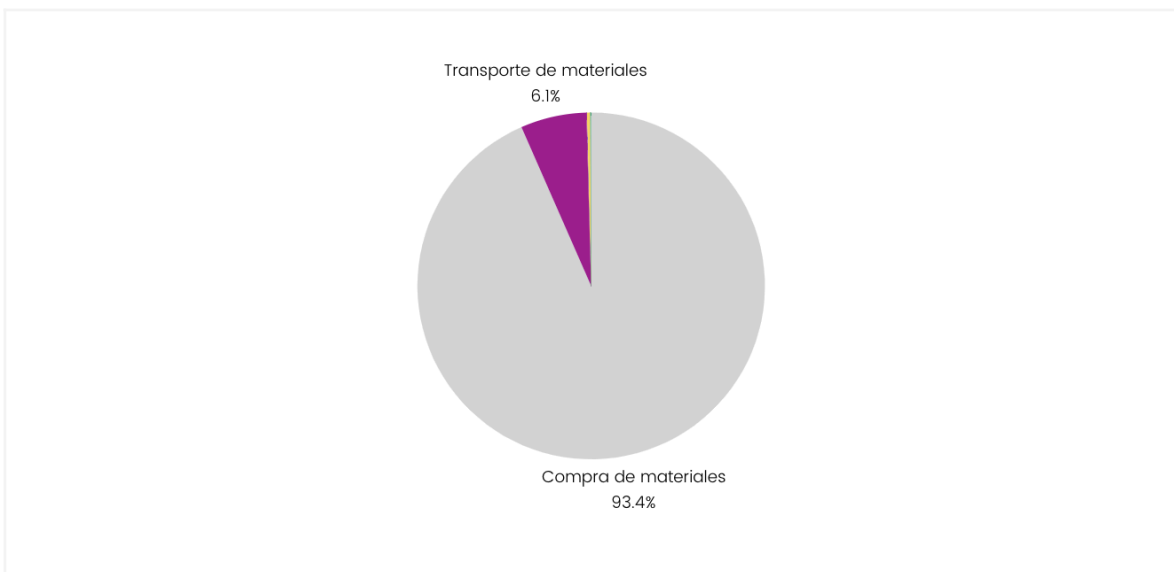


Figura 24. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Planta García durante el año 2023.

Emisiones por compra de material

Dentro de la compra de materiales la soldadura generó la mayor cantidad de emisiones con 25,272 toneladas de CO₂e de los materiales desagregados.

El fundente contribuyó con 16,166 toneladas de CO₂e y el barniz con 9,085 toneladas de CO₂e.

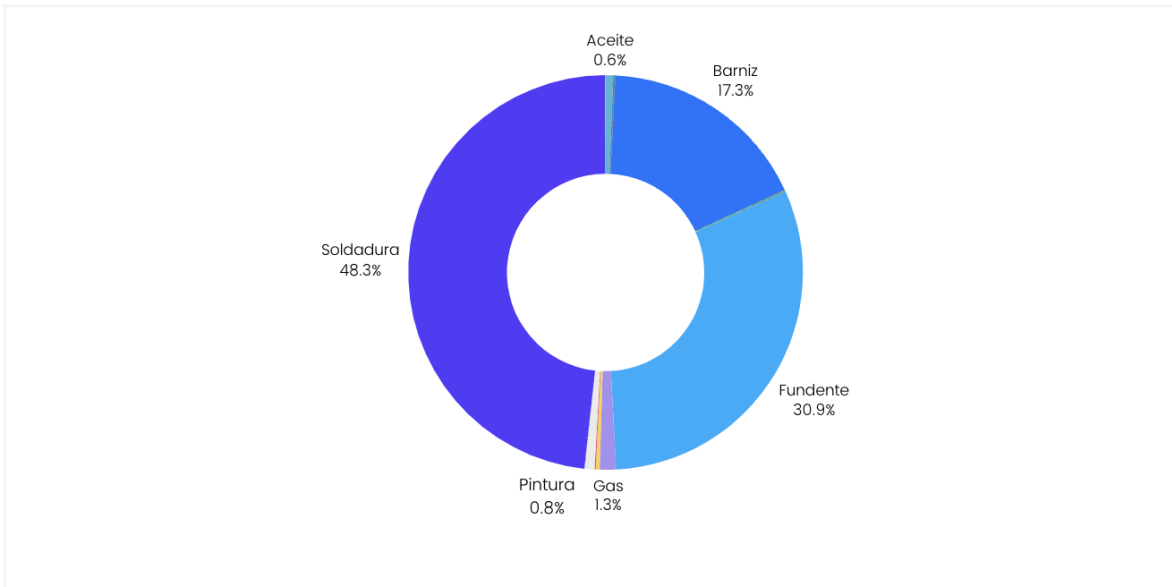


Figura 25. Materiales que generaron más emisiones durante el año 2023.

Emisiones por colaboradores

La gestión de residuos es considerada la que contribuyó más a las emisiones por colaboradores, representó 22 toneladas de CO₂e, el suministro y tratamiento de agua con 0.5 toneladas de CO₂e y el desplazamiento de empleados generó 0.35 toneladas de CO₂e.

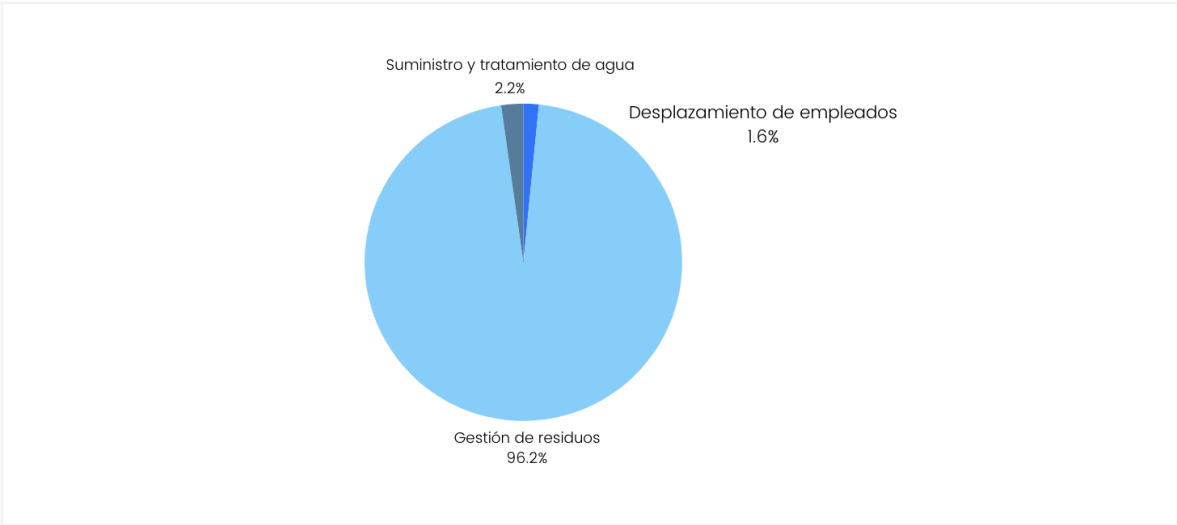


Figura 26. Emisiones por colaboradores que contribuyeron más durante el año 2023.

Resultados Planta San Nicolás

Un total de 2,300 toneladas de CO2e fueron generadas por las actividades de Tubacero (Planta San Nicolás) durante el año 2023, en el periodo de Enero-Diciembre.

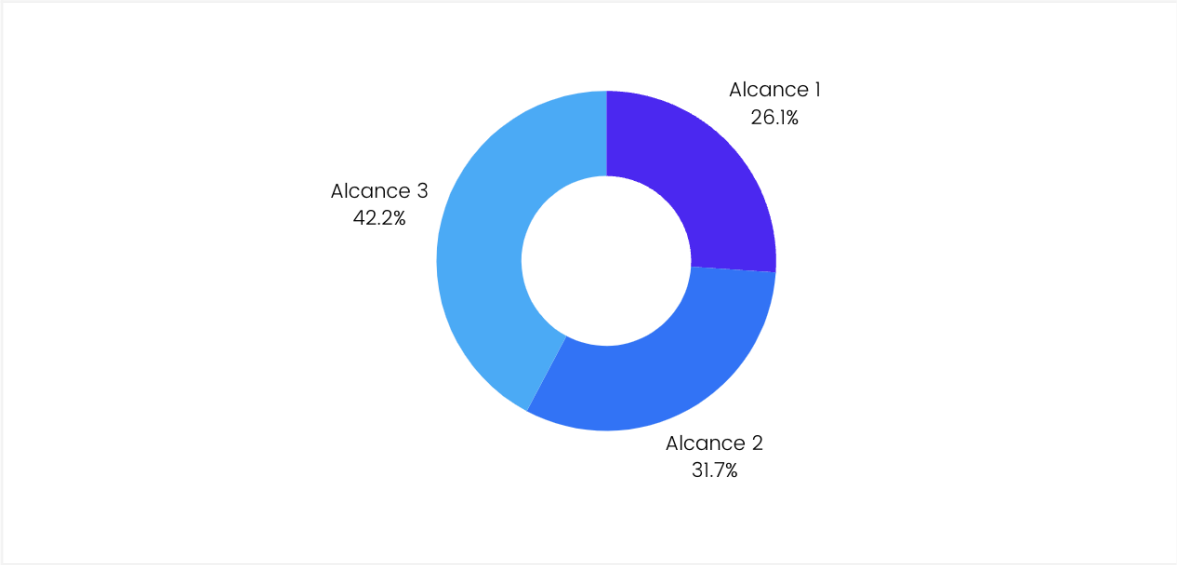


Figura 27. Desglose de Huella de Carbono Planta San Nicolás durante todo el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 1 y 2 en 2023

Las emisiones del alcance 1 y 2 representaron el 57.8% de las emisiones totales generadas en el 2023.

- 510 toneladas de CO₂e a partir de las operaciones.
- 52 toneladas de CO₂e a partir de la flotilla de vehículos.
- 37 toneladas de CO₂e debido a emisiones fugitivas.
- 729 toneladas de CO₂e por consumo de electricidad.

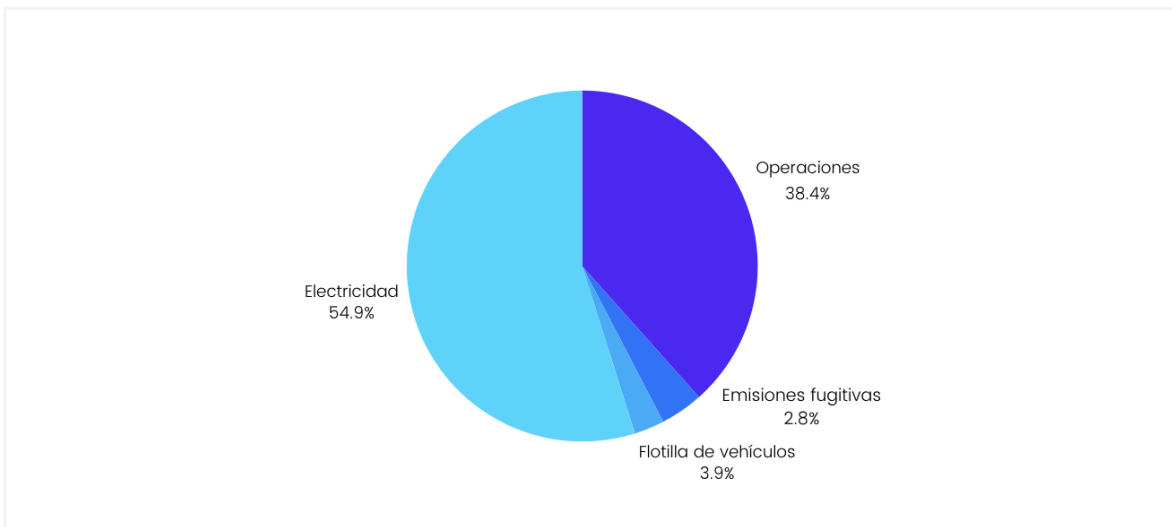


Figura 28. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 1 y 2 de la Huella de Carbono Planta San Nicolás durante el año 2023.

Contribuyentes de Alcance 3 en 2023

El alcance 3 de Tubacero representó el 42.2% de las emisiones totales de los meses enero-diciembre 2023.

- La compra de materiales generó el 85.3% de las emisiones del alcance 3.

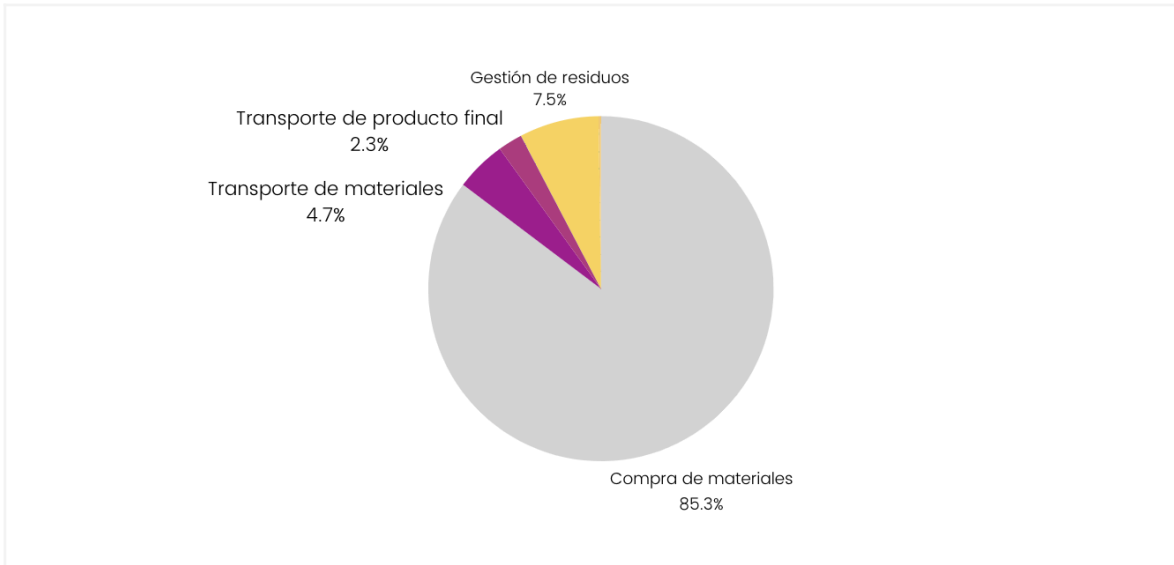


Figura 29. Fuentes de emisión que contribuyeron al alcance 3 de la Huella de Carbono Planta San Nicolás durante el año 2023.

Emisiones por compra de material

Dentro de la compra de materiales el acero generó la mayor cantidad de emisiones con 549 toneladas de CO₂e de los materiales desagregados.

El polipropileno contribuyó con 170 toneladas de CO₂e, el desmoldante con 58 toneladas de CO₂e y el poliuretano con 52 toneladas de CO₂e.

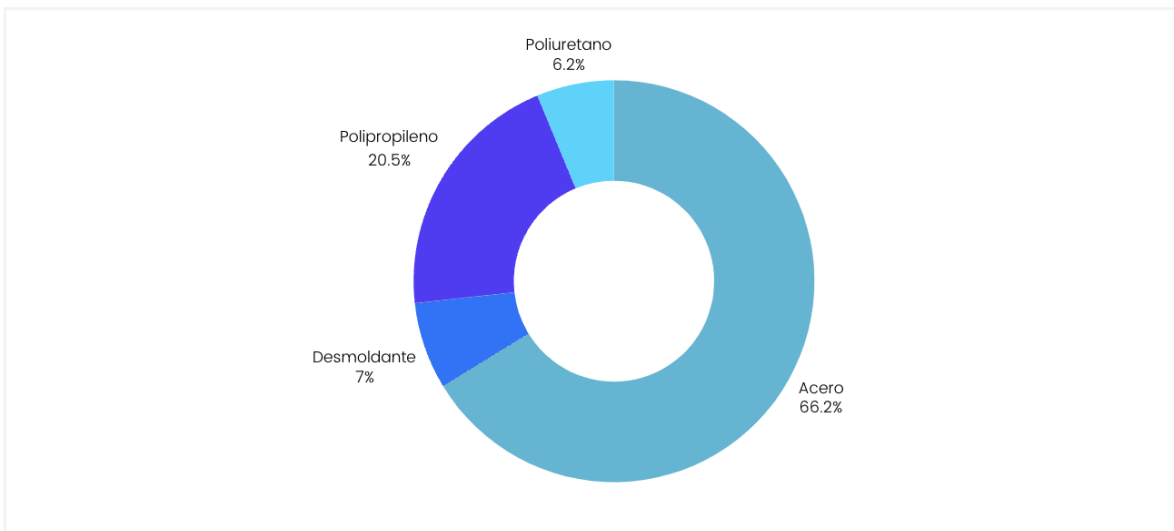


Figura 30. Materiales que generaron más emisiones durante el año 2023.

Emisiones por colaboradores

La gestión de residuos es considerada la que contribuyó más a las emisiones por colaboradores, representó 72 toneladas de CO₂e, seguida por el suministro y tratamiento de agua con 2 toneladas de CO₂e.

El desplazamiento de empleados y el transporte de residuos contribuyeron de manera mínima en las emisiones por colaboradores.

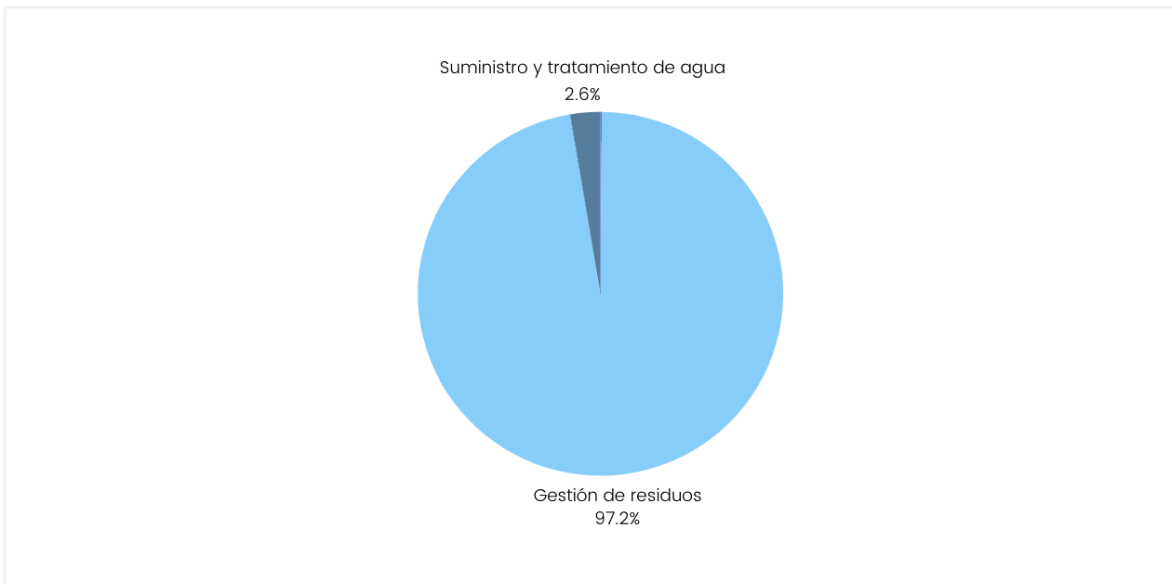


Figura 31. Emisiones por colaboradores que contribuyeron más durante el año 2023.

Objetivos de Reducción

Se sugiere que Tubacero se **comprometa a una reducción absoluta del 42%** de sus emisiones de carbono para el año 2030, en línea con los **objetivos basados en ciencia** que buscan mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 1.5 °C. Este compromiso cubriría las emisiones de los **alcances 1, 2 y 3**, con una reducción anual de al menos **6%** en las emisiones absolutas.

Para asegurar que esta meta sea viable, será fundamental desarrollar una **ruta de descarbonización específica para Tubacero**, que incluya la identificación de tecnologías más limpias, mejoras en eficiencia energética y la optimización de procesos. Además, será necesario integrar la **ruta sectorial para el acero**, que proporciona directrices específicas y mejores prácticas para reducir las emisiones en la industria siderúrgica. Al combinar el análisis personalizado con la estrategia sectorial, Tubacero podrá garantizar que su compromiso del 42% sea alcanzable, asegurando un impacto positivo y sostenible en la transición hacia un modelo de producción más bajo en carbono.

Medidas de Mitigación

Al considerar las fuentes críticas generadoras de emisiones, así como usos finales de 2023, Tubacero se compromete en el año 2023 a llevar a cabo el desarrollo e implementación de las siguientes medidas de eficiencia energética en sus instalaciones y cadena de valor como parte del plan de reducción a corto y mediano plazo.

Cultura Sostenible

Se ha demostrado que las empresas cuyos consejos de administración, colaboradores y empleados participan en un programa de educación sobre sostenibilidad y su impacto ambiental tienen más probabilidades de obtener resultados positivos en sus estrategias. Es por esto que, se propone:

- 1) Seleccionar a Climate Champions dentro de Tubacero para promover cultura sostenible.
- 2) Involucrar a los colaboradores en acciones de sustentabilidad mediante talleres y formación sobre comportamientos y acciones con bajas emisiones de carbono.
- 3) Realizar actividades para poner en práctica las políticas de reducción de emisiones, como una brigada para recolección de basura, concursos por departamento para aplicar acciones sustentables.
- 4) Instalar bebederos en las instalaciones para fomentar la reducción del uso de botellas de plástico e impulsar el uso de termo propio.

Conciencia Energética

Implementar medidas de eficiencia energética contribuye a la mitigación de los efectos del cambio climático. En particular, la eficiencia energética reduce las emisiones de GEI, tanto las emisiones directas derivadas de la combustión de combustibles fósiles, como la reducción de las emisiones indirectas derivadas de la generación de electricidad.

- 1) Continuación con cambio a luces LED en instalaciones, así como sensores de movimiento.
- 2) Cumplimiento de política interna para ahorro del 3% de energía, por ejemplo, uso adecuado de la electricidad, apagando las luces, computadoras o equipos cuando no se utilicen.
- 3) Realizar mantenimientos periódicos en las unidades para ahorro de energía consumida.
- 4) Limpieza de ventanas, tragaluces y coberturas de plástico de focos.
- 5) Separar y unificar las salas de iluminación en un solo interruptor por cada área.

- 6) Implementar sistemas de refrigeración, calefacción, ventilación y refrigerantes bajos en carbono para todos los edificios en los que opere.
- 7) Uso eficiente de compresores de aire:
 - a) Reducir horas de funcionamiento sin carga,
 - b) Eliminar fugas de aire,
 - c) Ajustar la presión de operación,
 - d) Asegurarse de tener el tamaño correcto de compresor,
 - e) Considerar tecnología VSD para ajuste automático de velocidad,
 - f) Mantener condiciones ambientales óptimas,
 - g) Validar antigüedad de equipos.
- 8) Bomba de hidráulica:
 - a) Sustitución por equipo más eficiente,
 - b) Validación de antigüedad de variadores de frecuencia en las bombas de impulsión,
 - c) Sustitución de los motores de las bombas de impulsión.
- 9) Aire Acondicionado:
 - a) Validación de termostato para regular temperatura de oficina.
 - b) Sustitución AC y aislamiento.
 - c) Establecer horario determinado de encendido y apagado de aire acondicionado.
 - d) Sistema centralizado de climatización conformado por unidades VRV
 - e) Termostato a temperatura apropiada.
- 10) Boiler:
 - a) Sustitución por equipo más eficiente.
 - b) Cambiar a boiler eléctrico.
 - c) Realizar mantenimiento regularmente.
 - d) Minimizar las horas de uso lo más posible.
- 11) Motores:
 - a) Sistema de Arranque de Motores

- b) Sistema de Control y Automatización
- c) Sustitución por equipo más eficiente
- d) Reemplazo de motores estándar por motores de alta eficiencia.

12) Instalación de paneles solares en áreas de oficinas.

- a) Comprar energía renovable mediante acuerdos de compra de energía.
- b) Generar su propia electricidad con fuentes renovables (PPA).
- c) Iniciar inmediatamente la transición a combustibles y electricidad renovables para todos los procesos y edificios para alcanzar el 100% lo antes posible.

Proveedores Sostenibles

Más del 70% de las emisiones de carbono a nivel mundial provienen de la cadena de valor, lo que hace esencial que las empresas colaboren con sus proveedores para impulsar el cambio. Los proveedores sustentables priorizan la sostenibilidad, considerando el impacto ambiental y social de sus actividades, incluyendo la reducción de huella de carbono, la conservación de recursos naturales y el apoyo al bienestar de trabajadores y comunidades locales. Es por lo anterior que se sugiere que Tubacero se comprometa a:

- 1) Impulsar a los proveedores a que realicen presentación de Factores de Emisión y medidas de reducción de emisiones.
- 2) Rediseñar el proceso para lograr una mayor eficiencia, como la reducción del tiempo de proceso.
- 3) Actualizar periódicamente la maquinaria.

Transporte bajo en carbono

El transporte es vital para impulsar la conectividad, el comercio, el empleo y el crecimiento económico de las comunidades. Sin embargo, es también una gran fuente de emisiones de gases de efecto invernadero. El sector transporte en México genera el 30% de las emisiones de GEI del país. Para mitigar lo anterior, se sugiere que Tubacero se comprometa a:

- 1) Considerar si es posible cambiar la forma de transporte de tus materias primas y productos.
- 2) Optimizar la logística de tus productos, acortando las rutas.
- 3) Utilizar medios de transporte bajos en carbono.

Conclusiones

La empresa Tubacero ha decidido dar ejemplo promoviendo la medición de su huella de carbono corporativa del año 2023. La realización de este proyecto permitió definir las fuentes de emisión críticas relacionadas con las operaciones de la empresa, establecer objetivos de mitigación e identificar medidas para la reducción de emisiones a través del tiempo de acuerdo a la ciencia climática.

Aunado a lo anterior, la iniciativa de Tubacero contribuye al cumplimiento de la agenda 2030, al alinearse a los ODS 7-energía asequible y no contaminante, 12-producción y consumo responsable y 13-acción por el clima. Estos objetivos buscan la medición de consumo energético, la eficiencia mediante energías renovables y la medición de huella de carbono para la reducción y compensación de emisiones.

Limitaciones

La principal limitante del estudio corresponde a la disponibilidad de información primaria proporcionada por los proveedores de Tubacero, específicamente en relación con los factores de emisión de los materiales clave utilizados en los procesos de producción. Por ello, se ha recurrido a factores de emisión de fuentes secundarias, afectando así la precisión de los cálculos.

Esta limitación subraya la importancia de una colaboración con la cadena de suministro para obtener información precisa y específica sobre las emisiones asociadas con los materiales utilizados.

Calidad de datos

Esta medición de huella de carbono se realizó utilizando la información proporcionada por Tubacero. Los datos están sujetos a la veracidad, precisión y validación de la organización.

Anexo A: Metodología de Cálculo

Tabla 2: Toneladas de CO2e de Alcance 1, 2 y 3.

Empresa:		Tubacero	MTY	Pánuco	Salinas	García	San Nicolás
A1	1.76%	32,724	1,350	21,057	9,583	135	600
Operaciones		30,206	422	20,294	8,884	96	510
Flotilla de vehículos		1,288	497	31	698	9	52
Emisiones de Proceso		1	0	0	0	1	0
Emisiones fugitivas		1,229	431	732	0	29	37
A2	0.93%	17,364	6,435	5,224	4,557	420	729
Electricidad		17,364	6,435	5,224	4,557	420	729
A3	97.31%	1,809,344	451,854	1,164,110	133,156	59,286	939
Compra de materiales	85.54%	1,590,611	421,942	986,823	128,677	52,373	796
Transporte de materiales	11.18%	207,872	27,918	174,892	33	4,983	46
Transporte de producto final	0.39%	7,215	176	872	4,238	1,908	22
Almacén de producto final	0.00%	0					
Viaje de negocio	0.00%	55	55	0	0	0	0
Desplazamiento de empleados	0.10%	1,926	1,343	497	86	0	0
Gestión de residuos	0.07%	1,294	379	671	150	22	72
Transporte de residuos	0.02%	353	12	338	2	0	0
Suministro y tratamiento de agua	0.00%	54	28	16	6	1	2
TOTAL (A1+2+3)		1,859,432	459,639	1,190,390	147,296	59,840	2,268

Anexo B: Factores de emisión

Tabla 3: Factores de emisión utilizados para el cálculo de emisiones de Tubacero 2023.

Alcance 1			
Fuente de emisión	FE	Unidades	Fuente
LPG	1.55	kgCO2e/L	UK 2023
Gasolina	2.3	kgCO2e/L	UK 2023
Diesel	2.66	kgCO2e/L	UK 2023
Gas natural	2.04	kgCo2e/m3	UK 2023
Madera como biofuel	43.89	kgCO2e/ton	UK 2023
R410A	1924	kg CO2e/kg	UK 2023
R-22	1760	kg CO2e/kg	UK 2023
R-134A	1300	kg CO2e/kg	UK 2023
Alcance 2			
Fuente de emisión	FE	Unidades	Fuente
Electricidad MX	0.438	kgCO2e/kwh	Gob MX 2023
Alcance 3			
Fuente de emisión	FE	Unidades	Fuente
Transporte terrestre (HGC average laden)	0.09696	kgCO2e/tkm	UK 2023
Transporte terrestre (distancia)	0.8721	kgCO2e/km	UK 2023
Almacenamiento	5.4	kgCO2e/ton almacenada	Fraunhofer 2019
Avión	0.24587	kgCO2e/km.pasajero	UK 2023
Camión	0.12	kgCO2e/km.pasajero	UK 2023
Teletrabajo	0.25	kgCO2e/día	UK 2023
Relleno sanitario papel	1,164.39	kgCO2e/ton	UK 2023
Relleno sanitario madera	925.245	kgCO2e/ton	UK 2023
Relleno sanitario plástico	8.884	kgCO2e/ton	UK 2023
Relleno sanitario orgánico	655.987	kgCO2e/ton	UK 2023
Relleno sanitario industrial	520.335	kgCO2e/ton	UK 2023
Reciclaje	21.28	kgCO2e/ton	UK 2023
Compostaje	8.912	kgCO2e/ton	UK 2023
Transporte terrestre (residuos)	0.10614	kgCO2e/tkm	UK 2022
Suministro agua	0.177	kgCo2e/m3	UK 2023
Tratamiento agua	0.201	kgCo2e/m3	UK 2023
Vehículo	0.16391	kgCO2e/km.pasajero	UK 2023
Metro	0.03546	kgCO2e/km.pasajero	UK 2023
Motocicleta	0.11367	kgCO2e/km.pasajero	UK 2023
LDPE	2,586.73	kg CO2e/ton	UK 2023
Madera	312.61	kg CO2e/ton	UK 2023
Cartón	801.52	kg CO2e/ton	UK 2023
Plomo	590	kgCO2e/ton	UK 2023
Relleno sanitario basura doméstica	497.045	kgCO2e/ton	UK 2023
Relleno sanitario metales	1.264	kgCO2e/ton	UK 2023
Hierro	35.4	kgCO2e/ton	Ecofys 2009
Fluorita	297.87	kg CO2e/ton	Hu, et al., 2019
Acero	4005.14	kgCO2e/ton	UK 2023
Transporte marítimo	0.01612	kgCO2e/km	UK 2023
Óxido de aluminio	1237	kg CO2e/ton	Winnipeg 2012
Dióxido de silicio	5000	kg CO2e/ton	Carbon Cloud 2024
Fluoruro de calcio	1	kg CO2e/ton	Winnipeg 2012
Óxido de magnesio	521.970	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Dióxido de manganeso	1500	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Óxido de hierro	800	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Dióxido de titanio	2000	kg CO2e/ton	IPCC 2006

Reporte Huella de Carbono Corporativa Tubacero: 2023

Manganeso	5000	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Molibdenum	3000	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Aceite Refrigerante Mobilcut	2	kgCO2e/L	Winnipeg 2012
Barniz negro	3180	kgCO2e/ton	Yulex 2023
Barniz claro	3180	kgCO2e/ton	Winnipeg 2012
Poliuretano	4000	kgCO2e/ton	Winnipeg 2012
Isocianato (Tolueno diisocianato y Difenilmetano diisocianato)	6500	kgCO2e/ton	Müller, 2021
FBE	5000	kgCO2e/ton	EPD
Adhesivo	5000	kgCO2e/ton	EPD
Polipropileno	2150	kgCO2e/ton	Environdec o Institut Bauen und Umwelt (IBU)
Destilado parafínico pesado fuertemente hidrotatado <extracción y refinación petróleo crudo>	1500	kgCO2e/ton	IPCC, 2006
Destilado parafínico pesado desparafinado por solvente <petróleo crudo y refinación>	2000	kgCO2e/ton	IPCC, 2006
Cobre	4000	kgCO2e/ton	Ekman et al. 2017
Plástico liviano	2574.16	kgCO2e/ton	UK 2022
Aluminio	9122.64	kgCO2e/ton	UK 2022
Plástico rígido	3,276.71	kgCO2e/ton	UK 2022
Plástico PVC	3,413.08	kgCO2e/ton	UK 2022
Pila Alcalina	4,633.48	kgCO2e/ton	UK 2022
Cristal	1,402.77	kgCO2e/ton	UK 2022
Latón	3500	kgCO2e/ton	Nilsson, 2017
Bronce	5500	kgCO2e/ton	Nilsson, 2017
Oxígeno (GAS)	280	kgCO2e/ton	American Chemistry Council
Ácido Sulhídrico (GAS)	1000	kgCO2e/ton	American Chemistry Council
Nitrógeno (GAS)	320	kgCO2e/ton	American Chemistry Council
Yeso	150	kgCO2e/ton	Winnipeg
Tela	22,310.00	kgCO2e/ton	UK 2023
Cianoacrilato de Metilo	8000	kgCO2e/ton	Klebstoffe, 2014
Ácido nítrico	2000	kgCO2e/ton	IPCC, 2002
Cloro	1100	kgCO2e/ton	Carbon Cloud 2024
Gas butano	3350	kgCO2e/ton	IEA
Cloruro de sodio	100	kgCO2e/ton	IPCC 2006
Masking tape (papel 80% + caucho 20%)	1135.52	kgCO2e/ton	Yulex 2023
Resistol 5000 (Acetona 70% + Acetato de etilo 30%)	1820	kgCO2e/ton	Budsberg, 2020
Barniz	3180	kgCO2e/ton	Yulex 2023
Crayon Industrial (cera)	2500	kgCO2e/ton	IPCC 2002
Aceite turbina	3.08	kgCO2e/L	Climatiq
Nitrocelulosa (piroxilina)	2000	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Esmalte	1000	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Aceite	2	kgCO2e/L	API 2023
Grasa de litio	2500	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Alcohol etílico (biomasa)	1000	kgCO2e/ton	EIA
Alúmina	15000	kgCO2e/ton	Winnipeg, 2012
Resina	2000	kgCO2e/ton	Asokan, M., & Jayaraman, V. 2022
Ácido clorhídrico	750	kgCO2e/ton	Chemical & Engineering News, 2023
Ácido acético	2000	kgCO2e/ton	Carbon Cloud 2024
Anticongelante (etilenglicol)	3500	kgCO2e/ton	Prestone. (2023)
Desengrasante	3000	kgCO2e/ton	Chen, X., & Zhao, Q. (2021)
Thinner	3000	kgCO2e/ton	Li, H., & Zhang, Y. (2021)
Acetona	5000	kgCO2e/ton	Chen, L., & Liu, S. (2021)
Piedra (carburo de silicio)	2620	kgCO2e/ton	Mühlbauer et al. 2024
Hule	3335.57	kgCO2e/ton	UK 2023
Papel	910.48	kgCO2e/ton	UK 2023

Reporte Huella de Carbono Corporativa Tubacero: 2023

Pintura	3.64	kg CO2/kg	Vasquez, W. J. (2021)
Gel (compuestos cerámicos)	5000	kgCO2e/ton	Monfort, 2010
Policarbonato	5200	kgCO2e/ton	Highline PC, 2023
Pegante Instantaneo	3.50	kg CO2e/kg	Industrieverband Klebstoffe e.V., 2020
Pegante Madera	250.00	kg CO2e/m3	Fichtenbauer, D. (2019)
Pegante vulcanizado	3.50	kg CO2e/kg	Industrieverband Klebstoffe e.V., 2020
Pintura epóxica	5.7	kg CO2e/kg	Ghasemi et al., 2020
Poliétileno (HDPE)	1.9	kg CO2e/kg	Winnipeg 2012
Cinta plástica (plástico 80% + caucho 20%)	2459.328	kgCO2e/ton	Yulex, 2023 & Antonanzas 2024
Marcador (tinta 80% + plástico 20%)	1455.342	kgCO2e/ton	UK 2023
Poliéster	5.50	kg CO2e/kg	WRI, 2017
Polipropileno	1.58	kg co2e/kg	Alsabri et al., 2021
Metales	4005.14	kg CO2e/ton	UK 2023
Poliuretano	4.99	kg CO2e/kg	Winnipeg 2012
Hidróxido de sodio	0.46	kg CO2e/kg	Winnipeg 2012
Ácido fosfórico	1.45	kg CO2e/kg	Winnipeg 2012
Acetileno	0.78	kg CO2e/kg	SEGOB 2015
Sosa cáustica	3	kg CO2e/L	Álvarez, M. et al. 2020
Ácido	2	kg CO2e/L	Winnipeg, 2012
Gas butano	2.6	kg CO2e/kg	IEA 2021
Epoxi	7.7	kg CO2e/L	IPCC 2006
Cable (avg)	10	kg co2/m	IPCC 2006
Cuero	3500	kg CO2e/ton	Bahua et al. 2024
Fibra de vidrio	1500	kg CO2e/ton	IPCC 2006
Limpiador	2	kg CO2e/L	IPCC 2006
Oxígeno líquido	1140	kg CO2e/m3	IPCC 2006
Agua destilada	5	kg CO2e/m3	UK 2023
Xileno	1.76	kg CO2e/L	EEA
Acero TERNIUM	1.8	ton CO2e/ton	Proporcionado por proveedor
Acero SALZGITTER	2280	kg CO2e/ton	Proporcionado por proveedor
Soldadura (bavaria: A1+A2)	96	kg CO2e/kg	Proporcionado por proveedor

Referencias

- About us | GHG Protocol. (2024, July 3). <https://ghgprotocol.org/about-us>
- 7 steps for delivering net zero supply chains. (2022, February 17). World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/02/7-steps-for-delivering-net-zero-supply-chains/>
- Álvarez, M. et al. (2020). "Carbon Footprint of Sodium Hydroxide Production: A Comparative Analysis". *Journal of Cleaner Production*.
- American Chemistry Council. (2024, September 12). American Chemistry Council. <https://www.americanchemistry.com/>
- Antonanzas, J., & Quinn, J. C. (2024). Carbon footprint assessment of natural rubber derived from Liberian hevea trees. *International Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05678-6>
- Asokan, M., & Jayaraman, V. (2022). "Environmental impact assessment of Bakelite production." August 14, 2023 Issue | *Chemical & Engineering News*. (n.d.). Chemical & Engineering News. <https://cen.acs.org/magazine/101/10126.html>
- Bahua, H., Wijayanti, S. P., Putra, A. S., Ariyani, N. R., Isharyadi, F., Nuha, N., Paminto, A. K., Mulyono, M., Djarot, I. N., Widyastuti, N., Sitomurni, A. I., Setiawan, A. a. R., & Handayani, T. (2024). Life cycle assessment (LCA) of leather-like materials from mycelium: Indonesian case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02351-5>
- Budsberg, E., Morales-Vera, R., Crawford, J. T., Bura, R., & Gustafson, R. (2020). Production routes to bio-acetic acid: life cycle assessment. *Biotechnology for Biofuels*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s13068-020-01784-y>
- Chen, L., & Liu, S. (2021). "Environmental Impact Assessment of Paint Removers." ScienceDirect. Disponible en: ScienceDirect
- Chen, X., & Zhao, Q. (2021). "Environmental Impact Assessment of Industrial Degreasers." ScienceDirect. Disponible en: ScienceDirect
- De Medio Ambiente Y Recursos Naturales, S. (n.d.). Registro Nacional de Emisiones RENE. gov.mx. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/registro-nacional-de-emisiones-rene>
- Department for Energy Security and Net Zero. (2023, June 28). *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023*. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factor-s-2023>
- Environmental performance. (n.d.). <https://www.api.org/oil-and-natural-gas/environment/environmental-performance>
- Greenhouse gas inventories. (n.d.). City of Winnipeg. <https://www.winnipeg.ca/services-programs/trees-environment/climate-action/greenhouse-gas-inventories>
- How to build a green supply chain. (n.d.). British Business Bank. <https://www.british-business-bank.co.uk/business-guidance/guidance-articles/sustainability/sustainable-suppliers-how-to-build-a-green-supply-chain>
- Hu, A. H., Kuo, C., Hong, C., & Huang, L. H. (2018). Carbon Footprint Assessment of Recycling Fluorspar from Waste Calcium Fluoride (CaF₂) Sludge. In *Springer eBooks* (pp. 685–693). https://doi.org/10.1007/978-981-10-7290-1_57

- Ley General de Cambio Climático: Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación. (2024). In CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Li, H., & Zhang, Y. (2021). "Environmental Impact Assessment of Industrial Solvents." ScienceDirect. Disponible en: ScienceDirect
- Mühlbauer, A., Keiner, D., Galimova, T., & Breyer, C. (2024). Analysis of production routes for silicon carbide using air as carbon source empowering negative emissions. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 29(1). <https://doi.org/10.1007/s11027-023-10100-6>
- Norma Mexicana PROY-NMX-SAA-14064-3-IMNC-2020. (2021, December 8). SEGOB. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5637597&fecha=08/12/2021#gsc.tab=0
- Rubber Chronicle 19: CO2E emissions of natural rubber, neoprene, geoprene and SBR | YULEX®.* (n.d.). <https://www.yulex.com/post/rubber-chronicle-19-co2e-emissions-of-natural-rubber-neoprene-geoprene-and-sbr>
- Prestone. (2023, September 6). *Prestone® Total Protection*. Prestone® Total Protection. <https://prestone.com/>

