



2022

**Arabako Lurralde Historikoaren
Etxe-hondakinen jasotzea eta kudeaketaren
Karbono Aztarnaren kalkulua**

**Cálculo de la Huella de Carbono de la
recogida y gestión de Residuos Domésticos
del Territorio Histórico de Álava**



Índice de contenido

1. Introducción	1
2. Objetivos	1
3. Huella de Carbono en la gestión de residuos.....	1
4. Metodología de la Huella de Carbono	2
4.1. -Definición del Alcance o Límites:	2
4.1.1. -Límites organizacionales:	2
4.1.2. -Límites operativos:.....	3
4.1.3. -Exclusiones:.....	4
4.2. -Selección del año base:.....	5
4.3. -Identificación de emisiones:	5
5. -Metodología general para el cálculo de emisiones:	8
5.1. -Metodología para el cálculo de emisiones de transporte:	9
5.2. -Metodología para el cálculo de emisiones de la clasificación y el tratamiento:	11
6. -Adecuación de los cálculos de años anteriores (2019-2021):.....	15
7. -Resultados Generales totales.....	16
7.1 -Resultados Transporte	19
7.1.1. Resultados generales para el transporte	19
7.1.2. Resultados por Cuadrilla para el transporte	23
7.2 -Resultados clasificación	31
7.2.1. Resultados generales clasificación	31
7.2.2. Resultados por cuadrilla para la clasificación	33
7.3 Resultados Tratamiento	41
7.3.1. Resultados generales para el tratamiento	41
7.3.2. Resultados por cuadrilla para el tratamiento	44
8. Emisiones Evitadas	52
9. -Comprobación del método	53
10. -Resultados comparativos y adecuación desde año base	54
11. Conclusiones.....	57
12. Bibliografía	59
Anexo I.....	60
Anexo II.....	63

Índice de tablas

Tabla 1: Emisiones clasificadas por alcances para las actividades de la transporte y tratamiento.	4
Tabla 2: Emisiones generadas directas, indirectas y evitadas en las actividades dentro de la gestión de residuos en Álava.	7
Tabla 3: Potenciales calentamiento global para los GEI considerados.	8
Tabla 4: Factor emisión utilizado para cálculo de emisiones de transporte.	9
Tabla 5: Media peninsular, mix eléctrico 2022.	10
Tabla 6: Tipos de recogida por fracción recogida.	10
Tabla 7: Factor emisión para procesos de compostaje utilizado en este trabajo.	11
Tabla 8: Factores de emisión para valorización energética.	12
Tabla 9: Factores de emisión para vertido.	12
Tabla 10: Factores de emisión de reciclaje para las diferentes fracciones, utilizados en este trabajo.	13
Tabla 11: Emisiones evitadas tenidas en cuenta en este trabajo.	15
Tabla 12: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por cuadrillas.	16
Tabla 13: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por fracción de residuo.	17
Tabla 14: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por cuadrillas (Transporte).	19
Tabla 15: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por fracción recogida (Tr.).	20
Tabla 16: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por tipo de recogida (Tr.).	22
Tabla 17: Cantidad de residuos (t), kilómetros, emisiones CO2 (t) y t CO2/t residuo, por fracción en Añana.	24
Tabla 18: Cantidad de residuos (t), kilómetros, emisiones CO2 (t) y t CO2/t residuo, por fracción en Ayala.	25

Tabla 19: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO2 (t) y t CO2/t res, por fracción en Gorbeialdea.....	26
Tabla 20: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO2 (t) y t CO2/t res, por fracción en Llanada.	27
Tabla 21: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO2 (t) y t CO2/t res, por fracción en Rioja Alavesa.	28
Tabla 22: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO2 (t) y t CO2/t res, por fracción en Montaña.....	29
Tabla 23: Cantidad residuo (t), kilómetros, emisiones CO2 (t) y t CO2/t res, por fracción en Vitoria-Gasteiz.....	30
Tabla 24: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por cuadrillas (Clasificac.).	31
Tabla 25: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por fracción recogida (Clas).....	32
Tabla 26: Cantidad de residuos (t), emisiones CO2 (t) y t CO2/t residuo, por fracción en Añana.	34
Tabla 27: Cantidad de residuos (t), emisiones CO2 (t) y t CO2/t residuo, por fracción en Ayala.	35
Tabla 28: Cantidad residuos (t), emisiones CO2 (t) y t CO2/t res, por fracción en Gorbeialdea.	36
Tabla 29: Cantidad residuos (t), emisiones CO2 (t) y t CO2/t residuo, por fracción en Llanada.	37
Tabla 30: Cantidad residuos (t), emisiones CO2 (t) y t CO2/t res, por fracción en Rioja Alavesa.	38
Tabla 31: Cantidad residuos (t), emisiones CO2 (t) y t CO2/t residuo, por fracción en Montaña.	39
Tabla 32: Cantidad residuo (t), emisiones CO2 (t) y t CO2/t residuo, por fracción en Vitoria-Gasteiz.....	40
Tabla 33: Cantidad residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por cuadrillas (Tratamiento).	41
Tabla 34: Cantidad residuos (t y%), emisiones CO2 (t y%) y t CO2/t residuo, por fracción recogida (Trata.).....	42

Tabla 35: Cantidad residuos (t y%), emisiones CO ₂ (t y%) y t CO ₂ /t residuo, por destino (Tratamiento).....	44
Tabla 36: Cantidad de residuos (t), emisiones CO ₂ e(t) y t CO ₂ e/t residuo, por fracción en Añana.....	45
Tabla 37: Cantidad de residuos (t), emisiones CO ₂ e(t) y t CO ₂ e/t residuo, por fracción en Ayala.....	46
Tabla 38: Cantidad de residuos (t), emisiones CO ₂ e(t) y t CO ₂ e/t residuo, por fracción en Gorbeialdea.....	47
Tabla 39: Cantidad de residuos (t), emisiones CO ₂ e(t) y t CO ₂ e/t residuo, por fracción en Rioja Alavesa.....	48
Tabla 40: Cantidad de residuos (t), emisiones CO ₂ e(t) y t CO ₂ e/t residuo, por fracción en Llanada Alavesa.....	49
Tabla 41: Cantidad de residuos (t), emisiones CO ₂ e(t) y t CO ₂ e/t residuo, por fracción en Montaña Alavesa.....	50
Tabla 42: Cantidad de residuos (t), emisiones CO ₂ e(t) y t CO ₂ e/t residuo, por fracción en Vitoria-Gasteiz.....	51
Tabla 43: Emisiones evitadas con los tratamientos.....	52
Tabla 44: Emisiones en t CO ₂ e por cuadrilla y totales para 2019, 2020, 2021 y 2022.....	54

Índice de graficas

Gráficas 1 y 2:% CO ₂ por cuadrillas y t CO ₂ /t residuo por cuadrillas.....	17
Gráficas 3 y 4:% CO ₂ y t CO ₂ /t residuo por fracción recogida.....	18
Gráficas 5 y 6: % CO ₂ por cuadrillas y t CO ₂ /t residuo por cuadrillas (Transporte).....	20
Gráficas 7 y 8:% CO ₂ y t CO ₂ /t residuo por fracción recogida (Transporte).....	21
Gráficas 9 y 10:% CO ₂ por cuadrillas y t CO ₂ /t residuo por tipo de recogida (Transporte).....	22
Gráfica 11: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Añana.....	24
Gráfica 12: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Ayala.....	25
Gráfica 13: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Gorbeialdea.....	26
Gráfica 14: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Llanada Alavesa.....	27

Gráfica 15: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Rioja Alavesa.....	28
Gráfica 16: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Montaña Alavesa.....	29
Gráfica 17: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz.....	30
Gráficas 18 y 19: % CO ₂ por cuadrillas y t CO ₂ /t residuo por cuadrillas (Clasificación).....	32
Gráficas 20 y 21: % CO ₂ y t CO ₂ /t residuo por fracción recogida (Clasificación).....	33
Gráfica 22: Emisiones en % t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Añana.....	34
Gráfica 23: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Ayala.....	35
Gráfica 24: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Gorbeialdea.....	36
Gráfica 25: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Llanada Alavesa.....	37
Gráfica 26: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Rioja Alavesa.....	38
Gráfica 27: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Montaña Alavesa.....	39
Gráfica 28: Emisiones en t CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz.....	40
Gráficas 29 y 30: % CO ₂ por cuadrillas y t CO ₂ /t residuo por cuadrillas (Tratamiento).....	42
Gráficas 31 y 32: % CO ₂ y t CO ₂ /t residuo, por fracción recogida (Tratamiento).....	43
Gráficas 33 y 34: % CO ₂ y t CO ₂ /t residuo, por destino de residuo (Tratamiento).....	44
Gráfica 35: Emisiones en % CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Añana.....	45
Gráfica 36: Emisiones en % CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Ayala.....	46
Gráfica 37: Emisiones en % CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Gorbeialdea.....	47
Gráfica 38: Emisiones en % CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Rioja alavesa.....	48
Gráfica 39: Emisiones en % CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Llanada alavesa.....	49
Gráfica 40: Emisiones en % CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Montaña alavesa.....	50
Gráfica 41: Emisiones en % CO ₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz.....	51
Gráfica 42: Análisis de diferentes escenarios.....	53
Gráfica 43: Emisiones absolutas en t CO ₂ equivalente, por cuadrilla para 2019, 2020, 2021 y 2022.....	54
Gráfica 44: Emisiones relativas en t CO ₂ e / t residuo, por cuadrilla y totales para 2019, 2020, 2021 y 2022.....	54

Listado de abreviaturas:

CAPV: Comunidad Autónoma del País Vasco

DFA: Diputación Foral de Álava

FOGO: Fracción orgánica gestionada en origen

FORS: Fracción orgánica recogida selectivamente

HORECA: Hoteles, restaurantes y cafeterías

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)

PaP: Puerta a Puerta

PLR: Punto Limpio Rural

PVM: Punto Verde Móvil

RAEE: Residuos de aparatos eléctricos o electrónicos

RNP: Residuos no peligrosos

RP: Residuos peligrosos

TMB: Tratamiento mecánico-biológico

Abreviaturas de nombres oficiales:

Cuadrilla de Añana (Añana)

Cuadrilla de Ayala (Ayala)

Cuadrilla de Gorbeialdea (Gorbeialdea)

Cuadrilla de Laguardia-Rioja Alavesa (Rioja Alavesa)

Cuadrilla de Llanada Alavesa (Llanada)

Cuadrilla de Montaña Alavesa (Montaña)

Cuadrilla de Vitoria-Gasteiz (Vitoria)

1. Introducción

El presente documento, calcula la Huella de Carbono de la gestión de los residuos domésticos en la totalidad del Territorio Histórico de Álava, para el año 2022. Para ello, se seguirá la metodología recogida en la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones.

Contextualizado dentro del Plan de Prevención y Gestión de Residuos Urbanos de Araba, el documento actuará como herramienta práctica de mitigación del cambio climático, permitiendo al Observatorio de Residuos Urbanos de Araba, evaluar la contaminación atmosférica generada por estas actividades.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo, es realizar una aproximación al cálculo de la Huella de Carbono de los servicios de recogida, transporte, clasificación y tratamiento de los residuos domésticos del Territorio Histórico de Álava.

3. Huella de Carbono en la gestión de residuos

La huella de carbono mide la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto, con el fin de determinar su contribución al cambio climático y se expresa en toneladas de CO₂ equivalentes (t CO₂ e). Los GEI fundamentales, conforme regula el IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nítrico (N₂O), los compuestos de hidrofluorocarbonos (HFC), los compuestos de clorofluorocarbonos (CFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆).

Se considera que la gestión de residuos no genera hexafluoruro de azufre (SF₆) y que en condiciones normales de operación no genera HFC (hidrofluorocarburos) o PFC (perfluorocarburos). (*Protocolo para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en actividades de gestión de residuos, Asegre*).

Por lo que en este caso se contabilizarán:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nítrico (N₂O)



4. Metodología de la Huella de Carbono

La metodología más utilizada para el cálculo de la huella de carbono corporativa es la definida por el *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)*. En este caso se ha utilizado como guía su documento “Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria”, en el que se explica la metodología para el cálculo de las emisiones generadas por la gestión de residuos basada en el protocolo establecido por el IPCC.

Orientada en la metodología del *GHG Protocol* surgió la norma internacional UNE EN ISO 14064-1:2012. Este es el estándar elegido por el Gobierno Vasco para realizar el cálculo de la huella de carbono en la CAPV por su carácter internacional. Por lo que, además de la anterior guía, para este trabajo se ha utilizado la “Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2012” desarrollada por el Gobierno Vasco, que explica en detalle el cálculo y reporte de huella de carbono de acuerdo a este estándar.

4.1. -Definición del Alcance o Límites:

Mediante la definición del alcance, se establecen los límites para la realización del cálculo. El alcance debe ser representativo de las actividades de la organización, incluyendo todos los tipos de fuentes de emisiones existentes dentro de los límites del inventario.

Para la definición del alcance, se determinan 2 tipos de límites:

4.1.1. -Límites organizacionales:

En la determinación de los límites organizacionales, se deben definir las instalaciones cuyas emisiones de GEI se contabilizarán dentro del inventario. En este caso, se incluirán todos los servicios dentro de la gestión de residuos domésticos del Territorio Histórico de Álava, englobando las diversas entidades públicas que participan (Ayuntamientos, Cuadrillas, Diputación...).

Una vez identificadas las instalaciones, organizaciones y procesos, la norma acepta dos enfoques para seguir concretando los límites de la organización:

- Enfoque de control: La organización considera todas las emisiones y/o remociones de GEI cuantificadas en las instalaciones, sobre las cuales tiene control operacional o control financiero.
- Enfoque de cuota de participación: La organización responde de su parte accionarial de las emisiones y/o remociones de GEI de las respectivas instalaciones.



Debido a las características de las actividades de gestión de residuos, se selecciona el **enfoque de control**. Este enfoque tiene en cuenta las emisiones procedentes de aquellas fuentes que están bajo el control operativo de la organización. Se entiende que una organización tiene control operativo sobre un tipo de fuente, cuando ejerce una influencia dominante sobre sus emisiones, ya que dispone de la capacidad para dirigir las políticas operativas que determinan sus emisiones. Por lo que, las administraciones públicas encargadas de la gestión de residuos, disponen de esta influencia sobre los servicios de transporte, clasificación y tratamiento de los residuos domésticos generados en Álava.

A su vez, el enfoque de control puede seguir dos criterios:

- Control operacional: Está basado en la capacidad de tomar decisiones sobre la forma de operar en las instalaciones.
- Control financiero: Está basado en categorías contables.

En este caso se utilizará el enfoque de **control operacional**, ya que es por lo general, el que mejor representa a la organización y el que permite una mayor actuación para reducir los GEI.

Además, este enfoque también se aplica para las empresas contratadas por la administración para la realización de tareas dentro del transporte y gestión de los residuos en Álava. Por lo tanto, las emisiones de GEI de estas empresas, se incluirán en el informe de emisiones de la organización, siempre que esta mantenga el control operativo sobre las actividades que ha delegado. Es decir, si tiene la autoridad para tomar las decisiones sobre los procedimientos operativos que generan dichas emisiones.

4.1.2. -Límites operativos:

Al establecer los límites operativos, se definen las fuentes de emisión de GEI que se incluyen en el inventario. Como ya se ha mencionado, el protocolo se aplica a los siguientes gases de efecto invernadero: Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido nitroso (N₂O).

Los límites operativos representan las emisiones que se considerarán en la huella de carbono. La norma ISO 14064-1:2012 distingue entre tres tipos de emisión, siendo obligatoria la inclusión de los dos primeros y opcional la del tercero:

-Emisiones directas (Alcance 1): Incluye las emisiones y absorciones que proceden de fuentes que posee o controla la organización definida.

-Emisiones indirectas por energía (Alcance 2): Incluye las emisiones de la generación de electricidad (y/o calor) adquirida y consumida por la empresa. Electricidad adquirida, se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones de este alcance ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada.



-Otras emisiones indirectas (Alcance 3): Incluyen las emisiones indirectas no asociadas al consumo de energía por parte de la organización, como pueden ser las emisiones derivadas de adquisición de materiales y combustibles, actividades contratadas externamente, las compras externalizadas, la venta de bienes y servicios y las actividades relacionadas con el transporte de una flota que no se encuentra dentro de los límites de la organización.

Considerando los límites organizacionales definidos y la complejidad de las actividades requeridas, para la gestión de los residuos domésticos en la totalidad del Territorio Histórico de Álava, éstas se deberían clasificar en función de su alcance, de la siguiente manera:

Tabla 1: Emisiones clasificadas por alcances para las actividades de la transporte y tratamiento.

Actividad	Alcance	Emisiones por...
Recogida y Transporte	Alcance 1	Consumo de combustibles de vehículos propios Consumo de combustibles recogida neumática
	Alcance 2	Consumo de vehículos propios eléctricos Consumo de electricidad recogida neumática
	Alcance 3	Consumo de combustibles de vehículos ajenos
Clasificación	Alcance 1	Consumo de combustibles en plantas de clasificación propias
	Alcance 2	Consumo de electricidad y/o calor en plantas propias
	Alcance 3	Consumo de combustibles en plantas de clasificación ajenas Consumo de electricidad en plantas de clasificación ajenas
Tratamiento y Gestión	Alcance 1	Consumo de combustibles en plantas de tratamiento propias Digestión aerobia en plantas de tratamiento propias Valorización energética en plantas propias Emisiones en vertederos propios
	Alcance 2	Consumo de electricidad y/o calor en plantas propias
	Alcance 3	Consumo de combustibles en plantas de tratamiento ajenas Consumo de electricidad en plantas de tratamiento ajenas Valorización energética en plantas ajenas Procesos de reciclaje de materiales

4.1.3. -Exclusiones:

Debido a la complejidad del sistema de gestión de residuos, al gran volumen de datos a obtener y la limitación actual para la obtención de datos, existen algunas emisiones que se han excluido del cálculo:

*En cuanto a la recogida, no se han tenido en cuenta las emisiones generadas por el consumo de electricidad y combustible en algunas instalaciones de recogida como los Garbigunes, por no contar con los datos de todas las instalaciones.

*Tampoco se han contabilizado las emisiones fugitivas, como las provenientes de gases fluorados de posibles escapes de los equipos de refrigeración en las diferentes instalaciones y plantas.



4.2. -Selección del año base:

El objetivo de la norma UNE-ISO 14064-1:2012 es la comparación con uno mismo, analizando la evolución de las emisiones a lo largo de una serie temporal. El primer año de dicha serie temporal es **2019**, que se considera como el año base.

4.3. -Identificación de emisiones:

Sería necesaria la identificación de la totalidad de las emisiones que se generan en cada tratamiento, servicio o instalación, diferenciándolas por Alcance 1, Alcance 2 y Alcance 3.

Sin embargo, debido a las características de la organización y del propio estudio, resulta difícil diferenciar las emisiones generadas por medios propios de las generadas por medios ajenos. Además, hay que considerar que la mayor parte de las emisiones proceden de actividades contratadas externamente (Alcance 3), que se han contabilizado considerando que la organización tendría control operacional sobre éstas.

A la hora de identificar las emisiones, estas se han diferenciado en emisiones directas e indirectas.

-Emisiones directas: Incluye las emisiones que proceden de fuentes que controlan el conjunto de entidades locales objeto de estudio y que se generan por las actividades de transporte y tratamiento de residuos:

*Transporte dentro de los límites de la organización: transporte de residuos desde el punto de recogida a la planta de tratamiento.

*Emisiones de proceso: emisiones provenientes de los diferentes tratamientos de los residuos (reutilización, reciclaje, compostaje, biometanización, valorización energética y vertido).

*Combustión de combustibles. En las plantas de tratamiento y en los puntos de recogida, así como mediante el uso de maquinaria necesaria.

*Las emisiones fugitivas, por ejemplo, las emisiones de gases fluorados procedentes de posibles escapes de los equipos de refrigeración. En este trabajo no se ha podido contemplar, pero estas emisiones se podrían ocasionar a la hora de realizar una mala gestión de estos aparatos.

-Emisiones indirectas por consumo de energía: Incluyen las emisiones derivadas del consumo eléctrico y las del consumo de calor, vapor y refrigeración que se consumen dentro de los límites de la organización, pero que se adquieren externamente. Las emisiones de GEI de este alcance ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada. Una buena práctica para la recopilación de datos, es buscar facturas por alguno de estos servicios.



Dentro de este alcance, no se consideran las emisiones generadas por la producción de energía mediante la valorización energética o el uso de biogás, cuando estas sean autoconsumidas en las plantas.

Por todo ello, para las emisiones indirectas, es necesario identificar equipos que consuman:

- Electricidad.
- Calor.
- Vapor.
- Frío industrial.

-Otras emisiones indirectas: Incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que no controlan el conjunto de entidades públicas objeto de estudio y que se generan por las actividades de transporte y tratamiento de residuos:

*Transporte con medios ajenos, dentro de los límites de la organización: transporte de residuos desde el punto de recogida a la planta de tratamiento.

*Emisiones de proceso: emisiones provenientes de los diferentes tratamientos de los residuos (reciclaje, valorización energética y vertido).

*Combustión de combustibles. En las plantas de tratamiento y en los puntos de recogida, así como mediante el uso de maquinaria necesaria.

*Las emisiones fugitivas, por ejemplo, las emisiones de gases fluorados procedentes de posibles escapes de los equipos de refrigeración. En este trabajo no se ha podido contemplar, pero estas emisiones se podrían ocasionar a la hora de realizar una mala gestión de estos aparatos.

Existen otras emisiones consideradas de origen biogénico. Estas, son las emisiones de CO₂ de biocombustibles (bioetanol o biodiésel) y de biomasa sólida, así como las derivadas del proceso de compostaje. Estas emisiones, se encuentran en equilibrio en el ciclo natural del carbono y no tienen efecto sobre el cambio climático. Por ello, las emisiones de CO₂ de origen biogénico, se consideran neutras para el cálculo.

Además, se han contabilizado emisiones evitadas en los procesos de reciclaje y compostaje. Ya que al reciclar se reducen las emisiones, al no tener que producir materiales nuevos o al producir una enmienda orgánica para su posterior uso en el suelo. Estas emisiones no se deben de restar al cómputo total del cálculo, aun así, se ha considerado interesante conocerlas, por lo que se tratarán de incluir en este trabajo.

A continuación, se identifican las emisiones generadas directas e indirectas y las emisiones evitadas, en los diferentes servicios de recogida, transporte y gestión de residuos, dentro del Territorio Histórico de Álava:



Tabla 2: Emisiones generadas directas, indirectas y evitadas en las actividades dentro de la gestión de residuos en Álava.

Actividad	Emisiones directas (netas) Alcance 1	Emisiones indirectas Alcance 2	Otras emisiones indirectas Alcance 3	Emisiones evitadas
Recogida y transporte	CO ₂ de consumo de combustibles en medios de transporte propios	CO ₂ vehículos eléctricos	CO ₂ de consumo de combustibles en medios de transporte ajenos	
			CO ₂ vehículos eléctricos ajenos	
Clasificación, reciclaje y recuperación	CO ₂ de consumo de combustibles in situ	CO ₂ de consumo de electricidad	CO ₂ de consumo de combustibles en instalaciones ajenas	GEI evitados producción equivalente de materiales
			CO ₂ de consumo de electricidad en instalaciones ajenas	CO ₂ evitado mediante la producción de combustibles sólidos recuperados
Tratamiento Mecánico Biológico, TMB, (compostaje, digestión anaerobia)	CO ₂ de consumo de combustibles in situ	CO ₂ de consumo de electricidad	CO ₂ de consumo de combustibles en instalaciones ajenas	CO ₂ evitado por producción energía
	CH ₄ y N ₂ O		CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ evitado mediante compost
			CO ₂ de consumo de electricidad en instalaciones ajenas	GEI evitados mediante la recuperación de materiales
Valorización energética (Incineración)	CO ₂ residuos (excepto biomasa)	CO ₂ de consumo de electricidad	CO ₂ residuos (excepto biomasa) en instalaciones ajenas	CO ₂ evitado mediante la producción de energía
	CO ₂ combustibles fósiles		CO ₂ combustibles fósiles en instalaciones ajenas	CO ₂ evitado mediante el reciclaje de escorias y cenizas
	N ₂ O		CO ₂ de consumo de electricidad en instalaciones ajenas	
Vertederos	CH ₄	CO ₂ de consumo de electricidad	CH ₄ en instalaciones ajenas	CO ₂ evitado mediante la producción de energía
	CO ₂ del consumo de combustible in situ		CO ₂ del consumo de combustible en instalaciones ajenas CO ₂ de consumo de electricidad en instalaciones ajenas	



5. -Metodología general para el cálculo de emisiones:

La metodología de cálculo de emisiones se basa en el uso de factores de emisión y datos de Actividad.

$$\text{Emisiones GEI (t GEI)} = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor emisión}$$

-Dato de actividad: Medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión, como electricidad o combustible consumido. En este caso, en cuanto al transporte se utilizarán Km y/o consumo de combustible y en el tratamiento y gestión se utilizarán toneladas de residuo.

-Factor emisión: Ratio que relaciona el dato de actividad con la emisión de GEI. Expresado en toneladas de GEI /ud. (dependiendo de las unidades del dato de actividad).

Para utilizar una unidad común y poder comparar el impacto de cada gas, las emisiones de cada GEI se convierten a toneladas de CO₂ equivalente (CO_{2e}), aplicando un nuevo factor llamado potencial de calentamiento global.

$$\text{Emisiones de GEI (t CO}_{2e}) = \text{Dato de emisión} \times \text{Potencial calentamiento global}$$

-Dato de emisión: Medida cuantitativa de la emisión producida (t GEI). En este caso GEI serán CH₄ y N₂O.

-Potencial de calentamiento global (PCG): Factor que describe el impacto sobre el cambio climático de cada tipo de GEI. Este factor se formula con base en la unidad de referencia, el CO₂, y por ello se expresa en toneladas de CO₂ /t GEI (existe un factor para cada tipo de GEI). En este caso se han utilizado los potenciales de calentamiento global especificados por el IPCC en su 5º informe (AR5), para un periodo de 100 años. Se seleccionan estos PCG, ya que son los utilizados por Ithobe en su calculadora.

Teniendo en cuenta los diferentes GEI contabilizados en este trabajo, se tendrán en cuenta los siguientes Potenciales de Calentamiento Global:

Tabla 3: Potenciales calentamiento global para los GEI considerados.

GEI	Potenciales calentamiento Global (t CO ₂ /t GEI)
CH ₄	28
CO ₂	1
N ₂ O	265

Para realizar el cálculo de la huella de carbono es importante incluir todos los tipos de fuentes que estén contempladas dentro de la organización descrita.

La identificación de estas fuentes se inicia con la solicitud de información a las diferentes administraciones y empresas privadas participantes en el proceso de transporte y gestión de los residuos.



Dada la complejidad del trabajo, para facilitar la presentación de los procedimientos, datos y resultados a realizar, se ha dividido el cálculo en 3 apartados, que se presentan a continuación.

Por un lado, se presentan las metodologías utilizadas para el cálculo de las emisiones generadas por el **transporte** de los residuos, por otro lado, las emisiones generadas en la **clasificación** de los mismos y, por último, las emisiones generadas por su **tratamiento**.

5.1. -Metodología para el cálculo de emisiones de transporte:

Se han contabilizado las emisiones directas e indirectas producidas por el servicio de recogida y transporte de los residuos del Territorio Histórico de Álava. Así se ha podido calcular las emisiones de CO₂ equivalentes para cada Cuadrilla, por fracción y por tipo de recogida.

Emisiones directas

Dentro de las emisiones consideradas directas de los servicios de recogida y transporte, se encuentran:

- Todas las emisiones derivadas del consumo de combustibles en los transportes y recogidas realizadas dentro del Territorio Histórico de Álava.
- Consumo de combustible en instalaciones de recogida (centrales neumáticas, puntos limpios rurales, Garbigunes...) y de maquinaria.

El proceso de cálculo parte de los datos de kilometraje de los vehículos utilizados para el transporte de los residuos y del número total de alzadas realizadas en la recogida de contenedores. Conocidos estos datos de partida, se procede al calcular el consumo de combustible derivado de la recogida y transporte de los residuos. Una vez conocidos los datos de consumo de combustible, se procede a calcular las emisiones de carbono equivalente.

El factor de emisión para las emisiones producidas por el consumo de combustible se determina a partir de los factores de emisión utilizados por Ihobe en su calculadora. A su vez este factor es determinado por las directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Tabla 4: Factor emisión utilizado para cálculo de emisiones de transporte.

2022	Kg CO ₂ e/km
Gasoleo A/B	2,584

Como se ha comentado en las exclusiones, dentro de los consumos de combustible en las instalaciones de recogida, solo se ha contabilizado el consumo en la recogida neumática.



Emisiones indirectas

Dentro de las emisiones indirectas, se han contabilizado las emisiones por consumo de energía en las centrales de acopio de la recogida neumática. Para contabilizar estas emisiones se han estimado a partir de los datos de consumo de las centrales en Vitoria-Gasteiz.

Como en el caso del combustible no se han tenido en cuenta el consumo en los Garbigunes. Por otro lado, no se incluyen los consumos en puntos limpios rurales, ya que por lo general no existe ningún consumo de electricidad en los mismos.

Para el cálculo de las emisiones indirectas, se ha utilizado como factor de emisión, la media peninsular para 2022 del mix eléctrico: 273 g CO₂e/kWh (*Oficina Cambi Climatic*).

Tabla 5: Media peninsular, mix eléctrico 2022.

2020	g CO ₂ e/kWh
Media Mix eléctrico	273

El cálculo, se ha realizado para las diferentes fracciones recogidas, para los diversos tipos de recogida y para las diferentes Cuadrillas. En la siguiente tabla, se presentan las fracciones consideradas y los tipos de recogida que afectan a las mismas:

Tabla 6: Tipos de recogida por fracción recogida.

Fracción	Tipo de recogida
RESTO	Contenedores, neumática, PaP comercial
PAPEL/CARTÓN	Contenedores, neumática, PaP comercial, Garbigunes, Recogidas privadas
VIDRIO	Contenedores, PaP HORECA
ENVASES	Contenedores, neumática, PaP comercial
FORS	Contenedores
PODA	Garbigunes, Puntos Limpios Rurales
VOLUMINOSOS	Garbigunes, Puntos Limpios Rurales, Puntos de acopio de poda, PaP domicilios
MADERA	Garbigunes, Puntos Limpios Rurales
RAEE	Garbigunes, Puntos Limpios Rurales, Punto Verde Móvil
TEXTIL	Contenedor de reutilización
FOGO	Comunitario, individual
OTROS RNP	Garbigunes, Puntos Limpios Rurales, Punto Verde Móvil
ACEITE VEG	Contenedor, Garbigunes, Punto Verde Móvil, HORECA
PELIGROSOS	Garbigunes, Punto Verde Móvil, PaP HORECA



5.2. -Metodología para el cálculo de emisiones de la clasificación y el tratamiento:

Para los cálculos relativos a la clasificación y el tratamiento de los residuos la primera opción siempre es realizar los mismos a partir de los datos de consumo de las diversas plantas de clasificación y/o tratamiento. Sin embargo, estos datos no están siempre disponibles, debido a la complejidad mencionada de la gestión – tratamiento de los residuos domésticos.

En los casos en los que la información de consumo de las plantas de clasificación y/o tratamiento no está disponible, los cálculos se realizan a partir de las cantidades de residuos recogidos y de los factores de emisión (t CO₂/t residuo) calculados u obtenidos de la bibliografía.

Cálculo de emisiones de los procesos de clasificación:

En este apartado se calculan las emisiones procedentes del consumo de combustible y electricidad en las diferentes instalaciones y maquinarias utilizadas en los procesos de clasificación. En el caso de la planta de clasificación de envases se ha trabajado con la huella de carbono calculada directamente por la planta.

1- Emisiones procedentes de los tratamientos biológicos

En estos tratamientos, los compuestos emitidos mayoritariamente son el metano (CH₄) y el óxido de nitrógeno (N₂O). También se emite CO₂, pero al ser de origen biogénico (generado en el ciclo natural del carbono), no computa en el cálculo de la Huella de Carbono.

Para el cálculo de estas emisiones directas, se ha empleado el factor de emisión encontrado en la herramienta de cálculo de GEI en el manejo de residuos sólidos para las emisiones generadas por procesos de compostaje (considerado como tratamiento de referencia), desarrollada por IFEU.

Tabla 7: Factor emisión para procesos de compostaje utilizado en este trabajo.

IFEU	t CO ₂ e/t residuo
Compostaje residuos orgánicos	0,087

Cuando no se han conseguido estos datos, se ha procedido a realizar una estimación.

Para el cálculo de estas emisiones se han utilizado los factores de emisión para combustible y electricidad presentados en el Anexo I.

Cálculo de emisiones de los tratamientos de residuos:

Dentro de estas emisiones, se contabilizan las emisiones generadas en tratamientos biológicos, valorización energética y vertedero. También se han contabilizado las emisiones procedentes del reciclaje de las diferentes fracciones recogidas selectivamente, mediante factores de emisión encontrados en la bibliografía consultada.



1- Emisiones procedentes de la valorización energética de residuos

La valorización energética es un proceso industrial controlado, en el que se incineran los residuos y se recupera energía en el proceso, donde las entradas y las emisiones pueden medirse, aunque los datos, a menudo, no están disponibles. También se considera valorización energética la transformación de residuos en combustibles.

Se estimarán las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ no biogénico, asociados a la combustión de residuos, basándose en la cantidad de residuos generados por el territorio y valorizados energéticamente en el año 2022. En el Territorio Histórico de Álava, solo el 3% (principalmente por generación de combustibles) de los residuos generados, es enviado a valorización energética.

Para determinar el factor de emisión para el cálculo de las emisiones generadas mediante la valorización energética se ha utilizado el valor calculado en el informe “*Valorización energética de residuos urbanos en España y Andorra: huella de carbono y comparativa con depósito en vertedero*” realizado por la consultoría G-advisory en marzo de 2021.

Tabla 8: Factores de emisión para valorización energética.

Tratamiento	t CO ₂ e/t residuo
Valorización energética	0,377

2- Emisiones procedentes de las emisiones de los RSU en vertedero

Los residuos orgánicos degradables depositados en vertedero, se descomponen por la acción bacteriana a través de una serie de etapas que resultan en la formación de metano (CH₄) y carbono dióxido (CO₂). Esta combinación de gases resultante se denomina gas de vertedero o biogás, y la proporción de ambos gases está en torno al 55% en volumen.

Gardelegi, el vertedero que recibe los Residuos domésticos del Territorio Histórico de Álava, es un vertedero controlado que dispone de sistemas de captura y valorización energética del biogás producido, mediante la combustión de este en motores. No se considera la existencia de vertederos no controlados en el ámbito de estudio, por lo que solo se contabilizarán las emisiones producidas en este vertedero.

Es importante mencionar que los residuos de la fracción resto, pasan por la planta de tratamiento mecánico – biológico, antes de ser enviados al vertedero de Gardelegi.

Para determinar el factor de emisión para el cálculo de las emisiones generadas mediante el vertido se han utilizado los valores calculados en el informe “*Valorización energética de residuos urbanos en España y Andorra: huella de carbono y comparativa con depósito en vertedero*” realizado por la consultoría G-advisory en marzo de 2021.



Tabla 9: Factores de emisión para vertido.

Tratamiento	t CO ₂ e/t residuo
Vertido	0,781

3- Emisiones procedentes de los tratamientos de reciclaje

Las emisiones de GEI para las fracciones de los residuos reciclados se calculan con base a la masa de residuos reciclados y un factor de emisión de GEI. Este factor incluye la clasificación y el reciclaje de los residuos.

Las fuentes utilizadas para cada factor se pueden consultar en el Anexo 1.

Tabla 10: Factores de emisión de reciclaje para las diferentes fracciones, utilizados en este trabajo.

Fracción reciclada	t CO ₂ /t residuo
Envases	0,500
Papel/Carton	0,180
Vidrio	0,020
Madera	0,113
Textil (Algodon, polyester)	0,032
PELIGROSOS	0,450
ACEITE VEG	0,153
VOLUMINOSOS	0,119
RAEE	0,383
OTROS RNP	0,130

Emisiones evitadas

Uno de los principales objetivos de las actividades de gestión de residuos es recuperar, en la medida de lo posible, artículos (reutilización), materias (reciclaje y compostaje), y energía (recuperación de los gases de vertedero, valorización energética con recuperación de energía o valorización energética). Los materiales y la energía recuperada sustituyen a las materias primas y a la energía cuya producción habría emitido más cantidad de GEI.

Por lo que las emisiones evitadas equivalen a las emisiones de CO₂ que se habrían generado al producir una cantidad equivalente de materiales.

Las emisiones evitadas no se pueden deducir de las emisiones directas o indirectas calculadas por la organización y se deben notificar por separado (*Protocolo para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en actividades de gestión de residuos, Asegre 2010*).

Mediante la gestión de los residuos realizada, se evitan emisiones en las siguientes situaciones:



1-Producción de energía térmica y eléctrica como consecuencia de la valorización energética: las emisiones evitadas equivalen a las emisiones de CO₂ que se habrían generado al producir una cantidad de energía equivalente a la generada mediante la incineración de los residuos.

2- Producción de energía térmica y eléctrica a partir de gas de vertedero y de biogás de la digestión anaerobia (en la actualidad se trata de una producción muy reducida): las emisiones evitadas equivalen a las emisiones de CO₂ que se habrían generado al producir una cantidad de energía equivalente.

Las emisiones evitadas por la producción de energía a partir de gas de vertedero o de la incineración se pueden calcular del mismo modo que las emisiones indirectas asociadas a la energía. Por lo que se tendrá en cuenta el mix eléctrico nacional de 2022, 273 g CO₂/kWh. Además de esto, se debería de tener en cuenta que el gas de vertedero produce aproximadamente 1,91 kWh/m³ de biogás generado.

Para el cálculo de las emisiones evitadas asociadas a la generación de electricidad tanto en valorización energética, como en vertedero como mediante la digestión anaerobia, se tendrá en cuenta lo siguiente:

**La electricidad generada in situ se considera una emisión evitada cuando se vierte a la red de suministro o se destina a otros consumos distintos del autoconsumo para producir la electricidad.*

**El autoconsumo de electricidad por los equipos asociados a la producción de electricidad no se toma en cuenta a la hora de contabilizar las emisiones evitadas.*

**Si no se dispone de mediciones in situ precisas para el consumo, sólo se considerarán como emisiones evitadas las emisiones asociadas a las exportaciones de electricidad.*

3- Reciclaje y valorización de materiales. Las emisiones evitadas equivalen a las emisiones de CO₂ que se habrían generado al producir una cantidad equivalente de los siguientes materiales.

- Compostaje
- Papel/cartón
- Vidrio
- Envases (57% Plástico, 8% Metales ferrosos, 1% aluminio, 10% Papel/Cartón)
- Madera
- Textil

Las emisiones evitadas asociadas a la recuperación de material se calculan usando un enfoque del análisis del ciclo de vida (ACV). Existen diferentes trabajos que estiman factores de emisión para el cálculo de las emisiones evitadas. En este documento, se han utilizado los proporcionados por el estudio, "Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. Prognos. Octubre de 2008".



Tabla 11: Emisiones evitadas tenidas en cuenta en este trabajo.

Fracción	kg CO ₂ /t residuo
Compostaje	60,00
Envases	959,20
Papel/Cartón	820,00
Vidrio	180,00
Madera	65,00
Textil (Algodon, plyester)	2.818,00

6. -Adecuación de los cálculos de años anteriores (2019-2021):

Uno de los aspectos más relevantes y significativos del cálculo de la huella de carbono, es la comparación anual de las emisiones derivadas de la gestión de residuos, pudiendo comprobar así, si las mismas muestran una tendencia al alza, a la baja o se mantienen constantes en el tiempo.

Como se ha mencionado, el año base o año de partida es 2019. En consecuencia, empieza a existir una serie de años mínima, que permite comenzar a valorar la tendencia de las emisiones. Habrá que tener en cuenta que todavía se trata de una serie de años reducida, que se deberá ir completando en los siguientes ejercicios.

Para que la comparación interanual tenga validez, será fundamental adaptar los resultados de los años anteriores, mediante el empleo de un mismo método de cálculo para la totalidad de los años analizados. Consecuentemente, en caso que existan cambios significativos en el procedimiento de cálculo del año estudiado (como ocurre en el caso actual), se procederán a adaptar los años anteriores, explicando y justificando los cambios realizados en el presente documento.

Los resultados de la comparativa entre las emisiones de cada año, así como los ajustes realizados para los años anteriores, se exponen en el apartado de resultados: comparativa entre años estudiados.



7. -Resultados Generales totales

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el Territorio Histórico de Araba y para cada Cuadrilla.

Durante la recogida de datos no ha sido posible separar los medios propios de los ajenos por lo que no se ha podido hacer el cálculo por alcances. Por ello, las emisiones directas e indirectas aparecerán juntas.

En total, se han contabilizado **54.262,95 toneladas de CO₂**, correspondientes al transporte, clasificación y la gestión de residuos en todo el Territorio Histórico de Álava.

Se presentan las toneladas de CO₂ emitidas por Cuadrilla y por fracción de residuo, junto con los valores relativos en t CO₂ eq / t residuo, para facilitar la comparación y la interpretación de los resultados obtenidos.

Los resultados totales por cuadrilla, se presentan a continuación:

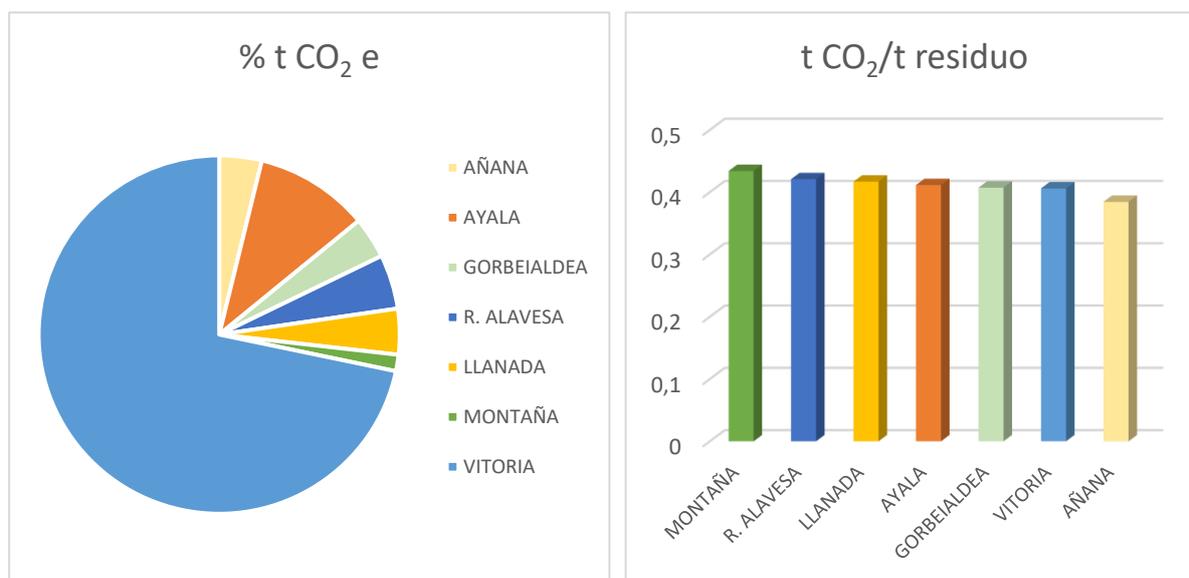
Tabla 12: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por cuadrillas.

Cuadrillas	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
Añana	5.353,84	4,03	2.060,65	3,80	0,385
Ayala	13.473,26	10,14	5.552,72	10,23	0,412
Gorbeialdea	4.950,32	3,72	2.017,05	3,72	0,407
Rioja Alavesa	6.311,52	4,75	2.658,70	4,90	0,421
Llanada	5.355,97	4,03	2.236,50	4,12	0,418
Montaña	1.844,95	1,39	801,93	1,48	0,435
Vitoria-Gasteiz	95.614,70	71,94	38.935,40	71,75	0,407
Total	132.904,55	100,00	54.262,95	100,00	0,408

La tabla muestra que al ser Vitoria-Gasteiz la cuadrilla que más residuos genera, también es la que tiene mayores emisiones, como consecuencia del transporte y la gestión de los residuos urbanos. La diferencia de emisiones para con el resto de cuadrillas (38.935 toneladas) es muy significativa y marcará la tendencia de la provincia. El resto de cuadrillas siguen a Vitoria-Gasteiz en este orden: Ayala, Rioja Alavesa, Llanada Alavesa, Añana, Gorbeialdea y por último Montaña Alavesa.



Gráficas 1 y 2: % CO₂ por cuadrillas y t CO₂/t residuo por cuadrillas.



En cuanto a las gráficas, la que muestra valores absolutos en% de toneladas de CO₂ emitidas, también muestra la predominancia de las emisiones de Vitoria-Gasteiz, frente al resto de cuadrillas, ya que es donde se produce una cantidad mayor de residuos. Sin embargo, en la gráfica que muestra valores relativos de t CO₂ eq / t residuos generados, la cuadrilla de Montaña Alavesa toma la delantera, seguida de cerca por el resto de Cuadrillas. La cuadrilla de Añana es la que menos emite por el transporte de los residuos que genera.

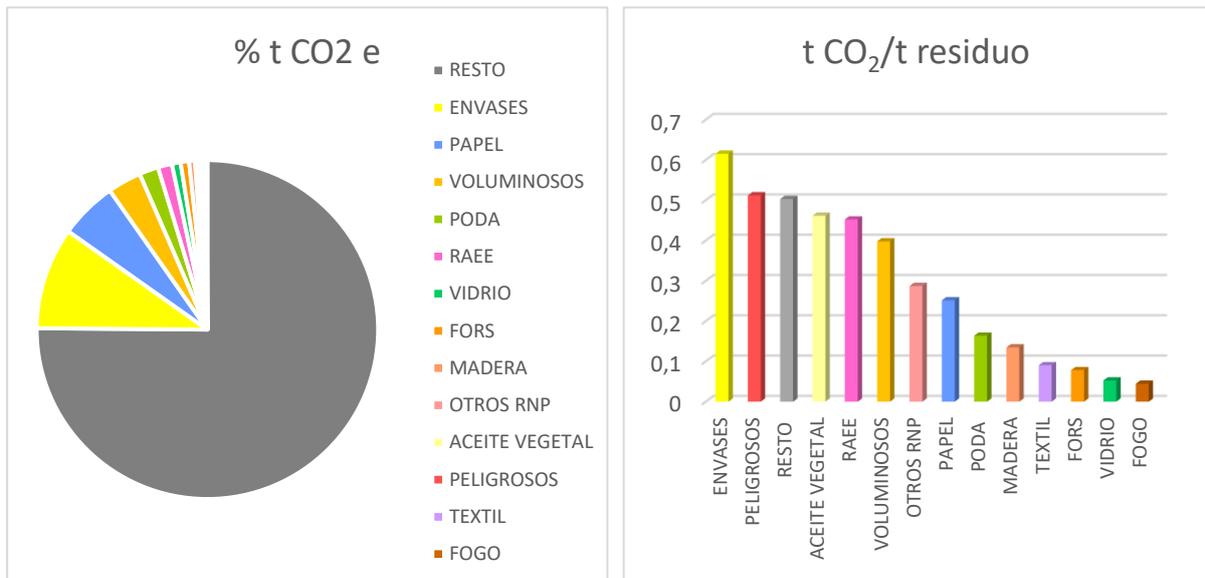
A continuación, se presentan los resultados totales por fracción de residuo:

Tabla 13: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por fracción de residuo.

Fracción	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	80.878,77	60,85%	40.665,82	75,13%	0,503
ACEITE VEGETAL	333,12	0,25%	153,73	0,28%	0,461
ENVASES	8.556,73	6,44%	5.265,14	9,73%	0,615
VOLUMINOSOS	4.353,31	3,28%	1.731,59	3,20%	0,398
FORS	5.542,33	4,17%	433,73	0,80%	0,078
FOGO	1.111,89	0,84%	49,33	0,09%	0,044
PODA	5.988,90	4,51%	980,18	1,81%	0,164
VIDRIO	8.489,24	6,39%	446,60	0,83%	0,053
PAPEL	11.765,64	8,85%	2.958,92	5,47%	0,251
TEXTIL	1.163,52	0,88%	105,25	0,19%	0,090
RAEE	1.594,18	1,20%	720,66	1,33%	0,452
MADERA	2.226,91	1,68%	300,17	0,55%	0,135
OTROS RNP	627,19	0,47%	179,97	0,33%	0,287
PELIGROSOS	272,82	0,21%	139,71	0,26%	0,512
Total	132.904,55	100,00%	54.130,82	100,00%	0,407



Gráficas 3 y 4: % CO₂ e y t CO₂/t residuo por fracción recogida.



A partir de los resultados por fracciones, se puede concluir que la fracción Resto es la fracción que más emisiones contabiliza, seguida de Envases, Papel/Cartón, y Voluminosos. Esto se relaciona directamente con las cantidades de residuos contabilizadas y con el destino final de las mismas, es decir, cuantas más toneladas se recogen, más son las emisiones totales y cuanto más se recicla (menos vertidos y valorización energética), menores son las emisiones totales.

En la gráfica de valores absolutos en % de toneladas de CO₂ emitidas, la fracción Resto predomina con notoriedad frente las demás fracciones.

Los resultados relativos de t CO₂ eq / t residuos generados, relacionan estrechamente el destino de cada una de las fracciones con los valores de emisiones obtenidos, adquiriendo peso aquellas más relacionadas con un destino final de vertido o de valorización energética.

La fracción envases, debido a sus características singulares, es la fracción con mayores emisiones relativas. A pesar de que la mayor parte de esta fracción tiene el reciclado como destino final (>75%), el esfuerzo que requiere la misma, a la hora de clasificar los diversos tipos de que abarca (metal, plástico, tetrabrik...) y las emisiones derivadas del su reciclaje, la colocan en esa primera posición. Sin embargo, es importante tener presente que las emisiones derivadas de la gestión de esta fracción siempre serán inferiores a la creación de nuevos envases.



7.1 -Resultados Transporte

El presente apartado presenta los resultados detallados para el transporte de los residuos urbanos en el Territorio Histórico de Álava.

Se presentan unos resultados generales, diferenciándolos por Cuadrillas, por Fracciones y por tipo de recogida. Además, también se presenta el detalle para cada cuadrilla individualizada.

7.1.1. Resultados generales para el transporte

En total se han contabilizado **3.328,77 toneladas de CO₂**, correspondientes al transporte de residuos en todo el Territorio Histórico de Álava.

A continuación, se presentan las toneladas de CO₂ emitidas por Cuadrilla, por fracción de residuo y por tipo de recogida, junto con los valores relativos en t CO₂ eq / t residuo, para facilitar la comparación y la interpretación de los resultados obtenidos.

Tabla 14: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por cuadrillas (Transporte).

Cuadrillas	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
Añana	5.353,84	4,03%	214,07	6,43%	0,040
Ayala	13.473,26	10,14%	418,65	12,58%	0,031
Gorbeialdea	4.950,32	3,72%	234,81	7,05%	0,047
Rioja Alavesa	6.311,52	4,75%	190,43	5,72%	0,030
Llanada	5.355,97	4,03%	189,24	5,68%	0,035
Montaña	1.844,95	1,39%	111,52	3,35%	0,060
Vitoria-Gasteiz	95.614,70	71,94%	1.970,05	59,18%	0,021
Total	132.904,55	100%	3.328,77	100%	0,025

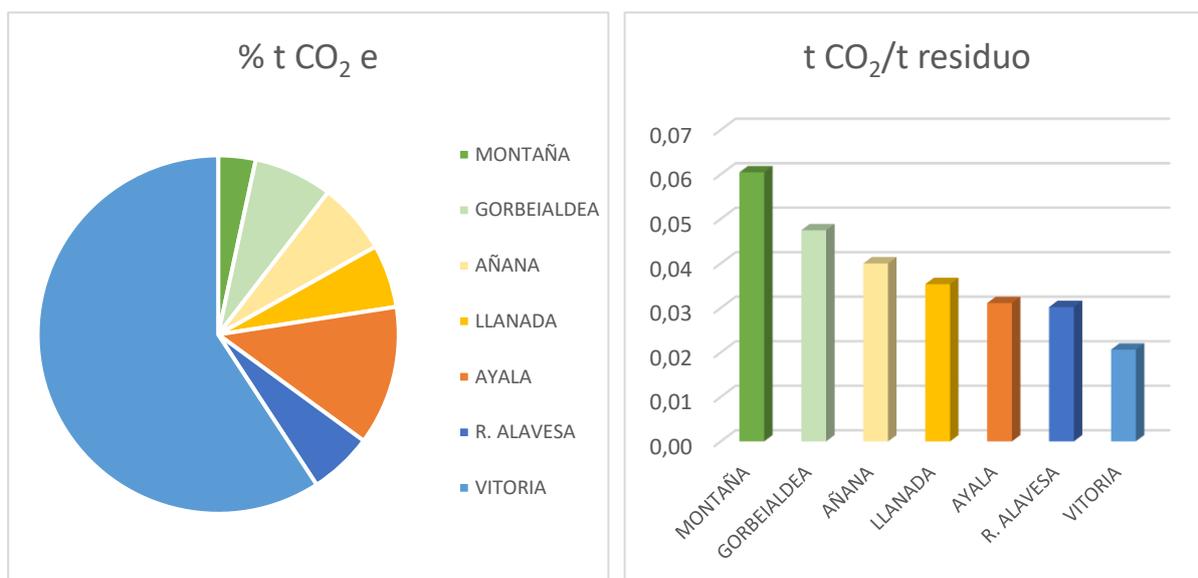
Al analizar los datos obtenidos, se puede observar que el 72% de las emisiones, corresponden al transporte de residuos de Vitoria-Gasteiz, debido a que es el que mayor cantidad de residuos transporta, claramente distanciado del resto de cuadrillas y marcando la tendencia de los resultados generales para todo el Territorio Histórico de Álava.

Le sigue Ayala, que emite 418 t CO₂ con el transporte de sus residuos. Las cuadrillas de Gorbeialdea y Añana son las siguientes, emitiendo 234,81 t CO₂ y 214,07 t CO₂ respectivamente. mientras que Rioja Alavesa y Llanada quedan ligeramente por detrás con 190 y 189 t CO₂, respectivamente.

Por último, Montaña Alavesa, solo emite 111 t CO₂, ya que se trata de una cuadrilla con menor número de habitantes, que genera menos residuos, por lo que requiere de menos transporte.



Gráficas 5 y 6: % CO₂ por cuadrillas y t CO₂/t residuo por cuadrillas (Transporte).



Al analizar los 2 gráficos, se ven claras diferencias entre las cuadrillas, siendo Vitoria-Gasteiz donde más emisiones se generan, ya que, a mayor cantidad de residuos producidos, se generan más toneladas de CO₂ equivalente. Por otro lado, en cuanto a emisiones relativas se puede observar cómo en Montaña Alavesa, es donde más emisiones se generan por tonelada de residuo. Esto es debido a que, por las características de esta cuadrilla, los residuos recorren más kilómetros por tonelada recogida.

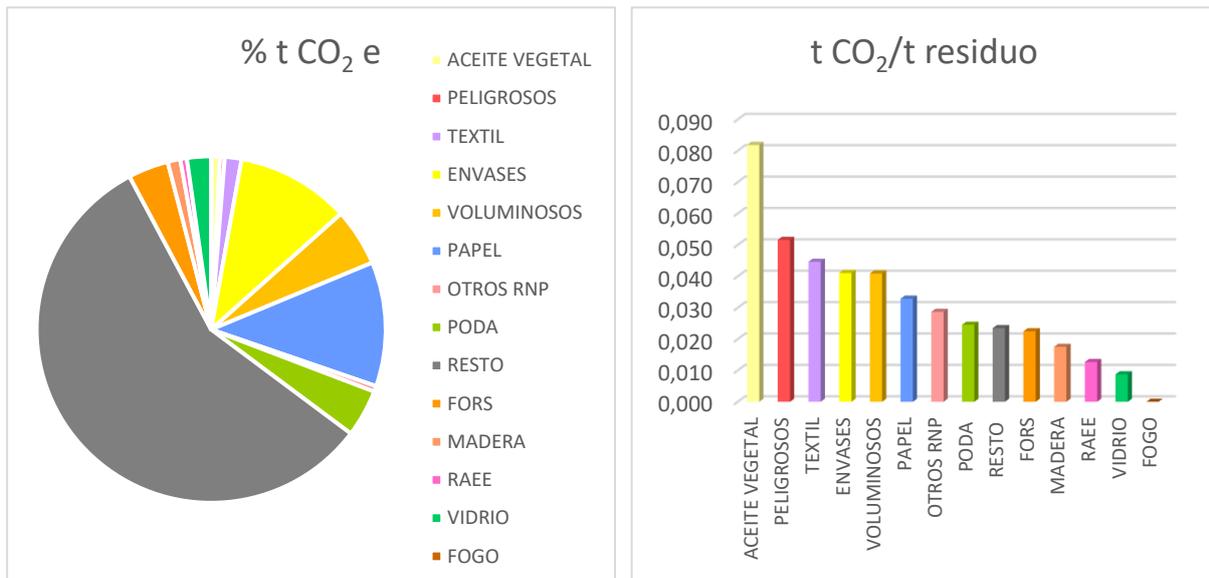
Emisiones por cada una de las fracciones estudiadas.

Tabla 15: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por fracción recogida (Tr.).

Fracción	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	80.878,77	60,85%	1.897,32	57,00%	0,023
ACEITE VEGETAL	333,12	0,25%	27,26	0,82%	0,082
ENVASES	8.556,73	6,44%	350,92	10,54%	0,041
VOLUMINOSOS	4.353,31	3,28%	177,91	5,34%	0,041
FORS	5.542,33	4,17%	124,51	3,74%	0,022
FOGO	1.111,89	0,84%	0,00	0,00%	0,000
PODA	5.988,90	4,51%	146,89	4,41%	0,025
VIDRIO	8.489,24	6,39%	74,40	2,24%	0,009
PAPEL	11.765,64	8,85%	386,43	11,61%	0,033
TEXTIL	1.163,52	0,88%	51,90	1,56%	0,045
RAEE	1.594,18	1,20%	20,21	0,61%	0,013
MADERA	2.226,91	1,68%	38,97	1,17%	0,018
OTROS RNP	627,19	0,47%	17,97	0,54%	0,029
PELIGROSOS	272,82	0,21%	14,07	0,42%	0,052
Total	132.904,55	100%	3.328,77	100%	0,025



Gráficas 7 y 8: % CO₂ y t CO₂/t residuo por fracción recogida (Transporte).



Observando los resultados mostrados en la tabla y las gráficas, la Fracción Resto es la que más emisiones genera por su transporte, aunque la gráfica señala que sus emisiones por tonelada de residuo transportada, se encuentran dentro de la media. A esta fracción le siguen el Papel/Cartón y los Envases. Esto se relaciona directamente con las cantidades de residuos contabilizadas, cuantas más toneladas se recogen, más son las emisiones totales.

Por esta misma razón y como se puede apreciar, la fracción de Residuos Peligrosos es la que menos emisiones contabiliza por su transporte, al ser la menos abundante, recogándose alrededor de 273 toneladas, frente a las más de 80.000 toneladas de la fracción Resto.

Por otro lado, para poder realizar una comparación más objetiva de las fracciones, se ha calculado la ratio de t CO₂/t residuo, representados estos datos en la gráfica 8. Al observar estos valores, la fracción que más emite por tonelada de residuo recogida es la fracción de Aceite Vegetal con 0,082 t CO₂/t residuo transportado, seguida de Residuos Peligrosos, que emite unas 0,052 t CO₂/t residuo. A estas fracciones les siguen los Textiles, Envases y Voluminosos.

Son 2, las principales motivaciones que podrían explicar estos resultados:

Por un lado, la dependencia de algunas fracciones con el Punto Verde Móvil, como es el caso de los residuos Peligrosos, lo que genera unas emisiones mayores, ya que recorren más kilómetros transportando menor cantidad de residuo.

Por otro lado, los residuos menos pesados como los Envases, ocupan más espacio y en cada trayecto se transportan menos toneladas generando unas emisiones mayores que otras fracciones.



Emisiones por cada tipo de recogida.

Tabla 16: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por tipo de recogida (Tr.).

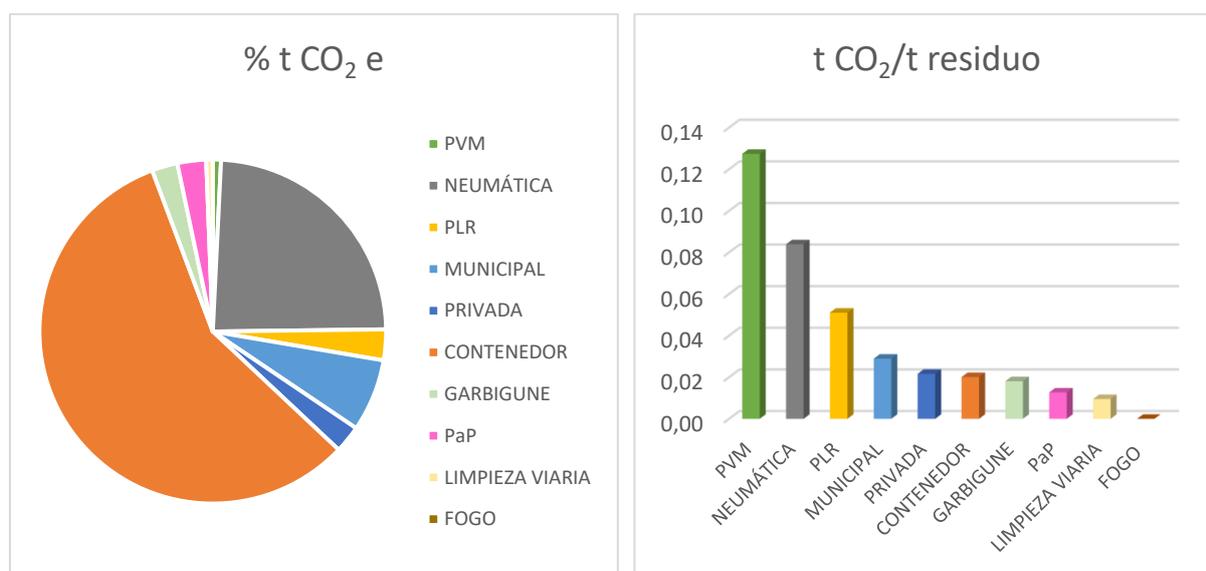
Tipo de Recogida	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
CONTENEDOR	94.837,99	71,36%	1.905,82	57,25%	0,020
NEUMÁTICA	9.529,71	7,17%	799,88	24,03%	0,084
MUNICIPAL	7.830,91	5,89%	226,67	6,81%	0,029
PaP	7.025,36	5,29%	89,15	2,68%	0,013
GARBIGUNE	4.414,94	3,32%	79,86	2,40%	0,018
PRIVADA	3.942,54	2,97%	85,27	2,56%	0,022
LIMPIEZA VIARIA	2.123,13	1,60%	20,24	0,61%	0,010
PLR	1.887,93	1,42%	96,37	2,90%	0,051
FOGO	1.111,89	0,84%	0,00	0,00%	0,000
PVM	200,15	0,15%	25,50	0,77%	0,127
Total	132.904,55	100%	3.328,77	100%	0,025

A partir de los datos de la tabla se observa que la recogida de contenedores contabiliza la mayor cantidad de emisiones por transporte. Como en el caso del análisis por fracciones, esto se relaciona directamente con las cantidades de residuos recogidas.

Al observar los valores relativos, el PVM es el tipo de recogida que más emite por t de residuo recogida, ya que es la recogida que más km hace por cada t de residuo recogida (0,127 t CO₂/t residuo). Aun así, es importante recalcar la importancia de este tipo de recogida, ya que sobre todo se encarga de recoger residuos peligrosos o que requieren un tratamiento especial para su reciclado y que no se pueden depositar en los contenedores de recogida selectiva.

Es mencionable que la fracción FOGO tiene 0 emisiones debidas al trasporte, ya que se gestiona insitu.

Gráficas 9 y 10: % CO₂ por cuadrillas y t CO₂/t residuo por tipo de recogida (Transporte).



Atendiendo a las gráficas presentadas, se puede extraer que a pesar de que la recogida de contenedores genera una mayor cantidad de emisiones totales absolutas (1.905,82 toneladas), su ratio por tonelada de residuo recogido es de los más bajos (0,020 t CO₂/t residuo transportado).

Resultados opuestos muestra la recogida realizada mediante el Punto Verde Móvil, que generando la cantidad más baja de emisiones totales absolutas (25,50 toneladas), presenta la ratio por tonelada de residuo recogido más elevado (0,127 t CO₂/t residuo transportado).

Los resultados están asociados a la carga transportada y a la distancia recorrida, siendo los sistemas más eficientes aquellos que son capaces de obtener una carga completa en una menor distancia recorrida.

En el caso de la recogida neumática, a este factor habrá que añadir el consumo propio de las instalaciones asociadas a ese sistema de recogida, por lo que la ratio también es elevada (0,084 t CO₂/t residuo transportado).

Según el análisis *“La sostenibilidad de la recogida de residuos a debate; Recogida neumática vs Recogida contenerizada (Joseba Sanchez)”*, la emisión de GEI, en g CO₂ por tonelada de residuo urbano recogido, arroja datos de emisión 5,2 veces superiores en la recogida neumática frente a la recogida contenerizada.

Tras realizar el cálculo en este estudio, la recogida neumática, resulta en datos de emisión 4 veces superiores a la recogida por contenedores.

7.1.2. Resultados por Cuadrilla para el transporte

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las emisiones generadas en cada Cuadrilla por el transporte de los residuos que generan en cada una de ellas.

Los resultados se presentan por fracción, pudiendo ver las emisiones calculadas en una tabla y gráfico para cada Cuadrilla.

La tendencia de los resultados es similar en todas las Cuadrillas, siendo la cantidad de cada fracción recogida el factor más influyente. Cuanta más cantidad de residuo se recoge, más transporte hay que hacer, generando más emisiones.



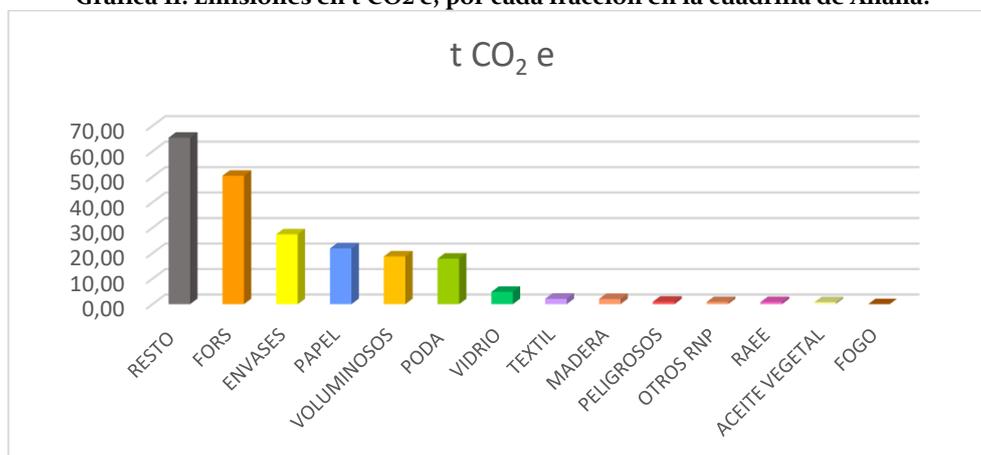
CUADRILLA DE AÑANA

En Añana se han contabilizado **214,07 t CO₂**. En la siguiente tabla y gráfico se presentan las emisiones por cada fracción, para la Cuadrilla de Añana.

Tabla 17: Cantidad de residuos (t), kilómetros, emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t residuo, por fracción en Añana.

AÑANA	t residuos	km	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	2.746,38	55.156	65,35	30,53%	0,024
ACEITE VEGETAL	3,09	1.163	0,77	0,36%	0,248
ENVASES	261,33	23.865	27,43	12,81%	0,105
VOLUMINOSOS	393,11	29.033	18,76	8,76%	0,048
FORS	520,12	63.541	50,40	23,54%	0,097
FOGO	37,88	0	0,00	0,00%	0,000
PODA	573,76	27.646	17,87	8,35%	0,031
VIDRIO	280,08	4.200	4,83	2,26%	0,017
PAPEL	241,49	19.118	21,89	10,22%	0,091
TEXTIL	36,67	3.312	2,14	1,00%	0,058
RAEE	36,96	1.261	0,81	0,38%	0,022
MADERA	140,84	3.155	2,04	0,95%	0,014
OTROS RNP	57,58	1.302	0,84	0,39%	0,015
PELIGROSOS	24,54	1.475	0,95	0,45%	0,039
Total	5.353,84	234.227	214,07	100%	0,040

Gráfica 11: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Añana.



Como se puede observar, la fracción Resto es la que más CO₂ emite, ya que es la fracción que más kilómetros recorre a lo largo del año. Esta tendencia se cumple en el resto de fracciones. Después de Resto, las fracciones con mayores emisiones absolutas en la cuadrilla son FORS, Envases, Papel, Voluminosos y Poda.

Igual que ocurre a nivel de territorio, los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo) se ven influenciados por factores ya descritos, como es el ejemplo del Punto Verde Móvil que en muchas ocasiones recoge fracciones singulares como Residuos Peligrosos y el peso específico de algunos residuos, como es el caso del Aceite Vegetal, Envases y Voluminosos.



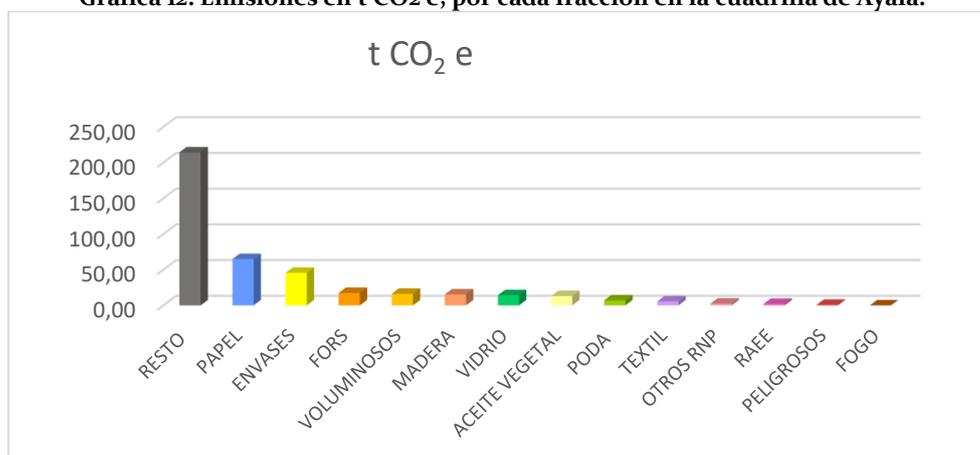
CUADRILLA DE AYALA

En la Cuadrilla de Ayala se han contabilizado **418,65 t CO₂** provenientes del transporte de los residuos.

Tabla 18: Cantidad de residuos (t), kilómetros, emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t residuo, por fracción en Ayala.

AYALA	t residuos	km	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	8.164,20	90.840	214,21	51,17%	0,026
ACEITE VEGETAL	42,58	15.135	12,95	3,09%	0,304
ENVASES	800,59	28.800	45,53	10,88%	0,057
VOLUMINOSOS	630,10	25.040	16,18	3,87%	0,026
FORS	360,45	20.400	17,37	4,15%	0,048
FOGO	169,40	0	0,00	0,00%	0,000
PODA	415,67	10.790	6,97	1,67%	0,017
VIDRIO	851,15	14.971	14,26	3,41%	0,017
PAPEL	1.018,17	60.367	64,88	15,50%	0,064
TEXTIL	133,58	8.640	5,58	1,33%	0,042
RAEE	103,49	3.276	2,12	0,51%	0,020
MADERA	658,06	23.751	15,35	3,67%	0,023
OTROS RNP	103,75	3.813	2,46	0,59%	0,024
PELIGROSOS	22,06	1.191	0,77	0,18%	0,035
Total	13.473,26	307.014	418,65	100%	0,031

Gráfica 12: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Ayala.



Como ocurre recurrentemente, la fracción Resto es la que más CO₂ emite debido a que es la fracción más abundante en cantidad y, en consecuencia, es la fracción que más kilómetros recorre a lo largo del año. Después de Resto, las fracciones con mayores emisiones absolutas en la cuadrilla son Papel y Envases.

Igual que ocurre a nivel general del territorio, los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo), se ven influenciados por los factores ya descritos de dependencia de algunas fracciones con el Punto Verde Móvil o los Puntos Limpios Rurales y el peso específico de algunos residuos, como es el caso del Aceite Vegetal o Envases.



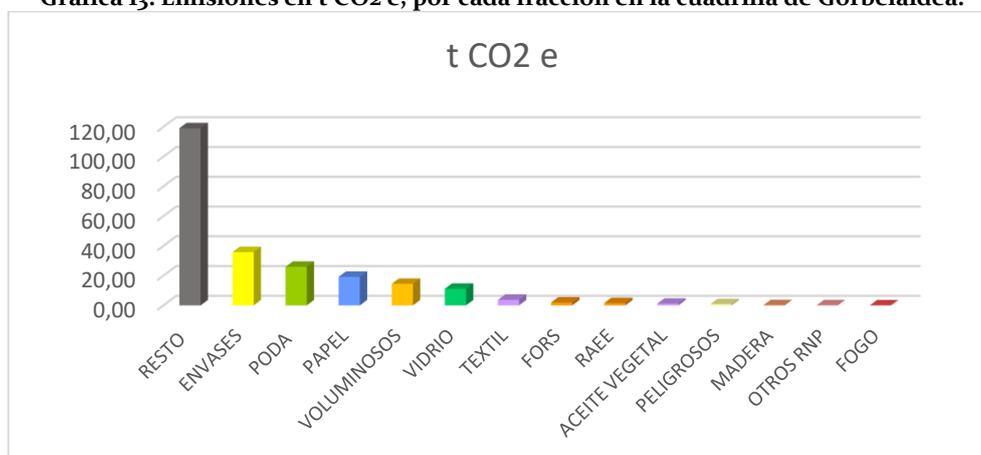
CUADRILLA DE GORBEIALDEA

En la Cuadrilla de Gorbeialdea se han contabilizado **234,81 t CO₂** por el transporte de sus residuos.

Tabla 19: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t res, por fracción en Gorbeialdea.

GORBEIALDEA	t residuos	km	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	2.736,77	80.983	119,06	50,71%	0,044
ACEITE VEGETAL	3,99	1.734	1,15	0,49%	0,288
ENVASES	320,65	39.405	35,77	15,23%	0,112
VOLUMINOSOS	284,24	22.388	14,47	6,16%	0,051
FORS	66,20	2.032	1,90	0,81%	0,029
FOGO	244,78	0	0,00	0,00%	0,000
PODA	535,42	40.109	25,92	11,04%	0,048
VIDRIO	429,35	11.927	11,14	4,75%	0,026
PAPEL	252,86	20.517	19,17	8,16%	0,076
TEXTIL	32,05	5.760	3,72	1,59%	0,116
RAEE	34,01	2.323	1,50	0,64%	0,044
MADERA	4,08	235	0,15	0,06%	0,037
OTROS RNP	0,31	82	0,05	0,02%	0,168
PELIGROSOS	5,62	1.251	0,81	0,34%	0,144
Total	4.950,32	228.745	234,81	100%	0,047

Gráfica 13: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Gorbeialdea.



Como en el resto de casos, cuanto más cantidad de residuos se recoge más emisiones se generan ya que se realizan más viajes a lo largo del año. Por lo que la fracción que más emite es la de Resto, seguida de Envases, Voluminosos, Papel/Cartón y poda.

Del mismo modo, los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo), se ven influenciados los factores ya descritos de dependencia de algunas fracciones con el Punto Verde Móvil (o similares) y el peso específico de algunos residuos, como es el caso de Peligrosos, Otros RNP, Aceite Vegetal, Envases y Voluminosos.



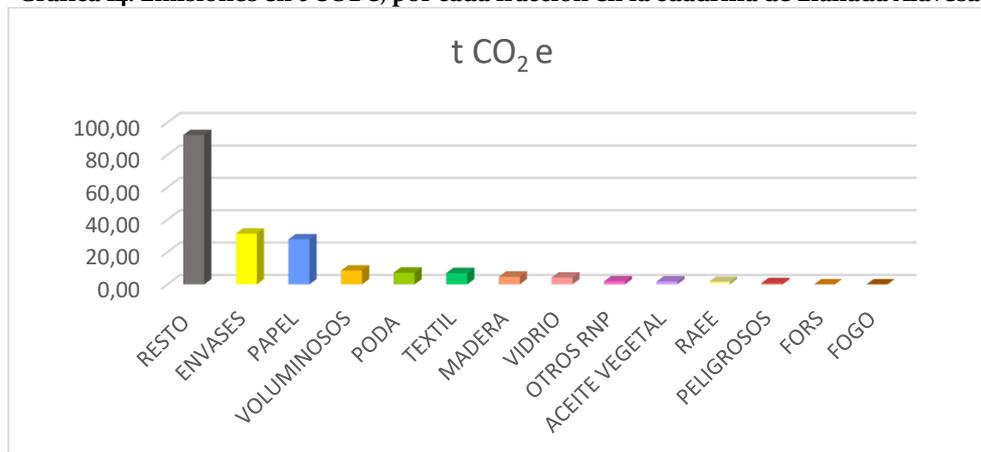
CUADRILLA DE LLANADA ALAVESA

En la Cuadrilla de la Llanada se han contabilizado **189,24 t CO₂ e** correspondientes al transporte de los residuos.

Tabla 20: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t res, por fracción en Llanada.

LLANADA	t residuos	km	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	3.116,46	41.900	92,26	48,75%	0,030
ACEITE VEGETAL	6,88	2.653	1,80	0,95%	0,262
ENVASES	399,64	22.500	31,35	16,57%	0,078
VOLUMINOSOS	280,39	13.199	8,53	4,51%	0,030
FORS	0,00	0	0,00	0,00%	0,000
FOGO	244,86	0	0,00	0,00%	0,000
PODA	180,42	11.204	7,24	3,83%	0,040
VIDRIO	384,23	3.915	4,20	2,22%	0,011
PAPEL	346,24	26.391	27,86	14,72%	0,080
TEXTIL	52,12	10.848	7,01	3,70%	0,134
RAEE	82,31	2.373	1,53	0,81%	0,019
MADERA	151,47	7.363	4,76	2,51%	0,031
OTROS RNP	88,49	2.901	1,87	0,99%	0,021
PELIGROSOS	22,48	1.275	0,82	0,44%	0,037
Total	5.355,97	146.523	189,24	100%	0,035

Gráfica 14: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Llanada Alavesa.



Los resultados reflejan una situación similar a la de otras cuadrillas, siendo el Resto, seguido de los Envases, el Papel/Cartón y los Voluminosos las fracciones que más emiten, ya que son en las que más cantidades se recogen.

Los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo), se ven influenciados los factores ya descritos de dependencia de algunas fracciones con el Punto Verde Móvil (o similares) y el peso específico de algunos residuos, como es el caso de Aceite Vegetal y Envases.



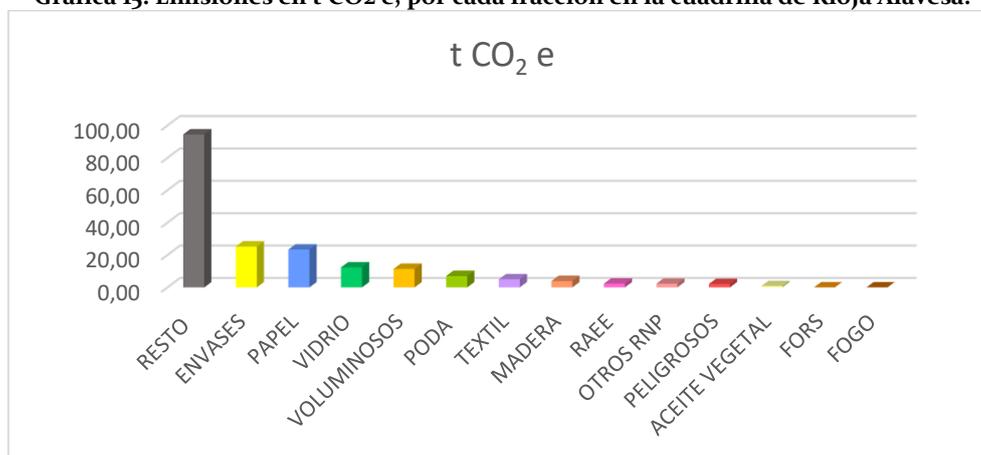
CUADRILLA DE LAGUARDIA-RIOJA ALAVESA

En Laguardia – Rioja Alavesa se han contabilizado un total de **190,43 t CO₂** emitidas por el transporte de los residuos generados en esta Cuadrilla.

Tabla 21: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t res, por fracción en Rioja Alavesa.

RIOJA ALAVESA	t residuos	km	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	4.135,42	95.766	94,49	49,62%	0,023
ACEITE VEGETAL	4,17	1.201	0,83	0,43%	0,199
ENVASES	376,63	33.546	25,24	13,26%	0,067
VOLUMINOSOS	190,15	17.679	11,42	6,00%	0,060
FORS	0,00	0	0,00	0,00%	0,000
FOGO	244,39	0	0,00	0,00%	0,000
PODA	117,86	10.886	7,03	3,69%	0,060
VIDRIO	617,83	16.434	12,37	6,49%	0,020
PAPEL	383,02	31.249	23,37	12,27%	0,061
TEXTIL	45,94	7.728	4,99	2,62%	0,109
RAEE	70,62	3.636	2,35	1,23%	0,033
MADERA	69,00	6.075	3,93	2,06%	0,057
OTROS RNP	37,27	3.560	2,30	1,21%	0,062
PELIGROSOS	19,23	3.252	2,10	1,10%	0,109
Total	6.311,52	231.012	190,43	100%	0,030

Gráfica 15: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Rioja Alavesa.



La Cuadrilla de Rioja Alavesa, también presenta una distribución de emisiones similar a la de las otras, siendo la fracción Resto, Envases y Papel/Cartón, las que más emiten por ser en las que más cantidad de residuo se recoge.

También se repiten los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo), que se ven influenciados los factores ya descritos de dependencia de algunas fracciones con el Punto Verde Móvil (o similares) y el peso específico de algunos residuos, como es el caso de Aceite Vegetal y Peligrosos.



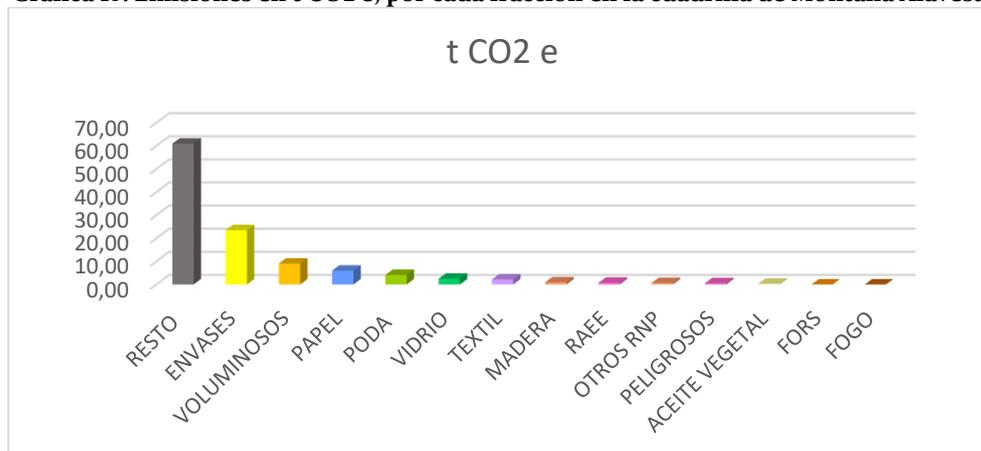
CUADRILLA DE MONTAÑA ALAVESA

En la Cuadrilla de Montaña Alavesa se han contabilizado **111,52 t CO₂** por el transporte.

Tabla 22: Cantidad residuos (t), kilómetros, emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t res, por fracción en Montaña.

MONTAÑA	t residuos	km	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	1.058,49	47.181	60,94	54,64%	0,058
ACEITE VEGETAL	0,74	463	0,33	0,30%	0,447
ENVASES	96,56	25.555	23,46	21,04%	0,243
VOLUMINOSOS	181,54	14.042	9,07	8,14%	0,050
FORS	0,00	0	0,00	0,00%	0,000
FOGO	72,70	0	0,00	0,00%	0,000
PODA	85,52	6.394	4,13	3,70%	0,048
VIDRIO	180,91	2.714	2,49	2,23%	0,014
PAPEL	82,71	6.581	5,97	5,35%	0,072
TEXTIL	14,02	3.408	2,20	1,97%	0,157
RAEE	19,06	1.154	0,75	0,67%	0,039
MADERA	27,03	1.441	0,93	0,83%	0,034
OTROS RNP	18,79	1.058	0,68	0,61%	0,036
PELIGROSOS	6,89	872	0,56	0,51%	0,082
Total	1.844,95	110.861	111,52	100%	0,060

Gráfica 16: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Montaña Alavesa.



La Cuadrilla de Montaña Alavesa, es la cuadrilla que más emisiones genera por tonelada de residuo transportada. Como ya se ha mencionado, se trata de una cuadrilla menos accesible que el resto por lo que se recorren más kilómetros en el transporte de sus residuos que en otras Cuadrillas.

En cuanto a la distribución de las emisiones, se repite el mismo esquema que en otras cuadrillas. Las fracciones en las que se genera más cantidad de residuo son las que más emisiones generan, en este caso, Resto, Envases y Voluminosos.

Al tener en cuenta las emisiones relativas, el Aceite Vegetal y los Envases son las fracciones que más emiten por t de residuo transportada.



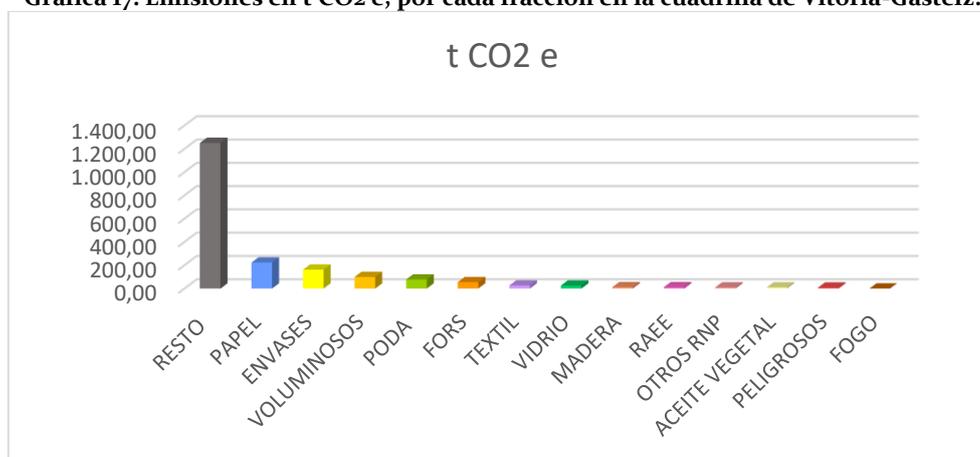
CUADRILLA DE VITORIA-GASTEIZ

En la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz se han contabilizado **1.970,05 t CO₂** por el transporte de sus residuos.

Tabla 23: Cantidad residuo (t), kilómetros, emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t res, por fracción en Vitoria-Gasteiz.

VITORIA	t residuos	km	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	58.921,06	506.711	1.251,01	63,50%	0,021
ACEITE VEGETAL	271,67	9.709	9,44	0,48%	0,035
ENVASES	6.301,35	91.124	162,14	8,23%	0,026
VOLUMINOSOS	2.393,78	153.929	99,47	5,05%	0,042
FORS	4.595,56	4.487	54,85	2,78%	0,012
FOGO	97,88	0	0,00	0,00%	0,000
PODA	4.080,26	120.281	77,73	3,95%	0,019
VIDRIO	5.745,69	15.708	25,11	1,27%	0,004
PAPEL	9.441,15	138.784	223,30	11,33%	0,024
TEXTIL	849,15	40.619	26,25	1,33%	0,031
RAEE	1.247,73	17.247	11,15	0,57%	0,009
MADERA	1.176,43	18.288	11,82	0,60%	0,010
OTROS RNP	321,00	15.086	9,75	0,49%	0,030
PELIGROSOS	172,00	12.463	8,05	0,41%	0,047
Total	95.614,70	1.144.437	1.970,05	100%	0,021

Gráfica 17: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz.



Los resultados para Vitoria-Gasteiz son similares al del resto de cuadrillas. Las fracciones que más emiten son las que presentan cantidades más altas recogidas: como el Resto, el Papel/Cartón y los Envases. Pero al tener en cuenta las toneladas de CO₂ emitidas por tonelada de residuo recogida, la fracción que más emiten es la de Residuos Peligrosos.



7.2 -Resultados clasificación

El presente apartado presenta los resultados detallados para la clasificación de los residuos urbanos en el Territorio Histórico de Álava antes de su tratamiento y después de su recogida.

Se presentan unos resultados generales diferenciándolos por Cuadrillas y por Fracciones. Además, también se presenta el detalle para cada Cuadrilla individualizada.

7.2.1. Resultados generales clasificación

En total se han contabilizado **1.430,98 toneladas de CO₂** correspondientes a la clasificación de los residuos en todo el Territorio Histórico de Álava.

A continuación, se presentan las toneladas de CO₂ emitidas por Cuadrilla y por fracción de residuo, junto con los valores relativos en t CO₂ eq / t residuo, para facilitar la comparación y la interpretación de los resultados obtenidos.

Tabla 24: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por cuadrillas (Clasificac.).

Cuadrillas	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
AÑANA	5.353,84	4,03%	54,60	3,82%	0,010
AYALA	13.473,26	10,14%	142,58	9,96%	0,011
GORBEIALDEA	4.950,32	3,72%	49,41	3,45%	0,010
RIOJA ALAVESA	6.311,52	4,75%	67,36	4,71%	0,011
LLANADA	5.355,97	4,03%	54,77	3,83%	0,010
MONTAÑA	1.844,95	1,39%	18,80	1,31%	0,010
VITORIA	95.614,70	71,94%	1.043,45	72,92%	0,011
Total	132.904,55	100%	1.430,98	100%	0,011

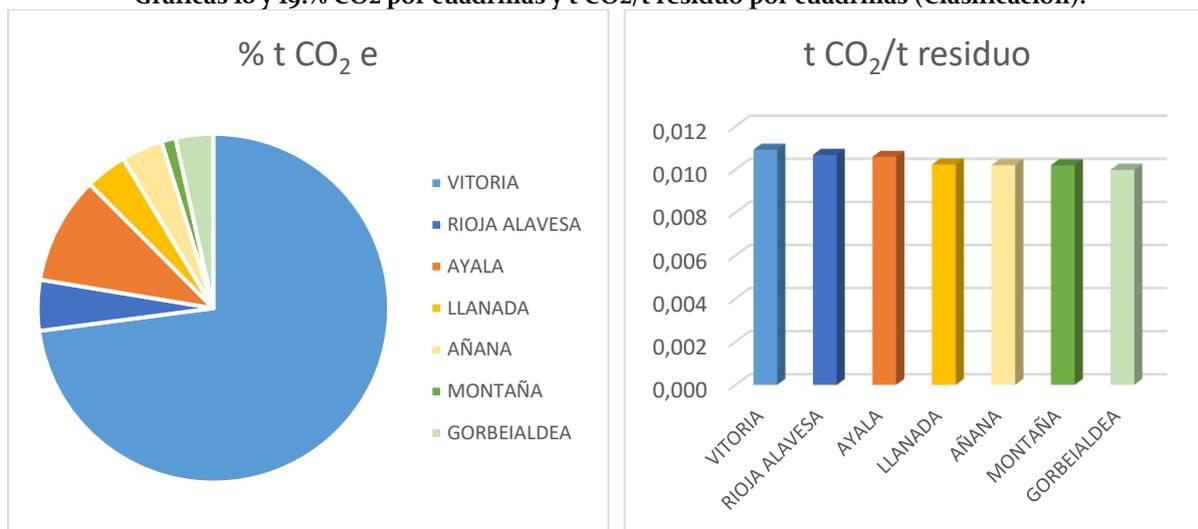
Al analizar los datos obtenidos se puede observar que el 72% de las emisiones corresponden a la clasificación de los residuos de Vitoria-Gasteiz, debido a que es la Cuadrilla que mayor cantidad de residuos genera y recoge. Este resultado indica claramente la diferencia con el resto de cuadrillas, por lo que Vitoria-Gasteiz marca la tendencia de los resultados generales para todo el Territorio Histórico de Álava.

En segundo lugar, iría Ayala, que emite 142,58 t CO₂ con la clasificación de sus residuos. La cuadrilla de Rioja Alavesa es la siguiente, emitiendo 67,36 t CO₂, mientras que Llanada, Añana y Gorbeialdea quedan ligeramente por detrás con 54,77 t CO₂, 54,60 t CO₂ y 49,41 t CO₂, respectivamente.

Por último, Montaña Alavesa, solo emite 18,80 t CO₂, ya que se trata de una cuadrilla con menor número de habitantes, por lo que genera menos residuos.



Gráficas 18 y 19: % CO₂ e por cuadrillas y t CO₂/t residuo por cuadrillas (Clasificación).



Al analizar los 2 gráficos se ven claras diferencias entre las cuadrillas, siendo Vitoria-Gasteiz donde más emisiones se generan, ya que, es donde se produce una cantidad mayor de residuos.

Por otro lado, se podría decir que las cuadrillas en las que predomina la recogida en masa mediante la fracción Resto, son las que más esfuerzo de clasificación realizan, emitiendo más que las cuadrillas con mayor separación en origen y teniendo unos valores de emisiones de t CO₂/t residuo más altos. Al realizar una recogida más selectiva, el esfuerzo de clasificación es menor y las emisiones son más bajas. Al analizar estos valores, se puede observar que los valores de las diferentes Cuadrillas son similares.

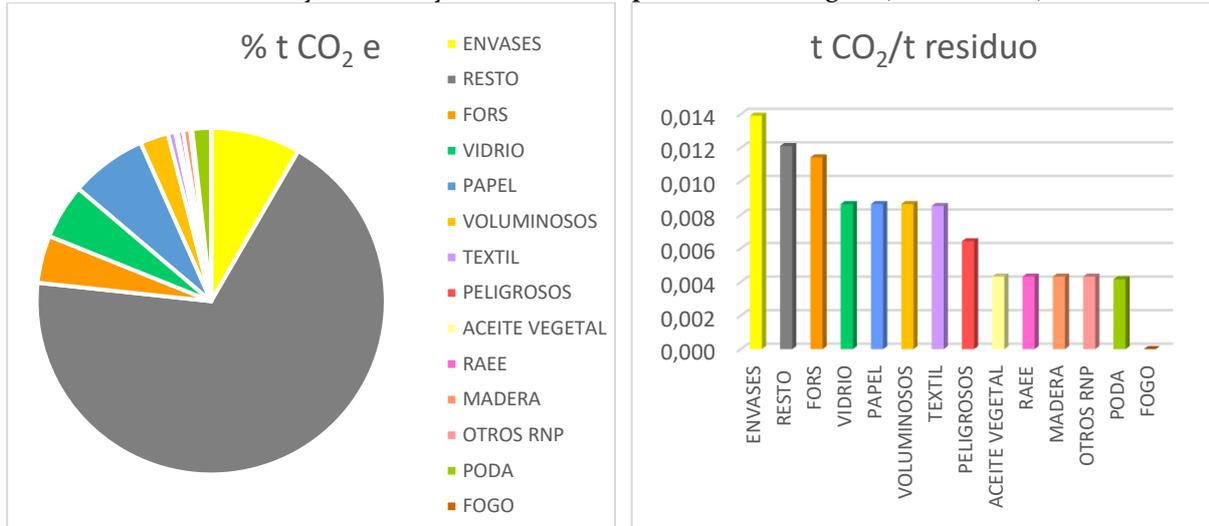
Emisiones por cada una de las fracciones estudiadas.

Tabla 25: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por fracción recogida (Clas).

Fracción	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	80.878,77	60,85%	978,66	68,39%	0,012
ACEITE VEGETAL	333,12	0,25%	1,44	0,10%	0,004
ENVASES	8.556,73	6,44%	119,02	8,32%	0,014
VOLUMINOSOS	4.353,31	3,28%	37,63	2,63%	0,009
FORS	5.542,33	4,17%	63,31	4,42%	0,011
FOGO	1.111,89	0,84%	0,00	0,00%	0,000
PODA	5.988,90	4,51%	24,93	1,74%	0,004
VIDRIO	8.489,24	6,39%	73,38	5,13%	0,009
PAPEL	11.765,64	8,85%	101,71	7,11%	0,009
TEXTIL	1.163,52	0,88%	9,92	0,69%	0,009
RAEE	1.594,18	1,20%	6,89	0,48%	0,004
MADERA	2.226,91	1,68%	9,63	0,67%	0,004
OTROS RNP	627,19	0,47%	2,71	0,19%	0,004
PELIGROSOS	272,82	0,21%	1,75	0,12%	0,006
Total	132.904,55	100%	1.430,98	100%	0,011



Gráficas 20 y 21: % CO₂ y t CO₂/t residuo por fracción recogida (Clasificación).



Observando los resultados mostrados en la tabla y las gráficas, la Fracción Resto es la que más emisiones genera por su clasificación, ya que es la fracción más recogida en el Territorio. A esta fracción le siguen los Envases, Papel/Cartón y Vidrio, esto se relaciona directamente con las cantidades de residuos contabilizadas, cuantas más toneladas se recogen, más son las emisiones por clasificación.

Al tener en cuenta las emisiones por tonelada de residuo clasificado, Envases, Resto y FORS son las fracciones que más emiten. Esto es debido al esfuerzo necesario para la clasificación de estas fracciones, que es superior al resto de fracciones. En el caso de FORS, el esfuerzo se realiza en el tratamiento intermedio mecánico – biológico.

El Resto es una fracción en la que aparecen diferentes tipos de residuos mezclados y en la que se hace un esfuerzo extra en intentar separar. Esta fracción junto con FORS se clasifican y tratan en la Planta de Tratamiento Mecánico Biológico (TMB). Por otro lado, los Envases es una fracción que se separa en origen pero que contiene diferentes materiales, los cuales requieren de un esfuerzo mayor para su separación en comparación con otras fracciones.

A estas fracciones le siguen el Vidrio, el Papel/Cartón, los Voluminosos y el Textil, con unos resultados similares.

Por último, las fracciones Poda y sobre todo FOGO son las que menos emisiones generan por tonelada de residuo clasificada, ya que son fracciones que se separan en origen. Es mencionable que la fracción FOGO no genera emisiones debido a que no pasa por ningún proceso de clasificación industrial.



7.2.2. Resultados por cuadrilla para la clasificación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la clasificación de los residuos de cada Cuadrilla. Los resultados se presentan por cada fracción.

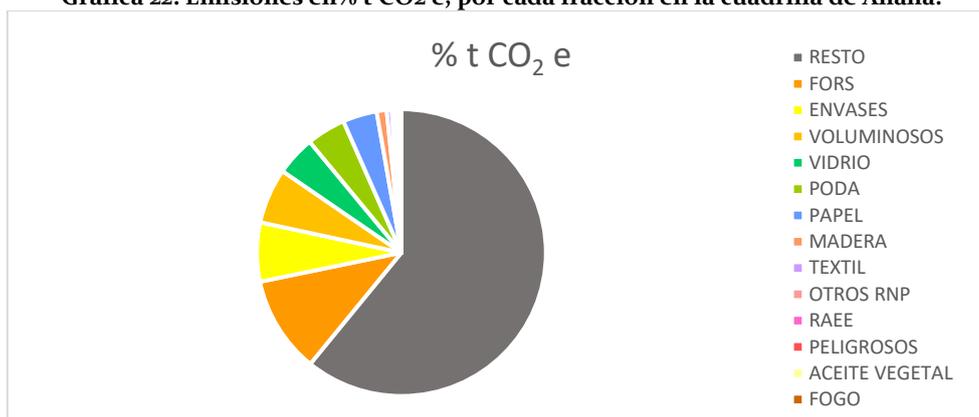
CUADRILLA DE AÑANA

En Añana, se han contabilizado **54,60 t CO₂**. En la siguiente tabla y en el siguiente gráfico se pueden ver cómo se reparten las emisiones en las diferentes fracciones, para esta Cuadrilla.

Tabla 26: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t residuo, por fracción en Añana.

AÑANA	t residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	2.746,38	33,23	60,86%	0,012
ACEITE VEGETAL	3,09	0,01	0,02%	0,004
ENVASES	261,33	3,63	6,66%	0,014
VOLUMINOSOS	393,11	3,40	6,22%	0,009
FORS	520,12	5,94	10,88%	0,011
FOGO	37,88	0,00	0,00%	0,000
PODA	573,76	2,39	4,37%	0,004
VIDRIO	280,08	2,42	4,43%	0,009
PAPEL	241,49	2,09	3,82%	0,009
TEXTIL	36,67	0,31	0,57%	0,009
RAEE	36,96	0,16	0,29%	0,004
MADERA	140,84	0,61	1,11%	0,004
OTROS RNP	57,58	0,25	0,46%	0,004
PELIGROSOS	24,54	0,16	0,29%	0,006
Total	5.353,84	54,60	100%	0,010

Gráfica 22: Emisiones en% t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Añana.



La fracción Resto es la que más CO₂ emite, debido a que es la fracción más abundante en cantidad y al no separarse en origen, es la fracción que más esfuerzo de clasificación requiera. Esta tendencia se cumple en el resto de fracciones, siendo las fracciones con más emisiones las que más cantidad de residuo se recoge. Después de Resto, las fracciones con mayores emisiones absolutas en la cuadrilla son FORS, Envases, Papel, Voluminosos y Podas.



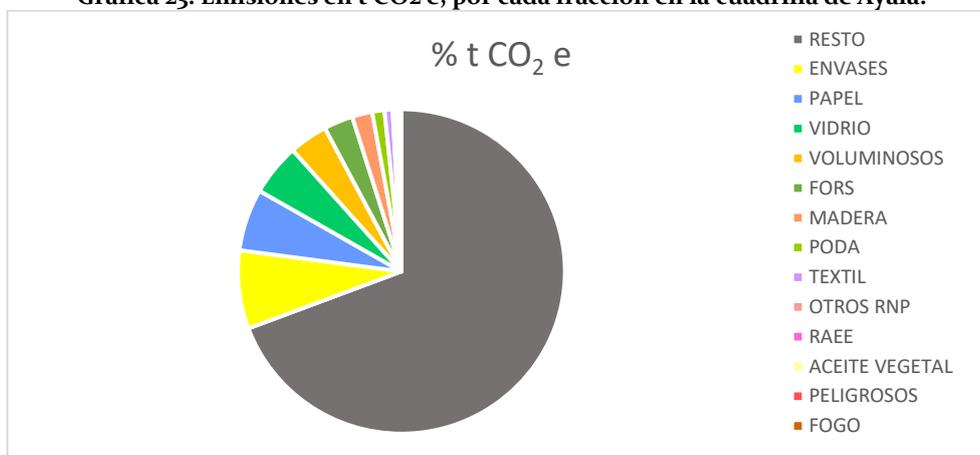
CUADRILLA DE AYALA

En la Cuadrilla de Ayala, se han contabilizado **142,58 t CO₂**, provenientes de la clasificación de los residuos recogidos.

Tabla 27: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t residuo, por fracción en Ayala.

AYALA	t residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	8.164,20	98,79	69,29%	0,012
ACEITE VEGETAL	42,58	0,18	0,13%	0,004
ENVASES	800,59	11,14	7,81%	0,014
VOLUMINOSOS	630,10	5,45	3,82%	0,009
FORS	360,45	4,12	2,89%	0,011
FOGO	169,40	0,00	0,00%	0,000
PODA	415,67	1,73	1,21%	0,004
VIDRIO	851,15	7,36	5,16%	0,009
PAPEL	1.018,17	8,80	6,17%	0,009
TEXTIL	133,58	1,14	0,80%	0,009
RAEE	103,49	0,45	0,31%	0,004
MADERA	658,06	2,84	1,99%	0,004
OTROS RNP	103,75	0,45	0,31%	0,004
PELIGROSOS	22,06	0,14	0,10%	0,006
Total	13.473,26	142,58	100%	0,011

Gráfica 23: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Ayala.



Como ocurre recurrentemente, la fracción Resto es la que más CO₂ emite, debido a que es la fracción más abundante en cantidad y, en consecuencia, es la fracción que más emite por la clasificación de residuos. Además de Resto, las fracciones con mayores emisiones absolutas en la cuadrilla son Envases, Papel/Cartón y Vidrio, ya que son las que más cantidad de residuos recogen.

Igual que ocurre a nivel general del territorio, los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo), se ven influenciados por el esfuerzo que requiere cada fracción en su clasificación y los resultados obtenidos en la clasificación en origen. Por ello, las que más emiten por tonelada de residuo son Envases, Resto y FORS.



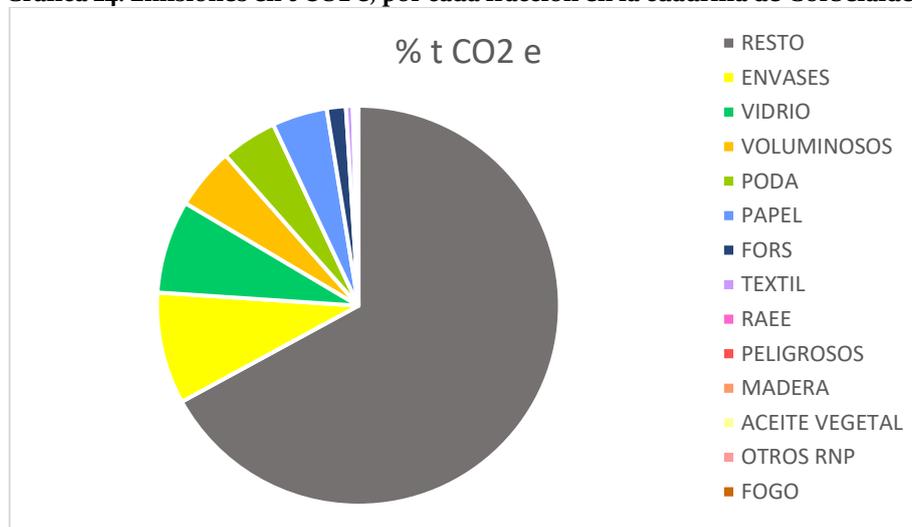
CUADRILLA DE GORBEIALDEA

En la Cuadrilla de Gorbeialdea, se han contabilizado **49,41 t CO₂**, por la clasificación de sus residuos.

Tabla 28: Cantidad residuos (t), emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t res, por fracción en Gorbeialdea.

GORBEIALDEA	t residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	2.736,77	33,12	67,03%	0,012
ACEITE VEGETAL	3,99	0,02	0,03%	0,004
ENVASES	320,65	4,46	9,03%	0,014
VOLUMINOSOS	284,24	2,46	4,97%	0,009
FORS	66,20	0,76	1,53%	0,011
FOGO	244,78	0,00	0,00%	0,000
PODA	535,42	2,23	4,51%	0,004
VIDRIO	429,35	3,71	7,51%	0,009
PAPEL	252,86	2,19	4,42%	0,009
TEXTIL	32,05	0,27	0,55%	0,009
RAEE	34,01	0,15	0,30%	0,004
MADERA	4,08	0,02	0,04%	0,004
OTROS RNP	0,31	0,00	0,00%	0,004
PELIGROSOS	5,62	0,04	0,07%	0,006
Total	4.950,32	49,41	100%	0,010

Gráfica 24: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Gorbeialdea.



Como en el resto de casos, cuanto más cantidad de residuos se recoge más emisiones se generan. Por lo que la fracción que más emite es la de Resto, seguida de Envases y Vidrio. A estas les siguen los Voluminosos, la Poda y el Papel/Cartón.

Del mismo modo, los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo), se ven influenciados por el esfuerzo necesario para la clasificación de cada tipo de residuo, ya que el esfuerzo es diferente dependiendo de la tipología de residuo y de la clasificación realizada en origen.



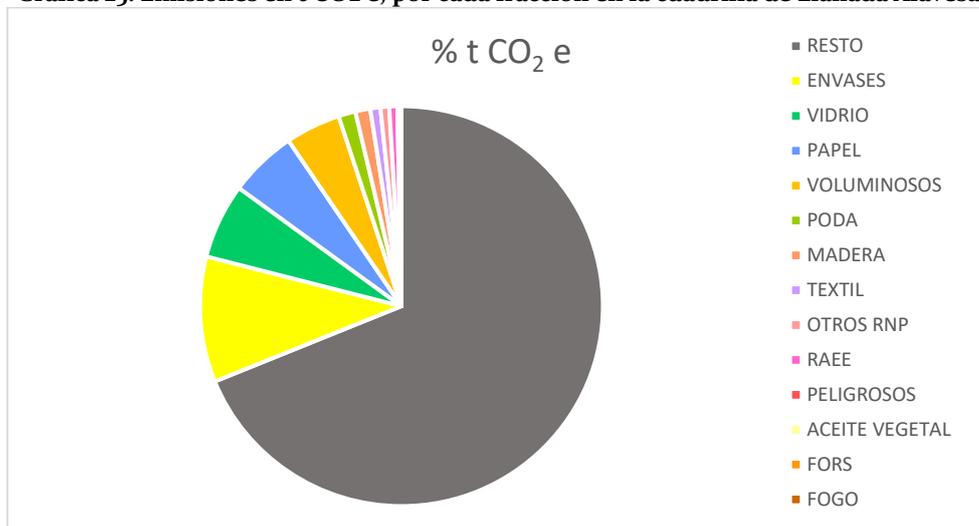
CUADRILLA DE LLANADA ALAVESA

En la cuadrilla de la Llanada, se han contabilizado **54,77 t CO₂**, correspondientes a la clasificación de los residuos recogidos.

Tabla 29: Cantidad residuos (t), emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t residuo, por fracción en Llanada.

LLANADA	t residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	3.116,46	37,71	68,85%	0,012
ACEITE VEGETAL	6,88	0,03	0,05%	0,004
ENVASES	399,64	5,56	10,15%	0,014
VOLUMINOSOS	280,39	2,42	4,43%	0,009
FORS	0,00	0,00	0,00%	0,000
FOGO	244,86	0,00	0,00%	0,000
PODA	180,42	0,75	1,37%	0,004
VIDRIO	384,23	3,32	6,06%	0,009
PAPEL	346,24	2,99	5,46%	0,009
TEXTIL	52,12	0,44	0,81%	0,009
RAEE	82,31	0,36	0,65%	0,004
MADERA	151,47	0,65	1,20%	0,004
OTROS RNP	88,49	0,38	0,70%	0,004
PELIGROSOS	22,48	0,14	0,26%	0,006
Total	5.355,97	54,77	100%	0,010

Gráfica 25: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Llanada Alavesa.



Los resultados reflejan una situación similar a la de otras cuadrillas, siendo el Resto, seguido de los Envases, Vidrio, el Papel/Cartón y los Voluminosos las fracciones que más emiten, ya que son en las que más cantidades se recogen.



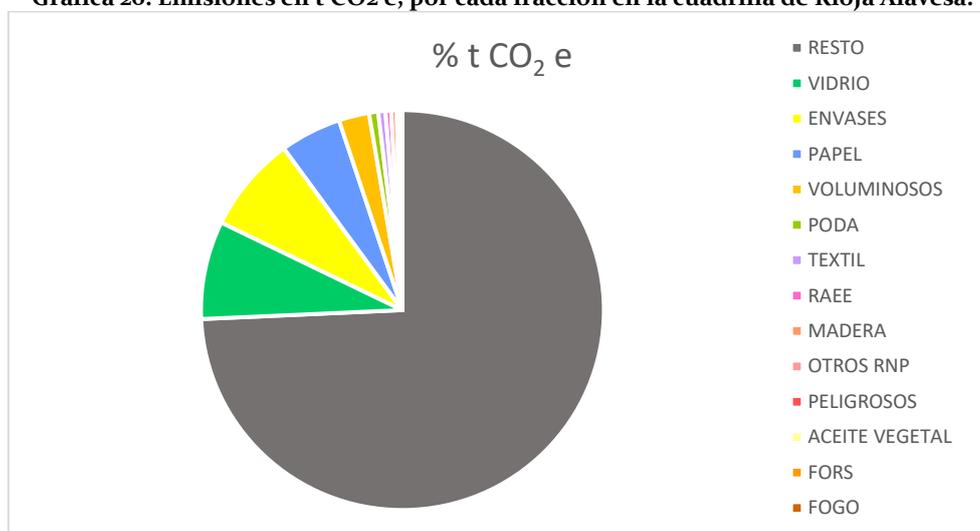
CUADRILLA DE LAGUARDIA-RIOJA ALAVESA

En Rioja Alavesa, se han contabilizado un total de **67,36 t CO₂**, emitidas por la clasificación.

Tabla 30: Cantidad residuos (t), emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t res, por fracción en Rioja Alavesa.

RIOJA ALAVESA	t residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	4.135,42	50,04	74,28%	0,012
ACEITE VEGETAL	4,17	0,02	0,03%	0,004
ENVASES	376,63	5,24	7,78%	0,014
VOLUMINOSOS	190,15	1,64	2,44%	0,009
FORS	0,00	0,00	0,00%	0,000
FOGO	244,39	0,00	0,00%	0,000
PODA	117,86	0,49	0,73%	0,004
VIDRIO	617,83	5,34	7,93%	0,009
PAPEL	383,02	3,31	4,92%	0,009
TEXTIL	45,94	0,39	0,58%	0,009
RAEE	70,62	0,31	0,45%	0,004
MADERA	69,00	0,30	0,44%	0,004
OTROS RNP	37,27	0,16	0,24%	0,004
PELIGROSOS	19,23	0,12	0,18%	0,006
Total	6.311,52	67,36	100%	0,011

Gráfica 26: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Rioja Alavesa.



La Cuadrilla de Rioja Alavesa, también presenta una distribución de emisiones similar a la de las otras, siendo la fracción Resto, Vidrio, Envases y Papel/Cartón, las que más emiten por ser en las que más cantidad de residuo se recoge.

También se repiten los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo).



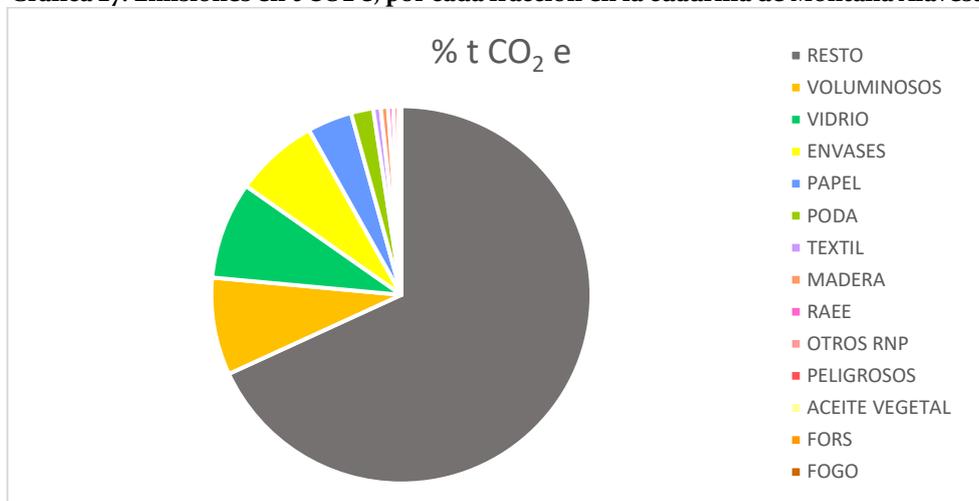
CUADRILLA DE MONTAÑA ALAVESA

En la Cuadrilla de Montaña Alavesa, se han contabilizado **18,80 t CO₂**, por la clasificación de sus residuos.

Tabla 31: Cantidad residuos (t), emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t residuo, por fracción en Montaña.

MONTAÑA	t residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	1.058,49	12,81	68,12%	0,012
ACEITE VEGETAL	0,74	0,00	0,02%	0,004
ENVASES	96,56	1,34	7,14%	0,014
VOLUMINOSOS	181,54	1,57	8,35%	0,009
FORS	0,00	0,00	0,00%	0,000
FOGO	72,70	0,00	0,00%	0,000
PODA	85,52	0,36	1,89%	0,004
VIDRIO	180,91	1,56	8,32%	0,009
PAPEL	82,71	0,72	3,80%	0,009
TEXTIL	14,02	0,12	0,64%	0,009
RAEE	19,06	0,08	0,44%	0,004
MADERA	27,03	0,12	0,62%	0,004
OTROS RNP	18,79	0,08	0,43%	0,004
PELIGROSOS	6,89	0,04	0,24%	0,006
Total	1.844,95	18,80	100%	0,010

Gráfica 27: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Montaña Alavesa.



La cuadrilla de Montaña Alavesa, es la cuadrilla que menos emisiones genera por las actividades de clasificación, ya que es la cuadrilla que menor cantidad de residuos genera.

En cuanto a la distribución de las emisiones, se repite el mismo esquema que en otras cuadrillas, las fracciones en las que se genera más cantidad de residuo son las que más emisiones generan, en este caso, Resto, Voluminosos, Vidrio y Envases.

Los resultados de emisiones relativas (t CO₂/t residuo), son idénticos al resto de las cuadrillas.



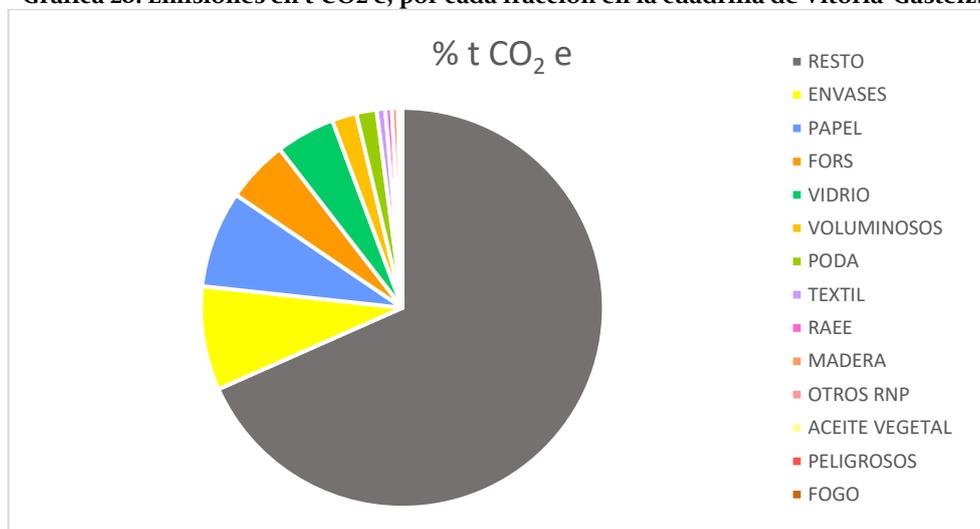
CUADRILLA DE VITORIA-GASTEIZ

En la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz, se han contabilizado **1.043,45 t CO₂**, por la clasificación de los residuos generados.

Tabla 32: Cantidad residuo (t), emisiones CO₂ (t) y t CO₂/t residuo, por fracción en Vitoria-Gasteiz.

VITORIA	t residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	58.921,06	712,96	68,33%	0,012
ACEITE VEGETAL	271,67	1,17	0,11%	0,004
ENVASES	6.301,35	87,65	8,40%	0,014
VOLUMINOSOS	2.393,78	20,69	1,98%	0,009
FORS	4.595,56	52,49	5,03%	0,011
FOGO	97,88	0,00	0,00%	0,000
PODA	4.080,26	16,98	1,63%	0,004
VIDRIO	5.745,69	49,67	4,76%	0,009
PAPEL	9.441,15	81,61	7,82%	0,009
TEXTIL	849,15	7,24	0,69%	0,009
RAEE	1.247,73	5,39	0,52%	0,004
MADERA	1.176,43	5,08	0,49%	0,004
OTROS RNP	321,00	1,39	0,13%	0,004
PELIGROSOS	172,00	1,11	0,11%	0,006
Total	95.614,70	1.043,45	100%	0,011

Gráfica 28: Emisiones en t CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz.



La cuadrilla de Vitoria-Gasteiz, es la que más cantidad de residuos genera, siendo en consecuencia la cuadrilla con mayores emisiones atmosféricas genera en los procesos de clasificación. En cuanto a las emisiones por fracciones, es similar al resto de las cuadrillas. Las fracciones que más emiten son las que presentan cantidades más altas recogidas, como el Resto, los Envases y el Papel/Cartón. Pero al tener en cuenta las toneladas de CO₂ emitidas por tonelada de residuo recogida, la fracción que más emiten es la de Residuos Peligrosos.



7.3 Resultados Tratamiento

El cálculo de las emisiones derivadas de la gestión y el tratamiento de los residuos, viene determinado por la complejidad de la gestión de los residuos domésticos, que engloba diferentes servicios, instalaciones o empresas gestoras.

En los casos en los que exista información del consumo de los servicios, instalaciones o empresas gestoras, se procede a realizar un cálculo directo, aplicando el factor de emisión a los valores originales de consumo de energía y/o combustible.

Sin embargo, estos datos no siempre estarán disponibles debido a la complejidad del sistema descrito. En consecuencia, cuando no existan datos de consumo, los cálculos se realizan a partir de las cantidades de residuos recogidos y factores de emisión calculados u obtenidos de la bibliografía.

Es mencionable, que la disponibilidad de datos ha ido aumentando y mejorando a lo largo de los años que se ha calculado la huella de carbono de la gestión de residuos en Álava, por lo que es previsible que esta mejora continúe los próximos años, lo que permitirá realizar unos cálculos más precisos.

De este modo, se procede a calcular y presentar los resultados obtenidos para las emisiones generadas por el tratamiento y la gestión de los residuos domésticos.

7.3.1. Resultados generales para el tratamiento

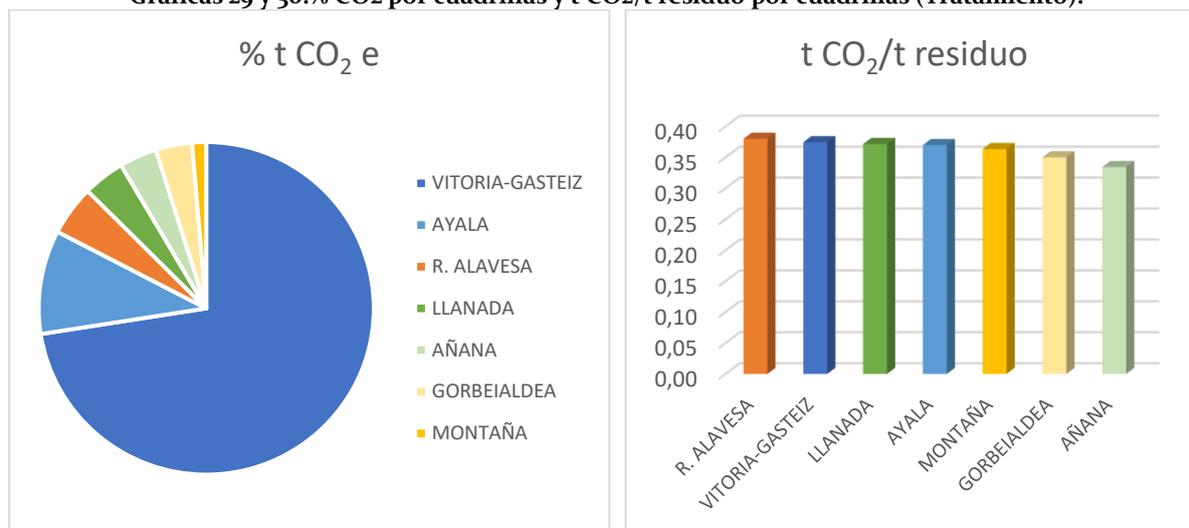
Se han calculado unas emisiones totales de **49.371,07 t de CO₂**, para el tratamiento de los Residuos domésticos generados en Álava.

Tabla 33: Cantidad residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por cuadrillas (Tratamiento).

CUADRILLAS	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
AÑANA	5.353,84	4,03%	1.789,63	3,62%	0,334
AYALA	13.473,26	10,14%	4.982,82	10,09%	0,370
GORBEIALDEA	4.950,32	3,72%	1.732,27	3,51%	0,350
RIOJA ALAVESA	6.311,52	4,75%	2.398,45	4,86%	0,380
LLANADA	5.355,97	4,03%	1.989,32	4,03%	0,371
MONTAÑA	1.844,95	1,39%	670,45	1,36%	0,363
VITORIA-GASTEIZ	95.614,70	71,94%	35.808,12	72,53%	0,375
Total	132.904,55	100%	49.371,07	100%	0,371



Gráficas 29 y 30: % CO₂ por cuadrillas y t CO₂/t residuo por cuadrillas (Tratamiento).



Al comparar las Cuadrillas por las toneladas emitidas, casi el 72% de todas las emisiones las genera la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz, ya que es el núcleo de población más grande y que más residuos genera. Por motivos opuestos, la Cuadrilla de Montaña Alavesa sería la que menos emisiones genera, representando algo menos del 1,5% del total.

Para comparar las Cuadrillas se tienen en cuenta las toneladas de CO₂ emitidas por tonelada de residuo generada. Se puede apreciar que los valores son similares en todas las Cuadrillas, siendo la Cuadrilla de Laguardia-Rioja Alavesa la que presenta el valor más alto y las cuadrillas de Gorbela y Añana los valores más bajos. Esto puede ser debido al porcentaje de reciclables gestionados en cada Cuadrilla, lo que se analizará en más detalle en el siguiente apartado.

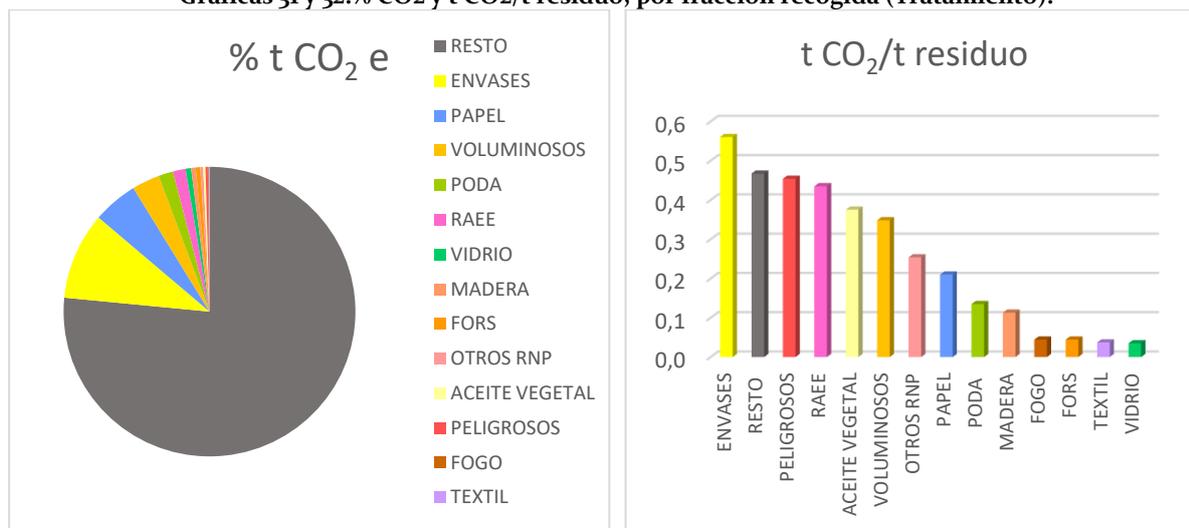
Emisiones estimadas por cada fracción generada en todo el Territorio Histórico de Álava.

Tabla 34: Cantidad residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por fracción recogida (Trata.).

Fracción	t consideradas	% residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	80.878,77	60,85%	37.789,85	76,54%	0,467
ACEITE VEGETAL	333,12	0,25%	125,03	0,25%	0,375
ENVASES	8.556,73	6,44%	4.795,19	9,71%	0,560
VOLUMINOSOS	4.353,31	3,28%	1.516,05	3,07%	0,348
FORS	5.542,33	4,17%	245,91	0,50%	0,044
FOGO	1.111,89	0,84%	49,33	0,10%	0,044
PODA	5.988,90	4,51%	808,37	1,64%	0,135
VIDRIO	8.489,24	6,39%	298,82	0,61%	0,035
PAPEL	11.765,64	8,85%	2.470,79	5,00%	0,210
TEXTIL	1.163,52	0,88%	43,43	0,09%	0,037
RAEE	1.594,18	1,20%	693,56	1,40%	0,435
MADERA	2.226,91	1,68%	251,57	0,51%	0,113
OTROS RNP	627,19	0,47%	159,29	0,32%	0,254
PELIGROSOS	272,82	0,21%	123,88	0,25%	0,454
Total	132.904,55	100%	49.371,07	100%	0,371



Gráficas 31 y 32: % CO₂ y t CO₂/t residuo, por fracción recogida (Tratamiento).



Al igual que en el caso de las cuadrillas, las fracciones que se generan en mayor cantidad, producen mayores emisiones. Por ello, la fracción Resto es la que más emisiones genera, produciendo el 77% de todas las emisiones calculadas. Las fracciones de Textil, FOGO, Residuos Peligrosos y Aceite Vegetal son las que menos emisiones generan, ya que son las fracciones de residuos menos generadas en el Territorio Histórico de Álava.

Con el fin de hacer una mejor comparación entre las fracciones generadas, se han calculado las emisiones relativas determinando las toneladas de CO₂ equivalente que se generan por el tratamiento de una tonelada de cada fracción.

Los resultados de emisiones relativas por tratamiento, muestran que la fracción envases es la que más genera, debido a las emisiones derivadas de su costoso reciclaje (principalmente de las emisiones generadas por el reciclaje del plástico), aunque como ya se ha mencionado, estas emisiones siempre serán inferiores a las generadas por la creación de nuevos envases.

Después de la fracción envases, las fracciones de Resto, Peligrosos, RAEE, Aceite Vegetal y Voluminosos, son las que más emiten por tonelada de residuo.

Por otro lado, las fracciones de Vidrio, Textil, FOGO y FORS son las que menos emisiones relativas generan.

Como se ha mencionado, los resultados vienen determinados por el destino final de cada fracción, siendo las fracciones más recicladas (a excepción de Envases) las que menos emisiones generan, mientras que las fracciones con destino vertedero o valorización energética generan unas emisiones más elevadas. Esto queda reflejado en el siguiente apartado.

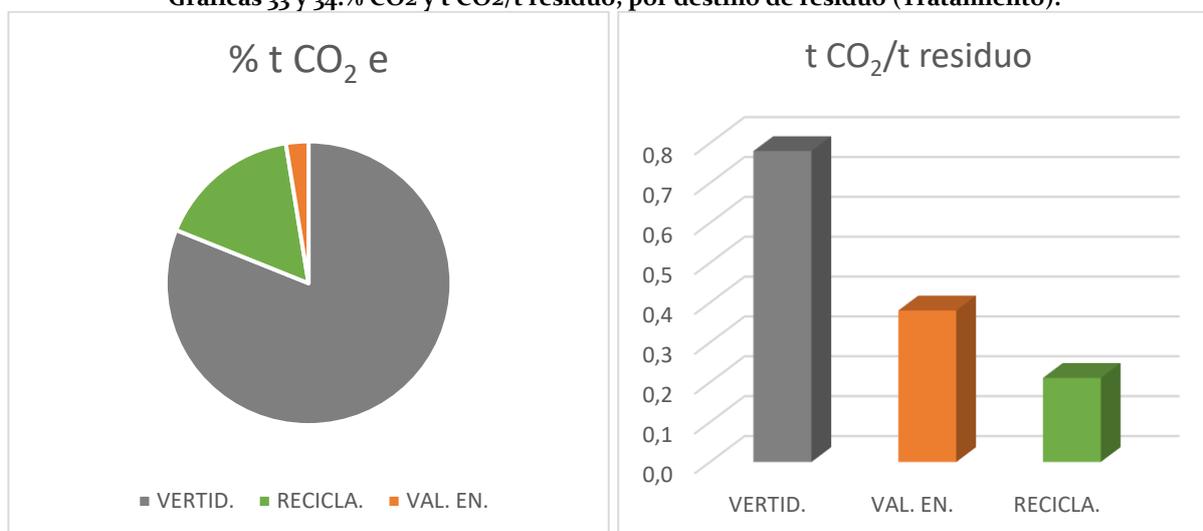


Emisiones por destino del residuo:

Tabla 35: Cantidad residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por destino (Tratamiento).

TRATAMIENTO	t consideradas	% residuos	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RECICLAJE	38.225,21	34,21%	8.063,92	16,33%	0,211
VAL. ENERGÉTICA	3.304,78	2,96%	1.255,82	2,54%	0,380
BIOESTABILIZADO	21.216,07	18,99%	1.845,80	3,74%	0,087
VERTIDO	48.981,45	43,84%	38.205,53	77,38%	0,780
Total	111.727,51	100%	49.371,07	100%	0,442

Gráficas 33 y 34: % CO₂ y t CO₂/t residuo, por destino de residuo (Tratamiento).



En los resultados presentados para las emisiones por destino final de residuo se observa que el destino de Vertido genera el 81% de las emisiones. Las emisiones debidas al tratamiento de reciclaje, muy alejadas de las debidas al vertido, representan algo más del 16%, mientras que las emisiones derivadas de la valorización energética, representan un 3%.

En cuanto a las emisiones relativas, muestran una ligera variación en el orden de los destinos finales. Aunque el destino de vertido sigue siendo el que mayores emisiones relativas genera, se puede observar que las emisiones relativas del destino de valorización energética adquieren relevancia significativa, colocándose en segunda posición, con emisiones muy por encima de las generadas por el reciclaje y el bioestabilizado. En la gráfica 34, la Valorización Energética adquiere una relevancia que puede pasar desapercibida si solo se presta atención a los valores absolutos.



7.3.2. Resultados por cuadrilla para el tratamiento

Para poder analizar los resultados de cada cuadrilla se presentan los datos de emisiones de CO₂, por cuadrillas y fracción, en referencia al tratamiento de residuos.

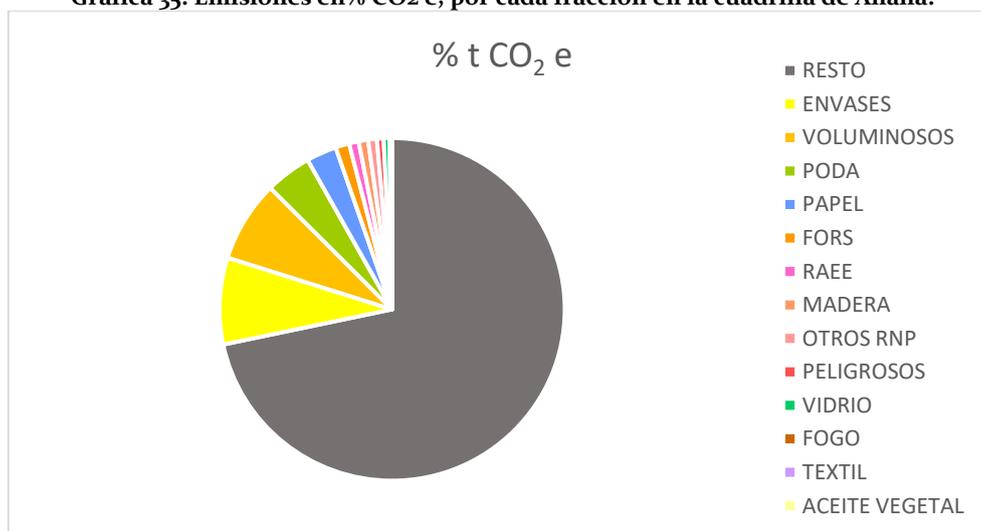
CUADRILLA DE AÑANA

En la Cuadrilla de Añana, se han calculado **1.789,63 toneladas de CO₂**, con 0,334 t CO₂/t residuo.

Tabla 36: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ e(t) y t CO₂e/t residuo, por fracción en Añana.

AÑANA	t consideradas	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	2.746,38	1.283,22	71,70%	0,467
ACEITE VEGETAL	3,09	1,16	0,06%	0,375
ENVASES	261,33	146,45	8,18%	0,560
VOLUMINOSOS	393,11	136,90	7,65%	0,348
FORS	520,12	23,08	1,29%	0,044
FOGO	37,88	1,68	0,09%	0,044
PODA	573,76	77,44	4,33%	0,135
VIDRIO	280,08	9,86	0,55%	0,035
PAPEL	241,49	50,71	2,83%	0,210
TEXTIL	36,67	1,37	0,08%	0,037
RAEE	36,96	16,08	0,90%	0,435
MADERA	140,84	15,91	0,89%	0,113
OTROS RNP	57,58	14,62	0,82%	0,254
PELIGROSOS	24,54	11,14	0,62%	0,454
Total	5.353,84	1.789,63	100%	0,334

Gráfica 35: Emisiones en% CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Añana.



La Fracción Resto es la más generada entre los habitantes de Añana, por lo que es la fracción que más emisiones genera, emitiendo el 72% de las toneladas de CO₂ totales. Junto con la fracción Resto, son los Envases, la Poda y los Voluminosos las fracciones que mayor cantidad de emisiones generan.



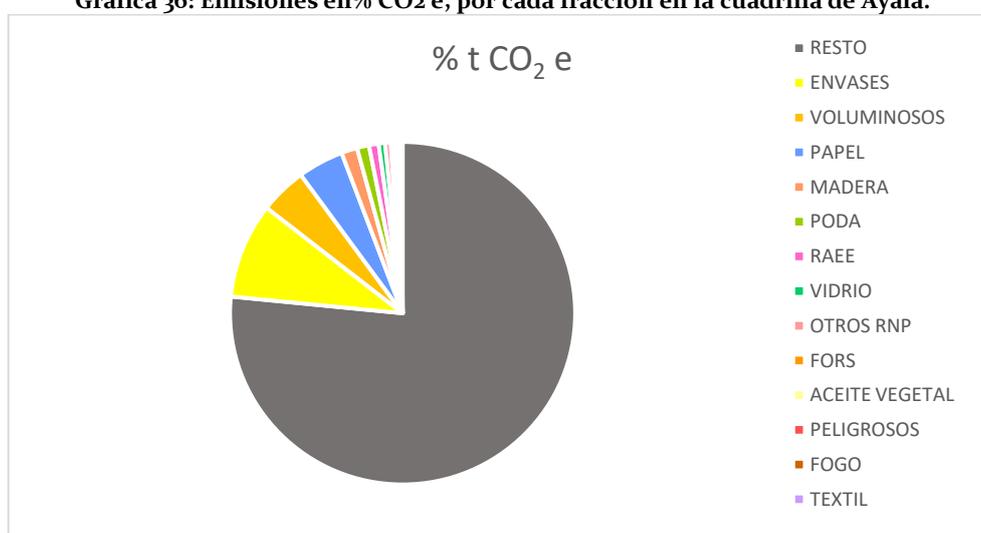
CUADRILLA DE AYALA

En la Cuadrilla de Ayala se han calculado **4.982,82 toneladas de CO₂e**, con de 0,370 t CO₂/t residuo.

Tabla 37: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂e(t) y t CO₂e/t residuo, por fracción en Ayala.

AYALA	t consideradas	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	8.164,20	3.814,65	76,56%	0,467
ACEITE VEGETAL	42,58	15,98	0,32%	0,375
ENVASES	800,59	448,65	9,00%	0,560
VOLUMINOSOS	630,10	219,43	4,40%	0,348
FORS	360,45	15,99	0,32%	0,044
FOGO	169,40	7,52	0,15%	0,044
PODA	415,67	56,11	1,13%	0,135
VIDRIO	851,15	29,96	0,60%	0,035
PAPEL	1.018,17	213,82	4,29%	0,210
TEXTIL	133,58	4,99	0,10%	0,037
RAEE	103,49	45,02	0,90%	0,435
MADERA	658,06	74,34	1,49%	0,113
OTROS RNP	103,75	26,35	0,53%	0,254
PELIGROSOS	22,06	10,02	0,20%	0,454
Total	13.473,26	4.982,82	100%	0,370

Gráfica 36: Emisiones en% CO₂e, por cada fracción en la cuadrilla de Ayala.



Como en el resto de casos, la fracción Resto supone la mayor parte del total de residuos, siendo la fracción que más emisiones genera, de cerca del 77% del total. Las fracciones Envases, Voluminosos y Papel/Cartón son las siguientes que más se generan, aunque existe una gran diferencia con la Fracción Resto.



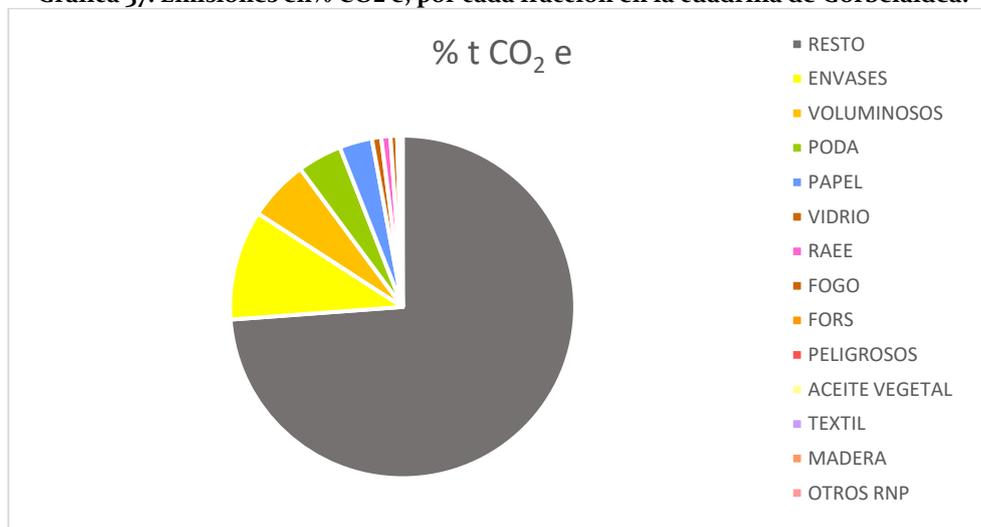
CUADRILLA DE GORBEIALDEA

En la Cuadrilla de Gorbeialdea se han calculado unas emisiones de **1.732,27 toneladas de CO₂**, con un ratio de 0,350 t CO₂/t residuo.

Tabla 38: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ e(t) y t CO₂e/t residuo, por fracción en Gorbeialdea.

GORBEIALDEA	t consideradas	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	2.736,77	1.278,73	73,82%	0,467
ACEITE VEGETAL	3,99	1,50	0,09%	0,375
ENVASES	320,65	179,69	10,37%	0,560
VOLUMINOSOS	284,24	98,99	5,71%	0,348
FORS	66,20	2,94	0,17%	0,044
FOGO	244,78	10,86	0,63%	0,044
PODA	535,42	72,27	4,17%	0,135
VIDRIO	429,35	15,11	0,87%	0,035
PAPEL	252,86	53,10	3,07%	0,210
TEXTIL	32,05	1,20	0,07%	0,037
RAEE	34,01	14,80	0,85%	0,435
MADERA	4,08	0,46	0,03%	0,113
OTROS RNP	0,31	0,08	0,00%	0,254
PELIGROSOS	5,62	2,55	0,15%	0,454
Total	4.950,32	1.732,27	100%	0,350

Gráfica 37: Emisiones en% CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Gorbeialdea.



En esta Cuadrilla, de manera similar al resto, predomina la fracción resto, con unas emisiones que representan el 74% del total. Las emisiones por Envases, Voluminosos y Poda son las siguientes, con importante diferencia para con la fracción Resto.

Las fracciones de Otros RNP, Textil y Madera son las que menos toneladas de CO₂ generan.



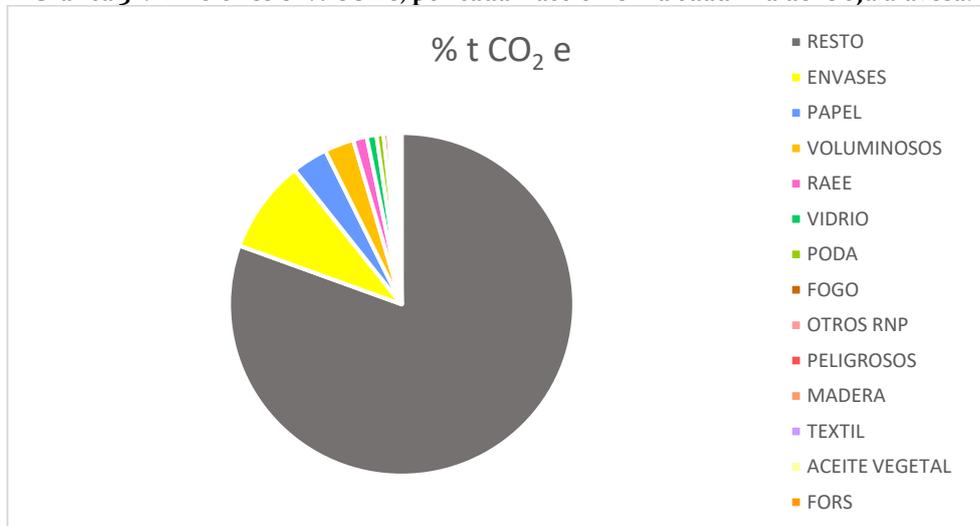
CUADRILLA DE LAGUARDIA-RIOJA ALAVESA

En la Cuadrilla de Laguardia-Rioja Alavesa se han calculado **2.398,45 toneladas de CO₂**, con un ratio de 0,380 CO₂/t residuo.

Tabla 39: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ e(t) y t CO₂e/t residuo, por fracción en Rioja Alavesa.

RIOJA ALAVESA	t consideradas	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	4.135,42	1.932,24	80,56%	0,467
ACEITE VEGETAL	4,17	1,57	0,07%	0,375
ENVASES	376,63	211,06	8,80%	0,560
VOLUMINOSOS	190,15	66,22	2,76%	0,348
FORS	0,00	0,00	0,00%	0,000
FOGO	244,39	10,84	0,45%	0,044
PODA	117,86	15,91	0,66%	0,135
VIDRIO	617,83	21,75	0,91%	0,035
PAPEL	383,02	80,43	3,35%	0,210
TEXTIL	45,94	1,71	0,07%	0,037
RAEE	70,62	30,73	1,28%	0,435
MADERA	69,00	7,79	0,32%	0,113
OTROS RNP	37,27	9,46	0,39%	0,254
PELIGROSOS	19,23	8,73	0,36%	0,454
Total	6.311,52	2.398,45	100%	0,380

Gráfica 38: Emisiones en% CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Rioja alavesa.



Esta Cuadrilla presenta el ratio más alto en comparación con las demás. Esto puede ser debido a que la Fracción Resto representa el 80% del total de las emisiones totales. Las fracciones Envases, Papel/Cartón y Voluminosos son las siguientes que más se generan, aunque existe una gran diferencia con la Fracción Resto.



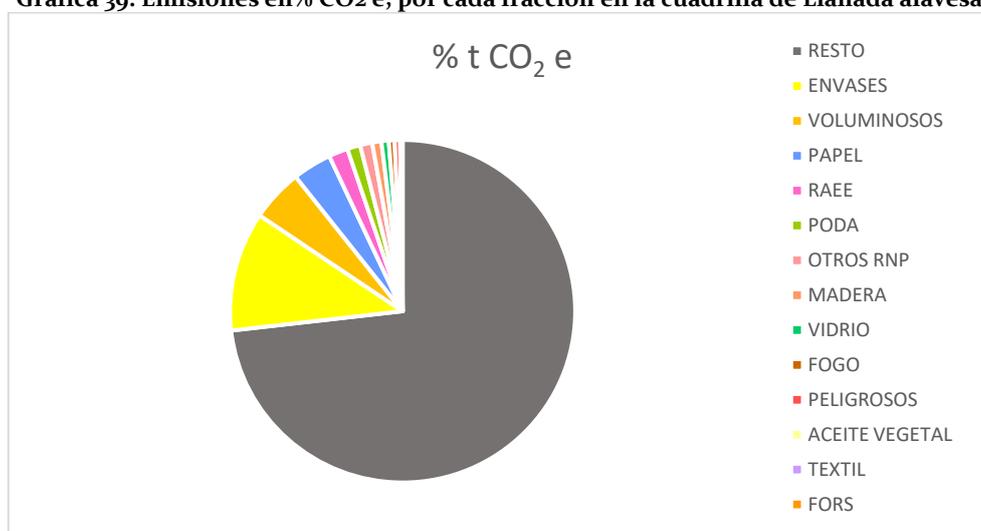
CUADRILLA DE LLANADA ALAVESA

En la Cuadrilla de Llanada se han estimado **1.989,32 toneladas de CO₂**, con 0,371 t CO₂/t residuo.

Tabla 40: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ e(t) y t CO₂e/t residuo, por fracción en Llanada Alavesa.

LLANADA	t consideradas	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	3.116,46	1.456,13	73,20%	0,467
ACEITE VEGETAL	6,88	2,58	0,13%	0,375
ENVASES	399,64	223,96	11,26%	0,560
VOLUMINOSOS	280,39	97,64	4,91%	0,348
FORS	0,00	0,00	0,00%	0,000
FOGO	244,86	10,86	0,55%	0,044
PODA	180,42	24,35	1,22%	0,135
VIDRIO	384,23	13,52	0,68%	0,035
PAPEL	346,24	72,71	3,66%	0,210
TEXTIL	52,12	1,95	0,10%	0,037
RAEE	82,31	35,81	1,80%	0,435
MADERA	151,47	17,11	0,86%	0,113
OTROS RNP	88,49	22,47	1,13%	0,254
PELIGROSOS	22,48	10,21	0,51%	0,454
Total	5.355,97	1.989,32	100%	0,371

Gráfica 39: Emisiones en% CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Llanada alavesa.



Al igual que en el resto de cuadrillas, la fracción Resto es la más RECOGIDA entre los habitantes de Llanada, por lo que es la fracción que más emisiones genera, emitiendo el 73% de las toneladas de CO₂ totales. Junto con la fracción Resto, son los Envases, el Papel/Cartón la y los Voluminosos las fracciones que mayor cantidad de emisiones generan.

Por el lado de los menos emisores, se encuentran el FORS, Aceite Vegetal y el Textil. Como ya se ha mencionado, la cantidad de residuo generado y el destino final del mismo, son los principales responsables de los resultados obtenidos.



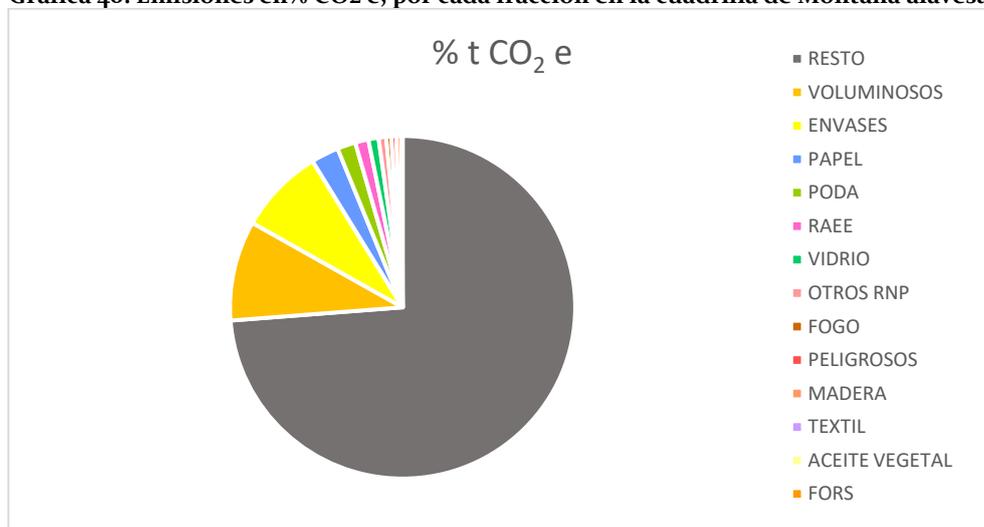
CUADRILLA DE MONTAÑA ALAVESA

En la Cuadrilla de Montaña Alavesa se han calculado unas emisiones de **670,45 toneladas de CO₂**, con un ratio de 0,363 t CO₂/t residuo.

Tabla 41: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ e(t) y t CO₂e/t residuo, por fracción en Montaña Alavesa.

MONTAÑA	t consideradas	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	1.058,49	494,57	73,77%	0,467
ACEITE VEGETAL	0,74	0,28	0,04%	0,375
ENVASES	96,56	54,11	8,07%	0,560
VOLUMINOSOS	181,54	63,22	9,43%	0,348
FORS	0,00	0,00	0,00%	0,000
FOGO	72,70	3,23	0,48%	0,044
PODA	85,52	11,54	1,72%	0,135
VIDRIO	180,91	6,37	0,95%	0,035
PAPEL	82,71	17,37	2,59%	0,210
TEXTIL	14,02	0,52	0,08%	0,037
RAEE	19,06	8,29	1,24%	0,435
MADERA	27,03	3,05	0,46%	0,113
OTROS RNP	18,79	4,77	0,71%	0,254
PELIGROSOS	6,89	3,13	0,47%	0,454
Total	1.844,95	670,45	100%	0,363

Gráfica 40: Emisiones en% CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Montaña alavesa.



Como en las otras cuadrillas, la fracción resto sigue siendo la más abundante en Montaña Alavesa, produciendo el 74% del total de las emisiones calculadas. En esta cuadrilla los voluminosos generan el 9% de las emisiones y los Envases el 8%, seguida del Papel/Cartón.

Las fracciones que menos se generan son la de FORS, Aceite Vegetal y Textil, por lo que en consecuencia también son las que menos toneladas de CO₂ generan.



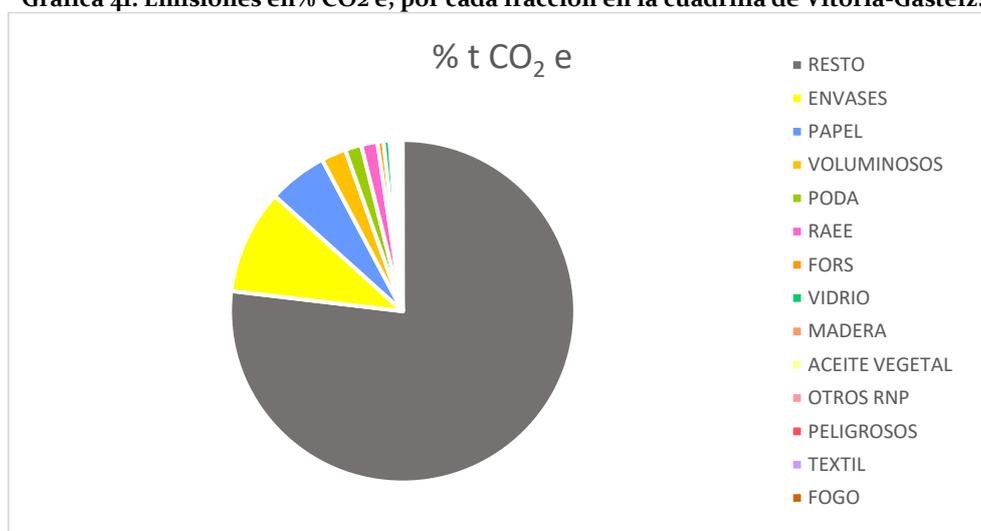
CUADRILLA DE VITORIA-GASTEIZ

En Vitoria-Gasteiz se han calculado unas emisiones de **35.808,12 t CO₂**, con 0,375 t CO₂/t residuo.

Tabla 42: Cantidad de residuos (t), emisiones CO₂ e(t) y t CO₂e/t residuo, por fracción en Vitoria-Gasteiz.

VITORIA	t consideradas	t CO ₂ e	% t CO ₂ e	t CO ₂ /t residuo
RESTO	58.921,06	27.530,31	76,88%	0,467
ACEITE VEGETAL	271,67	101,96	0,28%	0,375
ENVASES	6.301,35	3.531,28	9,86%	0,560
VOLUMINOSOS	2.393,78	833,64	2,33%	0,348
FORS	4.595,56	203,90	0,57%	0,044
FOGO	97,88	4,34	0,01%	0,044
PODA	4.080,26	550,74	1,54%	0,135
VIDRIO	5.745,69	202,25	0,56%	0,035
PAPEL	9.441,15	1.982,64	5,54%	0,210
TEXTIL	849,15	31,69	0,09%	0,037
RAEE	1.247,73	542,83	1,52%	0,435
MADERA	1.176,43	132,90	0,37%	0,113
OTROS RNP	321,00	81,53	0,23%	0,254
PELIGROSOS	172,00	78,10	0,22%	0,454
Total	95.614,70	35.808,12	100%	0,375

Gráfica 41: Emisiones en% CO₂ e, por cada fracción en la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz.



A pesar de la diferencia de habitantes de Vitoria-Gasteiz con el resto de cuadrillas, sus resultados relativos muestran similitud al resto de cuadrillas. La fracción resto sigue siendo la más abundante, produciendo el 77% del total de las emisiones calculadas. Los Envases, el Papel/Cartón, los Voluminosos, la Poda y los RAEE acompañan a la fracción Resto pero a una distancia muy considerable. El resto de fracciones tiene un peso relativo muy bajo en comparación a las ya mencionadas.

La cuadrilla de Vitoria-Gasteiz es la que más emisiones genera con el tratamiento de sus residuos, esto es debido a que la mayoría de los habitantes del territorio viven en esta cuadrilla.



8. Emisiones Evitadas

A continuación, se presentan las emisiones evitadas estimadas del tratamiento de biometanización y reciclaje en t CO₂. Solo se contabilizan emisiones evitadas por energía exportada, la energía autoconsumida no se tendrá en cuenta.

Según la web del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, la planta de tratamiento mecánico biológico (TMB), exporta alrededor de 1.000.000 kWh al año a la red eléctrica.

No se han podido contabilizar las emisiones evitadas por energía exportada en el caso del vertedero ni en el de la valorización energética, ya que no se ha contado con los datos necesarios.

Tabla 43: Emisiones evitadas con los tratamientos.

Tratamiento	t CO ₂ e
Biometanización	273,00
RECICLAJE	18.759,28

Con el tratamiento de reciclaje es como se consiguen evitar más emisiones, ya que se evitan todas las emisiones que se producirían por la fabricación de elementos nuevos. Además, se evita el impacto de la extracción de nuevos materiales. Como se ha mencionado en la metodología, se estiman las emisiones evitadas por reciclaje para las siguientes fracciones: Compostaje, Envases, Vidrio, Papel/Cartón, Textil y Madera.

Las emisiones evitadas calculadas suponen el 38 % de todas las emisiones generadas en los tratamientos llevados a cabo.



9. -Comprobación del método

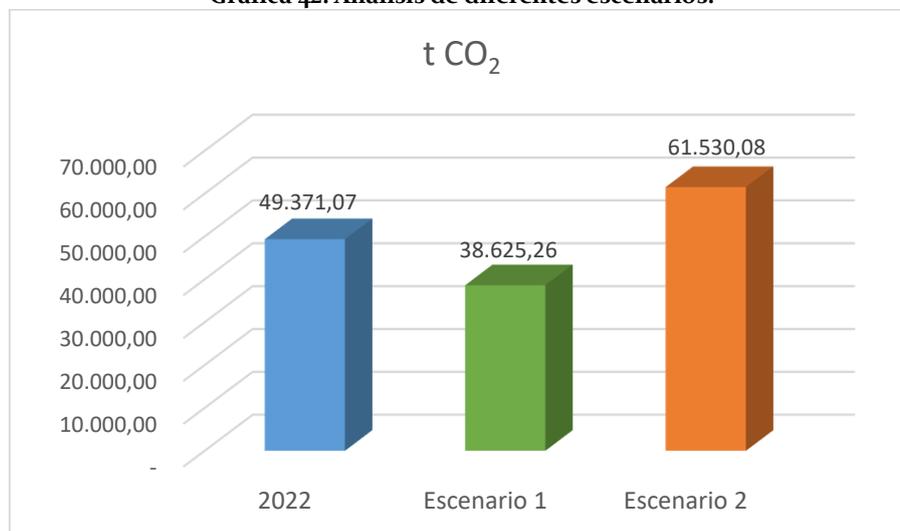
Para la comprobación del método, este se aplica en diferentes escenarios y se compara con el resultado obtenido para 2022.

Por lo que, se han analizado dos escenarios alternativos, además del resultado obtenido en 2022:

-Escenario 1: Se reciclan todos los residuos, menos el 14% de residuos no reciclables y que componen la Fracción Resto.

-Escenario 2: Todos los residuos se recogen mezclados y se gestionan como Fracción Resto (recogida en masa).

Gráfica 42: Análisis de diferentes escenarios.



En el año 2022 se han determinado unas emisiones de 49.371,07 t CO₂ por el tratamiento de los residuos.

Teniendo en cuenta la misma cantidad de residuos, se ha analizado el escenario 1 en el que todos los residuos se envían a reciclaje a excepción del 14% de la Fracción Resto, compuesta por materiales no reciclables. En esta opción, se producirían 38.625,26 t CO₂, un 22 % menos de emisiones que en el escenario actual.

Por otro lado, en el escenario 2, en el que todos los residuos se recogen en masa, sin ninguna recogida selectiva, las emisiones ascenderían a 61.530,08 t CO₂, lo que supondría un 20% más que en el escenario actual y un 37% más que en el escenario en el que todos los residuos se recogen selectivamente para su posterior reciclado.



10. -Resultados comparativos y adecuación desde año base

Uno de los principales objetivos de calcular la huella de carbono en la gestión de residuos urbanos de Álava es posibilitar la comparación interanual de las emisiones para conocer la evolución de las mismas.

Habiendo sido 2019 el año base de partida, solo hay 4 años de datos, por lo que la comparación de los resultados todavía ofrece información escasa.

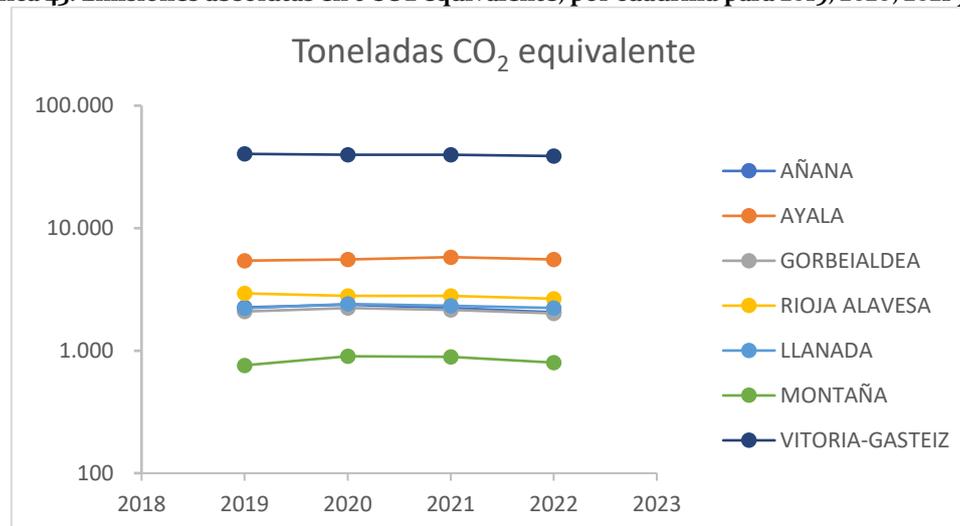
Al existir correcciones y/o importantes cambios en el procedimiento de cálculo debido a que se ha conseguido mejor información y de mayor calidad, en el año de estudio, se corrigen y adecuan los resultados de los años precedentes. En consecuencia, el método de cálculo para el año 2022, se replica para los años anteriores de 2021, 2020 y 2019 en función de los datos de partida de cada año.

Los resultados comparativos se presentan a continuación:

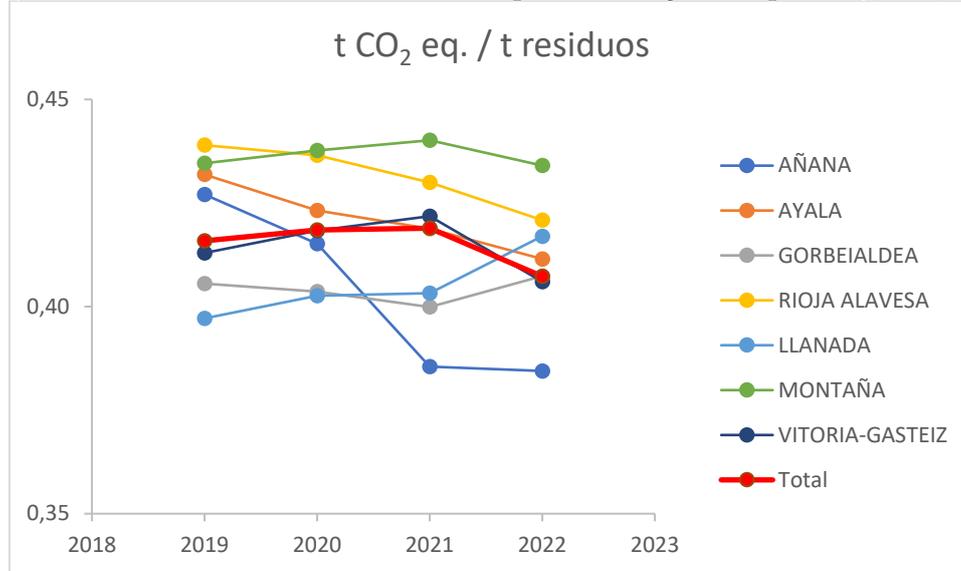
Tabla 44: Emisiones en t CO₂ e por cuadrilla y totales para 2019, 2020, 2021 y 2022.

Comparativa de emisiones en t CO ₂ e por cuadrilla				
t CO ₂ e	2019	2020	2021	2022
AÑANA	2.263,41	2.375,41	2.231,06	2.058,30
AYALA	5.433,38	5.544,12	5.804,16	5.544,05
GORBEIALDEA	2.092,32	2.228,08	2.145,63	2.016,49
RIOJA ALAVESA	2.935,35	2.801,47	2.800,94	2.656,25
LLANADA	2.221,48	2.404,74	2.328,92	2.233,32
MONTAÑA	759,28	900,23	890,77	800,78
VITORIA	40.436,31	39.782,40	39.744,51	38.821,62
TOTAL	56.141,53	56.036,45	55.945,98	54.130,82

Gráfica 43: Emisiones absolutas en t CO₂ equivalente, por cuadrilla para 2019, 2020, 2021 y 2022.



Gráfica 44: Emisiones relativas en t CO₂ e / t residuo, por cuadrilla y totales para 2019, 2020, 2021 y 2022.



En cuanto a la totalidad del Territorio Histórico de Álava, los resultados muestran un ligero y continuado descenso en las emisiones de 2022, respecto a las de 2021, 2020 y 2019. La gráfica de resultados absolutos muestra que el descenso es prácticamente insignificante, aunque puede estar marcando una ligera tendencia a la baja que requiere de una serie más larga de datos para ser confirmada.

En la gráfica de resultados relativos se aprecia que las toneladas de CO₂ equivalente emitidas, por cada tonelada de residuo, se mantienen bastante constantes con respecto a los años anteriores. Aunque los resultados de 2022 muestran un ligero descenso en las emisiones relativas. El ligero ascenso en las emisiones de 2020 y 2021, respecto al 2019, puede ser debido a las singularidades de estos años derivadas del COVID19.

El principal factor determinante de estos resultados parece ser el destino final de los residuos, considerando el peso relativo del tratamiento frente al transporte y la clasificación. Por tanto, las variaciones registradas en los destinos finales son las principales responsables de los resultados finales obtenidos. Existen también otros factores que influyen en los resultados como la clasificación y separación de residuos en origen, el tipo de maquinaria empleada en los procesos, la eficiencia en el transporte... aunque parecen tener un peso relativo inferior al del destino final de los residuos.

En cuanto a las cuadrillas, las emisiones absolutas han descendido ligeramente respecto a 2021 para la totalidad de las mismas, lo que resulta en un buen indicativo de mejora en el proceso de gestión de residuos.

Los resultados relativos mostrados en la gráfica muestran con respecto a 2021, un ascenso de las toneladas de CO₂ equivalente emitidas por cada tonelada de residuo para Gorbeialdea y la Llanada Alavesa, mientras que los resultados para el resto de cuadrillas desciende ligeramente.



Las adecuaciones realizadas para los años anteriores se deben principalmente a dos motivos. Por un lado, se ha procedido a contabilizar las emisiones derivadas de las alzadas de los contenedores en el apartado de transporte. Por otro lado, se ha corregido y mejorado la contabilización de la digestión aerobia que tiene lugar en la Planta de Tratamiento Mecánico-Biológico, así como la clasificación de residuos (anterior al destino final), tanto para la fracción resto como para las demás fracciones.

La adecuación de los cálculos realizada para los años 2021, 2020 y 2019 se presenta de manera detallada en el Anexo II.



11. Conclusiones

En total se han contabilizado **3.328,77 toneladas de CO₂** emitidas por el **transporte** de los residuos, **1.430,98 toneladas de CO₂** emitidas por la clasificación de los mismos y **49.371,07 t de CO₂** generadas por los diferentes **tratamientos** de los residuos en el Territorio Histórico de Álava. Lo que indica que la mayoría de las emisiones son generadas por los procesos de tratamiento, el 91%, frente al 6% que generan los transportes y el 3% generado en la clasificación. Las emisiones totales generadas suman **54.130,82 t de CO₂**.

Aunque la cantidad de emisiones del **transporte** y la **clasificación** sean insignificantes en relación a las de los tratamientos y tengan un reducido impacto en los resultados totales, representan las fases o etapas en las que la organización descrita (administración pública) tiene mayor capacidad de actuación y gestión.

Por ello, es importante que las rutas realizadas sean las más eficientes posibles. Por lo que indican los resultados de la Cuadrilla de Montaña Alavesa, cuanto más inaccesible sea el territorio y su población esté más dispersa, más difícil será eficienciar las rutas. Por esto la cuadrilla de Vitoria-Gasteiz, sería la más eficiente, ya que en esta cuadrilla se concentra la mayor parte de la población y por lo general, se encuentra próxima a las plantas de clasificación y tratamiento de las diversas fracciones de residuos.

La eficacia en las recogidas también será importante, para reducir la huella de carbono generada, por ello hay que intentar transportar la mayor cantidad de residuos en cada viaje realizado. Esto queda reflejado en los resultados por tipo de recogida, donde se ha podido observar que las emisiones generadas por tonelada recogida en el Punto Verde Móvil, son las más altas, ya que realizan más trayectos, con menos cantidad de residuos. Aun así, se ve muy importante este servicio, ya que gracias a él se recogen fracciones (como residuos Peligrosos) que de otra manera no se recogerían. Cabe mencionar que en la recogida neumática, a pesar de reducir notablemente las emisiones por transporte, los consumos del sistema de succión generan emisiones superiores a las reducidas.

También es importante prestar atención al tipo de vehículo utilizado y sobre todo el tipo de combustible. Siempre que sea posible será importante seleccionar combustibles más respetuosos con el medio ambiente y buscar vehículos eléctricos. Esto disminuiría las emisiones generadas.

Por último, es importante saber que cuanto más localmente se traten los residuos, menos emisiones se generan. Por ello, se recomienda utilizar sistemas de gestión, plantas y recursos más cercanos a las localidades donde se generan residuos. El ejemplo FOGO, con 0 emisiones por transporte, es la clara muestra de los beneficios ambientales de tratar los residuos lo más localmente posible. Como ya se ha mencionado, esto también se refleja en el caso de Vitoria-Gasteiz, que al tener los puntos de clasificación y tratamiento más cerca que otras cuadrillas, reduce sus emisiones por tonelada de residuos transportadas.

Los resultados de la **clasificación** de residuos, están estrechamente relacionados con la separación en origen. De este modo, la separación de los residuos en origen, también será relevante a la hora de reducir las emisiones atmosféricas. Desde este punto de vista, la fracción Resto es la que mayor



margen de mejora tiene, ya que contiene una mezcla de las demás fracciones cuyo esfuerzo de clasificación genera emisiones considerables.

En cuanto a la **gestión**, es importante recalcar la reducción de emisiones que se generan gracias al reciclaje. Todavía hay trabajo que realizar en este sentido, ya que el 64% de todos los residuos, se sigue recogiendo como Fracción Resto. Las caracterizaciones realizadas indican que, en esta fracción, solo el 14%, son materiales no recuperables o reciclables. Por todo esto, las cuadrillas que más residuos depositan en la Fracción Resto, son las que más emisiones generan, ya que las tasas de reciclaje de estas son menores.

Por tanto, la fracción Resto vuelve a ser la que mayor margen de mejora presenta. Considerando que la materia orgánica supone casi el 50% de lo depositado en esta fracción, conseguir su reciclado directo evitaría una cantidad importante de emisiones.

Como se ha mencionado, un factor muy determinante para las emisiones generadas por el tratamiento y la gestión de residuos urbanos, es el destino final de los mismos. El reciclaje de los residuos, aparece sin duda, como la mejor de las opciones para la reducción de las emisiones, mientras que, tanto la opción de vertido como la de valorización energética, contribuyen notablemente en la generación de emisiones de GEIs a la atmósfera.

La valorización energética, a pesar de su reducido peso relativo entre los diferentes destinos finales, es uno de los factores que más puede afectar a las emisiones por tratamiento, por lo que su selección como destino final de los residuos, deberá ser considerada con cautela, ya que es una opción casi tan mala como el vertido, desde el punto de vista de las emisiones atmosféricas.

Para concluir, en cuanto a los tratamientos de los residuos, es importante recalcar la importancia de la reutilización, ya que con esta práctica también se evitan las emisiones generadas por el reciclaje, que, aunque sean mucho menores que las generadas al producir materiales nuevos, son mayores que las generadas por la reutilización. Por ello, es importante seguir impulsando iniciativas como la preparación para la reutilización a través del contenedor blanco, el uso del Reutilizagune de Vitoria-Gasteiz o las casetas de 2ª vida instaladas en los Garbigunes de gestión foral.



12. Bibliografía

- Gobierno Vasco (2012). Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006.
- Huella de carbono en organizaciones. Herramienta de cálculo. IHOBE, 2022.
- Asegre. (2010). Protocolo para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en actividades de gestión de residuos.
- IPCC, 2006. Guia para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Vol. 5 Desechos.
- World Resources Institute(2014). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria.
- Prognos. (2008). Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020.
- DEFRA, 2021. Government conversion factors for company reporting. Greenhouse Gas Conversion Factor Repository 2021. Adaptado a potenciales calentamiento global utilizados (AR5).
- Herramienta de cálculo de gases de efecto invernadero (GEI) en el manejo de residuos sólidos (MRS) (IFEU, Instituto de Investigación energética y medioambiental Heidelberg GmbH)
- Retorna (2012). Estudio comparativo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el proyecto piloto de implantación de un Sistema de Recogida, Devolución y Retorno de Envases frente al Sistema de Gestión Integral actual
- Bovea et al., (2010). Enviromental assessment of alternative municipal solid waste management strategies. A Spanish case study.
- Buratti et al. (2015). Life Cycle Assessment of organic waste management strategies: an Italian case study.
- Erses Yay, (2015). Application of life cycle assessment for municipal solid waste management
- Fernande-Nava et al. (2014). Life cycle assessment of different municipal solid waste management options. A case study of Asturias (Spain).
- Joseba Sanchez (2010). La sostenibilidad de la recogida de residuos a debate; Recogida neumática vs Recogida contenerizada (Conama 10).



Anexo I

Factores emisión, utilizados en el estudio:

EMISIONES GENERADAS POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN EL TRANSPORTE

2022	Kg CO ₂ e/L	Fuente
Gasóleo A/B	2,584841663	<i>Calculadora HC en organizaciones Ihobe, 2021.</i>

EMISIONES GENERADAS POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN PLANTAS Y MAQUINARÍA

2022	Kg CO ₂ e/L	Fuente
Gasóleo C	2,907163	<i>Calculadora HC en organizaciones Ihobe, 2021.</i>

EMISIONES GENERADAS POR USO DE ELECTRICIDAD

2022	Kg CO ₂ e/kWh	Fuente
Media Mix eléctrico	273	<i>Oficina Cambi Climatic</i>

EMISIONES GENERADAS POR VERTIDO Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

2022	t CO ₂ e/t residuo	Fuente
Vertido	0,781	<i>Valorización energética de residuos urbanos en España y Andorra: huella de carbono y comparativa con depósito en vertedero</i>
Valorización energética	0,3771	<i>Valorización energética de residuos urbanos en España y Andorra: huella de carbono y comparativa con depósito en vertedero</i>

EMISIONES GENERADAS POR EL RECICLAJE DE DIFERENTES FRACCIONES



Fracción reciclada	t CO2/t residuo	Fuente
Compostaje	0,087	Herramienta de cálculo de gases de efecto invernadero (GEI) en el manejo de residuos sólidos (MRS) (IFEU, Instituto de Investigación energética y medioambiental Heidelberg GmbH)
Envases	0,050	Estudio comparativo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el proyecto piloto de implantación de un Sistema de Recogida, Devolución y Retorno de Envases frente al Sistema de Gestión Integral actual (Retorna, 2012)
Papel/Cartón	0,180	Herramienta de cálculo de gases de efecto invernadero (GEI) en el manejo de residuos sólidos (MRS) (IFEU, Instituto de Investigación energética y medioambiental Heidelberg GmbH)
Vidrio	0,020	Herramienta de cálculo de gases de efecto invernadero (GEI) en el manejo de residuos sólidos (MRS) (IFEU, Instituto de Investigación energética y medioambiental Heidelberg GmbH)
Madera	0,113	DEFRA, 2020. Government conversion factors for company reporting. Greenhouse Gas Conversion Factor Repository 2020. https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020
Textil (Algodon, Plyester)	0,032	Herramienta de cálculo de gases de efecto invernadero (GEI) en el manejo de residuos sólidos (MRS) (IFEU, Instituto de Investigación energética y medioambiental Heidelberg GmbH)
Peligrosos	0,450	https://www.wipo.int/ip-outreach/es/ipday/2020/case-studies/aurelius_environmental.html#:~:text=Esto%20supone%20que%2C%20por%20cada,tonelada%20de%20part%C3%ADculas%20de%20plomo.
Aceite Veg	0,153	Elaboración propia. Estimado a partir de los FE obtenidos de otras fracciones.
Voluminosos	0,119	Elaboración propia. Estimado a partir de los FE obtenidos de otras fracciones.
Poda	0,087	Elaboración propia. Estimado a partir de los FE obtenidos de otras fracciones.
RAEE	0,383	Elaboración propia. Estimado a partir de los FE obtenidos de otras fracciones.
Otros RNP	0,130	Elaboración propia. Estimado a partir de los FE obtenidos de otras fracciones.



EMISIONES EVITADAS POR EL RECICLAJE DE DIFERENTES FRACCIONES

Fracción	kg CO ₂ /t residuo	Fuente
Compostaje	60,00	<i>Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. Prognos. Octubre de 2008</i>
Envases	959,20	<i>Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. Prognos. Octubre de 2008</i>
Papel/Cartón	820,00	<i>Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. Prognos. Octubre de 2008</i>
Vidrio	180,00	<i>Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. Prognos. Octubre de 2008</i>
Madera	65,00	<i>Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. Prognos. Octubre de 2008</i>
Textil (Algodón, plyester)	2.818,00	<i>Resource savings and CO₂ reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO₂ reduction target in 2020. Prognos. Octubre de 2008</i>



Anexo II

Se han actualizado las Huellas de Carbono calculadas para 2019, 2020 y 2021, siguiendo el procedimiento utilizado en 2022, con el objetivo de que los resultados puedan ser comparables.

Las adecuaciones realizadas para los años anteriores, se deben principalmente a dos motivos.

Por un lado, se ha procedido a contabilizar las emisiones derivadas de las alzadas de los contenedores en el apartado de transporte.

Por otro lado, se ha corregido y mejorado la contabilización de la digestión aerobia que tiene lugar en la Planta de Tratamiento Mecánico-Biológico, así como la clasificación de residuos (anterior al destino final), tanto para la fracción resto como para el resto de las fracciones.

Resultados adaptados año 2021

En total, se contabilizaron **55.945,98 toneladas de CO₂**, correspondientes al transporte, clasificación y la gestión de residuos en todo el Territorio Histórico de Álava.

Se presentan las toneladas de CO₂ emitidas por Cuadrilla y por fracción de residuo, junto con los valores relativos en t CO₂ eq / t residuo, para facilitar la comparación y la interpretación de los resultados obtenidos.

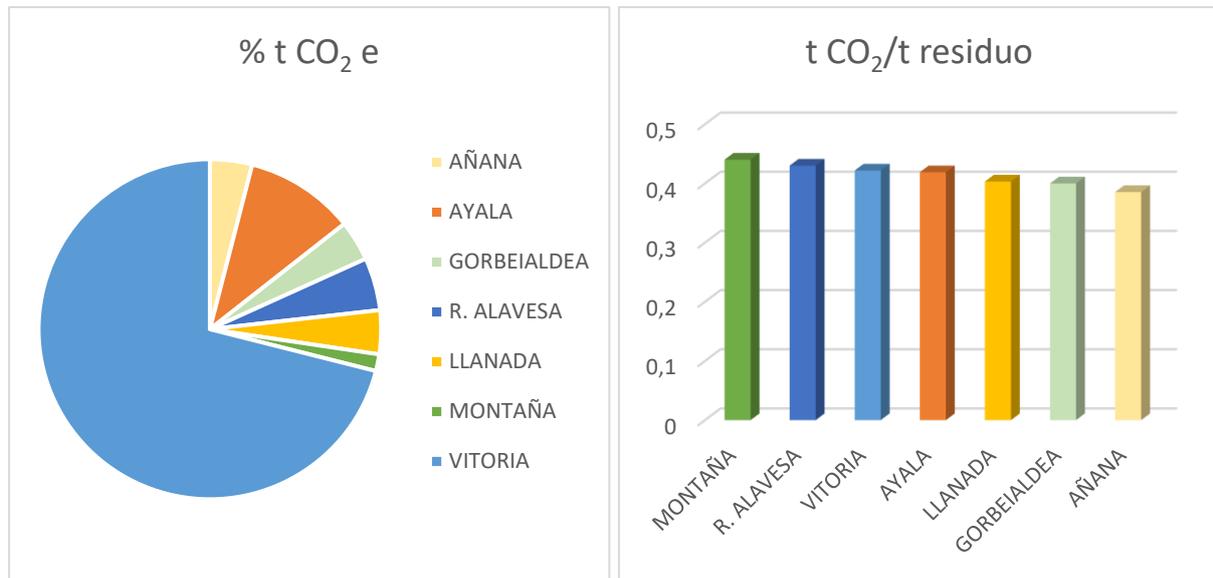
Los resultados totales por cuadrilla, se presentan a continuación:

Tabla: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por cuadrillas.

Cuadrillas	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
Añana	5.787,53	4,33	2.231,06	3,99	0,385
Ayala	13.858,15	10,38	5.804,16	10,37	0,419
Gorbeialdea	5.365,48	4,02	2.145,63	3,84	0,400
Rioja Alavesa	6.514,04	4,88	2.800,94	5,01	0,430
Llanada	5.775,66	4,32	2.328,92	4,16	0,403
Montaña	2.023,82	1,52	890,77	1,59	0,440
Vitoria-Gasteiz	94.225,10	70,55	39.744,51	71,04	0,422
Total	133.549,78	100,00	55.945,98	100,00	0,419



Gráficas: % CO₂ por cuadrillas y t CO₂/t residuo por cuadrillas.



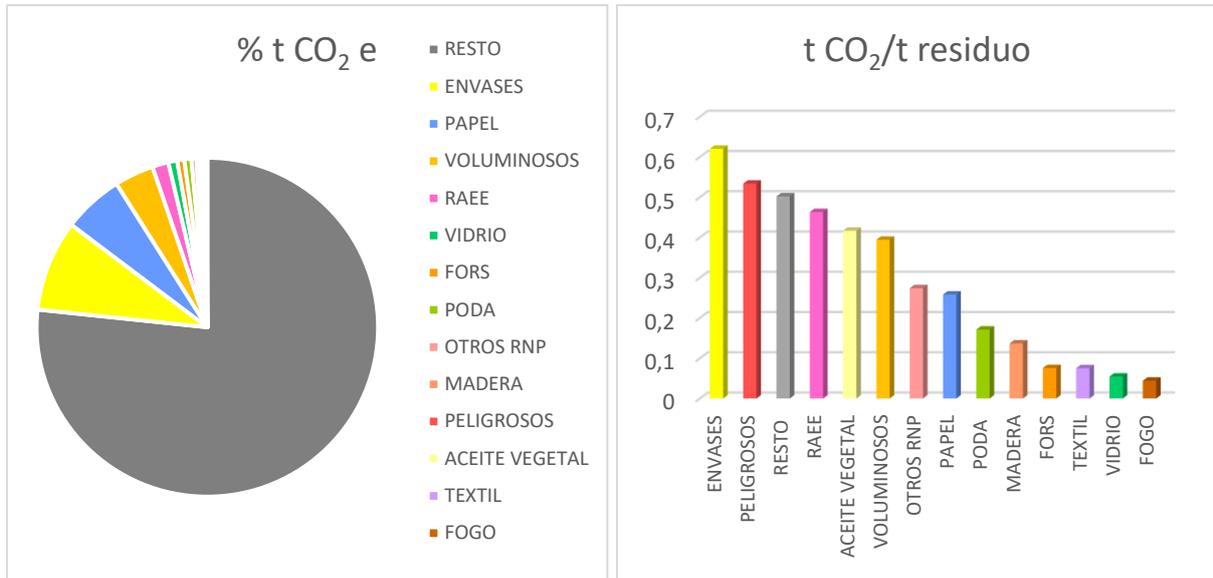
A continuación, se presentan los resultados totales por fracción de residuo:

Tabla: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por fracción de residuo.

Fracción	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	85.447,67	63,98	42.892,29	76,67	0,502
ACEITE VEGETAL	272,77	0,20	113,70	0,20	0,417
ENVASES	7.821,02	5,86	4.851,90	8,67	0,620
VOLUMINOSOS	5.286,49	3,96	2.084,43	3,73	0,394
FORS	4.962,04	3,72	376,03	0,67	0,076
FOGO	1.156,24	0,87	51,30	0,09	0,044
PODA	2.176,57	1,63	372,76	0,67	0,171
VIDRIO	8.563,04	6,41	468,17	0,84	0,055
PAPEL	12.409,95	9,29	3.204,61	5,73	0,258
TEXTIL	1.058,49	0,79	79,73	0,14	0,075
RAEE	1.853,52	1,39	858,64	1,53	0,463
MADERA	1.276,22	0,96	174,64	0,31	0,137
OTROS RNP	992,60	0,74	271,96	0,49	0,274
PELIGROSOS	273,17	0,20	145,82	0,26	0,534
Total	133.549,78	100,00	55.945,98	100,00	0,419



Gráficas: % CO₂ e y t CO₂/t residuo por fracción recogida.



Resultados adaptados año 2020

En total, se contabilizaron **56.036,45 toneladas de CO₂**, correspondientes al transporte, clasificación y la gestión de residuos en todo el Territorio Histórico de Álava.

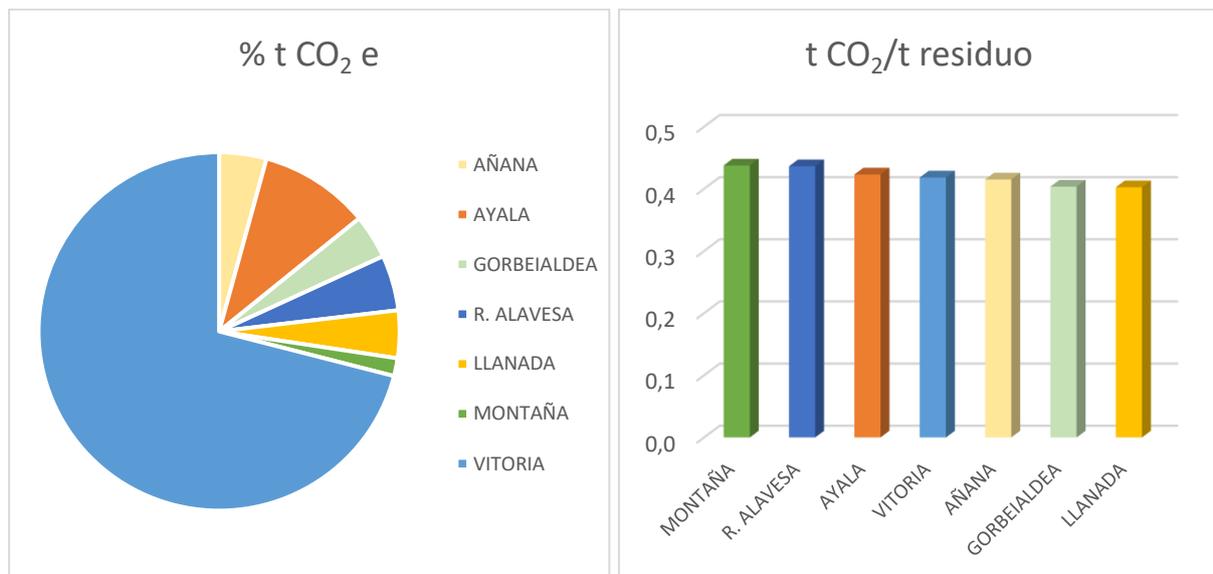
Se presentan las toneladas de CO₂ emitidas por Cuadrilla y por fracción de residuo, junto con los valores relativos en t CO₂ eq / t residuo, para facilitar la comparación y la interpretación de los resultados obtenidos.

Los resultados totales por cuadrilla, se presentan a continuación:

Tabla: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por cuadrillas.

Cuadrillas	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
Añana	5.721,33	4,27%	2.375,41	4,24	0,415
Ayala	13.100,10	9,78%	5.544,12	9,89	0,423
Gorbeialdea	5.519,94	4,12%	2.228,08	3,98	0,404
Rioja Alavesa	6.418,26	4,79%	2.801,47	5,00	0,436
Llanada	5.973,37	4,46%	2.404,74	4,29	0,403
Montaña	2.056,96	1,54%	900,23	1,61	0,438
Vitoria-Gasteiz	95.104,84	71,03%	39.782,40	70,99	0,418
Total	133.894,81	100,00%	56.036,45	100,00	0,419

Gráficas: % CO₂ por cuadrillas y t CO₂/t residuo por cuadrillas.

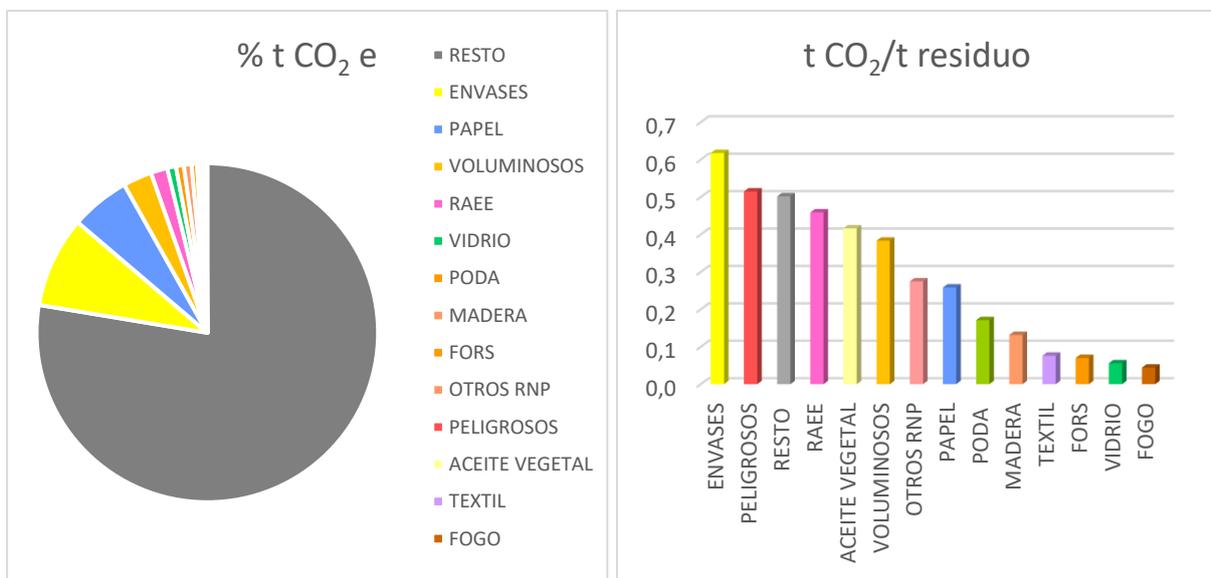


A continuación, se presentan los resultados totales por fracción de residuo:

Tabla: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por fracción de residuo.

Fracción	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	86.681,88	64,74	43.503,32	77,63	0,502
ACEITE VEGETAL	195,84	0,15	81,51	0,15	0,416
ENVASES	7.863,77	5,87	4.855,36	8,66	0,617
VOLUMINOSOS	3.995,77	2,98	1.531,65	2,73	0,383
FORS	4.107,14	3,07	287,60	0,51	0,070
FOGO	1.076,66	0,80	47,77	0,09	0,044
PODA	2.432,04	1,82	415,91	0,74	0,171
VIDRIO	8.281,62	6,19	461,68	0,82	0,056
PAPEL	12.183,89	9,10	3.146,43	5,61	0,258
TEXTIL	1.070,08	0,80	81,39	0,15	0,076
RAEE	1.924,71	1,44	883,26	1,58	0,459
MADERA	3.113,39	2,33	409,71	0,73	0,132
OTROS RNP	697,60	0,52	191,63	0,34	0,275
PELIGROSOS	270,44	0,20	139,23	0,25	0,515
Total	133.894,81	100,00	56.036,45	100,00	0,419

Gráficas: % CO₂ y t CO₂/t residuo por fracción recogida.



Resultados adaptados año 2019

En total, se contabilizaron **56.141,53 toneladas de CO₂**, correspondientes al transporte, clasificación y la gestión de residuos en todo el Territorio Histórico de Álava.

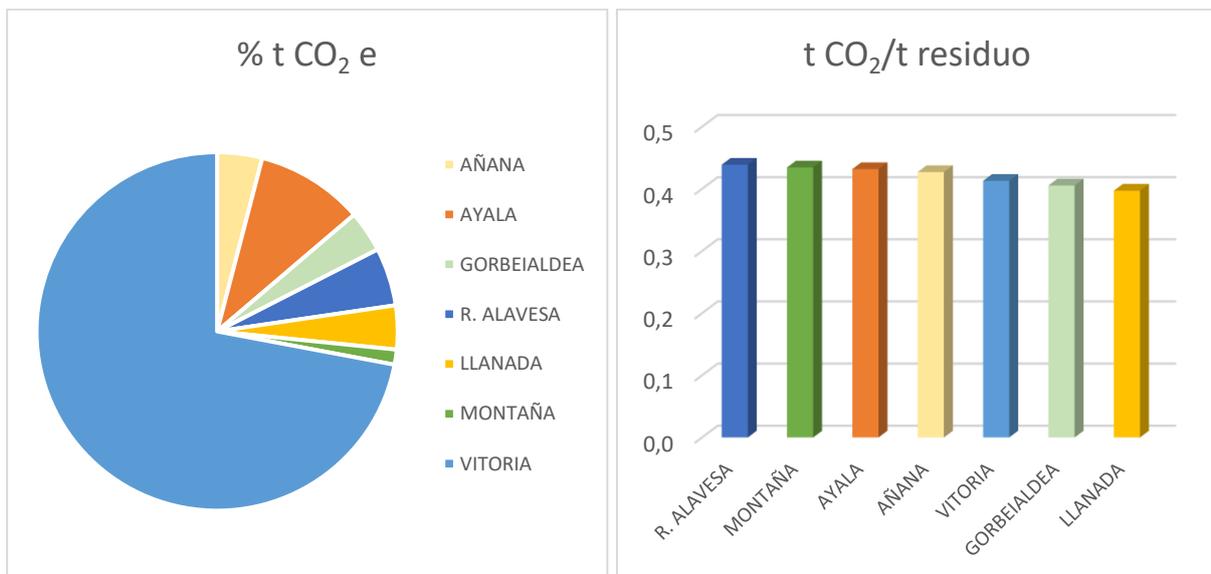
Se presentan las toneladas de CO₂ emitidas por Cuadrilla y por fracción de residuo, junto con los valores relativos en t CO₂ eq / t residuo, para facilitar la comparación y la interpretación de los resultados obtenidos.

Los resultados totales por cuadrilla, se presentan a continuación:

Tabla: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por cuadrillas.

Cuadrillas	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
Añana	5.300,01	3,93	2.263,41	4,03	0,427
Ayala	12.581,29	9,32	5.433,38	9,68	0,432
Gorbeialdea	5.159,43	3,82	2.092,32	3,73	0,406
Rioja Alavesa	6.687,25	4,95	2.935,35	5,23	0,439
Llanada	5.593,66	4,14	2.221,48	3,96	0,397
Montaña	1.747,08	1,29	759,28	1,35	0,435
Vitoria-Gasteiz	97.919,10	72,54	40.436,31	72,03	0,413
Total	134.987,82	100,00	56.141,53	100,00	0,416

Gráficas: % CO₂ por cuadrillas y t CO₂/t residuo por cuadrillas.



A continuación, se presentan los resultados totales por fracción de residuo:

Tabla: Cantidad de residuos (t y%), emisiones CO₂ (t y%) y t CO₂/t residuo, por fracción de residuo.

Fracción	t residuos	% residuos	t CO ₂ e	% CO ₂ e	t CO ₂ e/t residuo
RESTO	86.681,88	64,74	43.503,32	77,63	0,502
ACEITE VEGETAL	195,84	0,15	81,51	0,15	0,416
ENVASES	7.863,77	5,87	4.855,36	8,66	0,617
VOLUMINOSOS	3.995,77	2,98	1.531,65	2,73	0,383
FORS	4.107,14	3,07	287,60	0,51	0,070
FOGO	1.076,66	0,80	47,77	0,09	0,044
PODA	2.432,04	1,82	415,91	0,74	0,171
VIDRIO	8.281,62	6,19	461,68	0,82	0,056
PAPEL	12.183,89	9,10	3.146,43	5,61	0,258
TEXTIL	1.070,08	0,80	81,39	0,15	0,076
RAEE	1.924,71	1,44	883,26	1,58	0,459
MADERA	3.113,39	2,33	409,71	0,73	0,132
OTROS RNP	697,60	0,52	191,63	0,34	0,275
PELIGROSOS	270,44	0,20	139,23	0,25	0,515
Total	133.894,81	100,00	56.036,45	100,00	0,419

Gráficas: % CO₂ y t CO₂/t residuo por fracción recogida.

