

2026ko apirilaren 30a

30 de abril de 2026

# EKOSTEGUNA

EKONOMIA ZIRKULARRAREN OSTEGUNA  
JUEVES DE ECONOMÍA CIRCULAR

**Cómo medir la eficiencia material en una economía**  
Nola neurtu efizientzia materiala ekonomia batean?



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**

INDUSTRIA, TRANTSIZIO  
ENERGETIKO ETA  
JASANGARRITASUN SAILA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,  
TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y  
SOSTENIBILIDAD

# Contenido:

1

**Objetivo: de la visión macro a la visión sectorial**

2

**Metodología: contabilidad de flujos materiales y marco input output**

3

**Resultados**

4

**Análisis, incertidumbres y potencial de transferencia a políticas públicas**

# De la visión macro a la visión sectorial

Euskadi cuenta con la **contabilidad de flujos materiales a escala autonómica** en una adaptación de la metodología armonizada de Eurostat y publica regularmente sus cuentas e indicadores principales (extracción, consumo, productividad), como se muestra en el ejemplo del informe presentado.

A partir de esa contabilidad, se abren posibilidades de **incrementar la granularidad desde las cuentas macro para poder valorar esos mismos indicadores a escala sectorial**, priorizar acciones por sectores y eslabones de la cadena de valor, identificar puntos fuertes y cuellos de botella del sistema productivo vasco.

Modelo de cuentas de flujos materiales + marco input output para calcular los flujos físicos e indicadores principales de 5 sectores/materiales clave de Euskadi:

- **Metales**
- **Plástico y caucho**
- **Químico**
- **Madera y papel**
- **Minerales no metálicos, cemento, áridos y vidrio.**

# Objetivos operativos

Cálculo de los **flujos materiales** de un conjunto de **sectores y materiales objetivo**:

- Metales
- Plástico y caucho
- Químico
- Madera y papel
- Minerales no metálicos, cemento, áridos y vidrio.

Año de referencia: 2021

Cálculo de los **3 indicadores** clave para cada uno de los sectores:

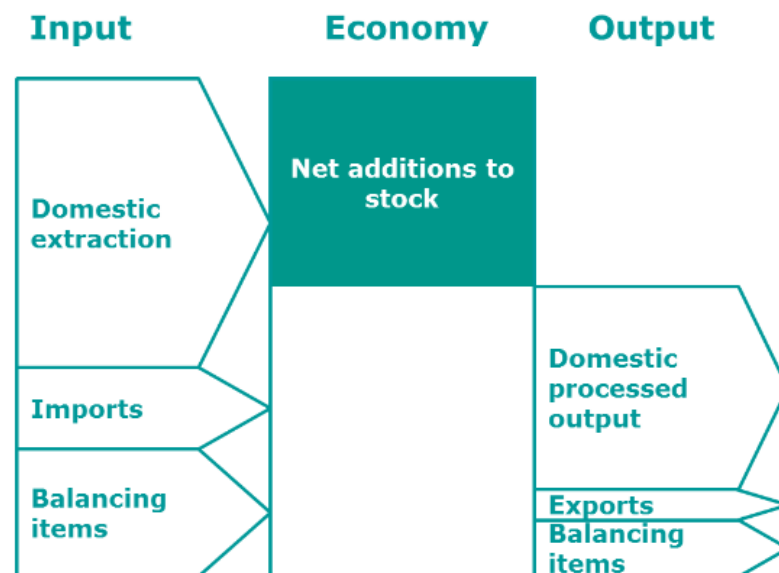
- Productividad material (producción (€)/consumo material (t)).
- Tasa de material circular (consumo circular).
- Huella de emisiones de carbono con emisiones de alcance 3.

# Metodología

1. Recopilación y análisis de la información disponible de la contabilidad de flujos materiales de Euskadi.
2. Revisión crítica de metodología y fuentes.
3. Reelaboración de la contabilidad de flujos materiales (adaptación completa a Eurostat, reelaboración del comercio interregional).
4. Conexión de la contabilidad de flujos materiales con el marco input output.
5. Transformación a unidades físicas marco input-output para obtener los usos materiales totales que realiza cada sector (directos e indirectos con el modelo de demanda de Leontief).
6. Modelo físico y monetario de flujos materiales y monetarios para los sectores de interés
7. Contraste del modelo y validación con expertos (entrevistas con *stakeholders* del sector)
8. Cálculo de los modelos de flujo, indicadores y emisiones alcance 3

# Metodología

1. Recopilación y análisis de la información disponible de la contabilidad de flujos materiales de Euskadi.
2. Revisión crítica de metodología y fuentes.
3. Reelaboración de la contabilidad de flujos materiales (adaptación completa a Eurostat, reelaboración del comercio interregional).



Metodología manual Eurostat, 2018

# Metodología

1. Recopilación y análisis de la información disponible de la contabilidad de flujos materiales de Euskadi.
2. Revisión crítica de metodología y fuentes.
3. Reelaboración de la contabilidad de flujos materiales (adaptación completa a Eurostat, reelaboración del comercio interregional).
  - Recalcular ítems no alineados con la metodología armonizada (p.e. biomasa pastada).
  - Revisión de fuentes relativas al comercio interregional.
  - Contraste del modelo C-Interreg vs. fuentes estadísticas de base.
  - De la comparativa de fuentes y las entrevistas, se deriva que las fuentes que mejor recogen los volúmenes de comercio son las fuentes de base (C-Interreg parece subestimar los flujos) y ofrecen una mayor desagregación por productos.

# Metodología

## 4. Conexión de la contabilidad de flujos materiales con el marco input output.

RAMAS HOMOGÉNEAS	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
	Agricultura, ganadería y caza	Silvicultura y explotación forestal	Pesca y acuicultura	Industrias extractivas	Industrias cármicas	Procesado de pescados	Productos lácteos	Panadería y molinería	Otras industrias alimentarias	Bebidas	Tabaco	Textil, confección, cuero y calzado	Industria de la madera y del corcho	Industria del papel	Artes gráficas y reproducción	Coquería y refinación de petróleo
01 Agricultura, ganadería y caza	1,0055	0,0000	0,0001	0,0000	0,0521	0,0008	0,2216	0,0132	0,0129	0,0158	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
02 Silvicultura y explotación forestal	0,0001	1,0061	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0004	0,0001	0,0004	0,0008	0,0000	0,0003	0,1391	0,0095	0,0002	0,0000
03 Pesca y acuicultura	0,0001	0,0000	1,0004	0,0000	0,0003	0,0813	0,0001	0,0001	0,0009	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
04 Industrias extractivas	0,0001	0,0000	0,0035	1,0397	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000
05 Industrias cármicas	0,0014	0,0000	0,0001	0,0000	1,0211	0,0001	0,0004	0,0002	0,0015	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
06 Procesado de pescados	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0021	1,0138	0,0000	0,0002	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
07 Productos lácteos	0,0009	0,0000	0,0001	0,0000	0,0017	0,0012	1,0078	0,0119	0,0075	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
08 Panadería y molinería	0,0013	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0012	0,0009	1,0493	0,0107	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
09 Otras industrias alimentarias	0,1232	0,0000	0,0002	0,0000	0,0353	0,0055	0,0334	0,0272	1,0403	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10 Bebidas	0,0000	0,0000	0,0013	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	1,0111	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
11 Tabaco	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
12 Textil, confección, cuero y calzado	0,0001	0,0000	0,0086	0,0003	0,0003	0,0010	0,0002	0,0011	0,0003	0,0002	0,0000	1,0296	0,0003	0,0004	0,0016	0,0000
13 Industria de la madera y del corcho	0,0010	0,0000	0,0020	0,0012	0,0006	0,0017	0,0031	0,0007	0,0025	0,0062	0,0000	0,0020	1,1120	0,0252	0,0013	0,0000
14 Industria del papel	0,0010	0,0000	0,0007	0,0008	0,0036	0,0042	0,0083	0,0037	0,0045	0,0042	0,0000	0,0022	0,0041	1,0173	0,0116	0,0000

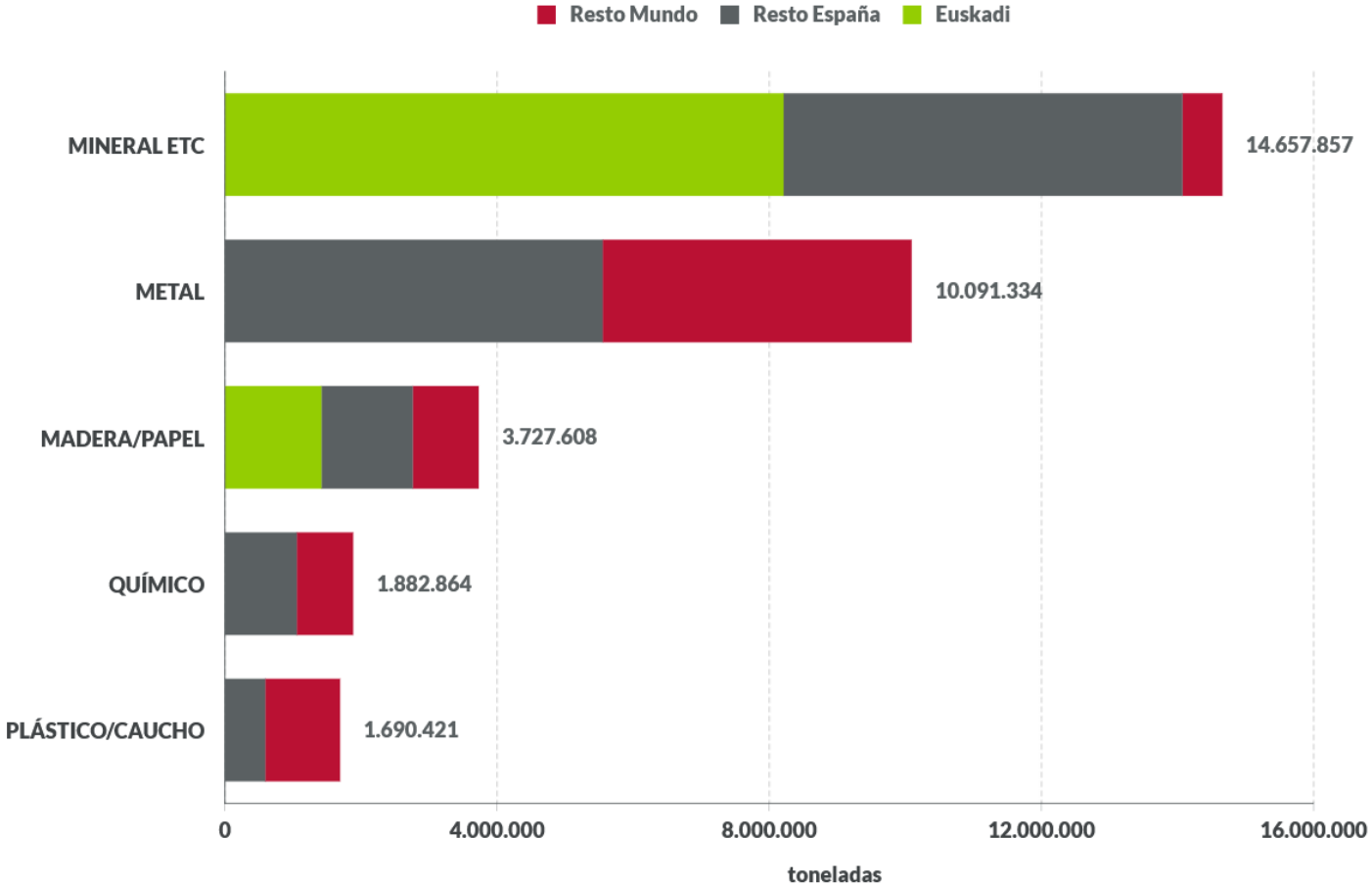
# Metodología

5. Transformación a unidades físicas marco input-output para obtener los usos materiales totales que realiza cada sector (directos e indirectos con el modelo de demanda de Leontief).
6. Modelo físico y monetario de flujos materiales y monetarios para los sectores de interés
  - Entradas al sistema (extracción, importaciones interregionales, importaciones internacionales)
  - Salidas (exportaciones interregionales, exportaciones internacionales)
  - Estadística de residuos/subproductos\* y encaje con estadística de comercio y marco input output
7. Contraste del modelo y validación con expertos (entrevistas con *stakeholders* del sector)
  - Entrevistas bilaterales con empresas de los sectores para validar los volúmenes que se obtienen del modelo
8. Cálculo de los modelos de flujo, indicadores y emisiones alcance 3
  - Identificación de los productos de importaciones y exportaciones internacionales e interregionales
  - Asimilación con productos de ecoinvent
  - Modelado de categorías “mixtas” con asignación % por categoría

# Resultados

1. Sankeys por sector, con detalle de origen de inputs y destino de outputs y flujos de demanda intermedia
2. Productividad directa e indirecta
3. CMUR (tasa de uso de material circular)
4. Aproximación a flujos de algunas sustancias concretas (acero, aluminio, cobre)
5. Aproximación a cadenas de valor concretas

# Resultados: dimensionamiento de los sectores clave





# METALES

Desviaciones detectadas en el modelo y su interpretación.

## ME1:

Desviación: La materia prima de entrada a la siderurgia en Euskadi es chatarra, no materiales siderúrgicos.

Interpretación: Esto ocurre porque la chatarra importada, si tiene un tratamiento industrial mínimo, se ha podido considerar como producto de la siderurgia. Es necesario un modelo multirregional input-output para solucionarlo.

## ME2:

Desviación: La entrada de metales al sector "saneamiento y gestión de residuos" como "sector que recibe y procesa" es baja.

Interpretación: Esto se debe a que los residuos de metal en chatarras complejas que llegan a Euskadi importados no pueden diferenciarse de otros residuos que llegan al sector de gestión de residuos.

## ME3:

Desviación: Ausencia de la chatarra interna de Euskadi en el modelo.

Interpretación: La ausencia de residuos internos puede responder a muchas incoherencias. Hay métodos para poder estimar la distribución sectorial (para valorarlo en futuros trabajos).

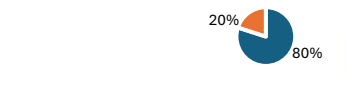
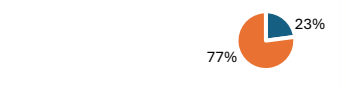
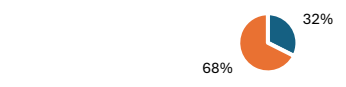
# PLÁSTICO Y CAUCHO

Nota: Las desviaciones del modelo están señaladas con etiquetas de código PL, interpretadas en la página siguiente.

Datos de 2021, en toneladas

Total entradas:  
1.690.421 t

Proporción total del origen de las entradas  
**ESPAÑA 35%**  
**EXTRANJERO 65%**



Tipo de producto

**PL1 y PL2**  
 Materiales del sector de saneamiento y gestión de residuos  
 1375

**QUÍMICOS BÁSICOS**

**AGÍCULTURA**

**PROD CAUCHO**

**PROD PLÁSTICO**

Sector de Euskadi que lo recibe y procesa

**PROD CAUCHO**

**PROD PLÁSTICO**

Sector de producción final

**PROD CAUCHO**

**PROD PLÁSTICO**

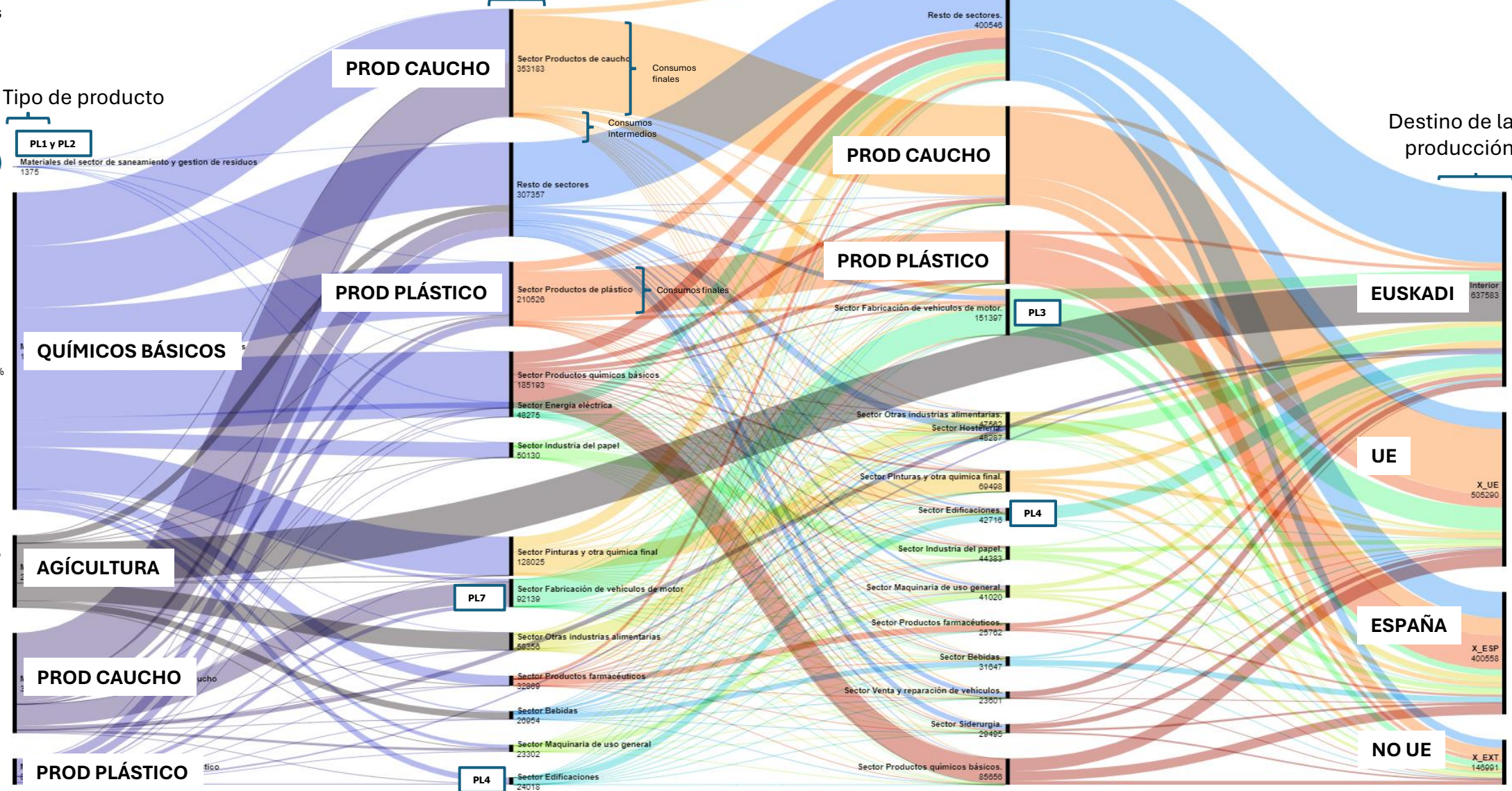
Destino de la producción

**EUSKADI**

**UE**

**ESPAÑA**

**NO UE**



**PL4:** La ausencia del plástico del sector de la construcción posiblemente se explique en la entrada de químicos al sector de la construcción. Ver diagrama del sector QUÍMICO y documento de "Conclusiones entrevistas".  
**PL5:** La ausencia de residuos internos de Euskadi en el modelo pone de manifiesto incoherencias en las cantidades de entrada de residuos para el material plástico. De acuerdo con información verificada, se estimaron en 68.000 toneladas anuales de residuos internos, de los cuales sólo 17.000 volvían al tejido productivo.  
**PL6:** La ausencia de residuos internos de Euskadi en el modelo pone de manifiesto incoherencias en las cantidades de entrada de residuos (inferiores a las estimaciones de acuerdo con información verificada). Además, hay que considerar las dificultades técnicas asociadas al caucho para la reincorporación de los propios residuos.

# PLÁSTICO Y CAUCHO

## Desviaciones detectadas en el modelo y su interpretación.

### PL1:

Desviación: La cantidad de residuos plásticos importados es baja.

Interpretación: Esto se debe probablemente a que parte de estos residuos están entrando como productos básicos del plástico tras algún tratamiento previo simple.

### PL2:

Desviación: Según datos de 2018, la entrada de residuos plásticos fue de 408.000 toneladas.

Interpretación: El dato agregado coincide con los valores del modelo, aunque con mayor entrada de reciclado. La explicación es probablemente la misma que en el PL1.

### PL3:

Desviación: La entrada de plásticos al sector "fabricación de vehículos a motor" es baja.

Interpretación: Esto es debido a que el sector de la automoción debe ser considerado en su totalidad, teniendo en cuenta los sectores de otro material de transporte, actividades anexas y comercialización (que suponen 22.000 toneladas más) y, que en el diagrama figuran en "resto de sectores".

### PL4:

Desviación: La cantidad de plástico recibida por el sector de la construcción es escasa.

Interpretación: Esto se debe a que el sector de la construcción debe considerarse en su totalidad, teniendo en cuenta el sector de obra civil (input 12.000 toneladas de plástico), que en el diagrama aparece en "resto de sectores". Además, el sector de edificaciones utiliza como input unas 62.000 toneladas de materiales considerados en el flujo de Químico.

### PL5:

Desviación: Se destaca la ausencia de residuos plásticos internos.

Interpretación: La explicación es la ausencia de los ciclos internos de residuos en el modelo. Este punto se puede considerar para trabajos futuros.

### PL6:

Desviación: La cantidad de entrada de caucho es baja.

Interpretación: Esto se debe a la ausencia de residuos internos de Euskadi que pone de manifiesto incoherencias en las cantidades de entrada de residuos. Además, hay que considerar las dificultades técnicas asociadas al caucho para la reincorporación de los propios residuos.

### PL7:

Desviación: Los residuos de caucho del sector de la fabricación de vehículos a motor se incorporan en corrientes de chatarras complejas, probablemente considerados en los sectores del metal o del plástico.

Interpretación: Los datos de producción del modelo son coherentes según actividad de cada año.

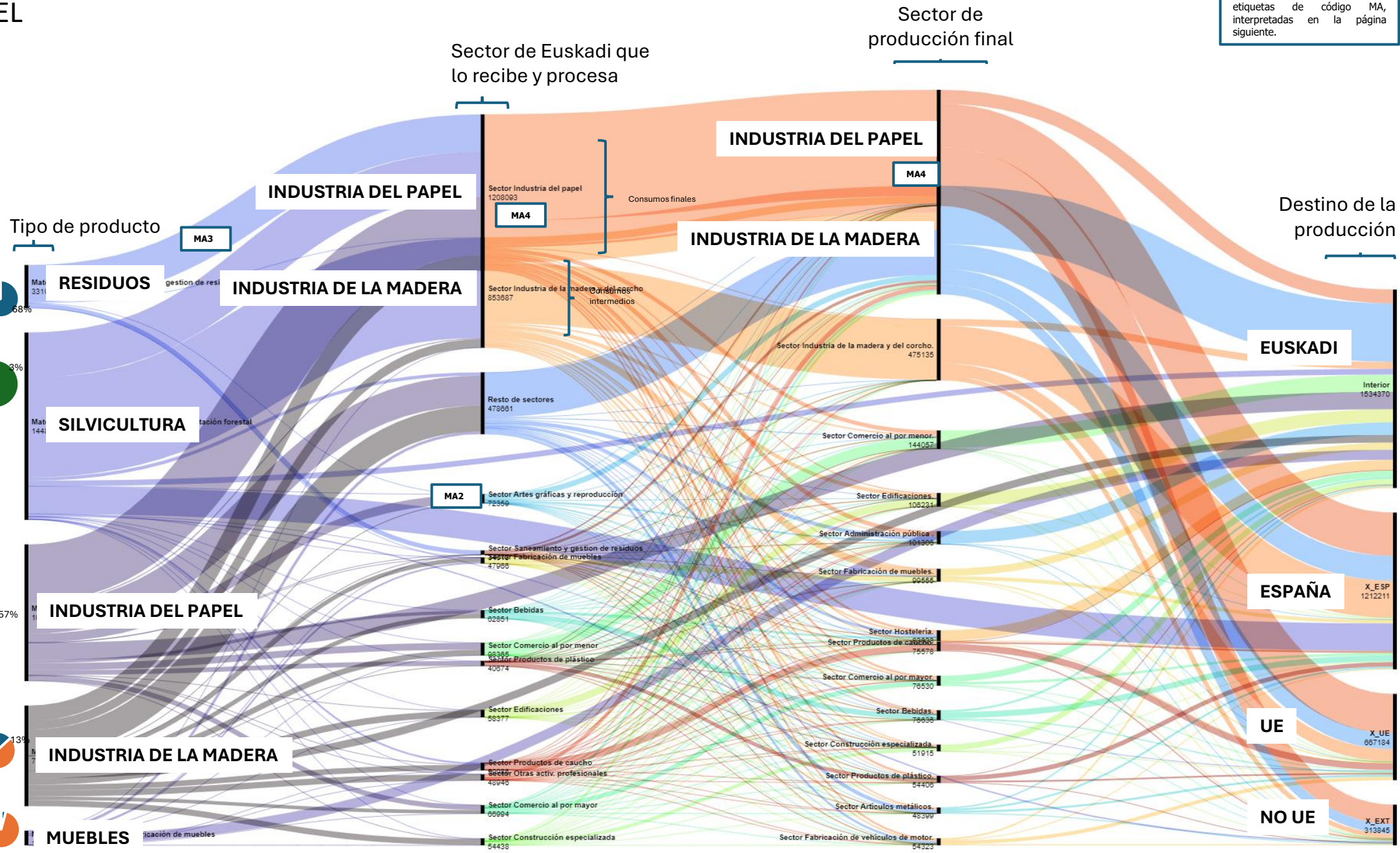
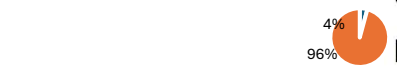
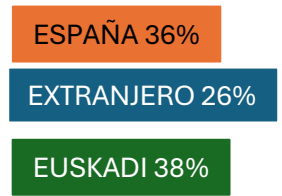
# MADERA Y PAPEL

Nota: Las desviaciones del modelo están señaladas con etiquetas de código MA, interpretadas en la página siguiente.

Datos de 2021, en toneladas

Total entradas:  
3.727.608 t

Proporción total del origen de las entradas



# MADERA Y PAPEL

Desviaciones detectadas en el modelo y su interpretación.

## MA1:

Desviación: El origen del material del sector de silvicultura y forestal proviene en un 71% de Euskadi, un 28% de zonas limítrofes y un 1,5% de importación.

Interpretación: Esta incoherencia con el 97% procedente de Euskadi reflejado en el modelo se debe a que la madera que llega del exterior puede no haberse considerado como producto de la silvicultura si tiene un mínimo tratamiento. Este aspecto no tiene incidencia en los flujos posteriores sectoriales de la madera.

## MA2:

Desviación: El sector de artes gráficas está subrepresentado en el "sector de producción final".

Interpretación: Esto se debe probablemente a un conflicto de códigos sectoriales con otros sectores como el de la edición, otras manufacturas (recogidos en 'resto de sectores') e incluso la misma industria de papel.

## MA3:

Desviación: La entrada de materiales de "saneamiento y gestión de residuos" es muy baja para el papel.

Interpretación: Esto se debe a la ausencia de los ciclos internos de material reciclado, sin descartar que una parte no despreciable pueda figurar como producto de la industria del papel, donde los volúmenes son más importantes.

## MA4:

Desviación: La entrada de materiales del "sector de la industria del papel" como "sector que recibe y procesa" es baja.

Interpretación: Esto se debe a la falta del ciclo interno de papel reciclado, o a que estas cantidades figuran en sectores de venta a la demanda final (comercio, edición, artes gráficas u otras).

# QUÍMICO

Nota: Las desviaciones del modelo están señaladas con etiquetas de código QU, interpretadas en la página siguiente.

Datos de 2021, en toneladas

Total entradas:  
1.882.864 t

Proporción total del origen de las entradas

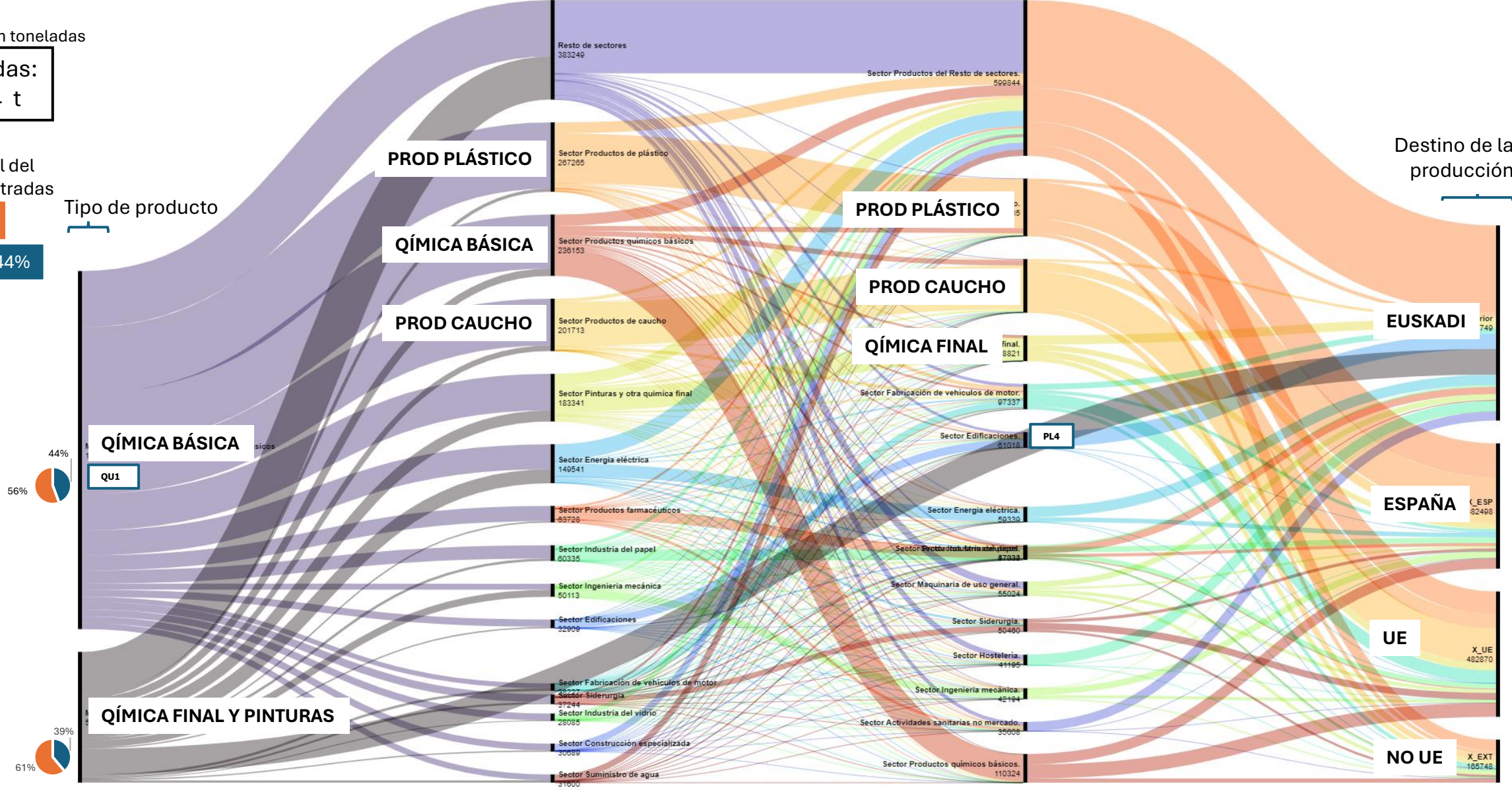
ESPAÑA 56%  
EXTRANJERO 44%

Tipo de producto

Sector de Euskadi que lo recibe y procesa

Sector de producción final

Destino de la producción



**QU2:** Existe un flujo de material reciclado interno de relevancia: la empresa WEYLICHEM consume el residuo de refinado de petróleo de PETRONOR y fabrica ácido sulfúrico (producto químico básico primario) que abastece a todo el sector en Euskadi. Con una producción de casi 1.000 toneladas al día.

**PL4:** Por correlación directa, se destaca el riesgo de trasvase en las estadísticas de comercio del sector plástico al químico. Detectado en este caso por la ausencia del plástico del sector de la construcción y su posible aparición en el sector químico. No obstante, debe considerarse este riesgo en otras actividades en futuros análisis.

# | QUÍMICO

Desviaciones detectadas en el modelo y su interpretación.

## QU1:

Desviación: Dificultad de interpretación ya que la cantidad en el sector "productos químicos básicos" es excesivamente amplia, y la mayor parte va a "resto de sectores".

Interpretación: Esto se debe a que comparativamente, el flujo "Químico" está poco concentrado en varios sectores, por lo que el "resto de sectores" tiene un volumen muy importante (los resultados desagregados están disponibles).

## QU2:

Desviación: Existe un flujo interno de residuos de refinado del petróleo no reflejado en el modelo.

Interpretación: Es una evidencia de la importancia del ciclo interno de residuos de materiales químicos.

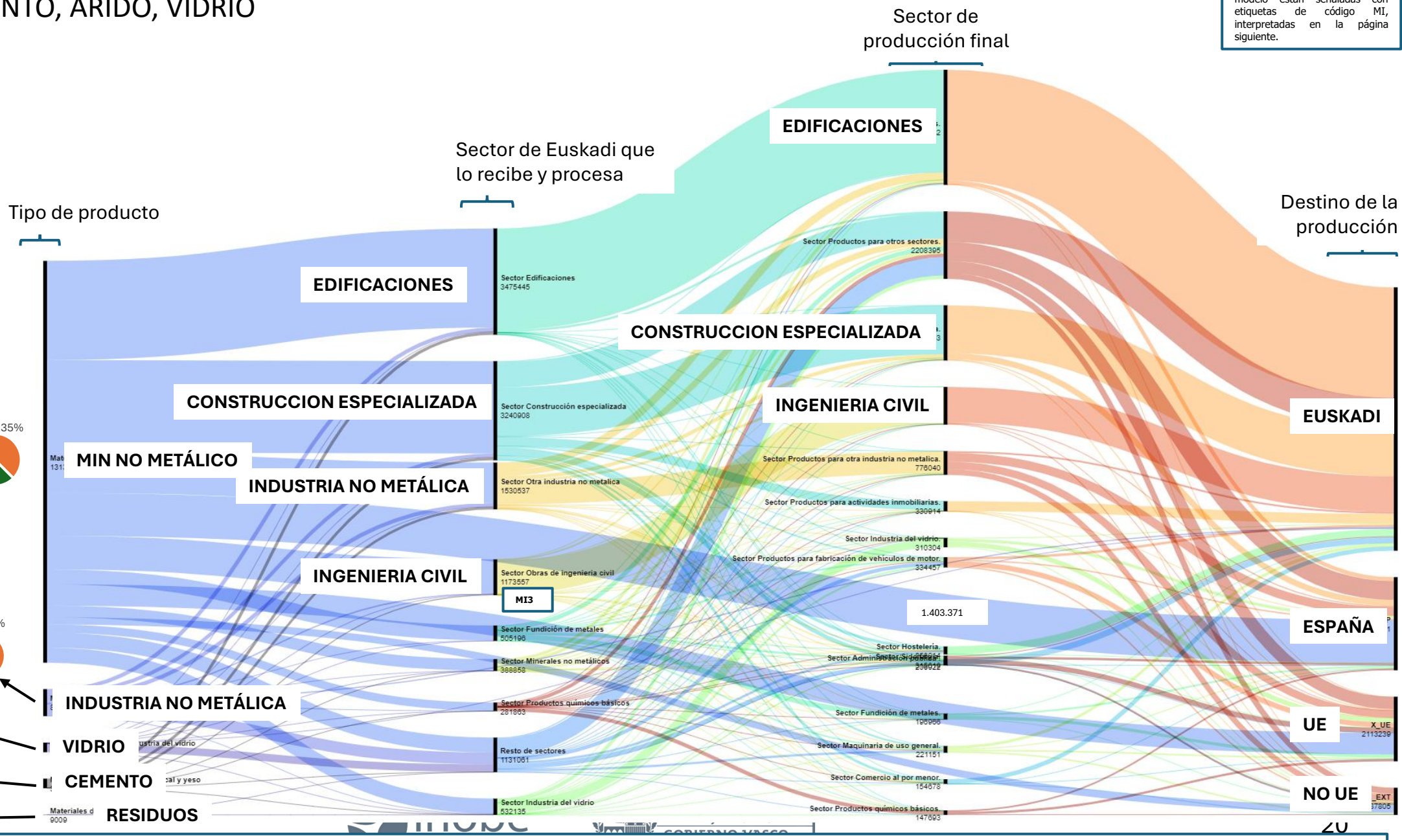
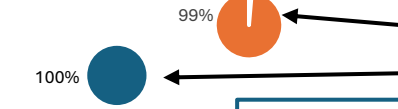
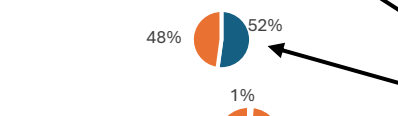
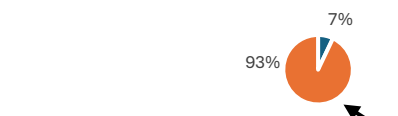
# MINERAL, CEMENTO, ÁRIDO, VIDRIO

Nota: Las desviaciones del modelo están señaladas con etiquetas de código MI, interpretadas en la página siguiente.

Datos de 2021, en toneladas

Total entradas:  
14.657.857 t

Proporción total del origen de las entradas  
ESPAÑA 40%



MI1 y MI2: La ausencia de las cantidades internas de reciclado en el modelo se destaca como muy relevante en este caso. De acuerdo con la información verificada, se estima que 1.231.000 toneladas de RCDs se reciclaron internamente en Euskadi en 2021.

# MINERAL, CEMENTO, ÁRIDO, VIDRIO

Desviaciones detectadas en el modelo y su interpretación.

## MI1:

Desviación: Aproximadamente 2,2 millones de toneladas de residuos de origen en Euskadi son aprovechados por el sector de la construcción.

Interpretación: Ausencia del ciclo interno de residuos, cuya importancia es clave en este caso.

## MI2:

Desviación: El sector de la construcción genera 1,5 millones de toneladas de RCDs.

Interpretación: Ausencia del ciclo interno de residuos, cuya importancia es clave en este caso.

## MI3:

Desviación: La entrada de materiales en el sector de obras civiles como "sector que recibe y procesa" materiales es baja.

Interpretación: Esto se debe a la ausencia de residuos internos, que puede afectar a todos los sectores finales en última instancia. Además, puede haber conflicto entre sectores de obra civil, edificaciones e ingeniería civil.

# Cálculo de emisiones alcance 3

- La elección de las fuentes sobre comercio interregional condiciona de forma decisiva el resultado por el grado de desagregación, volumen y composición de los flujos comerciales y la asignación de su modo de transporte. Claras diferencias con estudios “similares” (Orkestra, huella de carbono de Euskadi)

	Importaciones (kg CO2)	Emisiones asociadas al transporte de las importaciones	Extracción doméstica (kg CO2)	Exportaciones (kg CO2)	I+DE-E = Emisiones asociadas al consumo (kg CO2 eq.)	Emisiones asociadas al consumo (tons CO2 eq.)
<b>Internacional</b>	14.130.276.622,85	871.060.617,72	-	15.002.290.869,73		
<b>Interregional</b>	35.274.466.284,42	976.276.588,68	-	31.148.689.732,09		
<b>total:</b>	49.404.742.907,27	1.847.337.206,41	95.371.630,47	46.150.980.601,82	5.196.471.142	5.196.471

# Cálculo de emisiones alcance 3

- La elección de las fuentes sobre comercio interregional condiciona de forma decisiva el resultado por el grado de desagregación, volumen y composición de los flujos comerciales y la asignación de su modo de transporte. Claras diferencias con estudios “similares” (Orkestra, huella de carbono de Euskadi)

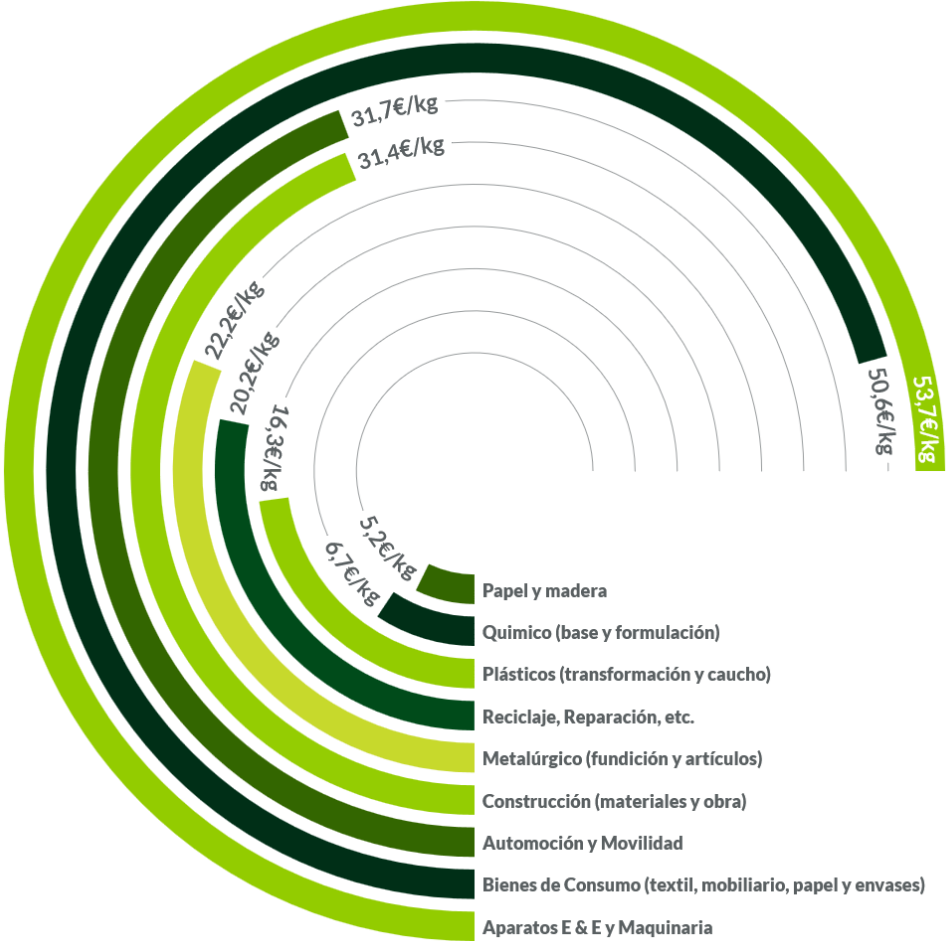
Tabla 8. Balance de emisiones de GEI de la CAPV (2016)

Datos de emisiones CO <sub>2</sub> e q (millones de toneladas)		Importaciones	Emisiones asociadas al transporte de las importaciones	Exportaciones	Emisiones asociadas a la producción	Emisiones asociadas al consumo
RM	Emisiones estimadas mínimas	19,4	1,0	25,5	-	-
	Emisiones estimadas máximas	25,1	1,0	28,8	-	-
	Emisiones estimadas promedio	22,2	1,0	27,1	-	-
RE	Emisiones estimadas mínimas	16,2	0,7	16,2	-	-
	Emisiones estimadas máximas	20,9	0,7	17,7	-	-
	Emisiones estimadas promedio	18,5	0,7	17,0	-	-
Total	Emisiones estimadas mínimas	35,6	1,7	41,7	19,8	15,4
	Emisiones estimadas máximas	46,0	1,8	46,5	19,8	21,0
	Emisiones estimadas promedio	40,8	1,8	44,1	19,8	18,2

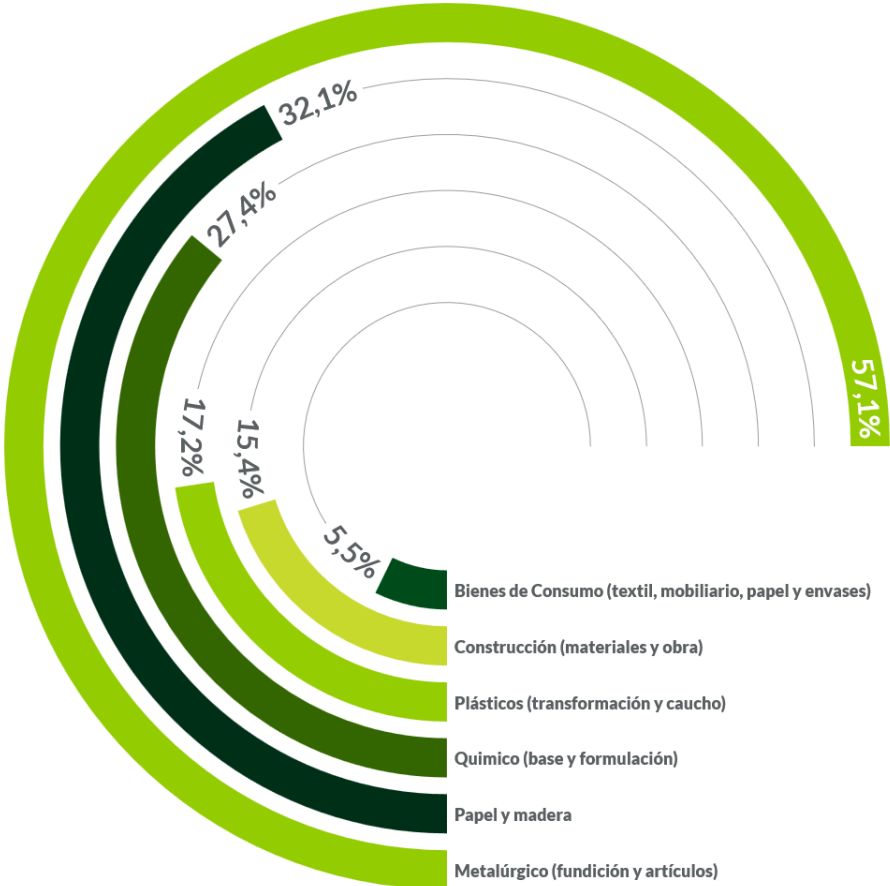
*Nota:* el promedio se estima como una media de los valores máximo y mínimo.

*Fuente:* elaboración propia.

# Productividad material uso directo



# Circularidad sectorial



# Breves conclusiones sectoriales

- **METALES**

- Dependencia exterior: el mercado de los residuos es clave (p.e. chatarra)
- UE como cliente fundamental (atención regulaciones Fe, Al)

- **PLÁSTICO Y CAUCHO**

- Relevancia del sector automoción (neumáticos)
- Relevancia del caucho natural como polímero renovable

- **MADERA Y PAPEL**

- El sector de pasta y papel es el principal consumidor (32%) de estos recursos, seguido del sector de la transformación de la madera (23%)
- Las exportaciones UE sólo supone el 18%, relevancia del consumo local de los productos de madera

- **QUÍMICO**

- Sector muy heterogéneo
- Alta sinergia con plástico/caucho

- **MINERALES NO METÁLICOS, CEMENTO, ÁRIDO, VIDRIO**

- El flujo cuantitativamente más relevante, el mercado de residuos clave para su circularidad
- El origen de los minerales es mayoritariamente caliza de origen extractivo local

# Lagunas y trabajo futuro

- Armonizar las cuentas de flujos materiales plenamente.
- Relación entre estadística de comercio, residuos y marco input-output:
  - El marco input output necesita un refuerzo para captar los flujos de residuos (modelo específico)
  - La estadística de comercio internacional capta los residuos, pero no coincide con la estadística de traslados de residuos (cruces de categorías no trazables vía LER, asignación de códigos errónea, etc.)
  - La estadística de comercio interregional por carretera tiene granularidad suficiente pero no capta de forma precisa los flujos de residuos y no cuadra con la estadística de traslados.
- La interacción con agentes es FUNDAMENTAL para validar cualquier modelo sectorial.
- Análisis de sensibilidad en todos los trabajos (huella de carbono vs. ACV alcance 3).
- Alta sensibilidad a la elección de fuentes de comercio interregional.
- Otros productos estadísticos complementarios para mejorar el modelo: encuesta industrial.
- El marco input-output por sí solo se queda corto para analizar flujos de sustancias (acero, cobre, aluminio) y se requiere un modelo específico cuando abordamos la granularidad a escala sustancia/material específico. Se requieren modelos híbridos (LCA-IO) y aproximaciones dedicadas al material de interés.

2026ko apirilaren 30a

30 de abril de 2026

# EKOSTEGUNA

EKONOMIA ZIRKULARRAREN OSTEKUNA  
JUEVES DE ECONOMÍA CIRCULAR

**Eskerrik asko!!!**



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**

INDUSTRIA, TRANTSIZIO  
ENERGETIKO ETA  
JASANGARRITASUN SAILA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA,  
TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y  
SOSTENIBILIDAD