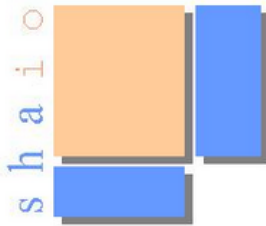




CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes,
Forestal y del Medio Natural



Sociedad Hispanoamericana de Análisis
Input-Output

Nueva propuesta de cálculo de Huella de Carbono de Organización y de Producto con Análisis Híbrido por Niveles. Aplicación a la Escuela de Ingenieros de Montes

Dr. Sergio Álvarez Gallego – sergio.alvarez@upm.es

Investigador – Universidad Politécnica de Madrid

Albacete – 25 Septiembre, 2014

1. Introducción

- 1.1. Divergencia metodológica HC organización vs HC producto**
- 1.2. Análisis Híbridos para la cuantificación de la HC**
- 1.3. Descripción del Enfoque Integrado**

2. Objetivos

3. Métodos

- 3.1 Método de Análisis**
- 3.2. Caso de estudio**

4. Resultados

- 4.1. Según estándares ISO/TR 14069 e ISO/TS 14067**
- 4.2. Según oportunidades de análisis**

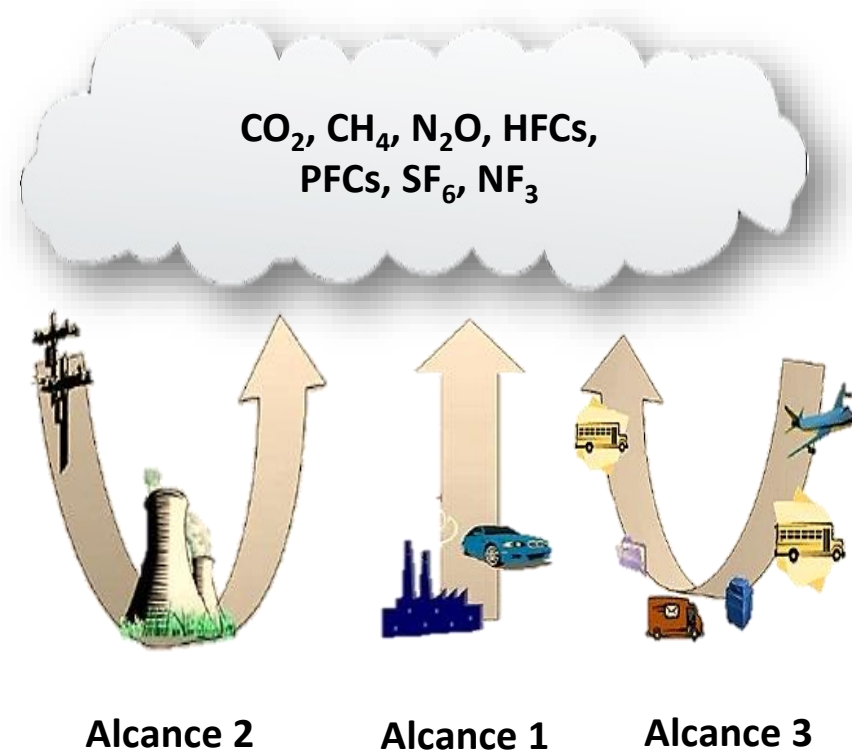
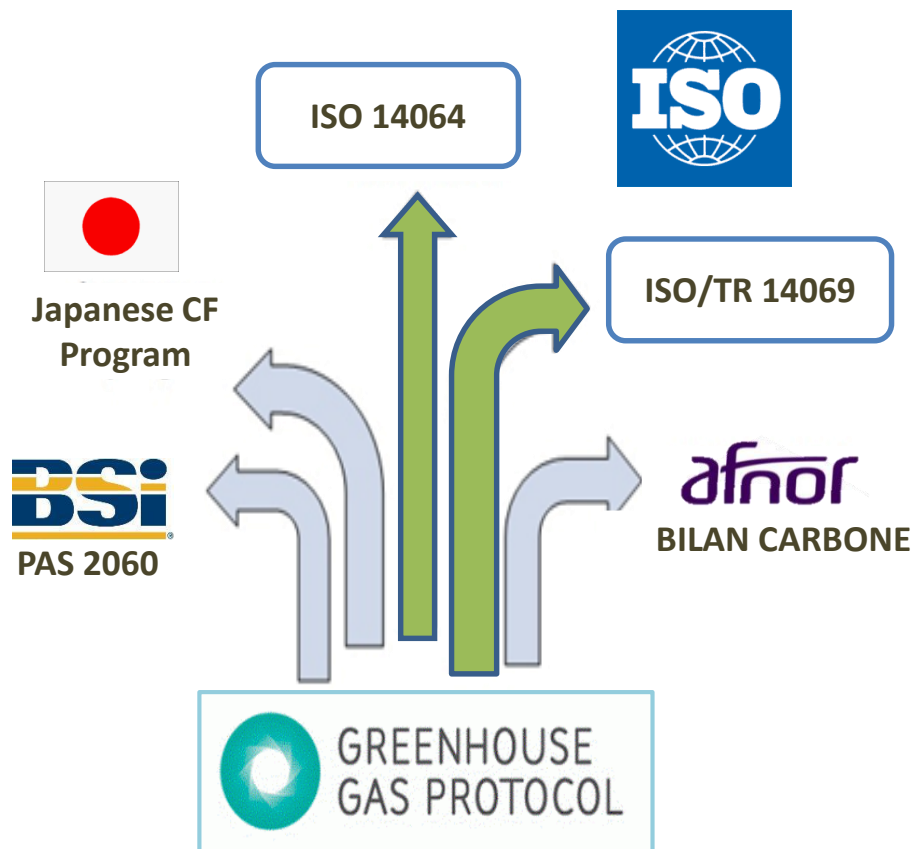
5. Discusión

- 5.1. Fortalezas y Debilidades**
- 5.2. Análisis comparativo**

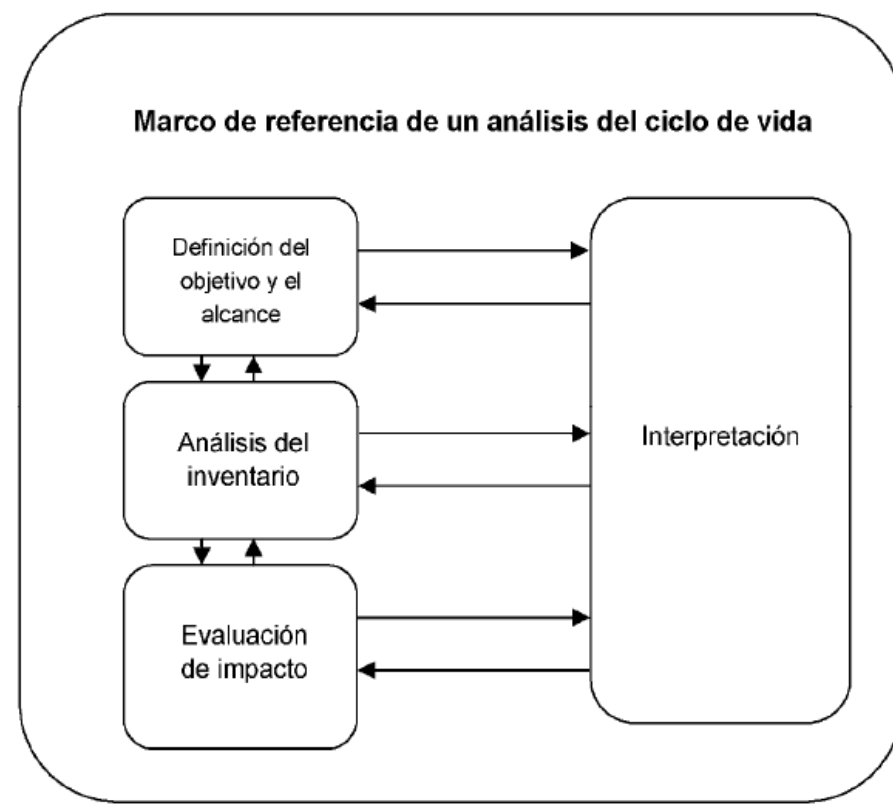
6. Conclusiones



HUELLA DE CARBONO DE ORGANIZACIÓN > Estándares y concepto



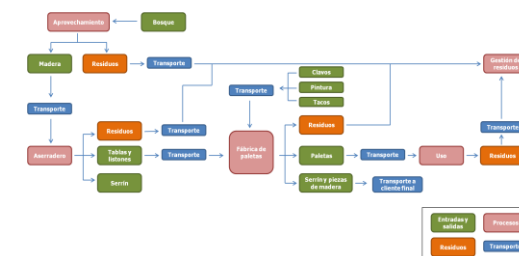
HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO > Estándares de referencia



ANÁLISIS HÍBRIDOS ¿Podemos coger lo mejor de cada uno?

SECTOR	1	2	3	a	b
1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	Y_1	X_1
2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	Y_2	X_2
3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	Y_3	X_3
a	V_1	V_2	V_3		
b	X_1	X_2	X_3		

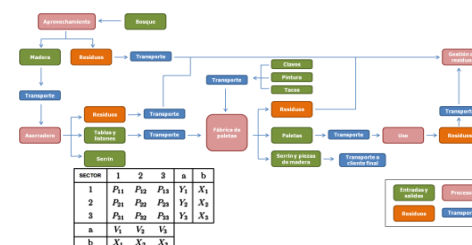
Análisis Input-Output



Análisis de Procesos

Análisis Híbridos Cualquier posible combinación

SECTOR	1	2	3	a	b
1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	Y_1	X_1
2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	Y_2	X_2
3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	Y_3	X_3
a	V_1	V_2	V_3		
b	X_1	X_2	X_3		



ANÁLISIS HÍBRIDOS

Análisis Híbrido por Niveles “*Tiered Hybrid Analysis*”

PROCESO SECTOR	1	2	3	1	2	3	a	b
1	P_{11}	P_{12}	P_{13}				Y_1	X_1
2	P_{21}	P_{22}	P_{23}				Y_2	X_2
3	P_{31}	P_{32}	P_{33}				Y_3	X_3
1				P_{11}	P_{12}	P_{13}	Y_1	X_1
2				P_{21}	P_{22}	P_{23}	Y_2	X_2
3				P_{31}	P_{32}	P_{33}	Y_3	X_3
a	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3		
b	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3		

Análisis Híbrido basado en Input-Output “*IO-based Hybrid Analysis*”

SECTOR	1	2a	2b	3	a	b
1	P_{11}	P_{12}^a	P_{12}^b	P_{13}	Y_1	X_1
2a	P_{21}^a	P_{22}^{aa}	P_{22}^{ba}	P_{23}^a	Y_2^a	X_2^a
2b	P_{21}^b	P_{22}^{ab}	P_{22}^{bb}	P_{23}^b	Y_2^b	X_2^b
3	P_{31}	P_{32}^a	P_{32}^b	P_{33}	Y_3	X_3
a	V_1	V_2^a	V_2^b	V_3		
b	X_1	X_2^a	X_2^b	X_3		

Análisis Híbrido Integrado “*Integrated Hybrid Analysis*”

PROCESO SECTOR	1	2	3	1	2	3	a	b
1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	Y_1	X_1
2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{21}	P_{22}	P_{23}	Y_2	X_2
3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{31}	P_{32}	P_{33}	Y_3	X_3
1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	Y_1	X_1
2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{21}	P_{22}	P_{23}	Y_2	X_2
3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{31}	P_{32}	P_{33}	Y_3	X_3
a	V_1	V_2	V_3	V_1	V_2	V_3		
b	X_1	X_2	X_3	X_1	X_2	X_3		

Análisis Híbrido de Senda Estructural “*Path Exchange Method*”

$$(I - A)^{-1}Y = (I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n)Y = \sum_{i=0}^{\infty} A^i Y$$



ENFOQUE INTEGRADO > Concepto

“Organization-Product-Based-Life-Cycle Assessment” (Cagiao et al. 2011)



OBJETIVOS

1. **Desarrollar una propuesta de Análisis Híbrido** fundamentado en el **Enfoque Integrado** que pueda ser **válido para el cumplimiento de los estándares internacionales** de HC de Organización (ISO/TR 14069) y HC de Producto (ISO/TS 14067)
2. **Aplicar la propuesta metodológica a un caso de estudio conocido** por los autores: La Escuela de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid

MATERIALES Y MÉTODOS

Propuesta de Análisis Híbrido basado en Enfoque Integrado



MÉTODO DE ANÁLISIS

Análisis Híbrido por Niveles *“Tiered Hybrid Analysis”*

$$E = \begin{bmatrix} e^p & e^{p \rightarrow io} & e^{io} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C^p & 0 & 0 \\ 0 & C^{p \rightarrow io} & 0 \\ 0 & 0 & (I - A)^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y^p \\ y^{p \rightarrow io} \\ y^{io} \end{bmatrix}$$

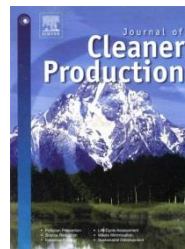
EMISIONES

Alcances
1 y 2Alcance 3
(cat. 8)

Alcance 3

CASO DE ESTUDIO

Centro Universitario



ALVAREZ S., BLANQUER M., RUBIO A. 2014. Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts. The case of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid 66 (224-232).

2010. Año base de estudio

1.150 estudiantes

235 personal docente , administración y servicios

Más de 400 facturas inventariadas

745.546,18 € gastados o invertidos (capítulos contables 21,22,23,62,63)

Primera Institución Pública en registrar su Huella de Carbono según (RD 163/2014)



RESULTADOS

RESULTADOS



RESULTADOS

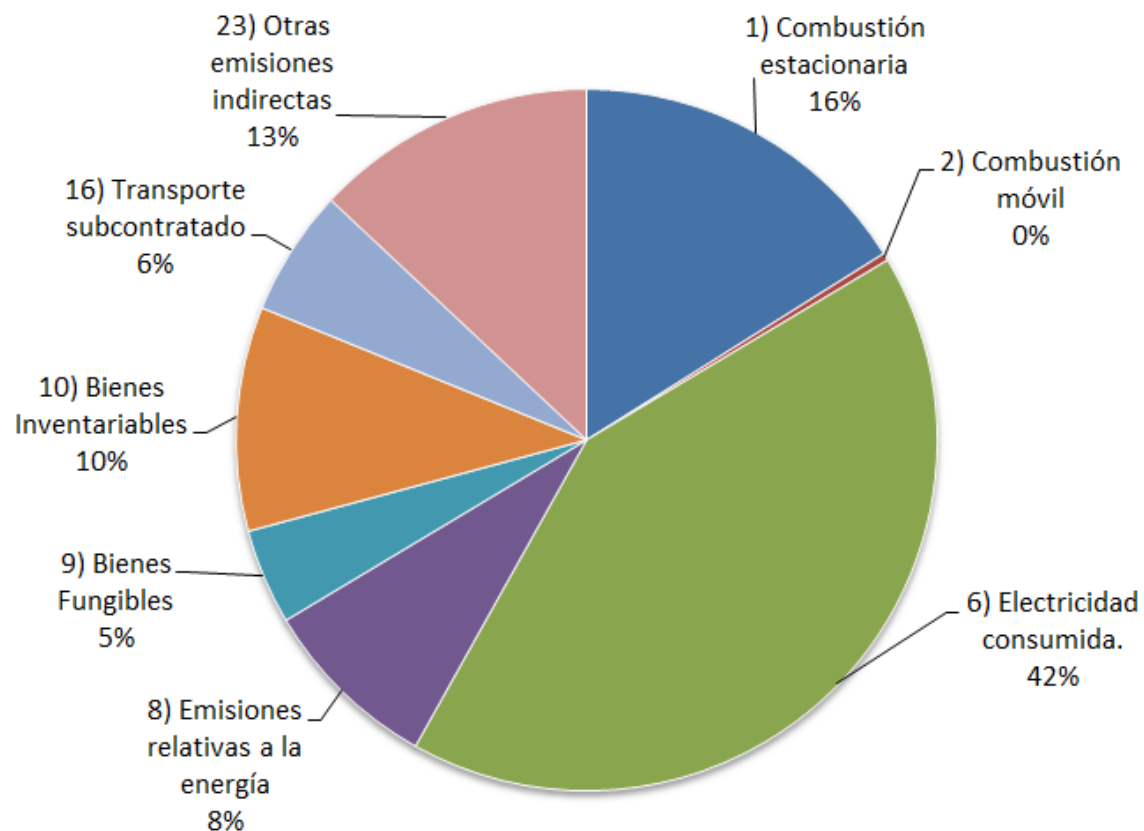
HC de Organización: ISO/TR 14069

Totales

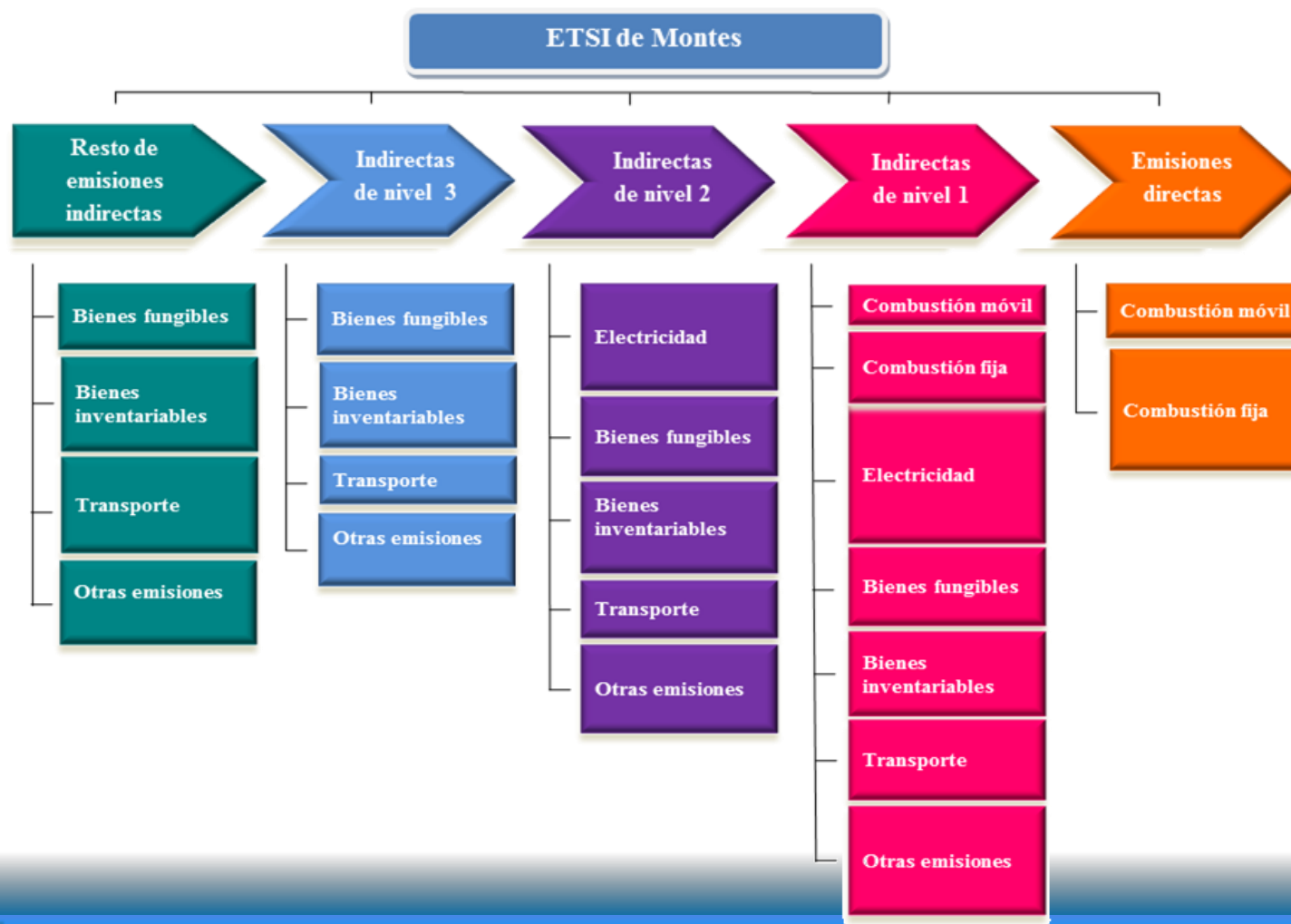
1.088,65 t CO₂

1,46 KgCO₂/€

0,95 tCO₂/alumno)

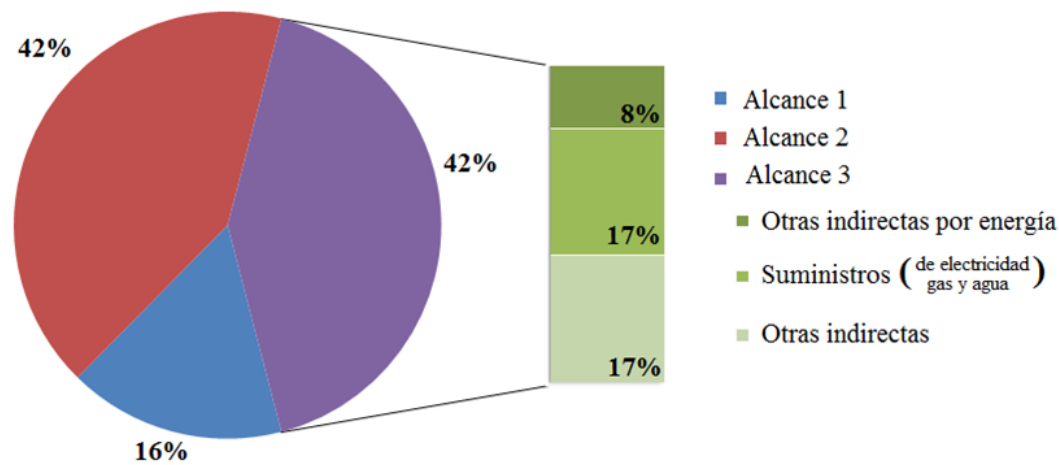


HC de Producto: ISO/TS 14067



OTRAS OPORTUNIDADES DE ANÁLISIS

Alcance / Categoría / Concepto	Entrada	Emissiones
Alcance 1		
1.1. Combustión estacionaria		
1.1.1. Gas Natural (m³)	24.242,31	52.035,49
1.1.2. Gasóleo C (l)	44.179,99	123.071,33
1.2. Combustión móvil		
1.2.1. Gasolina (l)	1.443,29	3.169,14
1.2.2. Gasóleo A (l)	237,20	586,14
Alcance 2		
2.1. Electricidad consumida.	1.260.829,00	453.898,46
2.1.1. Unión Fenosa (kWh)		
Alcance 3		
3.1. Emisiones relativas a la energía		
3.1.1. Gas Natural (€)		
3.1.2. Gasóleo C (€)	11.245,40	3.141,48
3.1.3. Gasolina (€)	24.012,87	6.708,15
3.1.4. Gasóleo A (€)	1.542,29	1.445,65
3.1.5. Electricidad (€)	170,47	159,79
3.2. Otras emisiones indirectas	167.086,78	78.738,72
3.2.1. Agricultura, caza, silvicultura y pesca (€)		
3.2.2. Explotación de minas y canteras (€)	2.245,03	6.527,27
3.2.3. Alimentos, bebidas y tabaco (€)	--	11.065,81
3.2.4. Textiles y productos textiles (€)	--	1.019,80
3.2.5. Piel, cuero y calzado (€)	1.189,09	442,58
3.2.6. Madera, productos de madera y corcho (€)	--	18,62
3.2.7. Pasta, papel, cartón, imprenta, publicaciones (€)	15.067,07	10.860,21
3.2.8. Coque, refinados del petróleo y energía nuclear (€)	44.663,88	4.848,83
3.2.9. Productos químicos (€)	--	10.190,59
3.2.10. Caucho y plásticos (€)	57.863,81	26.320,28
3.2.11. Otros productos minerales no metálicos (€)	37.128,56	4.008,62
3.2.12. Metales básicos y productos de metal (€)	3.522,76	15.175,83
3.2.13. Maquinaria, no en otro sitio clasificada (€)	53.025,69	32.339,86
3.2.14. Equipamiento eléctrico y óptico (€)	26.958,71	1.124,67
3.2.15. Artículos de transporte (€)	44.376,33	1.650,52
3.2.16. Manufacturas y reciclaje(€)	--	285,53
3.2.17. Suministro de electricidad, gas y agua (€)	--	2.954,16
3.2.18. Construcción (€)	53.377,97	177.476,08
3.2.19. Venta, mantenimiento y reparación de vehículos, automotores y motocicletas. Venta de combustible, excepto a vehículos de motor y motocicletas (€)	33.636,21	1.588,46
3.2.20. Comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y Motocicletas; Reparación de artículos del hogar (€)	--	2.104,32
3.2.21. Hoteles y restaurantes (€)	--	1.233,95
3.2.22. Transportes interiores (€)	19.877,93	862,72
3.2.23. Transporte por agua (€)	44.723,70	24.120,28
3.2.24. Transporte aéreo (€)	--	3.203,86
3.2.25. Otras actividades anexas a los transportes; agencias de Viajes (€)	1.615,71	7.654,67
3.2.26. Correos y telecomunicaciones (€)	--	1.651,35
3.2.27. Intermediación financiera (€)	34.264,83	1.791,13
3.2.28. Actividades inmobiliarias (€)	721,12	356,24
3.2.29. Alquiler de materiales y equipos, y otras actividades empresariales (€)	4.883,63	260,79
3.2.30. Administración pública, defensa y seguridad social Obligatoria (€)	24.200,21	2.850,81
3.2.31. Educación (€)	--	153,56
3.2.32. Salud y trabajo social (€)	--	93,55
3.2.33. Otros servicios comunitarios, sociales y personales, Hogares Privados con Servicio Doméstico (€)	--	38,73



Posibilidad de análisis:

- Localización geográfica (7 regiones)
- Análisis según facturas (aprox. 400 facturas)
- Análisis según conceptos contables (121 categorías)
- Análisis por centro de trabajo (Departamentos)

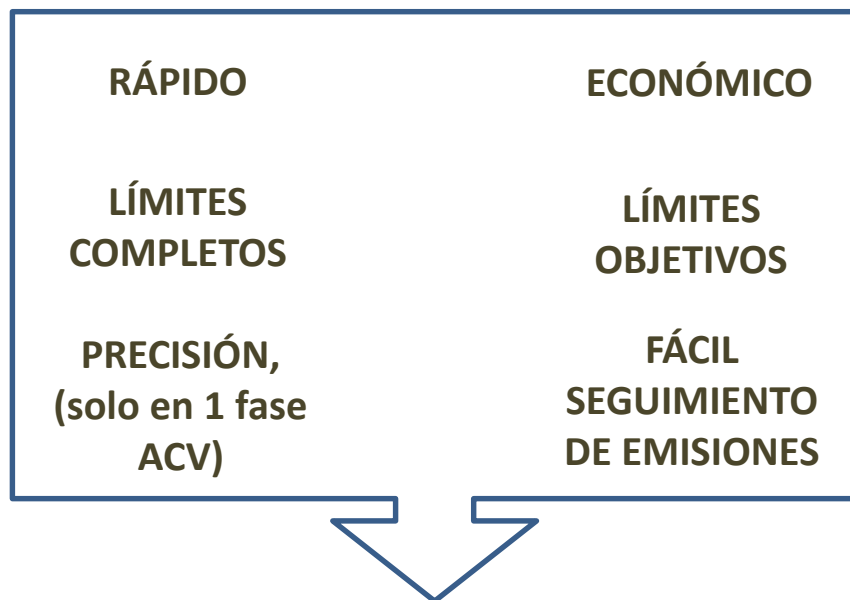
DISCUSIÓN

DISCUSIÓN



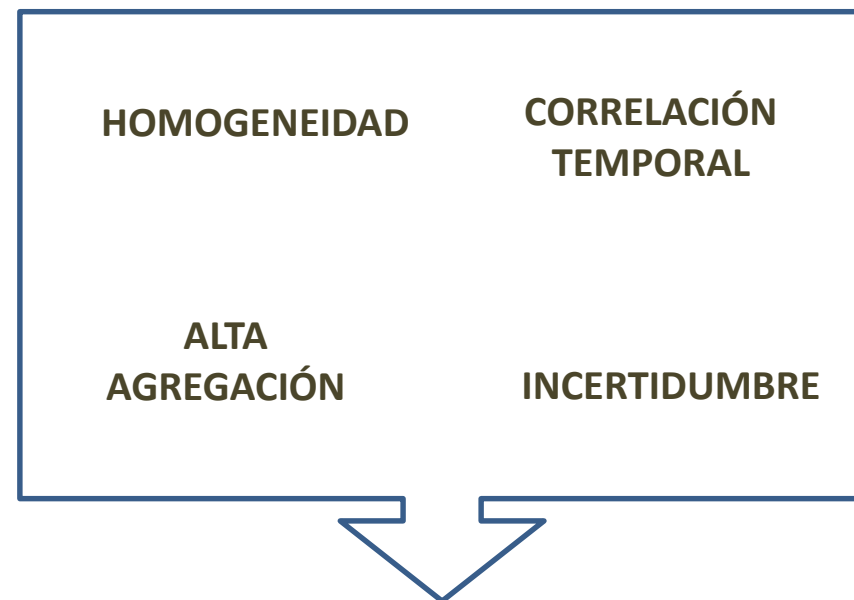
ANÁLISIS DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL MÉTODO

Fortalezas



**Resultado válidos para HC
Organización y Producto**

Debilidades



Presentes sólo en:

- **Alcance 3 (voluntario)**
- **Fases del ciclo de vida (sin control)**

ANALISIS DE **DEBILIDADES** SEGÚN ESTANDAR ISO/TS 14067

HC de producto debe cuantificar de manera independiente para cada fase del ciclo de vida:

- (1) Emisiones por **carbono biogénico**,
- (2) Emisiones **directas** por **cambio de uso de suelo**,
- (3) Emisiones y/o absorciones de gases diferentes al CO₂ de **ganado, estiércoles y suelos**,
- (4) Emisiones por **transporte aéreo**,
- (5) **Absorciones** por biomasa,
- (6) **Otras absorciones**

La HC de Producto debe incluir emisiones **ciclo de vida completo**. Sino se considera HC Parcial de Producto



ANÁLISIS COMPARATIVO

Resultados inferiores (**reducidos a la mitad**) sobre el calculo hecho con MC3 (Método Compuesto de las Cuentas Contables)

Principalmente en alcance 2 y 3.

Descenso generado por:

- 1) MC3 considera emisiones por **Superficie Biológicamente Productiva**.
- 2) MC3 considera emisiones por **residuos y uso de suelo**.
- 3) MC3 considera emisiones por **NO₂ y CH₄**
- 4) Diferencias con el **factor de emisión** empleado **en sectores económicos**.
- 5) MC3 considera emisiones **directas por energías renovables**.
- 6) MC3 se basa en bases de **datos muy antiguas** (Baird et al. (1997), citado por Alcorn (1998) y a su vez citado por Simmons et al. (2006)).
- 7) Diferencias en los factores de emisión del consumo de **agua y servicios**.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES



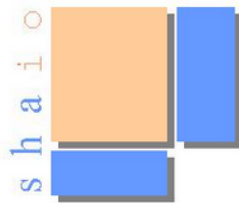
CONCLUSIONES

1. La Propuesta de Análisis Híbrido por Niveles permite la **cuantificación de la HC con enfoque integrado**. Su aplicación es práctica y válida para cualquier tipo de actividad (persona, organización, territorio, evento, producto o servicio).
2. **Aspectos positivos:** los cálculos son rápidos, económicos, completos y con límites del sistema establecidos de manera objetiva, punto clave para alcanzar la comparabilidad
3. **Aspectos negativos:** el alcance 3 y emisiones asociadas a fases fuera del control se calculan con un alto nivel de agregación, incertidumbre elevada, escasa correlación temporal y de forma homogénea.

CONCLUSIONES

4. El cálculo de **HC Producto es Parcial** (únicamente considera emisiones de la cuna a la puerta) y **precisa de incorporar diferentes emisiones y absorciones** que pueden ser relevantes en el sistema producto.
5. Las **diferencias entre trabajos publicados están dentro de lo esperable**. La elevada diferencia con el trabajo (Alvarez et al. 2014) se justifica por consideraciones del método empleado.
6. **Es preciso comparar los resultados con otras aplicaciones universitarias** para constatar posibles avances metodológicos





Sociedad Hispanoamericana de Análisis
Input-Output

Muchas Gracias

Sergio Álvarez Gallego – sergio.alvarez@upm.es – 675076766



@srgalvarez



Sergio Alvarez Gallego