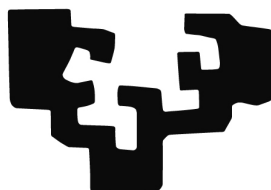


eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

**TESIS DOCTORAL**

**LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LAS EMPRESAS VASCAS:  
ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE  
VIDA EN LAS EMPRESAS DE LA CAPV.**

Presentada por:

Aitor Basañez Llantada

Dirigida por:

Dr. Pablo Díaz de Basurto Uraga

Dra. Itziar Martínez de Alegría Mancisidor

---

2017



*Aita eta amari,  
Nora eta Jontxuri  
eta familia osoari*



## **AGRADECIMIENTOS**

Antes de comenzar quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de la presente tesis doctoral.

En primer lugar quiero agradecer a mis directores de tesis, el Dr. Pablo Díaz de Basurto y la Dra. Itziar Martínez de Alegría, toda la ayuda prestada y la confianza que han depositado en mí a lo largo de todo este proceso. Igualmente, deseo mostrar mi agradecimiento a mis compañeros del Departamento de Organización de Empresas Marisa, Patxi, Enara, Gaizka, Izaskun, Carmen, Iñaki, Iker, Juankar, Ernesto, Naiara e Ibon por su apoyo y continuas muestras de ánimo.

Por último dar las gracias también a Gorane Ibarra de Ihobe, Leire Barruetabeña de Gaiker, Francisco Campo de IK Ingeniería, Agurtzane Renteria de Aenor y como no a mi hermano Xabi y a mis amigos Edu Argaluz, Iñigo Sangroniz y Juanan Goñi por la inestimable ayuda que tan desinteresadamente me han ofrecido.



## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.3. REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....	9
1.3.1. Características generales.....	10
1.3.2. Clasificación .....	11
1.3.3. Características y conclusiones de los estudios considerados .....	15
1.3.3.1. Aplicación del ACV por parte de las empresas.....	16
1.3.3.2. El ACV en el entorno de la CAPV .....	22
1.3.3.3. El futuro del ACV.....	26
1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	27
1.5. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	30
<b>2. LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA.....</b>	<b>33</b>
2.1. CONCEPTO .....	35
2.2. EVOLUCIÓN DE LA PREOCUPACIÓN POR EL MEDIOAMBIENTE .....	36
2.3. LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL NORMALIZADOS .....	41
2.3.1. Concepto y características.....	41
2.3.2. Motivos para su adopción .....	42
2.3.3. Implantación y certificación .....	45
2.3.4. Beneficios y ventajas .....	48
2.3.5. Obstáculos y dificultades para su implantación.....	51
2.4. PRINCIPALES MODELOS DE SGMA .....	53
2.4.1. Norma ISO 14001. SGMA Especificaciones y Directrices .....	53
2.4.2. Reglamento europeo de ecogestión y eco auditoría. EMAS.....	56
2.4.3. ISO 14006:2011 Directrices para la incorporación del ecodiseño .....	58
2.4.4. Norma Ekoscan .....	65
2.4.5. Otros modelos de gestión ambiental .....	66
2.5. EL ACV EN EL MARCO DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	66
<b>3. EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....</b>	<b>69</b>
3.1. INTRODUCCIÓN .....	71
3.2. EVOLUCIÓN DEL ACV .....	72

3.3.	APLICACIONES DEL ACV .....	81
3.3.1.	Aplicaciones para el Sector industrial .....	82
3.3.2.	Aplicaciones para las Administraciones Públicas .....	84
3.3.3.	Aplicaciones para las ONGs .....	85
3.3.4.	Aplicaciones para los consumidores .....	86
3.4.	METODOLOGÍA .....	86
3.4.1.	Definición del objetivo y alcance del ACV .....	87
3.4.2.	Análisis de inventario de ciclo de vida (ICV) .....	90
3.4.3.	Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV) .....	95
3.4.3.1.	Selección de Categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos de caracterización.....	96
3.4.3.2.	Clasificación. Asignación de los impactos en las categorías seleccionadas.....	101
3.4.3.3.	Caracterización: Cálculo de los indicadores de las categorías. Resultados .....	101
3.4.3.4.	Metodologías de evaluación de impactos.....	103
3.4.3.5.	Elementos opcionales.....	107
3.4.4.	Interpretación.....	108
3.4.5.	Presentación de resultados. Informe final .....	112
3.4.6.	Revisión crítica.....	114
3.5.	LIMITACIONES DEL ACV .....	116
3.6.	VARIACIONES DE LA METODOLOGÍA Y METODOLOGÍAS AFINES .....	120
3.6.1.	Economic Input-Output Based Life Cycle Assessment (EIO LCA) .....	120
3.6.2.	Streamlined Life Cycle Assessment .....	121
3.6.3.	Social Life Cycle Assessment (SLCA) .....	123
3.6.4.	Life Cycle Costing (LCC).....	124
3.6.5.	Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) .....	127
3.6.6.	Huellas ecológicas.....	131
3.6.6.1.	Huella de carbono .....	132
3.6.6.2.	Huella hídrica.....	134
3.6.7.	Análisis de los flujos de materiales (AFM).....	135
3.6.8.	Análisis de las externalidades.....	137
3.6.9.	Otras herramientas.....	139
3.7.	APLICACIONES INFORMATICAS QUE PRESTAN SOPORTE AL ACV.....	141
3.7.1.	Bases de datos de inventario de ciclo de vida.....	141



3.7.2. Software para estudios de ACV .....	143
3.8. MARCO NORMATIVO.....	148
3.8.1. Análisis del ciclo de vida (ACV) .....	148
3.8.2. Ecoetiquetado .....	150
3.8.3. Gases de efecto invernadero (GEI).....	151
3.8.4. Gestión medioambiental .....	151
3.8.5. Sistemas de gestión medioambiental (SGMA) .....	152
3.8.6. Otras normas .....	153
3.9. MARCO LEGISLATIVO.....	153
3.9.1. La Política de Productos Integrada en la UE.....	153
3.9.1.1. El papel del ACV en el marco de la PPI .....	157
3.9.2. Legislación Europea .....	158
3.9.3. Legislación Española .....	160
3.10. LA COMUNIDAD INTERNACIONAL DEL ACV .....	160
3.10.1. Asociaciones tractoras de la metodología .....	160
3.10.1.1. Asociaciones e iniciativas institucionales .....	160
3.10.1.2. Asociaciones empresariales o sectoriales .....	170
3.10.2. Publicaciones científicas .....	172
3.10.3. Congresos .....	174
<b>4. EL ACV EN EL MARCO INSTITUCIONAL DE LA CAPV .....</b>	<b>179</b>
4.1. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO ECONÓMICO DE LA CAPV .....	181
4.1.1. Introducción: Características generales .....	181
4.1.2. La importancia del sector industrial .....	182
4.1.3. La innovación y la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico ...	185
4.1.4. La economía social.....	188
4.1.5. La política de clústeres .....	192
4.2. LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA ADMINISTRACIÓN VASCA.....	194
4.2.1. Recorrido histórico: Leyes, estrategias y programas principales.....	194
4.2.2. Referencias al ACV en la Estrategia Ambiental Vasca .....	200
4.3. ASOCIACIONES, PROGRAMAS E INICIATIVAS TRACTORAS DEL ACV .....	202
4.3.1. Asociaciones .....	202
4.3.1.1. La sociedad pública de gestión ambiental del Gobierno Vasco, Ihobe .....	202
4.3.1.2. Basque Ecodesign Center .....	204

4.3.1.3.	Azti Tecnalia.....	207
4.3.1.4.	Gaiker.....	208
4.3.1.5.	Clúster de industrias del medio ambiente de Euskadi .....	209
4.3.2.	Programas e iniciativas.....	209
4.3.2.1.	Aula de ecodiseño .....	209
4.3.2.2.	Programa de promoción del ecodiseño 2004-2006 .....	211
4.3.2.3.	Programa de ecoeficiencia en la empresa vasca 2010-2014 ....	212
4.3.2.4.	Programas de compra y contratación pública verde .....	213
4.3.2.5.	Listado vasco de tecnologías limpias.....	214
4.3.2.6.	Subvenciones a la inversión en protección del medio ambiente. Decreto 260/2010 de 19 de octubre.....	215
4.4.	ALGUNOS DATOS CUANTITATIVOS SOBRE GESTIÓN AMBIENTAL Y USO DEL ACV EN LA CAPV .....	216
<b>5.</b>	<b>PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL ESTUDIO EMPÍRICO .....</b>	<b>221</b>
5.1.	ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES .....	223
5.2.	DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	225
5.3.	FASES DE LA INVESTIGACIÓN .....	226
5.4.	LA POBLACIÓN Y LAS FUENTES DE DATOS .....	227
5.5.	EL CUESTIONARIO.....	232
5.5.1.	El cuestionario como herramienta de investigación.....	232
5.5.2.	El cuestionario utilizado .....	235
5.5.3.	Validación del cuestionario .....	237
5.5.4.	Envío y recolección de los cuestionarios.....	237
5.6.	LA MUESTRA.....	238
5.7.	EL TRATAMIENTO DE DATOS.....	239
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>241</b>
6.1.	IDONEIDAD DEL COLECTIVO ESCOGIDO.....	243
6.2.	ÁREA DE ACTIVIDAD DE LA PERSONA ENCUESTADA.....	245
6.3.	TIPOLOGÍA DE EMPRESA USUARIA DE LA METODOLOGÍA DEL ACV.....	247
6.3.1.	Tamaño.....	248
6.3.1.1.	Número de trabajadores .....	248
6.3.1.2.	Facturación .....	250
6.3.1.3.	Pertenencia a Grupo Empresarial.....	251

6.3.2. Mercado e Internacionalización .....	253
6.3.2.1. Tipo de cliente .....	253
6.3.2.2. Mercado geográfico y nivel de las exportaciones .....	254
6.3.2.3. Implantación en el exterior .....	257
6.3.3. Sector de actividad .....	259
6.3.4. Gestión de los aspectos ambientales .....	262
6.3.4.1. Organización de la gestión ambiental .....	263
6.3.4.2. Certificaciones ambientales .....	264
6.3.4.3. Año de obtención del primer certificado ambiental .....	267
6.3.4.4. Certificados en otros ámbitos de gestión.....	268
6.4. DRIVERS PARA EL USO DEL ACV Y OBJETIVOS PERSEGUIDOS.....	269
6.4.1. Información previa sobre los estudios realizados.....	270
6.4.1.1. Fecha del comienzo del uso del ACV.....	270
6.4.1.2. Número de estudios realizados.....	271
6.4.1.3. Tipo de producto al que se aplican los estudios .....	271
6.4.1.4. Departamento responsable de los estudios.....	272
6.4.1.5. Concienciación de la Dirección.....	273
6.4.1.6. Uso de otras herramientas de gestión ambiental.....	273
6.4.2. Motivos para el uso del ACV.....	275
6.4.3. Objetivos perseguidos con los estudios de ACV.....	277
6.4.4. Opinión sobre las ventajas que presenta la metodología.....	279
6.5. METODOLOGÍA Y PROCESO.....	282
6.5.1. Alcance de los estudios .....	283
6.5.2. Normas utilizadas .....	283
6.5.3. Etapas del ciclo de vida consideradas .....	284
6.5.4. Categorías de impacto consideradas.....	284
6.5.5. Programas informáticos utilizados.....	285
6.5.5.1. Bases de datos .....	286
6.5.5.2. Metodología de evaluación de impactos .....	286
6.5.5.3. Softwares utilizados para la evaluación de impactos .....	287
6.5.6. Realización de la revisión crítica.....	288
6.5.7. Tiempo empleado en la realización de los estudios .....	289
6.5.8. Obstáculos .....	289
6.5.9. Formación.....	292
6.5.10. Servicios de consultoría y/o asesoría .....	293

6.5.11. Colaboradores externos .....	294
6.5.12. Financiación externa.....	295
6.6. RESULTADOS OBTENIDOS Y VENTAJAS APORTADAS .....	296
6.6.1. Previsibilidad de los resultados .....	297
6.6.2. Robustez y utilidad de los resultados.....	297
6.6.3. Ámbito de utilización de los resultados .....	298
6.6.4. Publicación de resultados.....	299
6.6.5. Beneficios aportados por los estudios .....	300
6.7. CONSIDERACIONES SOBRE EL USO FUTURO DE LA METODOLOGÍA.....	302
6.7.1. Intención de seguir utilizando el ACV.....	302
6.7.2. Recomendación de utilización del ACV .....	302
6.7.3. Intención de comenzar a utilizar el ACV.....	303
6.7.4. Opinión sobre de conocimiento del ACV en empresas del entorno.....	305
6.7.5. Opinión sobre la generalización del uso del ACV en el futuro .....	305
6.7.6. Opinión sobre el esfuerzo de las instituciones públicas .....	306
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>309</b>
7.1. COMPROBACIÓN DE LAS HIPOTESIS ENUNCIADAS.....	311
7.2. COMENTARIOS A LAS CONCLUSIONES Y APORTACIONES REALIZADAS.....	326
7.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	329
7.4. FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....	331
<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>333</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>355</b>
ANEXO A. CUESTIONARIO .....	357
ANEXO B. CARTA DE PRESENTACIÓN.....	373

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Trabajos de carácter principalmente empírico sobre ACV y su aplicación ....	12
Tabla 2.1. Estructura de las normas ISO14001:2004 e ISO 14001:2015 .....	55
Tabla 2.2. Fases de la metodología PROMISE para Ecodiseño.....	62
Tabla 2.3. Modelos de gestión regionales dirigidos a pymes.....	66
Tabla 3.1. Ventajas y desventajas de las diferentes fuentes de datos.....	93
Tabla 3.2. Factores de caracterización para algunas categorías de impacto .....	102
Tabla 3.3. Potencial de acidificación para algunos gases representativos .....	102
Tabla 3.4. Principales metodologías de evaluación de impactos.....	107
Tabla 3.5. Ejemplos de Inconsistencias .....	111
Tabla 3.6. Categorías de impacto social según Unep/Setac Life Cycle Initiative .....	125
Tabla 3.7. ACV, Auditoría Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental. Comparativa ...	140
Tabla 3.8. Bases de datos de inventario de ciclo de vida .....	141
Tabla 3.9. Bases de datos de asociaciones sectoriales.....	143
Tabla 3.10. Software para estudios de ACV .....	143
Tabla 3.11. Asociaciones empresariales o sectoriales .....	170
Tabla 3.12. Revistas electrónicas y newsletter que tratan el ACV .....	174
Tabla 4.1. PIB de la CAPV por sectores 2010-2015 .....	182
Tabla 4.2. Empleo en la CAPV por sectores 2010-2015 .....	183
Tabla 4.3. PIB industrial sobre PIB total CAPV, UE-28, Alemania y Francia .....	183
Tabla 4.4. Empleo en industria sobre empleo total CAPV, UE-28 y Estado .....	183
Tabla 4.5. Distribución sectorial del PIB industrial de la CAPV 2010-2014 .....	184
Tabla 4.6. Distribución sectorial del empleo industrial de la CAPV 2010-2014 .....	185
Tabla 4.7. Inversión en I+D expresada en % del PIB.....	187
Tabla 4.8. Origen de los fondos dedicados a la I+D en la CAPV en 2014 .....	188
Tabla 4.9. Sectores de empresas que realizaron actividades de I+D en 2014 .....	189
Tabla 4.10. Áreas temáticas de los empleados dedicados a la I+D en 2014.....	189
Tabla 4.11. Principales Clústeres de la CAPV.....	193
Tabla 4.12. Proyectos realizados por los miembros del Basque Ecodesign Center .....	206
Tabla 4.13. Distribución sectorial de los empleos verdes .....	218
Tabla 5.1. Distribución sectorial de las empresas del colectivo.....	229
Tabla 5.2. Distribución por provincias de las empresas del colectivo.....	230
Tabla 5.3. Certificados que poseen las empresas del colectivo .....	230
Tabla 6.1. Conocimiento del ACV según colectivo de pertenencia.....	244

Tabla 6.2. Empresas que usan el ACV según colectivo de pertenencia .....	244
Tabla 6.3. Área de actividad del encuestado.....	244
Tabla 6.4. Uso y conocimiento del ACV según área de trabajo del encuestado.....	246
Tabla 6.5. Grado de dedicación del encuestado a tareas de gestión ambiental .....	247
Tabla 6.6. Relación lineal entre el uso del ACV y el tipo de implantación .....	258
Tabla 6.7. Área de Actividad de las empresas de la muestra que utilizan el ACV.....	260
Tabla 6.8. Situación respecto al ACV según sector.....	261
Tabla 6.9. Situación respecto al ACV por Grupos Sectoriales .....	262
Tabla 6.10. Certificaciones ambientales: Colectivo y empresas usuarias de ACV .....	265
Tabla 6.11. Relación entre el uso del ACV y la posesión de cada certificado .....	266
Tabla 6.12. Uso de otras herramientas de gestión ambiental .....	274
Tabla 6.13. Tipo de motivaciones para la realización de estudios de ACV .....	276
Tabla 6.14. Objetivos perseguidos con los estudios de ACV.....	278
Tabla 6.15. Valoración de las ventajas del ACV por parte de las empresas usuarias ...	280
Tabla 6.16. Principales ventajas del ACV según las empresas no usuarias.....	281
Tabla 6.17. Categorías de impacto consideradas para los estudios de ACV.....	285
Tabla 6.18. Bases de datos utilizadas en la fase de inventario de ciclo de vida .....	286
Tabla 6.19. Metodologías utilizadas en la fase de evaluación de impactos .....	287
Tabla 6.20. Software utilizado en la fase de evaluación de impactos.....	287
Tabla 6.21. Valoración de los obstáculos del ACV por las empresas usuarias.....	290
Tabla 6.22. Principales obstáculos del ACV según las empresas no usuarias.....	292
Tabla 6.23. Motivos para la publicación de los resultados .....	300
Tabla 6.24. Valoración del impacto de los estudios sobre diferentes aspectos .....	301
Tabla 6.25. Intervalos de confianza del 95% para la valoración del efecto positivo de los estudios sobre diferentes aspectos.....	301
Tabla 6.26. Motivos para comenzar a utilizar la metodología .....	304

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Estructura de los estudios de ACV.....	88
Figura 3.2. Etapas para el análisis de inventario de ciclo de vida .....	91
Figura 3.3. Diagrama de flujo de inventario de ciclo de vida .....	92
Figura 3.4. Elementos obligatorios y opcionales de la EICV.....	96
Figura 3.5. Concepto de indicador de categoría. Ejemplo .....	97
Figura 3.6. Esquema de relaciones entre intervenciones ambientales, impactos midpoints, impactos endpoints y áreas de protección .....	105
Figura 3.7. La fase de interpretación en el marco general de los estudios de ACV .....	112
Figura 3.8. Formula conceptual del LCSA .....	128
Figura 3.9. El LCSA fruto de la Integración del ACV, el LLC y el SLCA .....	129
Figura 3.10. Ejemplo de categorías y subcategorías en el LCSA.....	130
Figura 3.11. Huellas ecológicas.....	132
Figura 6.1. Distribución por número de empleados: Muestra y empresas usuarias ....	249
Figura 6.2. Nivel de utilización del ACV según el número de empleados .....	250
Figura 6.3. Facturación de las empresas usuarias del ACV .....	250
Figura 6.4. Uso del ACV según facturación.....	251
Figura 6.5. Pertenencia a grupo empresarial. Total muestra y empresas usuarias .....	252
Figura 6.6. Tipo de pertenencia a grupo empresarial de las empresas usuarias .....	252
Figura 6.7. Uso del ACV en función de la pertenencia o no a un grupo empresarial ...	253
Figura 6.8. Tipo de cliente de las empresas usuarias de ACV .....	254
Figura 6.9. Tipo de cliente según uso de ACV .....	254
Figura 6.10. Mercado geográfico principal de las empresas usuarias de ACV.....	255
Figura 6.11. Mercado geográfico principal según uso de ACV.....	255
Figura 6.12. Nivel de las Exportaciones de las empresas que utilizan el ACV.....	256
Figura 6.13. Nivel de exportación según uso de ACV .....	257
Figura 6.14. Implantación en el extranjero según uso del ACV .....	257
Figura 6.15. Tipo de Implantación en el extranjero según uso del ACV.....	258
Figura 6.16. Distribución sectorial. Colectivo y Muestra.....	259
Figura 6.17. Tipo de organización de la gestión ambiental según uso del ACV .....	264
Figura 6.18. Certificados ambientales según uso del ACV .....	266
Figura 6.19. Número de certificados ambientales según uso del ACV .....	267
Figura 6.20. Año de obtención del primer certificado según uso del ACV.....	268
Figura 6.21. Certificados en otros ámbitos .....	269

Figura 6.22. Año de realización del primer estudio de ACV.....	270
Figura 6.23. Año de obtención del primer certificado ambiental y de realización del primer estudio de ACV. (Acumulados) .....	270
Figura 6.24. Nº de estudios de ACV realizados .....	271
Figura 6.25. Tipo de producto al que se aplican los estudios de ACV.....	272
Figura 6.26. Departamento responsable de los estudios de ACV .....	272
Figura 6.27. Concienciación de la Dirección sobre los beneficios del ACV .....	273
Figura 6.28. Número de otras herramientas de gestión ambiental utilizadas.....	274
Figura 6.29. Motivos para realizar estudios de ACV.....	275
Figura 6.30. Número de motivos señalados para realizar estudios de ACV .....	277
Figura 6.31. Número de objetivos perseguidos con los estudios de ACV.....	279
Figura 6.32. Alcance de los estudios de ACV realizados.....	282
Figura 6.33. Normas internacionales utilizadas en el estudio.....	283
Figura 6.34. Etapas consideradas en el estudio de ACV realizado .....	284
Figura 6.35. Realización de la fase de Revisión Crítica .....	288
Figura 6.36. Tiempo para la realización de los estudios realizados .....	289
Figura 6.37. Realización de actividades de formación para llevar a cabo el estudio....	292
Figura 6.38. Necesidades de formación .....	293
Figura 6.39. Tipo de formación llevada a cabo.....	293
Figura 6.40. Contratación de servicios de asesoría o consultoría .....	294
Figura 6.41. Colaboración con agentes externos .....	294
Figura 6.42. Agentes colaboradores.....	295
Figura 6.43. Financiación externa específica para realización de estudios de ACV .....	295
Figura 6.44. Origen de los fondos externos obtenidos para los estudios de ACV .....	296
Figura 6.45. Opinión sobre la previsibilidad de los resultados obtenidos .....	297
Figura 6.46. Opinión sobre lo concluyentes que son los resultados y su utilidad .....	298
Figura 6.47. Ámbito de utilización de los resultados .....	299
Figura 6.48. Publicación de los resultados .....	299
Figura 6.49. Intención de continuar utilizando el ACV .....	302
Figura 6.50. Recomendación a otras empresas para que utilicen la metodología .....	303
Figura 6.51. Intención de comenzar a utilizar la metodología .....	303
Figura 6.52. Opinión sobre el conocimiento del ACV en las empresas del entorno.....	305
Figura 6.53. Opinión sobre la posible generalización del uso del ACV .....	306
Figura 6.54. Opinión sobre el esfuerzo que desde los organismos públicos se está realizando para facilitar el uso de la metodología .....	307



## **LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

- ACLCA American Center for Life Cycle Assessment
- ACV Análisis del Ciclo de Vida
- AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
- AFM Análisis de los Flujos de Materiales
- ALCALA Association of LCA in Latin America
- ALCAS Australian Life Cycle Society
- CAPV Comunidad Autónoma del País Vasco
- CC Coeficiente de Contingencia de Pearson
- CE Comisión Europea
- CEE Comunidad Económica Europea
- CFC Clorofluorocarbonos
- CILCA Conferencia Internacional de ACV en Latinoamérica
- CNUMAD Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo
- CSCE Consejo Superior de Cooperativas de Euskadi
- DALY Disability Adjusted Life Years
- DAP Declaración Ambiental de Producto
- EICV Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
- EIOLCA Economic Input Output Life Cycle Assessment
- EMAS Eco-Management and Audit Scheme
- ENAC Entidad Nacional de Acreditación y Certificación
- EPA Environmental Protection Agency
- EPD Environmental Product Declaration
- EPLCA European Platform of Life Cycle Assessment
- ESLCA Red Española del Ciclo de Vida
- EUSTAT Instituto Vasco de Estadística
- GEI Gases de Efecto Invernadero
- ICV Inventario de Ciclo de Vida

- INE Instituto Español de Estadística
- INLCA International LCA Conference
- ISO International Organization for Standardization
- LCA Life Cycle Assessment
- LCC Life Cycle Costing
- LCM Life Cycle Management
- LCSA Life Cycle Sustainability Assessment
- MAPAMA Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- NS/NC No sabe o no contesta
- OECD Organisation for Economic Cooperation and Development
- ONG Organización no Gubernamental
- OVES Observatorio Vasco de Economía Social
- PCTI Plan Vasco de Ciencia, Tecnología e Innovación
- PIB Producto Interior Bruto
- PPI Política de Productos Integrada
- PRL Prevención de los Riesgos Laborales
- PYME Pequeña y Mediana Empresa
- RD Real Decreto
- REPA Resources and Environmental Profile Analysis
- RSU Residuos Sólidos Urbanos
- RVCTI Red Vasca de Ciencia y Tecnología
- SETAC Society of Environmental Toxicology and Chemistry
- SGMA Sistema de Gestión Medioambiental
- SLCA Social life Cycle Assessment
- UE Unión Europea
- UNEP United Nations Environmental Programme



---

## 1. INTRODUCCIÓN

---



## 1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS Y DEFINICIÓN DEL TEMA

En un contexto como el actual, de gran preocupación por el binomio ahorro energético-cambio climático, es innegable el interés que todo lo relacionado con el medioambiente suscita entre consumidores, fabricantes y legisladores. Por una parte, las empresas necesitan herramientas que les ayuden a mejorar el desempeño medioambiental de sus procesos y productos. Según el *Ecobarómetro Industrial*<sup>1</sup> de 2011, el 79,8% de las empresas industriales consideraba entonces que los destinatarios finales de los productos eran sensibles a los temas ambientales y el 49% preveía un aumento importante en la exigencia de requisitos medioambientales por parte de sus clientes para los siguientes tres años (Ihobe, 2011). Por su parte, los organismos públicos necesitan criterios fiables y objetivos de cara a establecer políticas públicas que impulsen la sostenibilidad. Es preciso además, abordar esta problemática ambiental con un enfoque de ciclo de vida, estudiando de forma conjunta todas y cada una de las etapas en la vida del producto o servicio así como y la interacción entre ellas (Ihobe, 2014c).

Son diversos los autores que han identificado el Análisis del Ciclo de Vida (ACV), como una herramienta de apoyo al proceso de toma de decisiones para gobiernos, empresas, organizaciones de consumidores y grupos ambientales (Wenzel et al., 1997; Field and Ehrenfeld, 1999; Krozer and Vis, 1998). Los ámbitos de decisión en los que el ACV puede servir de ayuda incluyen desde la gestión general de empresas e instituciones y el análisis de alternativas para políticas públicas, hasta la elección en fase de diseño de características específicas de productos y procesos (Tan and Culaba, 2008). Aunque existen otras herramientas para la mejora ambiental de los productos, el ACV es el único método que cubre el ciclo de vida completo del mismo, hace uso de los conocimientos científicos sobre el medio ambiente de una manera sistemática

---

<sup>1</sup>El Ecobarómetro tiene su origen y motivo en la Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo sostenible 2002-2020. Programa Marco Ambiental de la CAPOV 2002-2006 (Gobierno Vasco, 2002) donde se incluye como compromiso específico la realización cada dos años de los Ecobarómetro Social e Industrial que midan la actitud y el compromiso ambiental. Este conocimiento permitiría a consultoras, administraciones y asociaciones empresariales trabajar mejor en sus ámbitos avanzando así en la mejora ambiental de las empresas. (Gobierno Vasco, 2011b)

(Zackrisson et al., 2008) y además presenta la ventaja de estar bien soportado por normas internacionales (ISO 2006a, 2006b).

Hoy en día, las empresas utilizan el ACV para el diseño o el desarrollo de sus productos, para informar sobre el desempeño ambiental de los mismos, y como herramienta en el proceso de toma de decisiones sobre la gestión ambiental. Los gobiernos por su parte, lo utilizan para analizar alternativas sobre diversos sistemas sociales (sistemas de gestión de residuos y otros), como pilar de la Política de Productos Integrada (PPI) y en los sistemas de ecoetiquetado y de compra pública verde entre otros (Hauschild et al., 2005).

El término PPI surgió en la década de 1990, la primera investigación conceptual y empírica de ámbito Europeo sobre el tema fue un proyecto financiado por la propia Comisión Europea (CE) dentro del programa *Medio Ambiente y Clima* en la primera mitad de la década (Oosterhuis et al., 1996; Rubik and Scholl, 2002). Aunque fue otro estudio posterior llevado a cabo por *Ernst & Young* y la *Science and Policy Research Unit* de la Universidad de Sussex (Reino Unido), también por encargo de la UE, quien proporcionaría la siguiente definición para la PPI:

Política pública que explícitamente aspira a modificar y mejorar el desempeño ambiental de los sistemas producto (ERNST & YOUNG/SPRU, 1998).

Lo interesante de la PPI desde el punto de vista de la presente Tesis es que el Ciclo De vida es reconocido en el contexto de la PPI como el mejor enfoque para evaluar los posibles impactos ambientales de los productos (Guinée et al., 2002; Van Rossem et al., 2006). De hecho en Europa el ACV recibió un impulso fundamental por parte de las instituciones en febrero de 2001, cuando la CE publicó *el Libro Verde sobre la Política de Productos Integrada* (CE, 2003b).

La PPI de la Unión Europea (UE) cuenta con 4 grandes bloques de actuación, de los cuales uno de ellos, *El liderazgo de las empresas en la producción verde*, además de incentivar a las empresas a producir de manera limpia y eficiente, insta a las mismas a diseñar con criterios ecológicos, es decir apuesta por el ecodiseño (CE, 2003b).

Precisamente el concepto de ciclo de vida está presente en el ecodiseño desde su propia definición tal y como se aprecia en la definición del mismo aportada por la *Directiva 2005/32/CE de 6 de julio de 2005 por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía* y que se expone a continuación:

(...) integración de los aspectos medioambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida (Directiva 2005/32/CE).

Aunque el ecodiseño había surgido años antes (ver apartado 2.4.3.), la aprobación de esta directiva europea en 2005 le dio el impulso definitivo para su consolidación (De la Fuente, 2011).

En este contexto se redactó el *Programa Marco Ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020* aprobado en el Consejo de Gobierno Vasco de fecha 4 de junio de 2002, que recogía los principios, objetivos y compromisos básicos de la política ambiental del País Vasco y entre los que figuraba el de incitar al mercado a actuar a favor del medio ambiente. Dicha estrategia incluía el objetivo de impulsar en la CAPV una estrategia integrada de productos que estableciese incentivos a favor de productos respetuosos con el medio ambiente. Para ello se estableció el doble compromiso de que en el año 2006 cuarenta empresas vascas utilizaran criterios de ecodiseño en la fabricación de sus productos y que fueran 200 llegado el 2012 (Gobierno Vasco 2002). A este respecto señalar que según la Sociedad Pública de Gestión Ambiental de Euskadi Ihobe, eran 156 las empresas que hasta el 2014 habían incorporado de una u otra manera, el ecodiseño en su gestión, un 46% de ellas de Vizcaya, un 35% de Guipúzcoa y un 19% de Álava (2014c). Toda vez que el ACV se encuentra como ya se ha dicho en la base misma del ecodiseño (ISO, 2011), es de suponer que aquellas empresas que hayan obtenido certificados de ecodiseño se hayan visto obligadas a realizar este tipo de estudios.

Otro de los cuatro ejes principales de la PPI de la UE es la *Incentivación de la Demanda de Productos Ecológicos por parte de los Consumidores* para lo que propone el uso del

*Etiquetado Ecológico* entre otras medidas (CE, 2003b). Aunque existen diferentes tipos (e innumerables etiquetas a lo largo del mundo) básicamente el *Etiquetado Ecológico* es un método voluntario de certificación que identifica dentro de una misma categoría de productos a aquellos con menor impacto medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida (Global Ecolabelling Network, 2016). Las empresas se encuentran por lo tanto con la necesidad de realizar estudios ACV a sus productos para evaluar el impacto ambiental de los mismos y optar así a la obtención de dichas etiquetas.

Un estudio publicado en 2002 comparaba el desarrollo de la PPI en varios países de la UE y situaba en aquel entonces a España en el vagón de cola junto a países como Irlanda, Luxemburgo o Portugal, mientras que países como Holanda, Dinamarca, Suecia, Finlandia o el Reino Unido aparecían en lugares destacados de la clasificación (Rubik and Scholl, 2002). El ACV, como ya se ha dicho, no es la única herramienta que propone la PPI para conseguir sus objetivos por lo que sería aventurado establecer una relación directa entre el nivel de desarrollo de la PPI de un país y el nivel de utilización de la metodología del ACV por parte de sus instituciones y empresas, sin embargo, no parece excesivamente atrevido suponer que ambos desarrollos discurran en paralelo debido precisamente al importante papel que la propia PPI otorga al ACV.

La PPI es por tanto el marco general por el que apuesta la UE en su búsqueda de la sostenibilidad y dado que el ACV es precisamente una de sus herramientas principales, se explica el interés de esta Tesis por dar a conocer el uso real que las empresas hacen del mismo. Lo cierto es que no abundan los trabajos que hayan abordado este tema desde un punto de vista empírico, ya sea en otras regiones del mundo o en sectores económicos concretos, y son prácticamente inexistentes los que se circunscriben a nuestro entorno más cercano, lo cual confiere un cierto plus de interés a la presente investigación. En cuanto al alcance de la misma, se exponen de manera breve a continuación las principales razones de la elección de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) como ámbito geográfico de la Tesis.

- El sector industrial tiene un peso específico mayor en la estructura económica de la CAPV del que tiene en otras regiones del entorno. En 2013 la industria en la CAPV



suponía el 21,3% del Producto Interior Bruto (PIB), por encima del 17,1% que tenía de media la UE-27 y el 16,1% de España (Eustat, 2015). Dado que algunos estudios internacionales como (Green Research, 2011) señalan a las empresas industriales como las principales usuarias del ACV, la elección de la CAPV se comprende mejor desde este punto de vista.

- Los datos indican también una sensibilidad hacia el factor ambiental por parte de las empresas vascas superior a la existente en otras zonas, sensibilidad que a su vez favorecería una mayor inclinación hacia el uso del ACV. Son varios los trabajos que sitúan a la CAPV en los primeros lugares entre las autonomías de España en cuanto al número de certificados ISO 14001 (Heras et al., 2008; Ihobe, 2007a; Arana and Heras, 2011). Por su parte, en 2013, el 47% del total de empresas certificadas según la norma de ecodiseño ISO 14006 en España eran vascas y la CAPV contaba entonces con el 6% de todas las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) de Europa (misma proporción que Suiza) y el 65% de las españolas (Ihobe, 2014c).
- La Tesis se enmarca en un programa de doctorado perteneciente a la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), y aunque este hecho en ningún caso obliga a centrar las investigaciones en el ámbito geográfico de actuación de dicha universidad, también es cierto que la propia sociedad vasca en general y su tejido empresarial en particular son dos de sus principales objetos de investigación.
- Es justo reconocer también que existen algunos motivos de tipo prácticos como el tamaño manejable del colectivo de empresas objeto de estudio, o la red de contactos con empresas e instituciones.

## **1.2. OBJETIVOS DE LA TESIS**

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral es conocer la utilización que las empresas de la CAPV hacen de la metodología del ACV. A pesar de que existe un importante número de investigadores trabajando en mejorar la metodología aun no se ha estudiado en profundidad la manera en que las empresas están adoptándola y

utilizándola en sus estrategias. (Frankl and Rubik, 2000; Nygren and Antikainen, 2010). Este objetivo general presenta a su vez cinco objetivos específicos que en conjunto ayudan a la consecución del primero y que se describen a continuación:

- **O1: Identificar las empresas que utilizan esta metodología y sus características.**

Se busca conocer, si es que existe, la tipología de empresa vasca que utiliza la metodología del ACV. Algunos estudios internacionales sobre el tema indican que se trata de empresas de gran tamaño (Lewandowska et al., 2013a) y pertenecientes a sectores concretos (Green Research, 2011).

- **O2: Conocer las motivaciones que empujan a las empresas a utilizar esta metodología y los objetivos perseguidos.**

Es este uno de los objetivos clásicos de este tipo de estudios de carácter exploratorio, que junto con el anterior ayudan a contextualizar el resto de la investigación. Es importante conocer qué o quién mueve a las empresas a realizar estos estudios que por lo general resultan bastante costosos y complicados. Se trata de determinar si es el propio mercado quien está detrás de esa decisión o lo es una legislación cada vez más estricta al respecto, o algún otro factor.

Por otra parte, ante el enorme éxito que los esquemas certificables han tenido en España en general y en la CAPV en particular en diferentes ámbitos de la gestión empresarial, como los sistemas de gestión de la calidad y del medioambiente (Arana and Heras, 2011), es de esperar que los casos de ecodiseño y la obtención de ecoetiquetas estén proliferando también entre las empresas vascas. Cabría preguntarse si las empresas buscan únicamente las ventajas comerciales que ofrecen este tipo de certificados y ecoetiquetas o si persiguen además otros objetivos.

- **O3: Conocer las conclusiones extraídas de los estudios de ACV llevados a cabo y el uso que hacen las empresas de los resultados.**

Se pretende conocer de qué manera y para qué utilizan las empresas los resultados de los estudios realizados. ¿Utilizan las empresas estos resultados exclusivamente

de manera interna o por el contrario, hacen partícipes de los mismos a otros agentes como proveedores, clientes, etc.? ¿Buscan las empresas decidir atendiendo a criterios medioambientales entre diferentes alternativas sobre productos o procesos? ¿Están aprovechando las empresas las enormes posibilidades que en materia de comunicación medioambiental ofrece el ACV, tal y como propone la propia UE a través de su PPI?

- **O4: Conocer los beneficios obtenidos gracias a la utilización de la metodología.**

Es este uno de los objetivos más importantes de cuantos se persiguen en esta Tesis. El hecho de conocer los beneficios obtenidos por las empresas que ya realizan este tipo de estudios influirá sin duda en otras empresas de cara a iniciarse en este camino. Se pretende sacar a la luz la posible contribución de este tipo de estudios a la reducción del impacto medioambiental de los productos, a la reducción de los costes, al logro de mejoras productivas, al aumento de la cifra ventas o a la mejora de la imagen de la compañía por nombrar algunos de los considerados más interesantes.

- **O5: Conocer aquellos aspectos relacionados con la metodología propiamente dicha y el proceso de realización de los estudios.**

Finalmente se busca conocer las experiencias de las empresas durante la elaboración de los estudios para poder identificar las principales características del proceso: necesidades de formación y de financiación, principales dificultades, necesidad de contratación de consultorías externas, software utilizado, uso de metodologías normalizadas etc.

### **1.3. REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA**

Es parte indispensable de cualquier tesis doctoral realizar un análisis previo de la literatura sobre el tema de estudio de cara a contextualizar la propia tesis y establecer un punto de partida con base sólida sobre la cual ir después desarrollando todo el

estudio. El conocimiento de la situación actual del ACV así como la comprensión de su evolución, además de ayudar en la mencionada contextualización facilita también la formulación de las hipótesis.

### 1.3.1. Características generales

La bibliografía en relación a la metodología del ACV es realmente extensa, sin embargo no ocurre lo mismo con la que se refiere específicamente a la aplicación práctica del ACV por parte de las empresas (Frankl and Rubik, 2000), Estas son algunas de las características principales de la literatura encontrada:

- Aunque existen libros publicados, en su mayoría se trata de guías metodológicas que sirven de ayuda para la realización de los estudios.
- Predominan los artículos publicados en revistas científicas internacionales, principalmente en *The International Journal of LCA*, *Journal of Cleaner Production* y *Journal of industrial Ecology*.
- También son importantes los trabajos encargados por instituciones públicas y privadas, asociaciones sectoriales, centros de investigación o tecnológicos etc. Entre estos resultan especialmente interesantes aquellos cuya finalidad es la de aportar información para el diseño e implementación de políticas públicas en materia de sostenibilidad.
- Al prestar atención a la afiliación de los autores es notorio el escaso número de ellos que pertenece al mundo de la empresa, una gran mayoría pertenece al mundo académico o a instituciones como las citadas en el punto anterior.
- Por lo general, los trabajos que analizan el uso del ACV por parte de las empresas han considerado como colectivo de estudio a las empresas pertenecientes a algún sector concreto, a algún país o zona geográfica concreta (existen algunos a nivel mundial), o al conjunto de las grandes multinacionales o un subgrupo de este.

- Pocos trabajos han centrado su atención exclusivamente en las pymes, que dada la estructura económica de la CAPV, formada mayoritariamente por este tipo de empresas, sería lo más interesante para esta Tesis.

### 1.3.2. Clasificación

Los trabajos que recogen estudios sobre el ACV se pueden agrupar en cuatro grandes grupos:

- **1er grupo:** Este es el grupo que desde el punto de vista de la presente Tesis resulta más interesante y que se analizará con mayor detalle en el apartado siguiente. Se trata de aquellos trabajos que analizan las experiencias de las empresas con la metodología del ACV y lo hacen además desde un punto de vista empírico entre los que cabe también hacer una segunda clasificación:
  - Aquellos trabajos que analizan el uso del ACV por empresas pertenecientes a un ámbito geográfico concreto. (Suecia, Dinamarca, Japón USA, UE...)
  - Aquellos que analizan empresas de un mismo sector. (Electrónico, forestal...)
  - Trabajos que analizan grupos de empresas creados en base a otros criterios definidos de antemano por los autores en función de sus objetivos (tamaño, mercado etc.)
- **2º grupo:** Aquellos estudios que han analizado el ACV en un contexto determinado: las políticas de gestión de residuos, el ecodiseño, la producción agrícola, la innovación etc. En su mayoría, se trata de estudios de los llamados *de Revisión* ya que analizan aquellos estudios publicados sobre el tema tratando de extraer conclusiones de todos ellos.
- **3º grupo:** Trabajos que tratan sobre aspectos concretos de la metodología propiamente dicha. Entre estos se encuentran por ejemplo, aquellos que han estudiado, el tratamiento de la incertidumbre, el uso de los programas informáticos o la utilidad del ACV en el ámbito de la comunicación de la información

medioambiental que realizan las empresas entre otros. Igualmente predominan las revisiones de estudios aunque en algún caso, tal y como ocurría también en el caso anterior, algunos estudios han acudido además directamente a las empresas para preguntarles sobre el tema en cuestión.

- **4º grupo:** Otro grupo relativamente numeroso de trabajos aborda también la aplicación del ACV por parte de las empresas pero lo hace a través del Estudio de Caso. En su mayoría estos trabajos analizan uno o dos casos únicamente y no tratan específicamente de extraer conclusiones genéricas para el sector o la zona geográfica de las empresas en cuestión.

Es justo señalar que la división aquí propuesta presenta unas fronteras muy permeables y que muchos de los trabajos analizados podrían englobarse en diferentes grupos e incluso en varios al mismo tiempo.

En la Tabla 1.1 se detallan los trabajos considerados más relevantes para esta Tesis presentados en orden alfabético.

**Tabla 1.1 Trabajos de carácter principalmente empírico sobre el ACV y su aplicación**

Referencia	Título	Población Objeto de Estudio	Ámbito geográfico	Fuente y/o método	Tamaño de muestra	Temática
Ansems et al., 2005	Making Life cycle Information and interpretative tools available	Pymes, distribuidoras y asociaciones de consumidores	UE y Suiza	Información publicada, y entrevistas	n/a	Conocimiento sobre el ACV
Baumann, H., 1996	LCA Use in Swedish Industry	Empresas de la bolsa y aleatoria con más de 10 trabajadores	Suecia, Noruega, Finlandia, Dinamarca y Suiza	Cuestionarios	> 1.000	Uso del ACV
Baumann, H., 2000	introduction and organisation of LCA activities in Industry	Empresas del sector Químico y electrónico	Suecia	Estudio de casos	2	Uso del ACV
Berkhout and Howes, 1997	The adoption of life-cycle approaches by industry: patterns and impacts	Varios sectores industriales	Europa	Entrevistas	90	Uso del ACV
Broberg and Christensen, 1999	LCA Experiences in Danish Industry	Empresas industriales	Dinamarca	Cuestionario	26	Uso del ACV

Cooper and Fava, 1999	Teaching LCA at universities in North America	Profesores de ACV	EE.UU y Canadá	Cuestionario	22	Formación en ACV
Cooper and Fava, 2006	Life Cycle Assessment Practitioner Survey	Usuarios de ACV	EE.UU, Canadá, México, Brasil, India y Europa	Cuestionario on line	65	Uso del ACV
Del Borghi et al., 2009	A survey o life cycle approaches in waste management	Sistemas y políticas de tratamiento de RSU	EE.UU y Europa	Revisión bibliográfica	n/a	El ACV en las políticas de Tratamiento de RSU
Franckl and Rubik, 1999	LCA in business an overview on drivers applications, issues and future perspectives	Empresas	Alemania, Italia, Suecia y Suiza	Cuestionario	382	Uso del ACV
Fujii, H. and Kimbara, T., 2012	Environmental Management Mechanisms in U.S. and Japanese Manufacturing Firms	Empresas manufactureras	EE.UU y Japón	Cuestionario	318 en Japón y 67 en EEUU	Desempeño ambiental
Green Research, 2011	LCA a Guide for Sustanibility and Strategy Executives	Grandes multinacionales	EE.UU, Europa y Japón	Entrevistas	33	El ACV como herramienta estratégica
Grotz and Scholl, 1996	Application of LCA in German Industry	Sectores Industriales	Alemania	Cuestionario	77	Uso del ACV
Hanssen, O.J., 1999	Status of LCA Activities in the Nordic Region	Empresas, gobiernos, instituciones y centros de investigación	Noruega, Suecia, Dinamarca y Finlandia	Cuestionario	32	Uso del ACV
Hayashiet al., 2005	Life cycle assessment of agricultural production systems:current issues and future perspectives	Estudios de ACV sobre agricultura	Europa	Análisis de estudios publicados	20	El ACV en la producción agrícola
Hofstetter and Mettier, 2003	What Users Want and May Need. Insights from a Survey of Users of a Life-Cycle Tool	Usuarios del software BEES. Constructoras	EE.UU principalmente	Cuestionario on line	566	Uso del ACV y Software
Huang and Hunkeler, 1995	Using life-cycle assessments in large corporations: A survey of current practices	Empresas de la lista Fortune 500	EE.UU	Cuestionario	56	Uso del ACV
Hunkeler and Huang , 1996	LCA in Japan: A survey of current Practices and Legislative Trends and Comparison to the United States	Empresas y agencias medio ambientales	Japón	Encuesta informal, no sistemática, entrevistas y estudio de casos	nº de encuestados desconocido y 32 estudios de casos	Comparativa Japón vs EE.UU en uso del ACV y legislación
Hunkeler and Vanakari, 2000	Ecodesign and LCA. Survey of current uses of Environmental Attributes in Product and process Development	Empresas industriales y de construcción y diseñadores	Europa, EE.UU, Canadá y Japón	Cuestionario	27	Uso del ACV en el diseño

Jönbrink et al., 2000	LCA Software Survey	Proveedores de Software de ACV	Mundial	Cuestionario on line	22	Aplicabilidad y disponibilidad de datos
Kuhrke et al., 2006	LCA and EcoDesign in the German Electronics Industries	Empresas de electrónica	Alemania y Mundial	Cuestionario online y entrevistas.	18	Ecodiseño
Lewandowska, et al., 2011	Environmental life cycle assessment as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS) part 2: case studies	Empresas con ISO 14001 y/o EMAS	Polonia, Alemania y Suecia	Caso de estudios	36	Uso del ACV en el marco de los SGMA
Lewandowska, et al., 2013a	LCA as an element in environmental management systems. Comparison of conditions in selected organisations in Poland, Sweden and Germany. Part 2: Results of survey research	Empresas con ISO 14001 y/o EMAS	Polonia, Alemania y Suecia	Cuestionario caso de estudios	85	Uso del ACV en el marco de los SGMA
Lewandowska, et al. 2013b	LCA as an element in environmental management systems. Comparison of conditions in selected organisations in Poland, Sweden and Germany Part 1: Background and initial assumptions	Empresas con ISO 14001 y/o EMAS	Polonia, Alemania y Suecia	Cuestionario	85	Uso del ACV en el marco de los SGMA
Menke et al., 1996	Evaluation of Life Cycle Assessment Tools	Software de ACV	Mundial	Análisis de características	37	Software para ACV
Molina-Murillo and Smith, 1996	Exploring the use and impact of LCA-based information in corporate communications	Estudiantes de ingeniería y arquitectura	USA	Se les mostró etiquetas informativas y se les pasó un cuestionario	4.354	Comunicación Corporativa medio ambiental
Nygren and Antikainen, 2010	Use of life cycle assessment in global companies. Reports of the Finnish Environment Institute.	Multinacionales de varios sectores industriales	Alemania, Canadá, Japón EE.UU, Suecia, Reino Unido, Finlandia y Dinamarca	Análisis de la Información ambiental publicada	20	Razones para el uso y principales obstáculos
Olsen, S.L., 1999	Survey on the use of LCA in European Chemical Industry.	Empresas químicas	Europa	Cuestionario	23	Uso del ACV
Pujari et al. 2004	Organizational antecedents of environmental responsiveness in industrial new product development	Empresas industriales	Gran Bretaña	Cuestionario	82	Responsabilidad ambiental en el desarrollo de nuevos productos



Rex and Baumann, 2004	Expanding the green practice of LCA. The first decade of LCA activity in Swedish forest products industry	Empresas de la Industria forestal	Suecia	Estudio de casos	2	Uso del ACV
Ross et al. 2002	How LCA studies Deal with Uncertainty	Estudios de ACV	Mundial	Análisis de estudios publicados	30	Manejo de la Incertidumbre
Sullivan and Ehrenfeld, 1992	Reducing Life Cycle environmental impacts: An Industry survey of emerging tools and programs	Grandes compañías	EE.UU	Cuestionario	26	El ACV y otras herramientas de gestión ambiental
Tukker and Eder, 2000	Ecodesign: European State of the art. Part II Specific studies	Empresas de la lista Fortune 500 y países de la UE	UE	Cuestionario	28 Empresas y 15 Países	Ecodiseño: motivos y metodologías
Tukker et al., 2000	Ecodesign: European State of the art. Part I Comparative analysis and conclusions	Países de la UE	UE	Análisis cualitativo con expertos	15 Países	Ecodiseño Comparación de países
Verschoor and Reijnders, 1999	The use of LCA by 7 major companies	Multinacionales	Europa y EE.UU	Estudio de casos	7	Uso del ACV
Vigon and Jensen, 1997	Life cycle assessment: data quality and databases practitioner survey	Usuarios de ACV: Organismos Públicos, empresas universidad, ONGs.	Europa y USA	Cuestionario	30	Calidad de los datos y las bases de datos
Villanueva et al., 2004	Review of existing LCA studies on the recycling and disposal of paper and cardboard	Estudios sobre reciclaje de papel y cartón	EE.UU y Europa	Análisis de estudios publicados	9	Reciclaje y retirada de papel y cartón

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.3. Características y conclusiones de los estudios considerados

Se analizarán por una parte las características propias de dichos estudios, y por otra, las conclusiones alcanzadas por los mismos. Esta primera tarea se ha realizado desde tres puntos de vista:

- En primer lugar se analizan aquellos trabajos con mayor afinidad con esta Tesis, es decir, aquellos trabajos que abordan desde un punto de vista empírico la utilización del ACV por parte de las empresas.

- Se analizan seguidamente trabajos que analizan otros aspectos del ACV ligeramente diferentes pero que resultan interesantes por la cercanía del ámbito geográfico analizado. Se trata de trabajos circunscritos a la propia CAPV o a España y que abordan temas de ecodiseño, políticas públicas etc.
- Por último, se ha considerado importante incluir también al final de este apartado el análisis de algunos trabajos que abordan el futuro de la metodología.

#### **1.3.3.1. Trabajos sobre la aplicación del ACV por parte de las empresas**

En enero de 1995 investigadores del *Vanderbilt University's US-Japan Center for Technology Management* enviaron una encuesta por correo a 175 ejecutivos de las empresas de la lista Fortune 500 de la que obtuvieron 56 respuestas. Estos son los principales resultados de dicho estudio (Huang and Hunkeler, 1995):

- Más de la mitad de los encuestados afirmó haber desarrollado o implementado (total o parcialmente) estudios de ACV en sus empresas para la evaluación ambiental de sus productos, procesos o servicios.
- Los estudios se centraban en la fabricación, el uso, y la eliminación del producto mientras que eran pocas las empresas que consideraban la adquisición de materias primas y el transporte.
- Para el 57% de los encuestados los principales motivos para sus esfuerzos en materia medioambiental son el mercado y el coste.
- En cuanto a los tipos de impacto más preocupantes, se señalaron por este orden los contaminantes atmosféricos, los acuáticos y los residuos sólidos.
- En cuanto a las prioridades ambientales, la salud humana se valoraba por encima de la salud ecológica, los recursos y el bienestar social.
- Los problemas relacionados con los datos y su calidad y fiabilidad fueron los principales inconvenientes apuntados.

- otros obstáculos incluían el coste, la dificultad para definir los límites, y la resistencia para iniciar las actividades de ACV dentro de la empresa.
- Más del 40% de las empresas afirmaron utilizar el *Life Cycle Costing (LCC)*.

(Berkhout and Howes, 1997) abordaron poco después las diferentes motivaciones para llevar a cabo este tipo de estudios, así como los diferentes enfoques empleados por las empresas Europeas pertenecientes a los siguientes sectores industriales: aluminio, químico, plásticos, materiales de construcción, productos personales de aseo, electrónica y automoción. Para llevarlo a cabo se realizaron entrevistas en profundidad con directivos de 90 empresas entre los años 1995 y 1996. Las principales conclusiones a la que llegó el estudio son:

- La legislación y la presión del mercado fueron los dos principales motivos señalados por las empresas para realizar este tipo de estudios. Los entrevistados señalaron asimismo un incremento en la exigencia por parte de las organizaciones ambientalistas, consumidores, reguladores y clientes industriales para un mejor desempeño ambiental de sus productos y procesos así como para una mayor transparencia en ese sentido.
- La preocupación creciente por los problemas globales como la destrucción de la capa de ozono etc. provocó que el ACV pasase a ser aplicado también a productos ordinarios fabricados en masa.
- Los problemas de la gestión de residuos provocaron que numerosos países de Europa incluyeran el ACV dentro de sus políticas públicas
- El estudio constató un incremento en la demanda de información por parte de los consumidores y sus organizaciones.
- Necesidad por parte de las empresas de herramientas que les facilitasen la toma de decisiones respecto al desempeño ambiental de productos y procesos.
- Según los entrevistados, los resultados se enfocan al exterior cuando la empresa se sitúa en estrategias defensivas o de ataque, mientras que eran más confidenciales si se utilizaban como soporte al proceso de toma de decisiones.

- Los estudios sectoriales lógicamente eran colaborativos, a gran escala, estandarizados y enfocados al exterior. Al contrario, los estudios realizados de manera individual son a menor escala, menos estandarizados y más confidenciales. Los estudios colaborativos presentaban un coste de entre medio y un millón de Euros y una duración de varios años, los individuales, más sencillos entre 20.000 y 30.000 Euros y una duración de entre 4 y 6 meses.
- El acceso a los datos se señaló como el principal factor de coste llegando la recolección de datos y su validación a suponer entre el 70% y el 80% del coste total del estudio.

En 1999 los autores Frankl y Rubik publicaron en su trabajo titulado *LCA in business an overview on drivers applications, issues and future perspectives* los resultados de una encuesta que realizaron a finales de los noventa a 382 empresas de Alemania, Italia, Suecia y Suiza, donde abordaban las experiencias de dichas empresas con el ACV y alcanzaban las siguientes conclusiones (1999):

- Existían grandes diferencias entre países debido al diferente grado de sensibilización ambiental de cada nación: Alemania era líder en la elaboración de estudios de ACV seguido por Suecia, Suiza e Italia. Sin embargo, cuando se tenían en cuenta los estudios de ACV realizados por unidad del PIB de cada país, Suecia se destacaba, seguida por Suiza, Italia y Alemania.
- El pensamiento de ciclo de vida era un enfoque que empezaba a tener interés entre las empresas aunque la realización de estudios ACV no era muy común.
- La mayoría de las compañías que formaron parte del estudio eran optimistas acerca del futuro del ACV.
- En opinión de los encuestados, los beneficios de los estudios de ACV son apreciables a largo plazo.
- Aunque existían diferencias entre los diferentes países en cuanto a las motivaciones y objetivos de los estudios el resultado global por orden de importancia de es el siguiente: la identificación de cuellos de botella, la información y formación de

consumidores y otros grupos de interés, la comparación entre productos propios y productos de la competencia y especificaciones de compras, la I+D+i y los cambios radicales en el ciclo de vida del producto.

- De cara al futuro los encuestados señalaron los esquemas de certificación ambiental, las eco auditorías, los códigos de buenas prácticas sectoriales y los sistemas de recuperación de producto y embalaje como las principales aplicaciones, mientras que la contratación pública y los programas de I+D+i, aunque se mencionaban, aparecían en los últimos lugares.

Cooper y Fava realizaron en el marco de su estudio *Life Cycle Assessment Practitioner Survey* una encuesta en 2005 con la intención de conocer mejor las actividades de los profesionales del mundo del ACV (Cooper and Fava, 2006). Esta encuesta era continuación de otra anterior que los mismos autores habían realizado en 1999 sobre la enseñanza de la metodología del ACV en los EE.UU (Cooper and Fava, 1999). En la misma tomaron parte sesenta y cinco profesionales del ACV de diferentes sectores de Canadá, EE.UU, Europa, Brasil, China, India, Japón y México, dando lugar a las siguientes conclusiones:

- Cerca del 80% de los encuestados afirmaba utilizar algunas de las metodologías reconocidas internacionalmente como la Norma ISO 14040 el *Streamlined LCA*, o el *Economic Input Output Based Life Cycle Assessment*.
- El ACV era visto como una buena herramienta para la cuantificación de las cargas ambientales y para evaluar diferentes alternativas de procesos y productos.
- Los encuestados consideraban que el ACV aporta información valiosa de cara al diseño de productos y para informar a los clientes. Información que es más apreciada en los casos de *business to business* que por el consumidor final.
- Para la mayoría de los encuestados la recogida de datos en la fase de inventario de impactos resultó ser la fase más costosa en recursos y tiempo.
- Los encuestados confiaban plenamente en los diferentes softwares disponibles para llevar a cabo sus estudios.

- Entre las barreras, las más señaladas fueron la complejidad de la metodología y la dificultad para apreciar los beneficios que proporciona el ACV frente al importante esfuerzo y coste que supone.

(Green Research, 2011) es uno de los trabajos que presenta las conclusiones más interesantes desde el punto de vista de la presente Tesis, dado que aborda un número considerable de cuestiones similares. Al analizar la situación general del ACV, los autores constataron un incremento en el interés por la metodología y un acercamiento a la misma de empresas de menor tamaño que el de las que habitualmente realizaban este tipo de estudios. En cuanto a los sectores más activos señalaban por este orden la industria manufacturera, el sector primario (salvo minería), los gestores de residuos, las denominadas *utilities* (electricidad, gas y agua) y la construcción. Por su parte una serie de entrevistas con directivos de 24 compañías usuarias del ACV dio como resultado las siguientes conclusiones:

- Los entrevistados señalaron como principales beneficios del ACV la ayuda para fabricar mejores productos y responder a los requerimientos de los clientes, el aporte de una herramienta científica a la sostenibilidad y la mejora de la imagen de la marca. La mejora de las magnitudes de rentabilidad fue escasamente valorada así como la ayuda al cumplimiento de la legislación.
- En sentido contrario los obstáculos considerados más importantes fueron: el desconocimiento de los gerentes de los beneficios que aporta el ACV, el excesivo tiempo necesario para su realización, la falta de experiencia en el mercado y de exigencias legales de aplicación, su elevado coste y la dificultad de la propia metodología.
- Los estudios exploratorios aparecieron como los más frecuentes seguidos por los estudios completos sometidos a revisión por pares y los estudios completos pero de carácter interno.
- Respecto a los motivos para utilizar el ACV se señalaron los siguientes: La posibilidad de avanzar en iniciativas de sostenibilidad más ambiciosas, las crecientes

expectativas de transparencia, la obtención de ecoetiquetas y la intención de mantenerse a la vanguardia de las regulaciones ambientales.

- El abaratamiento de las herramientas y la mejora de la calidad de los datos habría influido también positivamente a la hora de decidir llevar a cabo estos estudios.
- El Departamento de Sostenibilidad se citó como responsable de coordinar los estudios de ACV en casi la mitad de los casos mientras que el Departamento de I+D+i únicamente en un 16% de los mismos.
- Respecto al futuro, la gran mayoría de los entrevistados manifestó la intención de llevar a cabo por lo menos un estudio de ACV en el año siguiente.

Lewandowska et al. analizaron la utilidad del ACV en el marco de los Sistemas de Gestión Ambiental (SGMA) de las empresas de Polonia, Alemania y Suecia (2013a). Las empresas objeto de estudio debían contar con un SGMA certificado bajo la norma ISO 14001 o estar asociadas al EMAS, hecho que le confiere un interés especial debido a que este es uno de los criterios utilizados también para la elección de la población del estudio empírico de la presente Tesis. Aunque la tasa de respuestas fue baja considerando el tamaño del colectivo (de un colectivo de algo más de 13.600 empresas se envió el cuestionario al 10% de ellas y se obtuvieron 85 respuestas válidas), éstas son algunas de las conclusiones del estudio consideradas más interesantes:

- La mayoría de empresas contaba con más de 50 empleados.
- Mientras que las empresas polacas llevaban trabajando bajo un sistema de gestión ambiental certificado entre 3 y 6 años, las suecas y alemanas llevaban entre 6 y 9.
- Como puntos fuertes del ACV se apuntaron la posibilidad de determinar los impactos de una manera científica y comúnmente aceptada y la fiabilidad de sus resultados precisamente por su carácter científico.
- Por su parte, los principales puntos débiles señalados por los encuestados fueron su complicación y su elevado coste tanto en tiempo como en dinero.

### 1.3.3.2. El ACV en el entorno de la CAPV

En cuanto a la CAPV, ámbito de actuación de la presente Tesis, lo cierto es que apenas se han encontrado trabajos relevantes en relación al ACV. La Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, perteneciente al Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, ha publicado en los últimos años numerosos trabajos relacionados principalmente con el Ecodiseño, como manuales de aplicación, guías metodológicas y recopilaciones de casos exitosos. En cuanto a trabajos estrictamente dedicados al ACV hay que reconocer que a pesar de que la propia Ihobe proporciona documentación e incluso soporte informático para la elaboración de dichos estudios, no se han encontrado publicaciones importantes.

A nivel nacional (Basañez et al., 2014) realizaron un análisis cuantitativo de los trabajos publicados entre los años 1993 y 2013 en las 4 principales revistas internacionales en la materia, donde comparaban la situación española en cuanto a publicaciones científicas sobre ACV con la situación a nivel internacional. El estudio identificó un total de 2.030 artículos publicados de los cuales 142 contaban con al menos un investigador español entre sus autores. El número total de autores españoles (diferentes) en dichos 142 artículos ascendía a 185 de los que únicamente 15 pertenecían al mundo de la empresa. La mayoría, 129, pertenecía a la universidad y el resto, a otras organizaciones públicas y privadas. Por su parte, las temáticas más abordadas por dichos artículos, ordenadas de mayor a menor, son las cuestiones metodológicas, la agricultura, el sector forestal y papelero, el agua y la gestión de residuos, pero nada o casi nada aparece sobre la aplicación del ACV por parte de las empresas más allá de algunos estudios de caso concretos.

En cuanto a las tesis doctorales que han abordado el ACV en España, se han encontrado 56 tesis en la base de datos TESEO a fecha 31 de diciembre de 2005. Sin embargo, ni una sola de ellas aborda la aplicación práctica del ACV por parte de algún grupo de empresas, ya sea éste sectorial, geográfico o que atienda a otro criterio cualquiera. De manera similar a como ocurría con los artículos en revistas científicas



los desarrollos metodológicos, los temas relacionados con la agricultura, pesca y alimentación y la gestión de residuos son los más estudiados, sin embargo las tesis con temáticas relacionadas con la construcción son más frecuentes que los artículos.

Antes de terminar este apartado merece la pena describir brevemente tres trabajos que resultan interesantes para comprender, aunque sea de manera indirecta, la situación del ACV en la CAPV. Los dos primeros son del principio de la década pasada y abordan la situación por aquel entonces de la PPI y del ecodiseño en diferentes países de Europa incluida España. El tercero de ellos es realmente una memoria que recoge las experiencias en ecodiseño de las empresas de la CAPV durante los últimos quince años.

A pesar de no analizar directamente el ACV, dada la importancia que la propia PPI le otorga, el estudio *Integrated Product Policy (IPP) in Europe. A development model and some impressions* (Rubik, and Scholl, 2002) ayuda a comprender el contexto del ACV en España en el año 2002. En el mismo se analiza y compara el nivel de desarrollo alcanzado en la implementación de la PPI por los diferentes países de la UE con las conclusiones siguientes:

- La PPI estaba todavía lejos de su completa implementación en la totalidad de los países analizados.
- España junto a países como Irlanda, Luxemburgo o Portugal se encontraban entre los países más rezagados mientras que Holanda, Dinamarca, Suecia, Finlandia o el Reino Unido se situaban en los puestos delanteros.
- El propio concepto de PPI debía en opinión de los autores clarificarse. A nivel de empresa el concepto no se comprendía lo suficiente y en algunos casos se interpretaba de manera diferente a como lo entienden los legisladores e impulsores de las políticas públicas.
- La PPI debía orientarse hacia la innovación y permitir la transformación del mercado, de manera que los productos ambientalmente respetuosos pasaran de ser la excepción a producirse en masa.

Por su parte otro estudio ligeramente anterior (Tukker et al., 2000) financiado por la UE y publicado en el año 2000, realizaban una radiografía de la situación del ecodiseño en Europa mediante el análisis de la situación del Ecodiseño en 15 países europeos entre los que se incluía España. A continuación se presentan las conclusiones del mismo al respecto de España:

- El ecodiseño en España era por aquel entonces un tema reciente y era notoria la falta de conocimientos sobre el mismo. Resultaba difícil encontrar empresas que lo practicasen aunque la situación comenzaba a mejorar y se habían celebrado algunas conferencias que demostraban un interés creciente.
- Los autores destacan que no existía ningún apoyo a nivel nacional para el desarrollo metodológico del ecodiseño, de hecho su situación estaba por entonces más bien influenciada por las actividades de los 17 diferentes gobiernos autonómicos. Habían surgido algunas políticas en Cataluña principalmente y en menor medida en el País Vasco. Estas políticas habrían impulsado trabajos metodológicos centrados inicialmente en el ACV y que se estarían trasladando gradualmente hacia el ecodiseño.
  - En Cataluña el ACV parecía haber sido estimulado por los requisitos de Contratación Pública Verde y el Sistema de Etiquetado Ecológico del Gobierno Catalán.
  - En la CAPV las actividades eran más recientes, además de los desarrollos metodológicos mencionados, algunas instituciones públicas de investigación comenzaban a explorar el diseño ecológico en sectores concretos como la electrónica, o la automoción.
- En cuanto a la enseñanza del ecodiseño a nivel universitario, únicamente dos universidades, ambas catalanas, incluían el mismo dentro de su currículo.
- Parecía existir un mayor interés por parte de los investigadores por el ACV que por el propio ecodiseño.

Si el trabajo anterior presentaba una radiografía de la situación del ecodiseño en España en el año 2000, lhobe publicó en 2015 un trabajo titulado *Ecodesign made in Euskadi. 15 años de innovación ambiental de producto* (lhobe 2014c) donde se recogen principalmente las experiencias en este campo de 156 empresas de la CAPV en el periodo 2000-2015. Este trabajo describe también algunas de las iniciativas llevadas a cabo por las instituciones vascas en favor del Ecodiseño y aporta algunos datos cuantitativos de carácter general como los que se presentan a continuación:

- En 2013 más de un centenar de empresas poseía el certificado según la Norma de Gestión de Ecodiseño ISO 14006 en la CAPV, un 47% de todas las empresas certificadas en España. (Le seguían Cataluña con un 17%, Navarra con un 11% y Madrid con un 9%).
- Por su parte la CAPV contaba en 2013 con el 6% de todas las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) de Europa y el 65% de las españolas, al mismo nivel que Suiza. (Italia con un 43% y Suecia con un 23% eran por aquel entonces los países más activos en este ámbito).

Finalmente el trabajo muestra también los resultados de una encuesta llevada a cabo en 2013 entre 29 empresas usuarias del Ecodiseño y que se citan a continuación:

- Los sectores más activos en Ecodiseño eran por este orden el sector eléctrico y electrónico 41,4%, mobiliario y equipamiento urbano 13,8%, y con un 10,34% cada uno, materiales de construcción, maquinaria y bienes de equipo y el transporte.
- Motivos esgrimidos por las empresas para el uso del Ecodiseño: conciencia de la Dirección 27,7%, para cumplir con la legislación vigente o futura 21,1%, por la presión de los competidores 14,5%, acceso a nuevos mercados 12,6%, para ahorrar costes 7,8%, obtención de certificados 7,2% y por exigencia de los clientes 4,2%.
- En cuanto a los beneficios obtenidos gracias a su uso el 42,7% señalaba la mejora de la imagen, un 26% el incremento de la cuota de mercado, un 24% el incremento del beneficio económico y el 22% el acceso a nuevos mercados. Algo más rezagados

estarían con el 18,5% la mejora de la relación con los clientes y la capacidad para desarrollar productos con el 11,1%.

- Respecto a las mejoras ambientales la reducción de las materias primas con el 15,6% se sitúa en primer lugar seguida de la reducción del consumo de energía en la fase de uso 13,9% y la reducción de embalajes 8,2%.

### 1.3.3.3. El futuro del ACV

Por último y por terminar de contextualizar la investigación se exponen las conclusiones de algunos trabajos recientes que han tratado de anticipar el camino que probablemente recorrerá la metodología del ACV en los próximos años. Estos trabajos abordan diferentes aspectos de la metodología como el enfoque, la normalización, o sus retos y ayudan a comprender la posible evolución del ACV a medio plazo.

El trabajo *From the 40s to the 70s- the future of LCA in the ISO 14000 family* (Finkbeiner, 2013) publicado en 2013 hace un resumen de la evolución sufrida por la normativa del ACV y anticipa las nuevas normas o los aspectos necesarios a renovar que serán precisos en el futuro y sobre los que en algunos casos ya se está empezando a trabajar.

- Será necesaria nueva normativa sobre partes específicas del ACV como la revisión crítica o el ACV en las organizaciones.
- Lo mismo ocurrirá con la normativa sobre versiones simplificadas del ACV como el cálculo de la huella de carbono, etc.
- Se expandirá el ámbito del ACV hacia otras dimensiones de la sostenibilidad como el coste, *Life Cycle Costing (LCC)*, o los aspectos sociales, *Social Life Cycle Assessment, (SLCA)*.

(Guinée et al., 2011) por su parte tras analizar el pasado y el presente de la metodología, habían presentado pocos años antes el posible escenario futuro de la misma. Este futuro pasaría por una evolución de la metodología hacia lo que se

denomina el *Análisis de Ciclo de Vida Sostenible (LCSA)*. El marco del LCSA amplía la base del ACV para cubrir las tres dimensiones de la sostenibilidad, las personas, el planeta y el bienestar. Por otra parte vislumbraron también una ampliación de su ámbito de aplicación pasando de cuestiones predominantemente relacionadas con el producto a cuestiones relacionadas con el sector o incluso relativas al conjunto de la economía. Creían también que con el tiempo se incluirían en los estudios de ACV aspectos que van más allá de los tecnológicos como aquellos relacionados con las limitaciones en los recursos disponibles, las relaciones económicas o el comportamiento de los individuos o grupos de ellos.

Por su parte los autores de *Increasing demands for Life Cycle Assessments in North America* (Fava et al., 2009) alcanzaban las siguientes conclusiones:

- El uso del ACV aumentará en el sector de la construcción pero con un enfoque más global, se analizarán los edificios en su conjunto y no tanto los materiales individualmente.
- Los grandes distribuidores exigirán cada vez más a sus proveedores el cumplimiento de requisitos de ACV.
- El ACV será una herramienta fundamental en la aplicación de protocolos para medir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).
- Por último, a medida que crezca la demanda de estudios de ACV es probable que se manifiesten los siguientes obstáculos: Por una parte, la necesidad, no tanto de crear nuevas bases de datos, como de gestionar el proceso por el cual estos datos se actualizarían, y por otra, la escasa oferta de profesionales cualificados.

#### **1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Como se deduce de los objetivos descritos en el apartado anterior, la naturaleza de la investigación llevada a cabo es fundamentalmente descriptiva, su objetivo no es otro que obtener información relevante sobre el uso del ACV entre las empresas

vascas. El conjunto de hipótesis que a continuación se plantean se debe entender como el vehículo que permite alcanzar dicho objetivo. Su enunciado se ha basado, cuando así ha sido posible, en el análisis de trabajos previos sobre la temática realizado en el apartado 1.3 Revisión de la literatura sobre el ACV.

Para facilitar la comprensión de la tesis en su conjunto, se han agrupado las hipótesis establecidas en función del objetivo al que contribuyen:

**Grupo de hipótesis encaminadas a alcanzar el objetivo O1: Identificar las empresas que utilizan esta metodología y sus características.**

Se trata en definitiva de conocer la tipología, si es que existe, de aquellas empresas que están utilizando el ACV. A este respecto hay que señalar que la propia elección de la población de estudio (ver Capítulo 5 *Planificación y desarrollo del estudio empírico*) limita en parte estos resultados.

- H1: La mayoría de empresas que realizan estudios de ACV son de tamaño grande.
- H2: Existen diferencias sectoriales en cuanto a la intensidad en el uso del ACV o dicho de otro modo, no todos los sectores utilizan el ACV por igual.
- H3: Existen diferencias en cuanto a la organización de la gestión ambiental entre las empresas que utilizan el ACV y las que no lo hacen.

**Grupo de hipótesis encaminadas a alcanzar el objetivo O2: Conocer las motivaciones que empujan a las empresas a utilizar esta metodología y los objetivos perseguidos con los estudios realizados.**

Los resultados de estudios previos nos inclinan a pensar en tres tipos de motivaciones sin que se pueda afirmar claramente cuál de ellos predomina: Las políticas públicas, el mercado y la mejora del desempeño ambiental de procesos y productos de cara a lograr ventajas competitivas.

- H4: Los estudios de ACV se realizan principalmente a los nuevos productos que se pretenden incorporar al catálogo.

- H5: Las motivaciones internas tienen mayor relevancia que las externas en la decisión de llevar a cabo este tipo de estudios.
- H6: El objetivo principal es la mejora del desempeño ambiental de los productos por encima de otros como la comparación de diferentes alternativas, la compra pública o la obtención de ecoetiquetas.

**Grupo de hipótesis encaminadas a alcanzar el objetivo O3: Conocer las conclusiones extraídas de los estudios de ACV llevados a cabo y el uso que hacen las empresas de los resultados.**

- H7: En la mayoría de los casos, los resultados de los estudios son considerados concluyentes.
- H8: Los resultados de los estudios se usan principalmente de manera interna y no tanto involucrando a agentes externos como proveedores, clientes etc.
- H9: Las empresas son en general reacias a publicar los resultados de sus estudios.

**Grupo de hipótesis encaminadas a alcanzar el objetivo O4: Conocer los beneficios obtenidos gracias a la utilización de la metodología.**

Sin duda sería un gran apoyo para la promoción del ACV conocer la experiencia de las empresas con este tipo de estudios siempre que fueran positivas claro está. A este respecto aunque no hay unanimidad entre los diferentes autores, la mejora de la imagen y del desempeño ambiental de los productos parecen primar sobre los beneficios económicos (ver apartado 1.3.3.1).

- H10: La realización de estudios de ACV mejora aquellas magnitudes económicas ligadas a la rentabilidad tales como el ahorro de costes, el aumento de ventas o el aumento de beneficios.
- H11: La realización de estudios de ACV mejora la percepción de la empresa por parte de los clientes y las administraciones públicas.
- H12: Los resultados permiten mejorar el desempeño ambiental de los productos.
- H13: La intención de las empresas que ya utilizan el ACV es continuar haciéndolo.

**Grupo de hipótesis encaminadas a alcanzar el objetivo O5: Conocer aquellos aspectos relacionados con la metodología y el proceso de realización de los estudios.**

Este es el conjunto de hipótesis más extenso ya que se trata de conocer como están llevando a cabo las empresas este tipo de estudios.

- H14: Los estudios realizados son en su mayoría estudios de ACV completos y no tanto estudios simplificados o exploratorios.
- H15: La mayoría de los estudios se han llevado a cabo al amparo de normas internacionales sobre ACV.
- H16: La mayoría de los estudios no considera todas las fases del ciclo de vida.
- H17: La mayoría de empresas no lleva a cabo la Revisión Crítica.
- H18: El departamento responsable de los estudios es en la mayoría de los casos el de Investigación y Desarrollo de Producto por delante del de Medio Ambiente.
- H19: Los principales obstáculos que presentan estos estudios son aquellos relacionados con su coste y la necesidad de recursos en general.
- H20: Las empresas optan en su mayoría por contratar la ayuda de alguna asesoría o consultoría experta para la realización de los estudios.
- H21: Las empresas en su mayoría han obtenido para la realización de los estudios algún tipo de financiación externa.
- H22: Los usuarios de la metodología opinan en su mayoría que las instituciones públicas realizan un esfuerzo importante para promover su uso entre las empresas.
- H23: Los usuarios de la metodología opinan en su mayoría que el uso del ACV se generalizará en un futuro cercano.

### **1.5. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS.**

El objetivo genérico de este trabajo de investigación es obtener información relevante sobre el uso del ACV en las empresas vascas, es decir, se trata de lo que se conoce como *estudio de un fenómeno en una determinada población*. Su carácter



cuantitativo (el trabajo empírico se ha realizado mediante encuestas) y los objetivos perseguidos ya descritos, le confieren sin duda una naturaleza fundamentalmente descriptiva (Forza, 2002; Sekaran, 2003). Sin embargo no es menos cierto que dado que se parte de un conjunto de hipótesis que se desean contrastar adquiere también un cierto carácter explicativo (Babbie, 2004; Robson, 2002). En todo caso esta investigación pretende también realizar aportaciones científicas, más allá de la mera confirmación de resultados previos sobre la utilización del ACV (Beckeikh et al., 2006). Por su parte el proceso de investigación (empleado también en varios de los trabajos analizados en el apartado 1.3.3.1), se describe con detalle en el capítulo 5 Planificación y Desarrollo del Trabajo Empírico.

En cuanto a la estructura de la Tesis, una vez identificado el problema a estudiar y planteados los objetivos de la tesis (apartados 1.1 y 1.2 respectivamente), la primera tarea ha consistido en una profunda revisión bibliográfica sobre el tema elegido (apartado 1.3), con el objetivo de contextualizar el problema. Seguidamente, en el apartado 1.4 se han establecido las hipótesis que permitirán alcanzar los objetivos perseguidos. Aunque no todas las tesis exigen el establecimiento de hipótesis, en este caso se ha optado por utilizarlas. Su enunciado se ha basado principalmente en la información recogida precisamente en el estado del arte aunque es justo reconocer que en algunos casos estas hipótesis han sufrido variaciones a medida que se desarrollaban las siguientes etapas.

El marco teórico, realizado mediante la búsqueda y posterior análisis de referencias bibliográficas, se ha separado en dos grandes bloques: El capítulo 2, de carácter más general, está dedicado a la gestión ambiental mientras que en el capítulo 3 se realiza un pormenorizado análisis de la metodología del ACV.

En el capítulo 4 por su parte se realiza una breve descripción de las principales iniciativas llevadas a cabo por las instituciones públicas de cara a fomentar el uso del ACV entre las empresas de la CAPV.

El cuerpo central de la tesis lo constituye sin duda el trabajo empírico realizado cuyas características metodológicas se detallan como ya se ha dicho en el capítulo 5. Únicamente se añadirá en este punto que una vez decidida la población de empresas a estudiar se envió por correo electrónico a los responsables de la gestión ambiental de dichas empresas un cuestionario confeccionado de manera que posibilitase el contraste de las hipótesis planteadas.

En el capítulo 6 se exponen los resultados obtenidos del tratamiento estadístico realizado con los datos extraídos de las encuestas recibidas. Y finalmente, en el capítulo 7 se han contrastado las hipótesis planteadas como paso previo al desarrollo de las conclusiones. En este mismo capítulo se han expuesto también las limitaciones que presenta la investigación y se han propuesto algunas líneas de investigación futuras.



---

## **2. LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA**

---



## **2.1. CONCEPTO**

En las últimas décadas la preocupación por los problemas medioambientales ha crecido significativamente entre consumidores, empresas, administraciones públicas y en todos los ámbitos de la sociedad en general. El actual modelo de crecimiento económico consume grandes cantidades de recursos naturales que la naturaleza es incapaz de renovar por sí misma, y genera, a su vez, una cantidad creciente de residuos que difícilmente se pueden absorber (Heras et al., 2008).

Por todo ello, un cambio de modelo, o como mínimo un cambio de ciertas actitudes y actuaciones, ha sido defendido por muchos autores que han realizado propuestas de remodelación del actual sistema productivo de cara a garantizar la disponibilidad de los recursos naturales adecuados en el futuro (Costanza et al. 2013, Worldwatch Institute, 2008; 20012; Felber, 2012; Renner, 2012; Navarro et al., 2011). De este modo se han ido acuñando términos como *Economía Verde*, *Economía del Bien Común*, *Economía Solidaria*, *Economía de la Plenitud*, *Economía Ecológica* o *Economía Sostenible* que coinciden entre otras cosas, en la necesidad de proteger el medio ambiente (Vilches et al., 2014).

En la construcción de ese nuevo escenario la empresa es un actor fundamental dado que es el principal consumidor de los recursos del medio ambiente, al mismo tiempo que una de las principales fuentes de contaminación y generación de residuos, ya sea directamente, a partir de sus procesos productivos, o indirectamente a través de sus productos. Esta preocupación social e institucional por el deterioro del medio ambiente se ha traducido en presión hacia las empresas para que incorporen un comportamiento más respetuoso con el entorno natural (Heras et al., 2008). Dicho de otro modo, se pide a las empresas que diseñen sus objetivos atendiendo a criterios sociales y ecológicos como complemento a los estrictamente económicos. Surge así entre las empresas la necesidad de gestionar aquellos aspectos relacionados con el medio ambiente de igual forma que lo hacen con los recursos humanos, los medios de producción, la tesorería etc.

Ahora bien ¿qué se entiende por *Gestión Medio ambiental*? Como es fácil de imaginar existen múltiples definiciones, sin embargo merece la pena antes de seguir avanzando definir el concepto *Medio Ambiente* ya que también para él existe una gran variedad de definiciones en función del punto de vista adoptado.

Para los propósitos de la presente Tesis, el punto de vista más idóneo es sin duda el empresarial, por lo que se propone la definición que ofrece la propia *norma ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos que define el medioambiente* como

(...) el entorno en el cual una organización opera, incluyendo el aire, el agua, la tierra, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones (ISO, 2015).

Sobre esta base, y puesto que no es el objetivo de esta Tesis hacer un análisis exhaustivo de este aspecto en concreto, se propone en este punto una sencilla definición para la *Gestión Ambiental* que se pretende sirva con la suficiente claridad para los objetivos de esta investigación:

La Gestión Medio Ambiental es el conjunto de actividades de gestión encaminadas a controlar el impacto sobre el medioambiente que se derivan de las actividades, productos o servicios de una organización (Puga, 2004).

Este conjunto de actividades mencionado recoge prácticas medioambientales tan diversas como la mejora de la gestión y el control de los procesos de fabricación, la gestión de residuos, el control ambiental de los residuos o productos finales, el ecodiseño, la mejora de la tecnología de producción disponible, el ecoetiquetado, las tecnologías limpias, la difusión de las prácticas ambientales o la mejora de la sensibilización (Heras et al., 2008).

## **2.2. EVOLUCIÓN DE LA PREOCUPACIÓN POR EL MEDIOAMBIENTE**

Ahora bien, otra pregunta que cabe hacerse es si ha existido desde siempre esta preocupación que hoy en día hace imprescindible la gestión ambiental. La respuesta es que a lo largo de la historia han existido diferentes periodos al respecto fruto de los

cambios en los métodos de producción y el incremento de la población mundial. Simplificando se pueden distinguir las siguientes cuatro etapas: (Claver et al., 2004):

- **Hasta la Revolución Industrial (-1760):** Hasta la llegada de la revolución industrial a mediados de siglo XVIII, la preocupación por el medioambiente era prácticamente inexistente debido a que los impactos sobre el mismo también eran de poca consideración. La producción hasta entonces era artesanal, local y dirigida a una población mundial que no superaba los 800 millones en 1750 (Claver et al., 2004).
- **Desde la Revolución industrial hasta la Segunda Guerra Mundial (1760-1940):** Con la revolución industrial aparece la producción en serie y con ello el incremento en la generación de residuos y el consumo de recursos. Sin embargo no parecen sentirse sus efectos, por lo que la preocupación medioambiental sigue siendo mínima. Al final de este periodo la población mundial alcanza los 2.500 millones de personas (Claver et al., 2004).
- **Desde la 2ª guerra mundial hasta el Informe Meadows (1940-1972):** Tras la 2ª guerra mundial comienza la reconstrucción europea y sus economías, se da un crecimiento muy elevado de la población (4.000 millones en 1975), el consumo crece exponencialmente y con ello también el consumo de recursos naturales y la generación de residuos (Claver et al., 2004).

Es durante esta etapa cuando tienen lugar los primeros incidentes medioambientales como el ocurrido en Londres en 1952, donde, debido a un crecimiento incontrolado de combustibles fósiles en la industria y en los transportes, se produjo una fuerte polución ambiental que se saldó con 12.000 muertos y cerca de 10.000 enfermos (Berend, 2006). Es en esta época también cuando se termina con la creencia de que los recursos naturales son ilimitados y que el medioambiente se regenera sin problemas (Erickson, 1993). En definitiva se está preparando el caldo de cultivo que posibilitaría el importante cambio que ocurriría en la etapa siguiente.

- **Desde el Informe Meadows 1972 hasta la actualidad (1972-):** La publicación en 1972 del informe *Los límites del crecimiento*, encomendado por el Club de Roma al Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), conocido como *Informe Meadows* (Meadows et al., 1972), marcó el punto de inflexión en la preocupación por el medioambiente (Claver et al., 2004). Este informe postulaba que de mantenerse el ritmo de crecimiento de la época, las fuentes de energía y recursos naturales se agotarían impidiendo el crecimiento indefinido de la población y la producción a escala global.

Ese mismo año se celebró en Estocolmo (Suecia), la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, en cuya declaración, que consta de 19 principios, se establecía la protección del medio ambiente como una cuestión prioritaria de cara a salvaguardar el bienestar de la población y facilitar el desarrollo económico de todo el mundo (Naciones Unidas 1972).

En 1973 la Comunidad Económica Europea (CEE) en línea con estos acontecimientos desarrolló el *Primer programa de acción medioambiental 1973-1976* (al que le seguirían otros programas sucesivos hasta llegar a nuestros días) basado en los siguientes principios (CEE, 1973):

- *Acción correctiva:* Impulsar la inversión en tecnologías que redujeran el impacto al medioambiente derivado de la actividad de las empresas.
- *Acción preventiva:* Promover el uso de tecnologías limpias a lo largo del proceso productivo completo y no sólo al final del mismo.
- Aplicación del principio de *Quien contamina paga:* Se establecieron sanciones e impuestos para las empresas como compensación por los costes del impacto ambiental generado.

En el año 1987 y dentro del conocido como *Informe Bruntland*, desarrollado por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo, aparece por primera vez el concepto *Desarrollo Sostenible* bajo la siguiente definición:



(...) aquel desarrollo que tiene como fin satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin perjudicar la satisfacción de necesidades de las futuras generaciones (Naciones Unidas, 1987).

Este mismo informe afirma que la naturaleza no se puede regenerar ilimitadamente y que es preciso tener en cuenta el medio ambiente en los procesos de toma de decisiones de carácter económico.

Posteriormente en 1992 se celebró en Río de Janeiro (Brasil) la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), más conocida como la *Cumbre de la Tierra de Río*, a la que asistieron representaciones de 172 países. En dicha cumbre se aprobó (además de otros acuerdos sobre Biodiversidad, Bosques y Cambio Climático) el acuerdo denominado *Programa 21* en el que se establecían unas iniciativas para que los gobiernos desarrollasen estrategias nacionales de desarrollo sostenible (Naciones Unidas 1992).

En 1997 tuvo lugar en Kyoto (Japón) la denominada *Cumbre del Clima* que dio lugar al conocido *Protocolo de Kyoto* (enmarcado en el acuerdo sobre cambio climático acordado 5 años antes en la cumbre de la Tierra de Río) donde se establecía el compromiso de reducir la emisión de GEI (Naciones Unidas, 1998).

Aunque la Gestión Ambiental es un concepto más amplio que el concepto de SGMA, lo cierto es que el éxito de estos últimos ha sido tal, que a veces se confunden los términos. Durante la década de los noventa las administraciones e instituciones públicas y privadas pretendieron concienciar sobre el medioambiente a las empresas mediante la publicación de normas nacionales e internacionales que facilitasen la implantación de SGMA. Así, en el año 1992, en el Reino Unido, la institución de normalización británica *British Standards Institution (BSI)* publicó la primera norma sobre sistemas de gestión medioambiental, la norma *BS 7750 Specification for environmental management systems*. Para ello se basó en normas sobre los sistemas de gestión de la calidad ya existentes como la BS 5750 y la familia de normas ISO 9000, cuyas primeras versiones habían sido publicadas en 1979 y

1987 respectivamente (BSI 1992). Esta norma detalla los requisitos para implantar un SGMA y AENOR la utilizó prácticamente por completo para el desarrollo de la norma española *UNE 77801 Sistemas de Gestión Medioambiental en el año 1994* (Aenor, 1994), (Granero y Sánchez, 2007), norma que quedaría anulada posteriormente con la publicación de la ISO 14001:1996 (ISO, 1996).

La UE por su parte promulgó en 1993 el Reglamento (CEE) nº 1836/1993, *Reglamento de Ecogestión y Ecoauditoría* más conocido como el *Reglamento EMAS* (ver apartado 2.4.2), que permitía a las empresas del sector industrial (más adelante se ampliaría a todo tipo de organizaciones) adherirse de manera voluntaria a un sistema comunitario de gestión y auditorías ambientales (UE 1993). Este reglamento es de aplicación desde el 13 de abril de 1995 aunque en España se comenzó a aplicar en enero de 1996.

En este contexto, ante la proliferación de estándares medioambientales en diferentes zonas del mundo y la buena aceptación que habían obtenido las normas ISO sobre sistemas de gestión de la calidad (Fernández, 2005), ISO creó en el año 1991 un grupo de trabajo para desarrollar una norma internacional sobre gestión medioambiental. Este grupo de trabajo derivaría en 1992 en un nuevo comité de ISO, el TC 207, que en 1996 acabaría publicando la *Norma ISO 14001 Sistemas de Gestión Medioambiental: Especificaciones y Directrices* (ISO, 1996), primera norma internacional sobre SGMA (Cascio et al., 1996). Con la aparición de esta norma se anularon una serie de normas nacionales en Reino Unido, Irlanda o España entre otros, al adaptar estos países como propia la nueva norma internacional (Granero y Sánchez, 2007).

Aunque este proceso no culminó en 1996 con la aparición de la ISO 14001, ya que después vendrían las propias revisiones de dicha norma y la aparición de otras como la de ecodiseño etc., que se presentan a continuación, sí que los fundamentos quedaron definidos y por eso se cierra aquí este breve recorrido histórico.

## **2.3. LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL NORMALIZADOS**

### **2.3.1. Concepto y características**

Una vez descrito el contexto en el que surgen los sistemas de gestión ambiental (SGMA), a continuación se profundiza un poco más en este concepto y sus características esenciales.

Una organización puede optar por realizar iniciativas parciales para cumplir las exigencias legales en materia medio ambiental o integrar de manera estable la protección medioambiental en su gestión habitual, o dicho de otro modo, optar por un sistema de gestión ambiental. Aunque existen otras herramientas a disposición de las empresas para tratar de minimizar los impactos ambientales derivados de su actividad, los SGMA han sido ampliamente aceptados por las empresas gracias precisamente a su acción sistemática e integrada en el conjunto de la organización (Muñoa y Soto, 1999).

La norma ISO 14001, propone la siguiente definición para el SGMA:

(...) la parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política medioambiental (ISO, 1996).

Desde un punto de vista menos formal y más empresarial, cuando se habla de un SGMA, se hace referencia a aquellas actividades de gestión que realiza una organización con el fin de controlar los impactos que puedan derivarse de sus actividades, productos o servicios en el medioambiente.

Los elementos principales de un SGMA son los siguientes (Fundación Entorno 1998):

- La política medioambiental que refleja el compromiso de la dirección para la gestión eficiente del medio ambiente.
- El programa medioambiental que recoge las actuaciones previstas por la empresa en materia medioambiental. En él se definen los objetivos, las actividades

necesarias para su consecución, las responsabilidades del personal y los recursos asignados para su ejecución.

- La estructura organizativa donde se asignan de forma clara las responsabilidades a personas con competencias en actividades con incidencia directa o indirecta en el medioambiente.
- La integración de la gestión medioambiental en todas las áreas de la empresa y a todos los niveles.
- Los indicadores destinados a controlar regularmente las principales características de las actividades y a evaluar sus resultados.
- La corrección y prevención: Se deben establecer las acciones correctoras que eliminen las causas que provocan el incumplimiento de los requisitos del SGMA.
- Las auditorías y la revisión del sistema por la dirección. Periódicamente se debe evaluar la adecuación, eficacia y funcionamiento del sistema.
- La formación dirigida a personas que desarrollan actividades con incidencia en el comportamiento medioambiental de la empresa.
- La comunicación externa: Se debe informar a todos los *stakeholders* o grupos de interés sobre el desempeño medioambiental de la empresa.

### **2.3.2. MOTIVOS PARA SU ADOPCIÓN**

Existen diferentes estudios tanto teóricos como empíricos, basados principalmente en la encuesta o entrevistas con los responsables de las empresas, que han abordado este aspecto.

#### **Estudios teóricos**

Aunque existen diversas teorías al respecto, una de las más conocidas es la que enfrenta a las organizaciones que responden a presiones y expectativas externas con

aquellas otras que adoptan este tipo de sistemas de gestión tras una decisión fruto de la reflexión estratégica interna (Heras et al., 2008).

(Powell and Di Maggio 1991) identifican tres tipos de presiones externas que llevan a las organizaciones a optar por este tipo de estándares:

- Las presiones coercitivas: Aquellas presiones formales e informales ejercidas por instituciones externas como las Administraciones Públicas, los clientes o los proveedores. También incluyen las expectativas sociales o culturales de cada lugar.
- La presión mimética: Esta presión lleva a las organizaciones a realizar acciones para tratar de parecerse a otras organizaciones escogidas como referencia.
- La presión normativa: Esta presión es fruto de la influencia de redes, como las asociaciones industriales, o de los procesos de formación educativa.

Desde la perspectiva interna, diferentes autores mencionan factores como la estrategia, los recursos organizativos o la actitud de los directivos que llevan a las empresas a establecer actuaciones medioambientales. Entre estos autores, Hart afirma que una dirección medioambiental proactiva es en sí misma un recurso estratégico interno potencial que puede aportar a las empresas una ventaja competitiva sostenible (1995).

En este mismo eje de motivaciones internas-externas se mueven también los postulados de (Neumayer and Perkins, 2005), que defienden la existencia de dos grupos de motivaciones principales por las que las empresas deciden implantar y certificar SGMA normalizados:

- Motivos internos relacionados con la eficiencia, la mejora del desempeño, la productividad y la rentabilidad.
- Motivos externos o institucionales relacionados con la presión social ejercida por diferentes agentes para que las empresas abracen esta forma de trabajo basada en estándares.

Existen otras teorías y autores que clasifican las motivaciones de una manera diferente y entre los que cabe mencionar a (Bansal and Roth, 2000) que diferencian tres tipos de motivos:

- Los motivos de tipo ético relacionados con la responsabilidad ecológica.
- Los motivos competitivos que surgen de la búsqueda de ventajas competitivas.
- Los motivos relacionales que nacen del deseo de las empresas de legitimarse y de mejorar su relación con los *stakeholders*.

### **Estudios Empíricos**

Son muchos los estudios empíricos a nivel internacional que han analizado esta cuestión, generalmente vía encuestas a empresas certificadas conforme a ISO 14001. Aunque no existe un consenso total, parece que los factores de tipo externo predominan frente a los de tipo interno (Heras et al., 2008).

Motivaciones externas:

- La exigencia por parte de los clientes y otros grupos de interés (Gerde and Logsdon, 2001). Este motivo es frecuente en aquellos sectores donde el cliente goza de un elevado poder de negociación como el sector de la automoción, donde la presión de los grandes fabricantes hacia sus proveedores para que se certificasen bajo ISO 14001, originó una reacción en cadena en todo el sector en ese sentido (Christmann and Taylor, 2006).
- La presión ejercida por las Administraciones Públicas (Chan and Wong, 2006; Shin, 2005; Uchida and Ferraro, 2007). Las Administraciones públicas cuentan con diferentes herramientas en este sentido como la legislación, los impuestos medioambientales o las ayudas entre otras (Del Brío y Junquera, 2002).
- La mejora de la imagen externa de la empresa (Schylander and Martinuzzi, 2006) y unido a ella el deseo de mostrar a los consumidores potenciales la preocupación de la empresa hacia el medio ambiente (King et al., 2005).

Entre los estudios de tipo empírico que señalan la influencia de factores de tipo interno, aunque en menor medida, estarían (Ruddell and Stevens, 1998; Summers, 2002) que mencionan las mejoras en aspectos como el desempeño medioambiental, la organización o la motivación del personal.

Por cerrar este análisis sobre la motivación de las empresas de cara a implementar un SGMA, se presentan a continuación algunos resultados de un estudio realizado en la CAPV entre las PYMES que confirma la importancia de las motivaciones de tipo externo por encima de las de tipo interno (Heras et al., 2008). Los motivos aducidos por las empresas en dicho estudio en orden de importancia son los siguientes:

- La mejora del impacto medioambiental de la empresa, señalada por cerca del 26% de las empresas encuestadas.
- La exigencia por parte de los clientes, con una tasa de respuestas del 23%.
- La mejora de la imagen externa de la empresa, señalada por algo más del 18%.
- Cumplimiento de la legislación vigente, 11,3%.
- Imposición por parte de la matriz del grupo, 9,1%.
- Exigencia por parte de los Organismos y Administraciones Públicas, 4,3%.
- Experiencia positiva previa con sistemas de gestión de la calidad, 3,8%.

### **2.3.3. IMPLANTACIÓN Y CERTIFICACIÓN**

Diferentes autores y organismos han desarrollado procedimientos para la implantación de este tipo de sistemas e incluso existen algunas normas para ello, sin embargo, la realidad es que todos ellos son muy similares entre sí. Aun más, las similitudes son grandes también con otros procedimientos encaminados a la implantación de otros tipos de sistemas como los de gestión de la calidad o la prevención de los riesgos laborales (PRL).

A continuación se describen las etapas que de modo general componen la mayoría de estos procedimientos:

- **Compromiso ambiental y preparación.** Antes de nada se deben establecer los puestos y departamentos implicados en la implantación del sistema así como determinar las funciones y responsabilidades de las personas involucradas. Es importante que el equipo responsable del proyecto sea interdepartamental de cara a garantizar la integración del sistema a todos los niveles y en todas las áreas de la empresa. Se requiere la plena participación y el liderazgo de la dirección de la empresa, quien debe comprometerse a aportar los recursos humanos, económicos y tecnológicos necesarios, además de conseguir que todas las áreas que conforman la empresa estén involucradas en el proyecto. En este momento también se debe decidir si es necesario o no contar con algún tipo de asesoría o consultoría externa. En buena medida de esta fase dependerá el éxito de todo el proceso.
- **La planificación.** Como en cualquier otro proyecto es imprescindible establecer los hitos principales del proyecto y los plazos para su cumplimiento.
- **Revisión y diagnóstico inicial.** El equipo deberá recoger la suficiente información, a través de cuestionarios, listas de comprobación, entrevistas personales etc. para conocer la situación de partida de la empresa respecto al medio ambiente y el grado de cumplimiento de la legislación. Se trata en definitiva de conocer la situación medioambiental real de la empresa respecto a los impactos ambientales que genera. A partir de ella se elaborará un informe, en el que se recojan la evaluación de resultados y las propuestas de mejora, que a su vez se tomará como base para desarrollar un Plan de Actuación donde se recojan los objetivos, las responsabilidades, las tareas y los plazos de ejecución para implantar las mejoras propuestas.
- **Elaboración de la documentación.** La documentación básica del SGMA consta de cuatro niveles (al igual que la de los sistemas de gestión de la calidad o la PRL):
  - El Manual de Gestión Medioambiental: Es el documento básico que describe el SGMA adoptado por la organización y debe servir de referencia a la hora de



implantar, mantener y mejorar dicho sistema. Debería incluir al menos un esquema básico de la planificación y las actividades en gestión ambiental.

- Los Procedimientos: Describen las distintas actividades que se especifican en el sistema, detallan lo que hay que hacer, el responsable de hacerlo y los registros a cumplimentar para evidenciar lo realizado.
  - Las Instrucciones de Trabajo: Existen una serie de tareas que debido a su criticidad desde el punto de vista ambiental, han de disponer de instrucciones de trabajo por escrito que describan con detalle los pasos a seguir y las medidas a contemplar a la hora de realizarlas.
  - Los Registros: Son los documentos que constituyen la evidencia formal de la existencia del sistema y de su funcionamiento. Recogen información sobre las actividades preventivas realizadas y sobre los resultados obtenidos.
- **Implantación de los procedimientos.** El siguiente paso es la implantación de la documentación, es decir, dar a conocer a los trabajadores los procedimientos y comenzar a trabajar aplicando los mismos. Aunque es posible implantar todos los procedimientos al mismo tiempo una vez estén todos redactados y aprobados, es aconsejable comenzar poco a poco con aquellos procedimientos más sencillos e implantarlos de manera gradual. Por lo general será necesario realizar una labor de formación sobre el tema entre los empleados antes de comenzar el lanzamiento.
  - **Auditoría interna previa.** Una vez implantado y con el sistema ya maduro, las organizaciones debieran someterse a una auditoría interna, como paso previo a la certificación, para comprobar si se cumple con los requisitos específicos, detectar las no conformidades y realizar las consiguientes acciones de mejora.
  - **Certificación.** Aunque la implantación de un SGMA basado en alguno de los estándares existentes no exige obligatoriamente la certificación del sistema, sin embargo, si resulta de gran utilidad para demostrar ante terceros que se ha implantado con éxito dicho modelo.

Se describen a continuación las cinco fases de las que se compone (los diferentes organismos certificadores tienen procesos ligeramente diferentes) el proceso de certificación de un sistema de gestión de acuerdo a una determinada norma:

- **Análisis de la documentación.** Se analizan los documentos del sistema para valorar su adecuación a los requisitos que establece la norma en cuestión.
- **Visita previa.** Se pretende evaluar las acciones llevadas a cabo por la organización, comprobar la adecuación del sistema y su grado de implantación.
- **Auditoría inicial.** Se realiza la evaluación del sistema conforme a la norma correspondiente. Las no conformidades se recogen en el informe de auditoría que se entrega a la empresa al finalizar la misma.
- **Plan de acciones correctoras.** La empresa debe presentar a la entidad certificadora un plan con las medidas correctoras que se pretenden aplicar con el fin de corregir aquellos aspectos que se señalaron como no conformes en el informe.
- **Concesión.** Basándose en el informe de auditoría y el plan de medidas correctoras la entidad certificadora valora la concesión o no a la empresa del correspondiente certificado.

#### **2.3.4. Beneficios y ventajas**

Existe numerosa bibliografía al respecto, (García, 2008) por ejemplo, ofrece la siguiente relación de aportaciones que los SGMA pueden hacer a las empresas que los implementan:

- Cumplimiento de la legislación en materia medioambiental.
- Conformidad con las exigencias de los clientes que demandan cada vez más productos y servicios que respeten el medio ambiente.
- Mejora del marketing de la empresa. Contribuir a la defensa del medio ambiente permite alcanzar mercados que valoran positivamente esta actitud.
- Optimización de los recursos.

- Disminución de costes gracias a las mejoras en los procesos productivos que provocan ahorros de energía, materiales o consumibles.
- Mejora indirecta de la calidad del producto o servicio debido al proceso de diseño y desarrollo de éstos.

(Ferrer y Muñoa, 2010) coinciden al señalar el cumplimiento de la legislación y el ahorro en materias primas y recursos como la energía, pero añaden además:

- Prevención y control de emisiones, residuos y vertidos que se puede traducir en una disminución de tasas e impuestos.
- Facilidad en el acceso a permisos, licencias, subvenciones, contratación pública, etc.

Por su parte (Casadesús et al., 2005) coincide también en varios de los beneficios potenciales que señala:

- Optimización de los recursos: consumo energético, materias primas y residuos.
- Mejora de los procesos productivos, administrativos y de control que repercute en un mayor control de la gestión global.
- Mejora de la imagen corporativa a través de la muestra de corresponsabilidad de la empresa hacia la sociedad y el entorno.
- Mayor fidelización de los clientes. La empresa se diferencia de la competencia y puede captar nuevos clientes.
- Mejora de la capacidad financiera a través de la reducción de los costes financieros y la reducción de primas de las pólizas de seguros. También posibilita acceder a nuevas subvenciones y ayudas fiscales.
- Mayor seguridad de cumplimiento con la legislación vigente.
- Mayor seguridad en referencia a la reducción del riesgo de accidentes y a su vez menor posibilidad de sanciones.

- Motivación de los empleados para participar en las mejoras de la empresa debido a la actual sensibilidad de gran parte de la población por los temas ambientales.

Finalmente, el *Libro blanco de la gestión medioambiental en la industria española* realizado por la Fundación Entorno agrupa las ventajas de los SGMA por áreas funcionales (1998):

- Ventajas de ámbito legal: Facilita el cumplimiento de la legislación en materia medioambiental y aporta agilidad a la hora de adaptarse a los posibles cambios legislativos lo que disminuye el riesgo de posibles sanciones.
- Costes e inversiones: Permite identificar los costes ambientales y reducir los costes derivados de una gestión medioambiental incorrecta como limpiezas, pérdidas de imagen, sanciones, etc. Por otra parte posibilita también el acceso a ayudas y subvenciones otorgadas a proyectos que ayuden a la protección ambiental y abarata el coste de las primas de seguros que dan cobertura a posibles daños al medioambiente que pudiera causar la actividad de la empresa.
- Producción: Permite reducir los costes productivos mediante el ahorro de materias primas, energía y agua y el aprovechamiento y/o minimización de los residuos. Aumenta la eficacia de los procesos y permite optimizar la incorporación de nuevas tecnologías y desarrollos.
- Gestión: Integra los aspectos medioambientales en la gestión general de la empresa y es fuente de sinergias con otros sistemas de gestión (calidad y PRL principalmente aunque no exclusivamente). En este sentido también ayuda a desarrollar un clima laboral que impulse la cohesión de la organización y la participación del personal.
- Marketing: Puede facilitar el aumento de la cuota de mercado o el incremento de los márgenes comerciales gracias a que permite aplicar estrategias de diferenciación de productos a través de la obtención de etiquetas ecológicas, responder a posibles exigencias del mercado en cuanto a certificaciones del tipo EMAS o ISO 14001 y en general mejora la imagen interna y externa de la empresa en una sociedad cada vez más sensible con el medioambiente.

- Financiera: Aumenta la confianza de accionistas, inversores, legisladores y empresas aseguradoras y en operaciones de adquisición reduce los riesgos derivados de las actuaciones llevadas a cabo por la organización con anterioridad a la compra.

### **2.3.5. Obstáculos y dificultades para su implantación**

En contraposición a las numerosas ventajas señaladas, es justo también señalar que las organizaciones deberán hacer frente a una serie de dificultades a la hora de implantar y certificar el SGMA:

- El coste de implantación y certificación. Se incluyen aquí los costes laborales de los empleados imputables a la creación del SGMA, costes de documentación, materiales y equipamiento, formación y consultoría medioambiental. El coste es señalado como el principal obstáculo por parte de las empresas (Babakri et al., 2003). Sin embargo, éste varía mucho en función del tamaño de la empresa, el sector de actividad en el que opera, el grado de desarrollo de actuaciones medioambientales previas a la implantación (Heras et al., 2008), e incluso de su propia procedencia geográfica (Clausen et al., 2002). De hecho, según Junquera y Del Brio, para fomentar la implantación de estos sistemas, sería necesario un mayor apoyo de la Administración mediante programas de formación y ayudas para su implementación (1999).
- La excesiva duración del proceso de implantación y certificación. (Babakri et al., 2003) estiman en un plazo de 8 a 19 meses para el caso de las empresas estadounidenses y la norma ISO 14001. (Clausen et al., 2002) por su parte, situaban el plazo medio de implantación entre 13 y 15 meses.

Merece la pena señalar que los costes y plazos para implantar y certificar un SGMA se aproximan bastante a los costes y plazos estimados para la implantación de sistemas de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001 (Heras, 2001), y que en los estudios realizados sobre esta última norma, se ha comprobado que tanto el coste

medio como la duración media de su proceso de implantación y certificación se ha ido reduciendo con fuerza con el paso de los años (Casadesús et al., 2007).

- El hecho de que ni la implantación de un sistema normalizado ni su certificación sean obligatorias para cumplir con la legislación medioambiental vigente hace que algunas empresas no vean necesaria su implantación (Puga, 2004).

(Babakry et al., 2003) en un estudio realizado entre 177 compañías estadounidenses en el año 2002 señalaban los siguientes obstáculos (en orden de importancia):

- El elevado coste de la implementación y certificación debido a la necesidad de formación del personal, a la compleja y extensa documentación y a la necesidad de contratar un auditor externo.
- La falta de recursos disponibles.
- La incertidumbre sobre los posibles beneficios futuros que reportaría el sistema.
- Las necesidades de formación.
- La falta de compromiso por parte de la Dirección.
- La escasa mejora del desempeño ambiental de la empresa.
- La resistencia de los trabajadores ante el nuevo proyecto.
- La falta de preocupación por los problemas ambientales en la empresa.

No cabe duda a la vista de lo señalado que el éxito de la implantación de la gestión ambiental necesita de una estrategia empresarial clara, de una correcta estructura organizativa, de la introducción de un cambio cultural en las organizaciones empresariales y de cierto apoyo institucional que ayude a sufragar el coste.

## **2.4. PRINCIPALES MODELOS DE GESTIÓN**

### **2.4.1. Norma ISO 14001 Sistemas de Gestión Medioambiental: Especificaciones y Directrices**

Entre los numerosos sistemas de gestión medioambiental que se pueden certificar, destaca la familia de normas ISO 14001 para los SGMA. Su gran extensión geográfica, su cobertura sectorial prácticamente total y el hecho de ser de aplicación en empresas y organizaciones de cualquier tamaño, las ha convertido de hecho en las normas de referencia en el tema medioambiental.

Aunque no es hasta 1996 que se aprueba y publica por primera vez la Norma ISO 14001, su origen hay que buscarlo unos pocos años antes, en 1992, cuando durante la Cumbre de Río se solicitó a ISO la elaboración de una norma que regulase las características que debía cumplir un SGMA (Naciones Unidas 1992). Es cierto sin embargo que para entonces ya habían aparecido en diversos países y ámbitos geográficos, otros estándares con propósitos similares como la Norma BS 7750 en el Reino Unido en 1992 o el reglamento EMAS en la UE en 1993 entre otros. De hecho ISO se basó en algunos de dichos estándares, principalmente en la mencionada norma británica, para elaborar su norma ISO 14001 (Cascio et al 1996).

La norma ISO 4001 presenta básicamente una metodología que permite incorporar los aspectos medioambientales de manera sistemática en la gestión diaria de las empresas. No establece objetivos ambientales que deban lograrse de cara a la obtención de un determinado certificado, sino que determina los requisitos que debe cumplir la sistemática utilizada para la gestión de los impactos ambientales generados por la actividad de la empresa (Heras et al, 2008). Al igual que otras normas ISO similares, la ISO 14001 se basa también en la mejora continua aunque en este caso en relación al desempeño medioambiental de la organización. Se trata por tanto de un sistema cíclico que se va adaptando y evolucionando a lo largo del tiempo (ISO, 2015).

Es una norma muy similar, en cuanto a su estructura y terminología, a la norma ISO 9001, así como en cuanto a las características de la documentación y del propio proceso de certificación que exige. De hecho, esto le confiere una de sus principales ventajas, la facilidad para lograr la integración con otros sistemas de gestión normalizados, básicamente con el de calidad bajo ISO 9001 y el de PRL según la norma OHSAS 18001 (Fernández 2005).

En 2004 sufrió una primera revisión con dos objetivos principales: lograr una norma más clara y sencilla que se adaptase mejor a cualquier tipo de organización y facilitar su alineación con la serie de normas ISO 9000 (Heras et al, 2008).

La norma fue criticada principalmente por la no exigencia de mejoras en el desempeño ambiental de la organización. La norma sí establecía que la política medioambiental debía incluir un compromiso de mejora continua, sin embargo esta mejora hacía referencia al propio sistema de gestión y no al desempeño medioambiental de la organización (Toffel, 2006). Por su parte según (Heras et al., 2008) la norma presentaba los siguientes puntos grises: no obligaba a hacer públicos los resultados de las auditorías ni las evaluaciones del sistema, las empresas podían optar por certificar una instalación determinada en lugar del conjunto de la misma y la posible existencia de un conflicto de intereses debido al hecho de que el servicio de auditoría externa era contratado y pagado por la empresa auditada.

En 2015 se publicó una segunda revisión cuyo cambio más visible fue una nueva estructura común al resto de normas similares de otros ámbitos. La norma pasaba así de tener cuatro capítulos a tener diez, ver Tabla 2.1.

Este cambio dejaba entrever en cierto modo los cambios principales introducidos, cambios que se mencionan a continuación (BSI Group, 2015):

- La nueva estructura aplicable a todas las normas ISO de sistemas de gestión facilita la implementación de sistemas de gestión integrados.



- Se enfatiza la necesidad de establecer medidas para proteger el medio ambiente y lograr mejoras en el desempeño ambiental de la organización.
- Se exige una mayor participación por parte del equipo de liderazgo que asegure la motivación de toda la organización para alcanzar las metas y objetivos definidos.
- La norma exige una mayor alineación de la gestión ambiental con la dirección estratégica de la empresa.
- Se establecen requisitos más concretos de comunicación tanto externa como interna.

Sin embargo el cambio más relevante desde el punto de vista de esta Tesis fue la inclusión del concepto de *Ciclo de Vida*, la propia Aenor por ejemplo, editó una guía de aplicación de la nueva norma donde en relación al objeto y campo de aplicación se dice literalmente:

(...) la organización deberá tener en cuenta los aspectos ambientales que puede controlar, o sobre los que puede influir, teniendo en cuenta el ciclo de vida del producto que fabrica o el servicio que presta. (Valdés et al., 2016)

**Tabla 2.1. Estructura de las norma ISO 14001:2004 e ISO 14001:2015**

Capítulos de la norma ISO 14001:2004	Capítulos de la norma ISO 14001:2015
1. Objeto y campo de aplicación	1. Objeto y campo de aplicación
2. Normas para consulta	2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones	3. Términos y definiciones
4. Requisitos del sistema de gestión ambiental	4. Contexto de la organización
	5. Liderazgo
	6. Planificación
	7. Soporte
	8. Operación
	9. Evaluación del desempeño
	10. Mejora

Fuente: Adaptado de (ISO, 2015)

#### **2.4.2. Reglamento europeo de ecogestión y eco auditoría EMAS**

El Reglamento CEE 1836/93, Reglamento Europeo de Ecogestión y Ecoauditoría (UE, 1993) conocido por las siglas EMAS, fue aprobado por el Consejo Europeo el 29 de junio de 1993. Este reglamento proporciona una herramienta de gestión para conocer, evaluar y mejorar la actividad medioambiental de las empresas y permite a las empresas industriales unirse voluntariamente a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambiental (Puga, 2004).

En 2001 se publicó su primera revisión, el Reglamento CE 761/2001, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2001 conocido como EMAS II. La principal novedad introducida fue su aplicabilidad a cualquier organización que produjese efectos sobre el medio ambiente mientras que el reglamento original permitía únicamente la adhesión de empresas del sector industrial (UE, 2001):

Posteriormente, en enero de 2010, entro en vigor la segunda revisión, el Reglamento CE 1221/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009 conocido como EMAS III. Esta nueva revisión perseguía 3 objetivos principales (UE, 2009):

- Endurecer los aspectos relativos al cumplimiento legal y a la información pública.
- Aumentar su atractivo de cara a aumentar la participación de las organizaciones.
- Facilitar el uso y la comprensión del reglamento por parte de los usuarios.

En cuanto a su contenido, cuatro son los objetivos que persigue el reglamento según su artículo primero:

- El establecimiento y aplicación por parte de las organizaciones de un SGMA.
- La evaluación sistemática y periódica de dicho sistema.
- La divulgación de información sobre el desempeño medioambiental de la organización mediante la comunicación con el público y otras partes interesadas.

- El fomento de la implicación activa de los trabajadores y una formación profesional permanente adecuada para el logro de estos objetivos.

Para que una organización pueda adherirse al conjunto de organizaciones que cumplen con el reglamento EMAS, el propio reglamento en su artículo tercero apartado segundo establece los siguientes requisitos:

- Realización del análisis medioambiental de sus actividades de cara a conocer la situación de partida de la empresa, es decir una evaluación global del desempeño ambiental de su actividad. En función de este diagnóstico la organización debe implementar un SGMA como requisito imprescindible para ser incluida en el registro EMAS.
- Realización de auditorías medioambientales entendidas como el instrumento de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización, del sistema de gestión y de los procedimientos destinados a la protección del medio ambiente.
- Elaboración de una Declaración Medioambiental. Se trata del documento mediante el que las empresas dan a conocer al público y a todas las partes interesadas, información clara y coherente relativa a su impacto y comportamiento medio ambiental, así como respecto a la mejora de ambos.
- El análisis medioambiental, el SGMA, el procedimiento de auditoría y la declaración medioambiental deben ser examinados. La declaración debe ser además, validada por un verificador medioambiental acreditado.
- Presentar la declaración medioambiental validada al órgano competente y ponerla a disposición del público. La Declaración debe presentarse en el momento en que la organización se registre por primera vez y ser validada con periodicidad anual.

El SGMA implantado puede estar basado en la norma ISO 14001 aunque no es obligatorio. Debe incluir el manual de gestión medioambiental, los procedimientos operativos y las instrucciones de trabajo o instrucciones técnicas (Díaz de Junguitu, 2013).

Si la organización desea adherirse al reglamento EMAS, un verificador medioambiental acreditado<sup>2</sup> debe verificar que el sistema implantado, el procedimiento de auditoría y la declaración medioambiental son conformes con el reglamento. La verificación conlleva el examen de la documentación, una visita a las instalaciones, entrevistas con el personal, redacción de un informe para la dirección y la propuesta de soluciones por parte de la dirección a las no conformidades identificadas en dicho informe (Heras et al., 2008).

Finalmente, la organización debe solicitar su inclusión en el registro al organismo competente designado por el Estado miembro de la UE (en el caso de España también por las comunidades autónomas). Dicho organismo, tras comprobar las verificaciones presentadas, procede al registro del solicitante en el EMAS, a su publicación en el Boletín Oficial del Estado o de la Comunidad Autónoma, y lo comunica a la CE. La organización se incorpora de este modo al registro oficial de empresas participantes en el EMAS que se publica a su vez en el Boletín Oficial de las Comunidades Europeas. Es entonces cuando la organización recibe un número de registro y se considera oficialmente adherida al reglamento, pudiendo utilizar a partir de entonces el logotipo EMAS (Díaz de Junguitu, 2013).

#### **2.4.3. ISO 14006:2011 Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño.**

El Ecodiseño es sin lugar a dudas el sistema de gestión ambiental más ligado al ACV dado que considera todas las etapas del ciclo de vida del producto (Ihobe, 2000). Aunque cuenta con numerosas definiciones, una de las más completas es la proporcionada por la Directiva 2005/32/CE del Parlamento europeo y del Consejo de 6

---

<sup>2</sup> En España la acreditación para actuar como verificador ambiental la otorga la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), entidad designada por el Gobierno, para operar en España como el único Organismo Nacional de Acreditación, en aplicación del Reglamento (CE) nº 765/2008 que regula el funcionamiento de la acreditación en Europa bajo los siguiente cinco principios fundamentales: Ausencia de ánimo de lucro, Independencia, No competencia, Evaluación internacional y Reconocimiento mutuo (Enac 2016).

de julio de 2005, Requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía:

(...) la integración de los aspectos medioambientales en el diseño del producto, con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida (Directiva 2005/32/CE).

Simplificando mucho, se puede decir que los sistemas descritos hasta este momento se preocupan únicamente de los impactos generados durante la fase de fabricación del producto o la prestación del servicio. De hecho, las propias entidades de certificación en el transcurso de las auditorías de certificación ISO 14001, comprobaron que la mejora ambiental de las empresas se dirigía mayoritariamente a los aspectos ambientales asociados a sus propias actividades y no tanto al diseño y fabricación de productos que generasen menores impactos en el medio ambiente (Ihobe, 2004a). Serían varias las razones que ayudarían a entender este comportamiento:

- Necesidad de contar con la colaboración de los agentes externos que participan en las distintas etapas del ciclo de vida del producto como suministradores, usuarios, etc.
- Por lo general las empresas producen múltiples productos diferentes mediante procesos productivos similares por lo que resulta mucho más difícil analizar todos los productos en lugar de un número más reducido de procesos.
- Falta de herramientas sencillas que faciliten el análisis de los aspectos ambientales de los productos durante su ciclo de vida completo (Ihobe, 2004a).

Esta metodología sin embargo trata de gestionar también los impactos generados antes y después del proceso en la propia empresa, aquellos impactos derivados de la extracción y el transporte de materias primas, los derivados durante la fase de uso, muchas veces la de mayor impacto, o los generados en su deposición o reciclaje.

El ecodiseño como metodología se desarrolló en los años 90 en Holanda a partir de trabajos como *Ecodesign. A promising Approach to Sustainable Production and Consumption* (Brezet and Van Hemel, 1997), primer manual de ecodiseño realizado en

1997 por la Universidad de Delft (Países Bajos) para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Unep) (Fernández Alcalá, 2007). Tras su difusión por países europeos como Alemania, Bélgica y Reino Unido fue gracias al impulso de la mencionada Directiva 2005/32/CE, que se consolidó como una herramienta útil dentro de los programas de desarrollo sostenible (De la Fuente et al., 2011).

En España por su parte en el año 2003 (hasta 2011 no aparecería la norma ISO de ecodiseño), se publicó la norma *UNE 150.301:2003 Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño* (Aenor, 2003), que especificaba los requisitos del proceso de diseño y desarrollo de productos y servicios para establecer una sistemática de mejora continua de los mismos.

Finalmente en el 2011 ISO publica la norma *ISO 14006:2011 Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del Ecodiseño* (ISO, 2011), basada en parte en la ya mencionada norma española UNE 150.301 (Arana y Heras, 2011) a la que anuló con su publicación.

La norma pretende ayudar a las empresas a establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar de forma continuada la gestión del ecodiseño en el marco de la gestión ambiental general de la empresa. Puede ser aplicada por todo tipo de empresas con independencia de su tamaño o sector de actividad, sin embargo es aplicable únicamente en aquellos aspectos ambientales sobre los que la empresa tiene algún tipo de control y aunque está principalmente dirigida a aquellas empresas y organizaciones que cuentan con sistemas basados en la ISO 14001, es válida también para organizaciones que cuenten con otros sistemas de gestión ambiental diferentes (ISO, 2011).

Pilar Zayas en su ponencia para el foro *Metodología de ecodiseño siguiendo la Norma 14006* resumía las principales características de la norma (2014):

- Permite a las organizaciones incorporar una sistemática de identificación, control y mejora continua de los aspectos medioambientales asociados a los productos o servicios diseñados por ellas.

- Fomenta el cambio de perspectiva, pasando del enfoque de centro productivo al de ciclo de vida del producto.
- Gestiona el diseño y desarrollo de sus productos y servicios de forma que todos y cada uno irán mejorando ambientalmente de manera continuada en el tiempo.
- La mejora continua del diseño de los productos facilita el cumplimiento de los criterios de etiquetado ecológico.
- El cumplimiento de la norma garantiza que la organización cumple la legislación ambiental aplicable a sus productos y servicios, y además, lo seguirá haciendo en el futuro.
- Es integrable con otros sistemas de gestión tales como el sistema de calidad basado en la norma ISO 9001 o el SGMA basado a su vez en la ISO 14001.
- Es certificable por agentes externos aunque su finalidad no sea la certificación.

En cuanto al contenido en sí mismo, la norma presenta tres capítulos principales:

- El capítulo 4 aborda la función de la Dirección, señalando los potenciales beneficios de la metodología y las cuestiones estratégicas.
- El capítulo 5 proporciona directrices para integrar el ecodiseño dentro del SGMA de la empresa siguiendo la estructura de la norma ISO 14001. Para cada apartado de dicha norma se proporciona orientación acerca de su relación con los procesos de ecodiseño. Otro apartado de este mismo capítulo aborda las actividades de diseño y desarrollo de producto propiamente dichas, y aunque existen diferentes modos de llevarlas a cabo, la norma sigue el método proporcionado por la Norma ISO 9001:2008 en su apartado 7.3. Diseño y Desarrollo (ISO, 2008), completándolo con directrices específicas relacionadas con el ecodiseño.
- En el capítulo 6 se explica finalmente cómo introducir las actividades de ecodiseño en los procesos de diseño y desarrollo de productos aplicando para ello el enfoque de ciclo de vida del producto (ISO, 2011).

En lo que respecta a como llevar a cabo procesos de ecodiseño existen diferentes métodos. En la Tabla 2.2 se muestra la metodología *PROMISE* creada por la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos) en 1994 y que sirvió de base para el mencionado manual de Ecodiseño de la Unep (Brezet and Van Hemel, 1997).

**Tabla 2.2. Fases de la metodología *PROMISE* para Ecodiseño**

FASES DE ECODISEÑO	ETAPAS DE LA METODOLOGÍA
1. Organización del proyecto de Ecodiseño	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conseguir la aprobación de la Dirección.</li><li>- Establecer un equipo de trabajo.</li><li>- Trazar planes y preparar el presupuesto.</li></ul>
2. Selección del producto	<ul style="list-style-type: none"><li>- Establecer los criterios de selección.</li><li>- Decidir.</li><li>- Definir el informe de diseño.</li></ul>
3. Establecimiento de la estrategia de Ecodiseño	<ul style="list-style-type: none"><li>- Analizar el perfil medioambiental del producto.</li><li>- Analizar los puntos a favor internos y externos.</li><li>- Generar opciones de mejora.</li><li>- Estudiar su viabilidad.</li><li>- Definir la estrategia de ecodiseño.</li></ul>
4. Generación y selección de ideas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Generar ideas de producto.</li><li>- Organizar un taller de ecodiseño.</li><li>- Seleccionar las ideas más prometedoras.</li></ul>
5. Detalle del concepto	<ul style="list-style-type: none"><li>- Convertir en operaciones las estrategias de ecodiseño.</li><li>- Estudiar la viabilidad de los conceptos.</li><li>- Seleccionar el más prometedor.</li></ul>
6. Comunicación y lanzamiento del producto	<ul style="list-style-type: none"><li>- Promover internamente el nuevo diseño.</li><li>- Desarrollar un plan de promoción.</li><li>- Preparar la producción.</li></ul>
7. Establecimiento de actividades de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>- Evaluar el producto resultante.</li><li>- Evaluar los resultados del proyecto.</li><li>- Desarrollar un programa de Ecodiseño.</li></ul>

Fuente: (Brezet et al., 1994)

En el ámbito de la CAPV Ihobe publico en 2000 el documento *Manual Práctico de Ecodiseño: Operativa de implantación en 7 Pasos* dirigido según sus propias palabras

(...) tanto a grandes empresas como a pymes que realizan diseño industrial o la menos tienen influencia sobre el mismo” con el objetivo entre otros de “facilitar metodología y herramientas sencillas al alcance de cualquier empresa que quiera trabajar por primera vez en Ecodiseño (Ihobe, 2000).



Lo cierto es que la metodología de Ihobe, como ocurre con otras, es similar a la metodología *Promise* pero añade algunas particularidades para adaptarla mejor a la realidad de las empresas vascas.

Muchos son los trabajos de carácter teórico publicados, a menudo desde las instituciones, que han señalado los beneficios del ecodiseño (Plouffe et al., 2011), beneficios que se pueden agrupar del siguiente modo (Berneman et al., 2009):

- Beneficios de carácter no económico:
  - El ecodiseño permite a la empresa ser proactiva respecto a las regulaciones ambientales, le facilita adaptarse a las mismas y ser competitiva en aquellos países cuyas regulaciones exigen gestionar el producto al final de su vida útil.
  - Mejora la imagen de la firma a la vez que mejora sus relaciones con diferentes agentes y grupos de interés como administraciones, consumidores etc.
  - El ecodiseño fomenta la creatividad e incrementa la capacidad de innovación.
- Beneficios económicos:
  - Reducción de costes gracias al uso de materias primas recicladas, normalmente más baratas, un mejor aprovechamiento de las mismas, mejoras en la logística o la reducción del consumo energético entre otros.
  - Incremento en los ingresos:
    - El producto ecodiseñado aporta mayor satisfacción a unos clientes cada vez más sensible con los aspectos medioambientales.
    - El ecosdiseño permite a las compañías actuar como proveedoras de aquellas grandes corporaciones que utilizan el criterio ambiental para su selección y evaluación de proveedores.
    - En muchos casos, además de reducir los impactos ambientales, el ecodiseño también simplifica el producto y alarga su ciclo de vida.

- El ecodiseño permite a la empresa vender un servicio en lugar de un producto lo que puede facilitar la fidelización del cliente (servicio postventa, recambios etc.)
- Los productos ecodiseñados pueden aportar ahorro económico al cliente, debido por ejemplo a su menor consumo energético o mayor duración, facilitando así el aumento de ventas y la fidelización del cliente.

En relación a los beneficios económicos son también numerosos los estudios de carácter empírico que apoyan su existencia, ya sea a través del aumento de ingresos o de la reducción de costes (Plouffe et al., 2011; Van Hemel, 1997; Masera, 1999; Mathieux et al., 2001; Tischner and Nickel, 2003).

Frente a los beneficios ya señalados, lo cierto es que las empresas se enfrentan aun hoy con diversos obstáculos a la hora de integrar el ecodiseño en sus organizaciones e implementar los proyectos. Probablemente uno de los trabajos que mejor ha analizado este tema es (Bey et al., 2013) que tras analizar los resultados de una encuesta a 80 empresas, señalaba la dificultad para encontrar información sobre los impactos ambientales y la falta de tiempo y recursos asignados para este propósito, como los obstáculos más importantes. Este trabajo también calificaba de excesivo el nivel de conocimiento específico requerido, sin embargo consideraba de menor nivel los obstáculos relacionados con las herramientas disponibles o su utilización.

Otro trabajo realizado entre compañías suecas del sector de automoción (Poulikidou et al., 2014), apuntaba a las dificultades para la comunicación interdepartamental, a la resistencia a introducir actividades de ecodiseño entre el personal de nivel operativo y a la falta de tiempo como los principales obstáculos. Los autores observaron además que los criterios medioambientales tenían por lo general menor prioridad que otros criterios de diseño más tradicionales como el coste, la calidad etc.

#### **2.4.4. Norma Ekoscan**

Merece la pena mencionar también una iniciativa a nivel de la CAPV que da una idea de la importancia que ha adquirido la gestión ambiental también en nuestro entorno. Se trata de la *Norma Ekoscan*, creada por Ihobe en 1998 con la intención de mejorar la falta de sensibilización ambiental de las pymes industriales de la región (Heras et al., 2008; Ihobe, 2007a). El propósito perseguido por Ihobe con esta norma era ayudar a las pymes a mejorar su desempeño ambiental y cumplir con la legislación en esta materia (Heras and Arana, 2010).

En opinión de sus autores, para muchas pymes la certificación ISO 14001 podía resultar difícilmente alcanzable a corto plazo debido a la escasez de recursos, la débil exigencia medioambiental en su mercado o la dificultad para cumplir con la legislación medioambiental vigente entre otros. Propusieron por ello para estas empresas una metodología más simple que permitiera gestionar la mejora del comportamiento medioambiental enfocada directamente a la rápida obtención de resultados en la reducción de residuos, vertidos, y emisiones y a la optimización de recursos como las materias primas, el agua y la energía (Ihobe, 2004b).

La norma se centra para ello en los siguientes aspectos clave (Ihobe, 2004b):

- Obtención de resultados en el comportamiento medioambiental que deberán ser avalados mediante certificación por una tercera parte.
- Compromiso de la Dirección con el proceso de mejora y asunción por su parte de que la participación de los trabajadores es esencial para el éxito del mismo.
- Diagnóstico de la situación inicial en materia medioambiental y utilización de indicadores para comprobar la evolución de la misma.
- Priorización de los aspectos de mejora de cara a definir las áreas de actuación.
- Identificación y análisis preliminar de la viabilidad técnica, económica y ambiental de las posibles soluciones. Soluciones que deben plasmarse en el *Plan de Mejora*

*Medioambiental* que debe reflejar a su vez la asignación de tareas, los responsables, los plazos y los medios asignados.

- Seguimiento y medición de los resultados obtenidos gracias al Plan de Mejora.

La norma, aunque publicada en 1998, pasó a ser certificable en 2004 y pese a ser compatible con la ISO 14001, sus certificaciones son independientes. El certificado Ekoscan lo concede Ihobe en función de las recomendaciones de la entidad de certificación que haya llevado a cabo la auditoría de los requisitos de la norma. Su validez es anual y está supeditada a la existencia de resultados de mejora ambiental comprobables en las auditorías anuales. En cuanto a los beneficios que proporciona Ekoscan, Heras y Arana señalan que cerca de la mitad de empresas que encuestaron para su estudio destacaron la mejora en la eficiencia ambiental como su principal aportación, mientras que otro 17% destacó el apoyo que presta para el cumplimiento de la legislación (2010).

#### **2.4.5. Otros modelos de gestión ambiental**

Aunque los sistemas de gestión basados en normas internacionales han tenido una enorme difusión, lo cierto es que muchos países de nuestro entorno han apoyado la creación de gran variedad de sistemas específicamente dirigidos a las pymes de sus respectivos países (Heras et al., 2008). En la Tabla 2.3 se muestran algunos de estos sistemas junto a su ámbito geográfico y fecha de aparición.

#### **2.5. EL ACV EN EL MARCO DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL**

Aunque en el capítulo 3 se abundará en las aplicaciones, virtudes e inconvenientes de la metodología del ACV, merece la pena llegados a este punto reflexionar brevemente sobre su papel en el entorno de los SGMA.

**Tabla 2.3. Modelos de Gestión regionales dirigidos a pymes**

Nombre	País o Región	Año de Creación
Acorn Method/ BS 8555	Gran Bretaña	2003
E+5	España	2003
EcoAction 21	Japón	1996
Eco-Lighthouse	Noruega	1996
Eco-mapping	Bélgica	1996
Environmental Certification for the Skilled Trades (QUH)	Baviera (Alemania)	1997
Ecostage	Japón	2003
Gothenburg Environmental Diploma	Gotemburgo (Suecia)	1995
Green Network	Dinamarca	1994
PIUS	Alemania	2000
PREMA	Alemania	1996

Fuente: (Heras et al., 2008)

La propia norma ISO 14040:2006 cita entre las posibles aplicaciones del ACV aquellas destinadas a las empresas además de las dirigidas a diseñadores de políticas públicas o asociaciones de consumidores. Entre estas, además de la planificación estratégica, el desarrollo y la mejora de productos, el marketing o el ecodiseño, la evaluación de los efectos ambientales de las actividades y la comunicación medioambiental aparecen también los SGMA (ISO, 2006a). La norma ISO 14044 por su parte, reitera este planteamiento y explicita la posibilidad de uso del ACV como parte del SGMA para evaluar el desempeño ambiental de productos o procesos y como herramienta para identificar los aspectos más significativos de los mismos desde el punto medio ambiental (ISO, 2006b).

A pesar de ello, son pocos los estudios que han tratado esta relación entre el ACV y los SGMA (Lewandowska et al., 2013b). Sin embargo, aquellos que si lo han hecho como (Lundberg et al., 2007; Zobel et al., 2002; Zobel and Burman, 2004; Frankl and Rubik, 2000), han destacado el potencial de la metodología para este tipo de fines (Lewandowska et al., 2011). Las empresas valoran ventajas del ACV como su estandarización o su naturaleza sistemática y científica frente a otros métodos más tradicionales (entrevistas, inspecciones, checklists, brainstormings o balances de masa y/o energía) para identificar los efectos ambientales, aunque reconocen que son dichos métodos tradicionales los que imperan aun en las empresas (Lewandowska et

al, 2013a). Otros autores por su parte han evidenciado un interés creciente entre las empresas por los SGMA orientados al producto (Rocha and Brezet 1999; de Bakker et al., 2002; Ammenberg and Sundin 2005; Donnelly et al., 2006), así como por los sistemas de información sobre el producto (Wilfried 2005) donde el papel del ACV adquiere una gran importancia (Lewandowska et al., 2013b).

En cualquier caso y como ya se ha dicho, aun son pocas las investigaciones realizadas entre las empresas y por tanto, es escasa también la información disponible sobre el papel del ACV dentro de los SGMA o sobre el tipo de información ambiental que se precisa para el análisis y evaluación de sus aspectos ambientales más significativos (Lewandowska et al., 2013b).



---

### **3. EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA**

---

---





### **3.1. INTRODUCCIÓN**

En paralelo a la evolución sufrida por la gestión ambiental, descrita en el capítulo anterior, a lo largo de los años, también las metodologías y el punto de vista para abordar la problemática ambiental han ido variando. Estas son las metodologías o filosofías, en orden cronológico, con las que se ha pretendido evitar o cuando menos frenar el deterioro de nuestro planeta (Canga, 2012):

- Solución basada en canalizaciones y chimeneas: A comienzos de la era industrial, cuando los primeros efectos de los procesos de producción sobre el medio ambiente fueron detectados, se pensó que la solución era minimizar la concentración de sustancias nocivas. Por ello, en lugar de liberar dichas sustancias a la atmosfera junto a los núcleos residenciales, se optó por la utilización de canalizaciones y chimeneas.
- Solución al final de la canalización: Más adelante, se comprobó que si bien el impacto para la salud de las personas no era grave, los efectos de esas emisiones seguían latentes a pesar de las chimeneas. Las emisiones y efluentes comenzaron entonces a tratarse con filtros, tratamientos químicos o mediante combustión.
- Solución basada en procesos limpios: El siguiente paso hacia un comportamiento más respetuoso con el medioambiente trató de hacer que los propios procesos fuesen más limpios y eficientes, reduciendo la cantidad de desechos y minimizando la extracción de materias primas de fuentes no renovables.
- Perspectiva de producto y ciclo de vida: La siguiente etapa, en la cual nos encontramos y objeto de esta Tesis, es el enfoque de ciclo de vida del producto. Con este enfoque, se consideran los impactos ambientales generados no solo durante la fabricación del producto, sino durante todas las etapas de su ciclo de vida: extracción de materias primas, producción, uso, deposición final o reciclaje y transportes. Hay que tener en cuenta que muchos productos producen la mayor parte de su impacto ambiental durante los años de utilización debido al consumo de

energía que precisan y no durante su producción, un ejemplo claro de ello es el automóvil.

Aunque más adelante se profundizará en el concepto del ACV propiamente dicho, llegados a este punto y antes de comenzar con la evolución sufrida por el mismo, se expone a continuación la definición que aportó Setac en 1993 para el ACV y que pasa por ser una de las primeras y más completas (Krozer and Vis, 1998):

El análisis del ciclo de vida es un proceso objetivo para evaluar las cargas medio ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad mediante la identificación del consumo de materias y energía y de los residuos vertidos al medio ambiente, y para identificar y evaluar las alternativas que pueden suponer mejoras ambientales. Dicho análisis abarca la totalidad del ciclo de vida del producto, proceso o actividad a partir de la extracción y procesamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte y la distribución, la utilización, la reutilización, el mantenimiento y el reciclado, hasta llegar a la disposición final del mismo (Consoli, 1993).

### **3.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ACV**

La evolución histórica del ACV puede dividirse en las siguientes etapas:

#### **Primeros estudios (1960-1990)**

En el período comprendido entre 1960 y 1970 se desarrollaron las primeras herramientas analíticas y metodologías de ACV, destacando principalmente los trabajos de Robert Hunt en el *Midwest Research Institute (MRI)* en los EE.UU, Ian Boustead de la *Open University* en el Reino Unido y de Gustav Sundstrom en Suecia (SPOLD, 1993).

El primer estudio conocido sobre el ACV, llamado *Análisis de Inventario del Ciclo de Vida*, fue desarrollado en 1963 por Harold Smith, quien en la Conferencia Mundial de Energía de ese año presentó su trabajo sobre las cantidades de energía requeridas para la fabricación de determinados productos químicos (Chacón 2008b). Sin embargo, el estudio considerado por muchos el primer estudio de ACV propiamente dicho, fue

realizado en 1969 por el ya mencionado MRI para la división de envases de Coca-Cola y sentó las bases de la metodología actual al ampliar el concepto original pasando de *Inventario de ciclo de vida* a *Análisis de la Cuna a la Tumba* (Hunt and Franklin, 1996). Este trabajo se denominó análisis REPA *Resources and Environmental Profile Analysis* y a partir del mismo, en EE.UU se empezó a llamar Repa a la metodología para cuantificar los recursos y las descargas ambientales de los productos, mientras que en Europa se le denominó Ecobalance (Hunt and Franklin, 1996; Ayres, 1995; Fullana y Puig, 1997). Si bien los resultados del estudio no se publicaron debido a su carácter confidencial, un resumen del mismo se publicó en 1976 en la Oficina de Evaluación de Tecnología del Congreso de EE.UU y posteriormente, apareció también un artículo en abril de 1976 en la revista *Science Magazine* (Hunt and Franklin, 1996). El estudio comparaba diferentes tipos de envases con el objetivo final de determinar cuál de ellos producía menores emisiones al ambiente y consumía menor cantidad de recursos naturales. Para ello, cuantificaba para cada tipo de envase las materias primas utilizadas, los consumos energéticos y las cargas medioambientales. Coca Cola pretendía con este estudio decidir sobre los siguientes aspectos: utilizar plástico o vidrio para sus envases, fabricar o subcontratar dichos envases y finalmente conocer qué tratamiento final debía dársele al envase escogido, reciclaje o deposición final en vertedero (Ecobilan, 2002).

En esta misma línea, entre 1970 y 1974 la *Environmental Protection Agency* (EPA) también de los EE.UU, realizó numerosos estudios de envases para bebidas cuyos resultados sugirieron no utilizar el ACV en todos los casos, especialmente entre las empresas pequeñas, debido principalmente a su alto coste y el excesivo tiempo requerido (Curran, 2001).

La primera crisis del petróleo de 1973 supuso una gran expansión en los estudios conducentes a la identificación del consumo de energía en cada una de las etapas de producción. La identificación de medidas para la reducción de los consumos energéticos se convirtió en una prioridad en momentos de escasez (Moreira and Goldemberg, 1999). Durante esta crisis y la posterior de 1979 muchos países como

Filipinas, EE.UU o Brasil comenzaron a explorar sustitutivos para el mismo. El bioetanol producido durante la fermentación de biomasa por ejemplo fue uno de los más investigados siendo Brasil especialmente exitoso en su comercialización (Moreira and Goldemberg; 1999). Sin embargo, cuando se utilizó el ACV para comparar los flujos energéticos del bioetanol, se llegó a la sorprendente conclusión de que el proceso era netamente negativo, se precisaba mayor cantidad de energía para producir bioetanol que la proporcionada por su combustión final (Chambers et al., 1979; Lewis, 1980).

Por la importancia de sus trabajos e influencia en el ámbito del ACV merece la pena destacar la creación en 1975 de la firma Franklin Associates Ltd. Esta empresa fue fundada por William Franklin, uno de los expertos en REPA del MRI, y llevó a cabo algo más de 60 estudios principalmente para compañías del sector privado (Chacón, 2008b).

Desde 1975 hasta 1980 el interés por los ACV decae en los EE.UU debido a la menor influencia de la crisis del petróleo desviándose la atención hacia el tratamiento de sustancias peligrosas y de los residuos urbanos. Sin embargo, los estudios de ACV continuaron a ritmo lento, aproximadamente dos estudios anuales, centrados sobre todo en los requerimientos energéticos (Chacón, 2008b).

En Europa, contrariamente a lo que sucedía en EE.UU, el interés se incrementa con la creación de la Dirección de Medio Ambiente por parte de la CE. Esta Dirección, además de tratar de estandarizar las regulaciones sobre contaminación, publicó en 1985 *la Directiva 85/339/CEE sobre Envases de Alimentos líquidos* que incorpora la aplicación del pensamiento de ciclo de vida y exige a los fabricantes identificar y monitorizar el consumo de energía y materiales así como la generación de residuos de los productos (Giudice et al., 2006).

A inicios de los ochenta, debido a la segunda crisis del petróleo y al creciente interés de la población por el medio ambiente, se reactivó en los EE.UU el interés por el ACV tanto entre las empresas como entre las distintas administraciones. En 1979 de hecho se había creado Setac con el objetivo entre otros, de colaborar en el desarrollo de la

metodología. Desde entonces Setac es uno de los líderes mundiales en desarrollo y promoción de metodologías de ACV. Los ámbitos empresariales adoptaron el ACV con la intención de incrementar sus ventas intentando presentar sus productos como respetuosos con el medio ambiente, la administración por su parte buscaba desarrollar normativas o criterios que permitieran clasificar los productos en función de su carga medioambiental (Fida, 2010).

### **Estandarización de la metodología (1990-2000)**

Cuando a finales de los ochenta el problema de los residuos se convierte en un tema global (Chacón, 2008b), los estudios de ACV emergen como una herramienta útil de cara a buscar soluciones enfocadas a prevenir la contaminación en vez de a corregirla (Infocalidad, 2000).

A la ya mencionada Setac se unen otros organismos como EPA o ISO, cuya finalidad es el desarrollo de metodologías que incluyan la revisión crítica, garanticen la fiabilidad de los resultados y justifiquen las mejoras a llevar a cabo en el producto, proceso o actividad de acuerdo con los resultados del mismo (Infocalidad, 2000).

Un hito en el desarrollo de la metodología del ACV tal y como se conoce hoy en día, fue la publicación por parte de Setac de dos trabajos que abrieron el camino al ACV para convertirse en una herramienta que soportara los procesos de toma de decisiones (Pap, 2004):

- *A Technical Framework for Life Cycle Assessments* (Fava et al., 1991). Primer intento de estandarizar los estudios ACV a nivel internacional. Explicitaba los cuatro componentes del ACV moderno: *Definición de objetivos*, *Evaluación del inventario*, *evaluación del impacto* y *Análisis de la mejora*. Por primera vez se iba más allá de la mera cuantificación de material y flujos de energía predominantes hasta la fecha.
- *Setac guidelines for Life-Cycle Assessment: a code of practice* (Consoli, 1993). Este estudio proporciona una serie de directrices para llevar a cabo estudios de ACV de una manera sistemática.

Hay que mencionar por su parte el papel fundamental que tuvo el software en la evolución y universalización del ACV. Aunque ya existían algunos antecedentes, es en la década de los 90 cuando proliferan los paquetes comerciales específicos para estudios de ACV (Chacón 2008b).

En este contexto, el ACV comienza a proyectarse a nivel internacional con la organización de numerosos seminarios entre los que merecen destacarse los siguientes: el organizado por World Wildlife Found y patrocinado por EPA que se celebró en Washington (EE.UU) en 1990, otro celebrado ese mismo año en Vermont (EE.UU) organizado por Setac, y un último a cargo de Procter & Gamble también en 1990 que tuvo lugar en Lovaina (Bélgica) (Sonnemann et al., 2003). La importancia de estos seminarios radica fundamentalmente en su carácter pionero ya que abrieron el camino para posteriores ediciones por una parte y favorecieron la creación de nuevas conferencias sobre el tema. Entre estas últimas merecen señalarse, por su importante labor pedagógica y de divulgación, las que organizó la Setac en el inicio de los años 90 y que se citan a continuación (Chacón 2008b):

- 1991, Leiden (Países Bajos), centrado en la metodología general del ACV.
- 1992, Sandestin (EE.UU), centrado en el análisis del impacto ambiental.
- Junio de 1992, Postdam (Alemania), centrado en las aplicaciones del ACV.
- Octubre de 1992, Wintergreen (EE.UU), centrado en la calidad de los datos.
- 1993, Copenhague (Dinamarca), centrado en la fase de clasificación de los impactos ambientales.
- Mayo de 1993 conferencia en Sesimbra (Portugal) donde los practicantes de la metodología desarrollaron la ya mencionada *Guidelines for Life Cycle Assessment: A Code of Practice* (Consoli, 1993).

En 1992 se creó con sede en Dinamarca la *Society for the Promotion of LCA Development* (SPOLD), asociación formada por veinte grandes compañías europeas como Dow Corning, EDF, Procter & Gamble o Unilever entre otras, con el objetivo de potenciar y normalizar el uso del ACV en la industria. SPOLD fue una de las

asociaciones más activas en la promoción y desarrollo del ACV con numerosas publicaciones y encuentros organizados aunque terminó sus actividades a finales del año 2001 (Bretz, 1998).

Los primeros estudios sectoriales en Europa por su parte aparecen también en este periodo de la mano de diferentes instituciones como *Swiss Federal Office of Environment (BUWAL)*, *Forest and Landscape, Association of Plastics Manufactures in Europe (APME)* o *European Center for Plastics in the Environment (PWMI)* (Sonnemann et al., 2003).

Es también en esta época, cuando diversas revistas científicas como *AICHE Journal* o *Environmental Science & Technology*, abren sus puertas a trabajos relacionados con el ACV. Este hecho promueve a su vez un aumento de los trabajos científicos en este campo y provoca el nacimiento en 1995 de la revista científica *International Journal of Life Cycle Assessment (IJLCA)* que sigue siendo hoy en día la publicación de mayor reconocimiento dedicada por completo al ACV (Klöppfer et al., 2005).

Este aumento de estudios de ACV así como de organizaciones relacionadas con el mismo, llevó a numerosos autores a publicar trabajos en relación a los métodos que debían aplicarse en este tipo de estudios (Sonneman et al., 2010). De este modo (Fava et al., 1991), (Heijungs et al. 1992); (Boustead, 1992), (Fecker, 1992); (Vigon et al. 1993) o (Guinée et al. 1993) iniciaron el camino hacia la normalización del ACV.

Precisamente, en relación con la normalización de la metodología ocurrió en 1991 un hecho curioso en EEUU al denunciar varios Procuradores Generales de Estado<sup>3</sup> el uso inapropiado que los fabricantes hacían de los ACV en sus campañas de marketing. Esta denuncia advertía de que las comparaciones medioambientales publicitadas podrían ser constitutivas de algún tipo de publicidad engañosa en tanto las metodologías utilizadas en los estudios no hubieran sido debidamente estandarizadas (EPA, 2006).

En este contexto y con la presión añadida de las organizaciones ambientalistas (EPA, 2006), ISO creó en 1993 el Comité Técnico 207 (ISO/TC 207) con el objetivo de

---

<sup>3</sup> La figura de Procurador General es en EEUU (y algunos países de América Latina) equivalente a la de Fiscal General en España.

desarrollar normativas internacionales sobre gestión medioambiental así como su Subcomité SC5 para la normalización específica referente al ACV (Chacón, 2008b).

Sin embargo, antes de que ISO publicara sus propias normas al respecto, se publicaron en varios países las primeras normas sobre ACV (aunque de carácter nacional). A comienzos de 1994 se publicaron en Canadá las primeras normas existentes sobre ACV (Chacón 2008a). Muy poco después, en marzo de 1994, también Francia publicó una norma aunque de carácter experimental (Ecobilan, 2002). Por su parte, la organización *Nordic Council of Ministers*<sup>4</sup> publicó en 1995 una guía titulada *Nordic Guidelines for Life Cycle Assessments* (Lindfors, 1995) con una descripción detallada de la metodología para elaborar estudios de ACV (Pap, 2004).

Finalmente el comité ISO/TC-207 y específicamente su subcomité SC5, utilizó todos estos trabajos, así como los trabajos de la Setac de 1991 y 1993, para publicar el 16 de junio de 1997 la primera norma internacional de la serie sobre ACV. A esta norma de nombre *ISO 14040 Environmental Management. Life Cycle assessment. Principles and Framework* (ISO 2006a) (Chacón 2008b), le seguirían después otras de la misma serie tal y como se detalla en el apartado 3.8 de este mismo capítulo. Las norma ISO sobre ACV son consideradas hoy en día como las principales normas internacionales para la evaluación ambiental atendiendo al ciclo de vida (Klöppfer, 2012).

Estos años de trabajo dejaron de manifiesto la complejidad y limitaciones de la metodología. El coste y el tiempo requerido fueron señalados como importantes obstáculos e incluso algunas voces afirmaban que se había establecido una metodología que iba más allá del alcance de la mayoría de los usuarios potenciales (Todd and Curran, 1999). Ante esta situación, la Setac inició en 1994 un detallado estudio sobre el tema con el objetivo inicial de aportar una metodología mas abreviada. El trabajo de cinco años quedó finalmente plasmado en 1999 en un informe final titulado *Streamlined Life-Cycle Assessment: A Final Report* (Todd and Curran, 1999), donde los autores a grandes rasgos recomendaban prestar mayor atención a la

---

<sup>4</sup> Council of nordic minister la organización intergubernamental para la cooperación en la región nórdica que incluye a Dinamarca, Noruega, Suecia, Finlandia, Islandia, Islas Feroe y Groenlandia (Nordic Cooperation, 2016).



fase de establecimiento de los objetivos y el alcance del sistema de cara a simplificar después todo el estudio.

### **Institucionalización. Primera década del Siglo XXI**

A comienzos del siglo XXI se incrementó el uso del ACV (Guinée et al., 2011), especialmente significativo fue el importante número trabajos que se llevaron a cabo en el sector energético sobre biocombustibles, energías renovables etc. (Chacón, 2008b). Se estima también que las ventas de software para ACV se duplicaron entre los años 1999 y 2003 (Chacón, 2008b). En este contexto comenzaron a surgir asociaciones relacionadas con el ACV en muchas zonas del mundo.

En el 2001 nació el *American Center for Life Cycle Assessment (ACLCA)* con el objetivo de fortalecer la capacidad, el conocimiento y el uso del ACV en los EE.UU. Aunque su ámbito de actuación inicial se ceñía a los EE.UU, pronto se convertiría en un referente mundial, siendo además uno de los actores más activos en la organización de la principal conferencia a nivel internacional sobre ACV de nombre *InLCA, International LCA Conference* (Fava and Cooper, 2002). Entre el 2002 y el 2006 se crearon varias asociaciones nacionales más como *ALCAS, Australian Life Cycle Society* en Australia, *ISLCA, Indian Society for LCA* en la India, *JLCA, LCA Society of Japan* en Japón o *KSLCA, Korean Society for LCA* en Corea entre otras (Chacón, 2008b).

A escala global destaca la aparición en 2002 de *The UNEP-Setac Life Cycle Initiative*, respuesta de la Setac y el *Programa para el Medioambiente de las Naciones Unidas (Unep)*, a la *Declaración de Malmö de 31 de mayo de 2000* (Unep, 2000). Esta declaración, firmada por más de cien ministros de medio ambiente durante el *Primer Foro de Ministros de Medio Ambiente en Malmö* (Suecia), pedía promover el empleo del concepto de ciclo de vida en las economías de las naciones con el fin de lograr patrones de consumo y de producción más sostenibles (Remmen et al., 2007). En 2002 la Unep y la Setac unieron sus esfuerzos y el 28 de abril de ese mismo año presentaron oficialmente en Praga (República Checa) esta iniciativa (Töpffer, 2002) con el objetivo de promover el uso del ACV y mejorar las herramientas que le dan soporte (Guinée et

al., 2011) y que constituye uno de los foros mundiales de expertos más importantes para el estudio y la difusión del ACV (Jensen 2007).

En Europa por su parte, un factor especialmente importante que impulsó en gran medida el uso del ACV, fue la incorporación del mismo en las políticas, programas y aplicación de principios ambientales de la UE (Cappellaro et al., 2008; Guinée et al., 2011). El concepto del ciclo de vida fue señalado en 2003 en la ya mencionada comunicación de la CE sobre la PPI (CE, 2003b). como la mejor herramienta para evaluar el potencial impacto ambiental de los productos (Guinée et al., 2002; Van Rossem et al., 2006). El concepto de ciclo de vida fue incorporado también en las estrategias temáticas sobre el uso sostenible de los recursos (CE, 2005b) y en la prevención y reciclado de residuos (CE, 2005a) entre otros (Guinée et al., 2011). En respuesta a todo ello la UE fundó en 2005 la *European Platform of Life Cycle Assessment* con el mandato de promover la disponibilidad, el intercambio y uso de datos de calidad, métodos y estudios para el apoyo a procesos de decisión fiables en el diseño de políticas públicas y en los negocios (Guinée et al., 2011).

En los últimos años del siglo pasado conceptos que ampliaban el horizonte del ACV, como el *Life Cycle Management (LCM)*, fueron ganando adeptos entre las empresas interesadas en lograr el desarrollo sostenible a través de métodos basados en el ciclo de vida (Klöpffer and Heinrich, 2002). De hecho, en agosto de 2001 se celebró la primera conferencia sobre LCM en Copenhague (Dinamarca) (Hunkeler et al., 2001). El LCM es más un concepto que una herramienta propiamente dicha, aunque esta diferencia no está bien delimitada en este caso (Klöpffer and Heinrich, 2002). La siguiente definición del LCM demuestra lo acertado de esta última afirmación:

El Life Cycle Management es un marco integral y flexible de conceptos, técnicas y procedimientos para abordar los aspectos ambientales, económicos, tecnológicos y sociales de los productos y de las organizaciones con el objetivo de lograr la mejora ambiental continua desde una perspectiva de ciclo de vida (Hunkeler et al., 2003).

### Presente y futuro inmediato

En cuanto al presente, se puede afirmar que el ACV continúa aún hoy con ese cambio de marco que trata de ampliar su alcance y sus objetivos. La meta es evaluar a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, además de los impactos ambientales, también los impactos sociales, *Social Life Cycle Assessment* (Unep, 2009) y económicos, *Life Cycle Costing* (Quintana e Ibarra, 2013) para integrar todos ellos en un análisis conjunto (Weidema, 2006; Klöpffer, 2008; Heijungs et al., 2010). La metodología se estaría encaminando de este modo hacia lo que se ha dado en conocer como *Life Cycle Sustainability Analysis* (Unep, 2011).

Por otra parte, en el capítulo primero ya se ha reflejado de manera más detallada la opinión de algunos autores sobre el futuro que previsiblemente cabe esperarle a la metodología. (Finkbeiner, 2013; Fava et al., 2009; Guinée et al., 2011) son en general optimistas en cuanto a la posible generalización del uso del ACV por parte de empresas e instituciones.

### 3.3. APLICACIONES DEL ACV

A medida que la metodología del ACV se desarrollaba y perfeccionaba, también se ampliaban considerablemente sus aplicaciones. De esta manera, si a comienzos de los años 60 su utilización se ceñía básicamente al análisis del consumo energético en los procesos productivos, hoy en día el ACV es utilizado tanto el sector industrial como en las administraciones públicas (Infocalidad, 2000) para obtener información relevante que ayude en los procesos de toma de decisiones (Heijungs et al., 1996). Simplificando, podríamos afirmar que su evolución le ha permitido pasar del ámbito puramente técnico relacionado con el desempeño ambiental de productos y procesos a un ámbito mucho más amplio relacionado con los procesos de gestión, el establecimiento de estrategias e incluso la elaboración de políticas públicas.

Según (Heijungs et al., 1996) el ACV es una herramienta de apoyo que brinda información sobre los efectos ambientales de todas las etapas del ciclo de vida del

producto. Es una herramienta de gestión que puede ser utilizada por gobiernos, empresas privadas, organizaciones de consumidores y grupos ecologistas como una herramienta de apoyo a los procesos de decisión (Wenzel et al., 1997; Field and Ehrenfeld, 1999; Krozer and Vis, 1998). El ámbito de estas decisiones abarca desde la gestión general y la selección de políticas, hasta la definición de características de producto o proceso durante la fase de diseño (Ludwig, 1997).

La propia norma ISO 14040 señala las siguientes aplicaciones (ISO, 2006a):

- Identificación de oportunidades de mejora de aspectos medioambientales de los productos durante las diferentes fases de su ciclo de vida.
- Herramienta para la toma de decisiones en la industria, el gobierno y ONGs.
- Selección de indicadores de desempeño ambiental y procedimientos de medición.
- Marketing, incluyendo el etiquetado ecológico y la mejora de la imagen corporativa.

Aunque los usuarios principales tradicionalmente han sido las empresas y los *policy makers* lo cierto es que cada vez más autores abogan por usar el ACV para desarrollar herramientas de información a los consumidores que a su vez promocionen el consumo sostenible (Nissinen et al., 2007). Por ello es razonable dividir los utilizadores y/o beneficiarios del ACV en cuatro grupos significativos, empresas, administraciones públicas, Organizaciones no Gubernamentales (ONGs) y consumidores (Heijungs et al., 1996): A continuación se describen los principales usos que estos cuatro grupos dan a los estudios de ACV.

### **3.3.1. Aplicaciones para el Sector industrial**

Las aplicaciones del ACV en el sector industrial se pueden agrupar atendiendo a la naturaleza o carácter de su destino en aplicaciones de tipo externo y aplicaciones de tipo interno (Heijungs et al., 1996; Franckl and Rubik, 1999).

Como **usos internos** del ACV, pueden destacarse:

- Planificación de estrategias ambientales (Heijungs et al., 1996; Jensen et al., 1997) que hagan más competitiva a la empresa y entre las que se podrían citar las siguientes (Franckl and Rubik, 1999):
  - Cambios radicales en el ciclo de vida del producto.
  - Cambio en el tipo de negocio: por ejemplo pasar de ofertar un producto a ofertar un servicio.
  - Permite anticiparse a la legislación ambiental.
  - Enfoca los esfuerzos de la I+D+i
- Apoyo a los procesos de decisión en la fase de diseño de nuevos productos o rediseño y desarrollo de los ya existentes (Heijungs et al., 1996; Graedel, 1998; De Smet, 1990; Jensen et al., 1997).
- Presta información fundamental de cara a la optimización de los procesos (Franckl and Rubik, 1999), identificando aquellas operaciones con mayor consumo de recursos y aportando criterios objetivos de selección de alternativas (EPA, 2006).
- Proporciona información para decisiones en el ámbito de la logística basadas en criterios ambientales como la localización de plantas o la ubicación de almacenes entre otros (Da Silva, 2007).

Como **usos externos** del ACV, pueden destacarse:

- Ayuda a definir por una parte las estrategias de marketing y a diseñar las estrategias publicitarias por otro (Franckl and Rubik, 1999). Facilita la mejora de imagen a través de la implementación de estrategias de marketing ambiental (Rebitzer and Buxmann, 2005; Jensen et al., 1997). Permitiría a las empresas usuarias diferenciarse de sus competidores argumentando el carácter más respetuoso de sus productos en términos medioambientales.
- Proporciona acceso a certificados ambientales y ecoetiquetas (Franckl and Rubik, 1999; Da Silva, 2007; Hendrickson et al., 1998; Heijungs et al., 1996). De hecho a

menudo estas etiquetas ambientales demandan la realización de estudios de ACV (Hendrickson et al., 1998). La información del ACV proporciona los elementos de análisis comparativo a las empresas que más tarde deseen certificar sus productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas.

- Proporciona información fiable y objetiva a clientes y administraciones públicas (Da Silva, 2007; Heijungs et al., 1996). A menudo surgen conflictos entre las ONGs, los gobiernos y las empresas en relación a la información ambiental que estas aportan debido a su carácter subjetivo, conflictos que se evitan en una medida importante con este tipo de estudios de naturaleza científica (Heijungs et al., 1996).
- Permite negociar especificaciones sobre materiales con los proveedores y ejercer presión sobre los mismos (Da Silva, 2007). En general, facilita el control y la supervisión de los proveedores y sus productos así como la cooperación con los mismos (Franckl and Rubik, 1999).

### **3.3.2. Aplicaciones para las Administraciones Públicas**

El ACV es sin duda una importante herramienta en el diseño y desarrollo de legislación y políticas ambientales (Heijungs et al., 1996; Hendrickson et al., 1998; Jensen et al., 1997) que a largo plazo pueden favorecer la conservación de recursos y la reducción del riesgo ambiental asociado a productos y procesos. Como ya se ha dicho en repetidas ocasiones, el ACV es reconocido en el marco de la PPI (CE, 2003b) como la herramienta más eficaz disponible para la evaluación del impacto ambiental de los productos (Klöpffer, 2006; Jensen and Postlethwaite, 2008; Nissinen et al., 2007).

Se exponen a continuación algunos ejemplos de la aplicación del ACV en la implementación de políticas públicas:

- Establecimiento de criterios de valoración y diferenciación de productos en los programas de ecoetiquetado y declaraciones ambientales (Hauschild et al., 2005; Heijungs et al., 1996; Jensen et al., 1997).

- Evaluación de distintas alternativas de gestión de residuos (CE, 2005a; Del Borghi et al., 2009). El ACV permite la identificación de las cargas ambientales asociadas a cada etapa implicada en la gestión del residuo, recogida, transporte al centro de tratamiento, reciclado, reutilización, etc.
- Establecimiento de políticas sobre envases. Un ejemplo cercano de esta aplicación es la Ley 11/97 de *Envases y Residuos de Envases* trasposición de la *Directiva Comunitaria 94/62/CEE, relativa a los Envases y Residuos*. Esta directiva otorga al ACV el poder decisión en la jerarquización de los tipos de envases reutilizables, reciclables y valorizables (Castells, 2009).
- Establecimiento de criterios claros y objetivos de *Compra Pública Verde* (Jensen et al., 1997; Hauschild et al., 2005).
- Proporciona formación técnica objetiva al gobierno de cara al establecimiento de políticas fiscales atendiendo a criterios de contaminación. Ejemplos de ello se pueden encontrar en Francia, que implementó un impuesto por emisión de CO<sub>2</sub> basado en la información de estudios de ACV, o en Bélgica y Noruega que hicieron algo similar en relación a los envases (Rebitzer and Buxmann, 2005).

### **3.3.3. Aplicaciones para las ONGs**

Las ONGs pueden jugar un papel importante a favor del desarrollo sostenible por su capacidad para movilizar a un gran número de ciudadanos. Las ONGs utilizan por lo general el ACV para suministrar información de calidad y fiable a los consumidores por un lado y para influenciar a gobiernos y empresas por otro (Da Silva, 2007). Con la información basada en estudios de ACV se buscaría asesorar a los consumidores en la elección de productos y estilo de vida más sostenibles (Clark and De Leeuw, 1999). De hecho, en opinión de (Clark and De Leeuw, 1999), las ONGs deberían involucrarse en la comunidad del ACV y colaborar con los gobiernos y el mundo académico en el desarrollo de la metodología.

### **3.3.4. Aplicaciones para los consumidores**

Los consumidores son en realidad receptores de los beneficios del ACV y no tanto usuarios del mismo. La información que recibe el consumidor como resultado de los estudios de ACV le empodera para hacer compras cada vez más responsables (Nissinen et al., 2007). Los consumidores pueden cambiar sus procesos de compra impulsando de este modo a las empresas a mejorar el desempeño ambiental de sus productos, aspecto crítico para lograr la transición hacia una sociedad más sostenible (Clark and De Leeuw, 1999). Por su parte al demandar más y mejor información sobre los productos los consumidores desempeñan un papel importante como impulsores indirectos de estudios de ACV (Da Silva, 2007).

## **3.4. METODOLOGÍA**

El desarrollo de las normas ISO sobre ACV fue un paso importante en la consolidación de procedimientos y metodologías de ACV, su contribución fue crucial para la aceptación del ACV por parte de los grupos de interés así como por la comunidad internacional (Finkbeiner et al., 2006). Por ello, aunque existen otras metodologías, en este apartado se desarrolla con detalle la metodología del ACV propuesta por las normas ISO 14040:2006 *Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia* (ISO, 2006a) e ISO 14044:2006 *Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices* (ISO, 2006b). La norma ISO 14040 establece que si un estudio de ACV se realiza según dicha norma se deben cumplir a su vez las reglas y requerimientos especificados en la ISO 14044. No se permite por tanto afirmar que se ha realizado un estudio de acuerdo a los principios de la Norma ISO 14040 si no se han observado estrictamente los requerimientos de la ISO 14044 (Klöpffer, 2012).

Inicialmente ISO publicó 4 normas sobre ACV, la ya mencionada ISO 14040 en su primera versión de 1997 (ISO, 1997a) y las tres normas que la complementaban:



- *ISO 14041:1998 Gestión medioambiental. Análisis de ciclo de vida. Definición del objetivo y alcance y el análisis de inventario* (ISO, 1998).
- *ISO 14042:2000 Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida* (ISO, 2000a).
- *ISO 14043:2000 Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Interpretación* (ISO, 2000b).

Sin embargo, en 2006, con la revisión de la ISO 14040 y la publicación de la ISO 14044:2006, se anularon estas tres últimas normas citadas. Aunque es cierto que la idea de este cambio era mejorar su presentación y no tanto alterar el contenido de las normas originales (Finkbeiner et al., 2006).

Un estudio de ACV que se quiera realizar bajo las Normas ISO 14040 e ISO 14044 debería llevar a cabo las siguientes 4 etapas principales:

- Definición del objetivo y el alcance
- Análisis del inventario conocido como ICV
- Evaluación del impacto ambiental conocida como EICV
- Fase de interpretación

La misma norma establece para algunos casos la necesidad de realizar además una quinta etapa denominada *Revisión Crítica* (ver apartado 3.4.6). Estas etapas están relacionadas entre sí tal y como se muestra en la Figura 3.1.

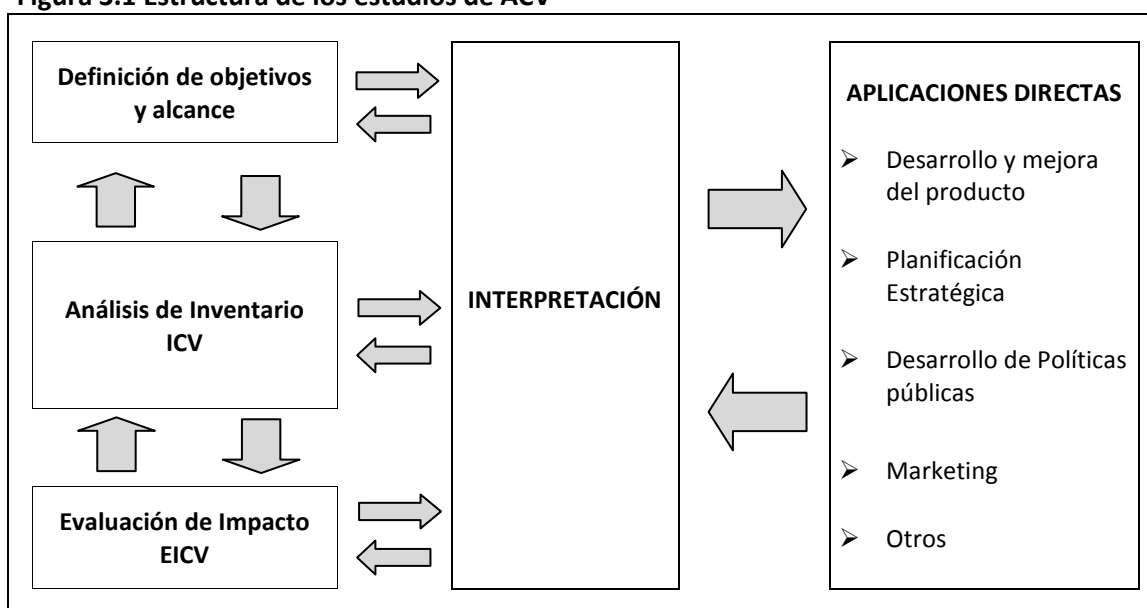
### **3.4.1. Definición del objetivo y alcance del ACV**

En la definición del objetivo del estudio se deben incluir de acuerdo a la norma los siguientes aspectos:

- Razones o motivos para llevar a cabo el estudio y el tipo de información que se espera obtener

- Aplicación prevista del estudio y uso que se pretende dar a los resultados
- Destinatario previsto del estudio. Se debe explicitar si será un informe interno o si se comunicarán los resultados a terceros, en este último caso deberán especificarse dichos destinatarios.
- Debe especificar si se utilizarán los resultados con fines comparativos que además pretenden hacerse públicos.

Figura 3.1 Estructura de los estudios de ACV



Fuente: (ISO, 2006a)

El alcance del ACV consiste en la definición de la amplitud, profundidad y detalle del estudio compatibles con los objetivos establecidos. Debe considerar y describir los siguientes puntos:

- El producto-sistema a analizar.
- Las funciones del sistema en estudio. El impacto ambiental de un mismo producto al que se le dan usos diferentes puede ser también muy diferente (un mismo autobús puede cubrir líneas de cercanías o grandes distancias).
- Selección de la unidad funcional. Es la unidad a la que se refieren todas las entradas (materias primas, energía etc.) y salidas (productos, emisiones, residuos, etc.) del sistema en estudio, debe estar claramente definida, ser medible y representativa de

todas las entradas y salidas. Se trata de establecer la cantidad de producto necesaria para cumplir con la función establecida.

- Establecimiento de los límites del sistema. Los límites del sistema indican qué operaciones unitarias se incluyen determinando lo que entra dentro del sistema en estudio y lo que se queda fuera. Deben ser coherentes con los objetivos del estudio y el nivel de detalle deseado. Así mismo, también deben ser explicitados los criterios utilizados para su determinación. Es frecuente que surja la necesidad de redefinir los límites del sistema conforme se avanza en el estudio.
- Establecimiento de las reglas de asignación de cargas ambientales que se van a utilizar en la etapa de análisis de Inventario. Como carga se define la contribución de cada entrada o salida inventariada a una categoría de impacto ambiental. El concepto de asignación de cargas se utiliza cuando se estudia un sistema en el que la relación entre las entradas (tanto materias primas como energía) y las salidas (productos, emisiones...) no es una relación lineal, sino que en el sistema se obtiene más de un producto o existe reciclado en alguna fase intermedia. Así, en el caso de obtener más de un producto en un mismo proceso, es necesario definir unas pautas que permitan asignar de forma adecuada el consumo de materias primas y energía y la generación de residuos, a cada uno de ellos. Con ello, se persigue atribuir a cada producto sus cargas ambientales reales.
- Se deben explicitar los impactos considerados en el estudio, la metodología de evaluación a utilizar y el tipo de interpretación que se realizará de los resultados obtenidos (estos conceptos se describen con detalle en los siguientes apartados).
- Supuestos y limitaciones. Se deben exponer los supuestos e hipótesis que se han asumido a lo largo del estudio (por no disponer de los datos necesarios o por haberse despreciado otros por poco significativos). Es necesario indicarlos ya que pueden influir en la interpretación de los resultados.
- Requisitos de calidad de los datos. Se deben especificar los requisitos a cumplir por los datos para que sean coherentes con los objetivos del estudio, se comprenda la

fiabilidad de los resultados y se permita su correcta interpretación. Se deben incluir por tanto los siguientes requisitos:

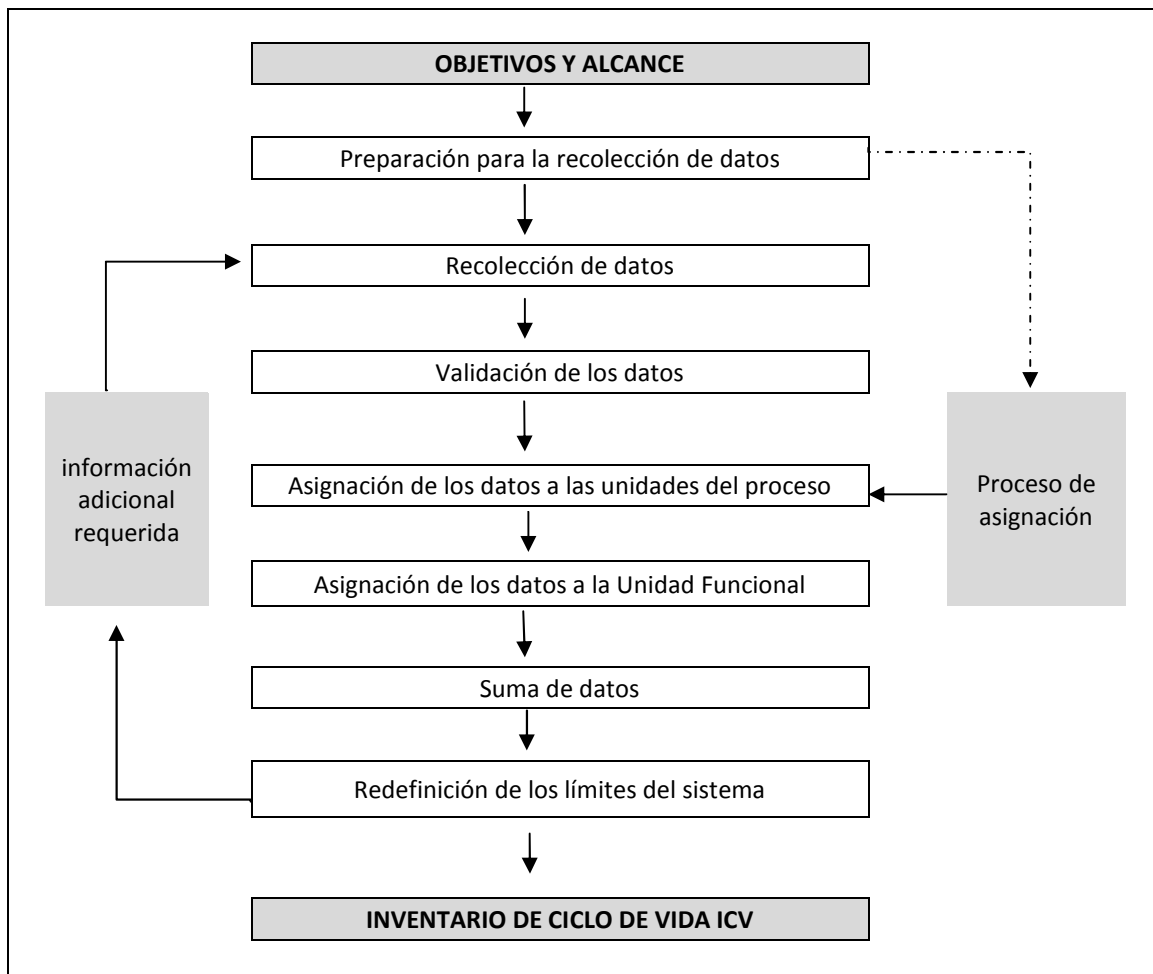
- Cobertura temporal, edad de los datos y periodo mínimo de tiempo en el que se deben recoger los datos.
- Cobertura geográfica: área geográfica en la que se deben recoger los datos.
- Cobertura tecnológica. Se debe especificar las tecnologías utilizadas.
- Precisión: se debe especificar la variabilidad de los datos (a través de la varianza por ejemplo).
- Exhaustividad: porcentaje de flujo que se mide frente al que se estima.
- Representatividad: evaluación cualitativa del grado en el que el conjunto de datos refleja la verdadera población de interés.
- Consistencia: evaluación cualitativa de la aplicación uniforme de la metodología del estudio a los diversos componentes del análisis.
- Reproducibilidad: evaluación cualitativa del grado en que la información sobre la metodología y los valores de los datos permitirían a otra persona independiente reproducir los resultados reportados en el estudio.
- Fuentes de información.
- Incertidumbre de la información (por ejemplo, modelos de datos y supuestos).
- El alcance también debe incluir el tipo de revisión crítica a efectuar en caso de que fuera necesaria de acuerdo con los objetivos del estudio.
- El tipo y formato del informe final requerido para el estudio.

#### **3.4.2. Análisis de inventario de ciclo de vida (ICV)**

Esta fase comprende la recopilación de datos y los procedimientos de cálculo para evaluar las entradas y salidas pertinentes del sistema en estudio. Exige la resolución de

los balances de energía y de materia del sistema de forma que los datos finales del inventario se recojan en tablas y estén referidos a la unidad funcional. Se trata de la fase del ACV que más tiempo lleva debido a que normalmente el número de parámetros a considerar es numeroso. El proceso a seguir durante esta fase se muestra en la Figura 3.2 y consta de las siguientes etapas:

**Figura 3.2** Etapas para el análisis de inventario de ciclo de vida



Fuente: (ISO, 2006b)

**Recogida de Datos:** Esta etapa tiene una enorme importancia para la obtención de resultados fiables y utilizables y consume la mayor parte de los recursos del estudio.

Los datos necesarios para un estudio de ACV se pueden agrupar en 4 grandes grupos:

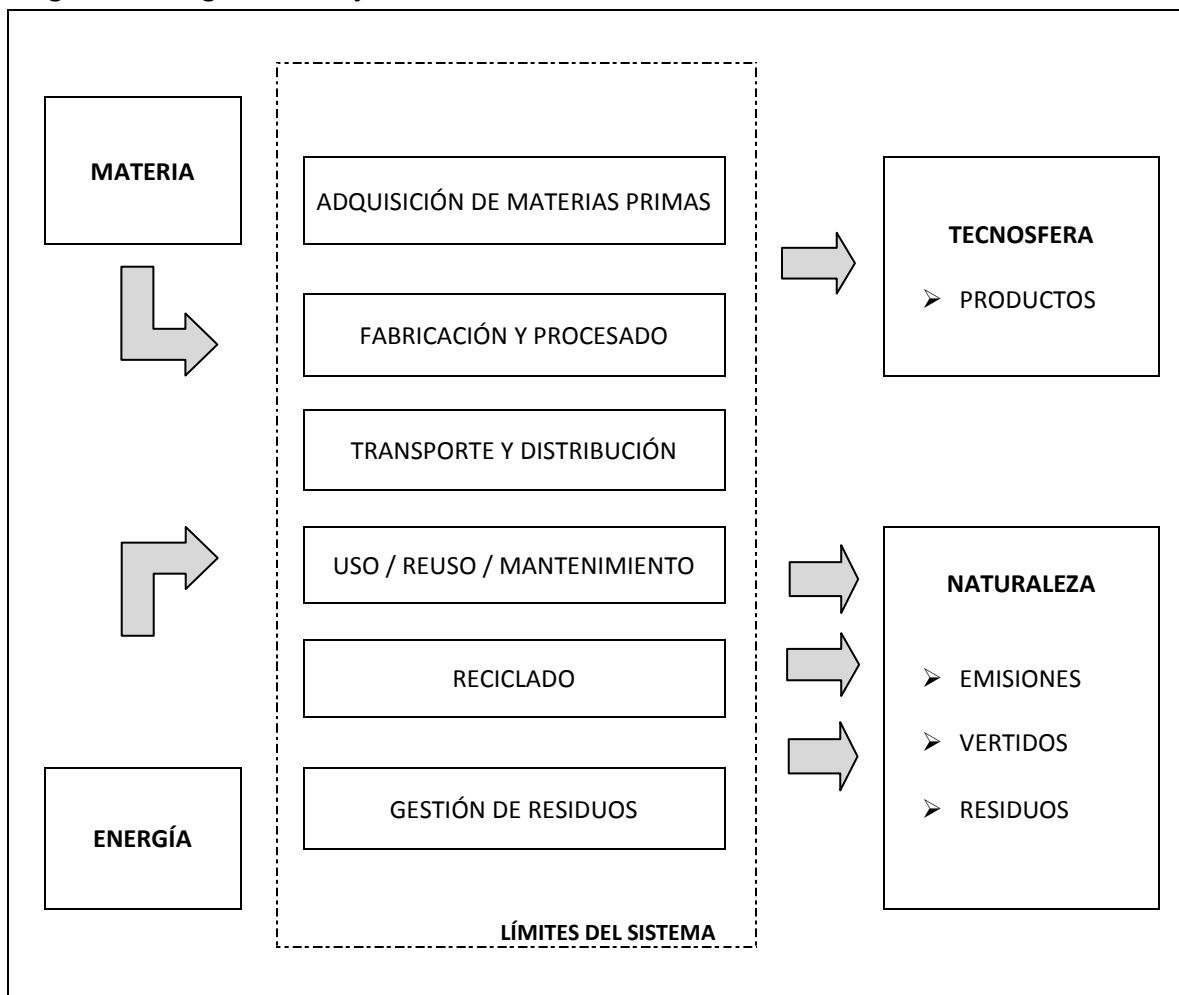
- Las entradas de energía, los insumos de materias primas, insumos auxiliares, otros insumos físicos

- productos, coproductos y residuos
- las emisiones al aire, agua y suelo
- otros aspectos ambientales

Para una correcta recolección de datos se deben llevar a cabo las siguientes tareas:

- Trazado del diagrama de flujo de procesos. Este diagrama debe describir todos los procesos unitarios e incluir además sus interrelaciones. La Setac propone el diagrama de flujo del inventario que se muestra en la Figura 3.3.

Figura 3.3. Diagrama de flujo de inventario de ciclo de vida



Fuente: (Fava et al., 1991)

- Describir cada proceso unitario en detalle, en especial, los factores que influyen en las entradas y salidas.

- Listado de los flujos y los datos relevantes sobre las condiciones de funcionamiento asociados a cada proceso unitario.
- Desarrollo de una lista que especifique todas las unidades utilizadas.
- Descripción de las técnicas empleadas para la recogida de los datos y los cálculos posteriores.
- Proporcionar instrucciones para documentar con claridad los casos especiales, irregularidades u otros elementos asociados a los datos proporcionados.

Es conveniente tener en consideración los aspectos recogidos en la Tabla 3.1 respecto a las fuentes de recogida de datos:

**Tabla 3.1 Ventajas y desventajas de las diferentes fuentes de datos.**

Tipos de Datos		Ventajas	Desventajas
<b>Medidas Directas</b>		Buen control sobre la actividad	Carencia de recursos y conocimientos adecuados
<b>Documentos Publicados</b>	Declaraciones Ambientales	Elevada confianza Información estructurada Publicación anual, permite comparaciones temporales	No adaptados para estudios de ACV. Datos de inventario incompletos, límites del sistema no descritos, ...
	Informes de ACV procedentes de otros estudios	Fácil de entender Información similar para procesos comunes, como transporte o producción de energía	Elevado grado de agregación que puede ocultar información de interés Diferentes requerimientos para una misma unidad de proceso
	Otras fuentes: estadísticas, requerimientos legales	Pueden ayudar a explicar y entender el contexto	No completamente adaptadas para ACV Límites del sistema no claros Origen de los datos no siempre especificado
<b>Fuentes Electrónicas</b>	Bases de datos	Formato y contenido adaptados a ACV Proporcionan un gran número de datos de una vez Compatibles con software de ACV	El análisis de la relevancia y fiabilidad de los datos puede ser difícil
	Internet	Fuente de elevada información	Elevada dificultad para comprobar la relevancia y fiabilidad de la información La información puede desaparecer, dejando de estar disponible
<b>Comunicaciones personales</b>		Posibilidad de repetir y modificar las cuestiones	Dificultad para encontrar la persona adecuada a quien preguntar realizadas

Fuente: (Von Bahr, 2001)

**Cálculos:** Tras la recopilación de datos se deben realizar los siguientes procedimientos de cálculo:

- Validación de los datos recopilados
- Asignación de los datos a los procesos unitarios
- Asignación de los datos al flujo de referencia de la unidad funcional

Los resultados del inventario se consiguen sumando por separado los flujos totales para cada binomio sustancia-categoría de todos los procesos unitarios y obtener así un valor total de todo el sistema. Estas tareas permitirán la obtención de los resultados del inventario del sistema para cada proceso unitario y en relación a la unidad funcional definida.

**Validación de los datos:** La validación de los datos se debe realizar continuamente para ver si la información recogida es representativa y válida para el proceso analizado. Dado que para cada proceso unitario se cumple la *Ley de conservación de masa y energía* los balances de masa y energía son útiles para comprobar la validez de los datos que se van obteniendo.

**Asignación de los datos a la Unidad de Proceso y referida a la Unidad Funcional:** Para cada proceso unitario se debe determinar un flujo adecuado y calcular los datos cuantitativos de entrada y salida del proceso en relación con dicho flujo. Con la ayuda del diagrama de flujo los flujos de todos los procesos unitarios se relacionan con el flujo de referencia. El cálculo debe dar como resultado que todos los datos de entrada y salida del sistema estén referenciados a la unidad funcional.

Se trata en definitiva de asignar correctamente cada resultado obtenido con aquella parte del proceso que realmente lo ha generado. Pocos procesos industriales producen una única salida, por lo tanto el estudio debe identificar los procesos compartidos de modo que los materiales y los flujos de energía, así como emisiones al medio ambiente, sean asignados a las diferentes salidas (productos, subproductos, materiales



reciclables etc.). Es en este punto donde surge el problema del tratamiento a dar a los materiales reciclables o reutilizables.

**Ajuste de los límites del sistema:** El ACV posee naturaleza iterativa que hace que las decisiones sobre los datos a incluir deban basarse en un análisis de sensibilidad de los mismos para determinar su importancia. Este análisis puede conducir a:

- La exclusión de etapas del ciclo de vida o de procesos unitarios cuando el análisis de sensibilidad pueda demostrar que carecen de importancia
- La exclusión de entradas y salidas que carecen de importancia para los resultados del estudio.
- La inclusión de nuevos procesos unitarios, entradas y salidas que el análisis de sensibilidad haya demostrado que son importantes.

Este análisis por tanto, puede requerir el comienzo de nuevo de todo el proceso con los nuevos límites definidos en función de las decisiones adoptadas en el mismo.

### **3.4.3. Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida (EICV)**

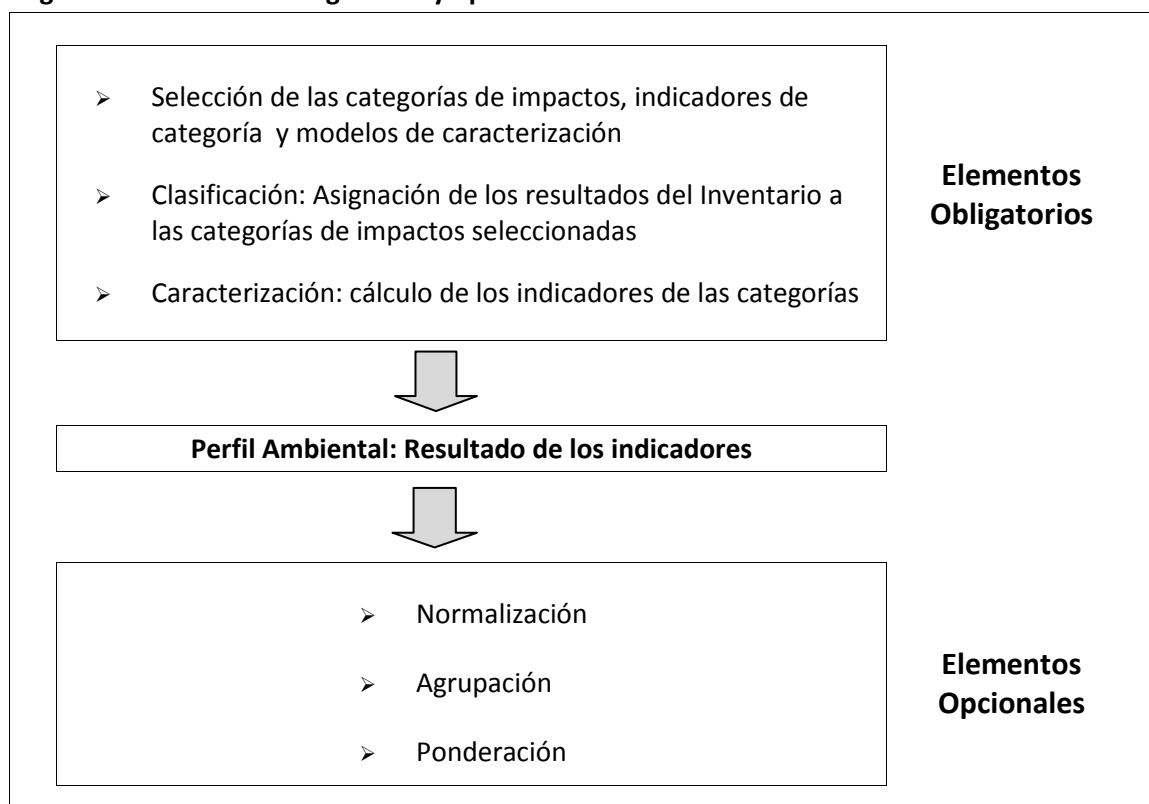
La Norma ISO 14040 establece el esquema de la Figura 3.4 para la realización de esta fase que consiste en evaluar los impactos ambientales de cada uno de los parámetros identificados en la fase anterior.

En definitiva, esta fase hace corresponder cada parámetro obtenido en el ICV con el potencial impacto ambiental a que da lugar. En esencia, la EICV consiste en el desarrollo de las siguientes acciones:

- Selección, para el sistema en estudio, y en función de los resultados del inventario, de las categorías de impacto (ver apartado siguiente) que hay que considerar.
- Asignación de los resultados del inventario a las categorías de impacto a las que contribuyen, teniendo en cuenta que algunos pueden producir más de un impacto.

- Cálculo de las contribuciones individuales de cada parámetro del inventario a un determinado impacto, calculándose posteriormente las contribuciones totales al mismo.

Figura 3.4 Elementos obligatorios y opcionales de la EICV



Fuente: (ISO, 2006a)

### 3.4.3.1. Selección de Categorías de Impacto, indicadores de categoría y modelos de caracterización

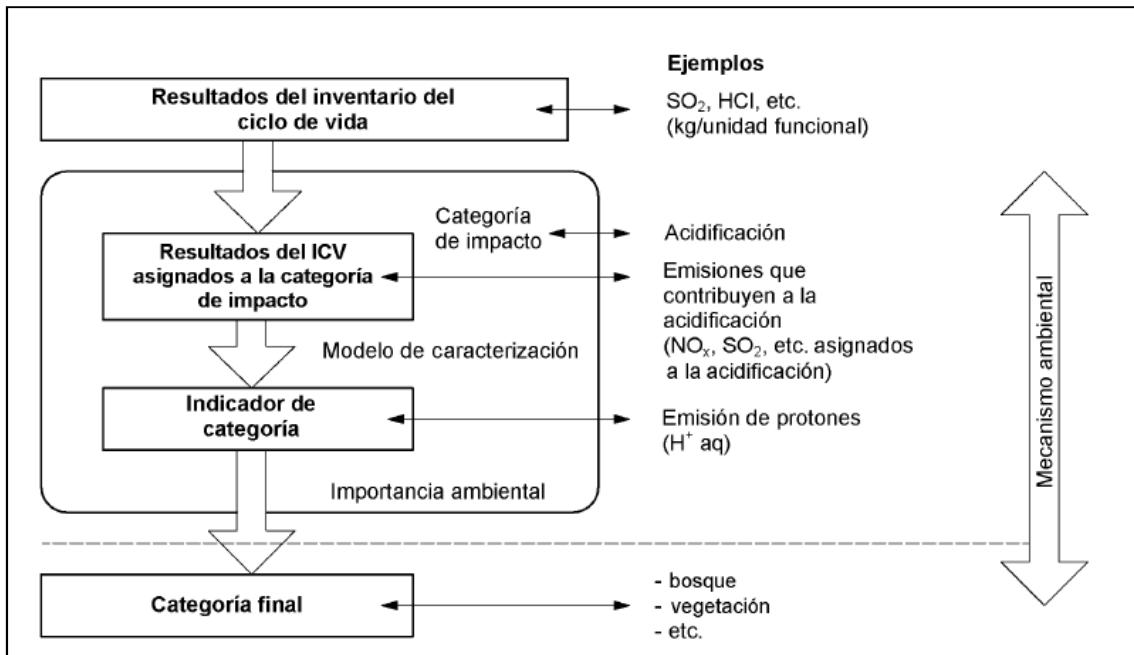
En esta fase deben escogerse, de modo justificado y consistente con el alcance y los objetivos del estudio, las categorías de impactos a considerar, los indicadores de categoría y el modelo de caracterización a utilizar. Conviene en este punto y antes de continuar definir estos términos (ISO, 2006a):

- **Categoría de impacto:** Clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida.
- **Indicador de categoría:** Representación cuantificable de una categoría de impacto.

- **Modelo de caracterización:** Mecanismo que vincula los resultados del ICV con el indicador de categoría y proporciona la base para los factores de caracterización.
- **Factor de caracterización** Factor que surge de un modelo de caracterización que se aplica para convertir el resultado del análisis del inventario del ciclo de vida asignado a la *unidad común del indicador de categoría*, de modo que una vez convertidos todos a la unidad común permite agrupar los resultados en un mismo indicador de categoría.

En la Figura 3.5 se presenta un esquema con las relaciones entre estos conceptos con la ayuda de algunos ejemplos.

**Figura 3.5 Concepto de indicador de categoría. Ejemplo**



Fuente: (ISO, 2006b)

Esta etapa admite diferentes posibilidades, tal es así, que la propia ISO publicó la norma *ISO/TR 14047:2012 Environmental management. Life cycle assessment: Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations* con diferentes ejemplos de cómo llevarla a cabo aunque ella misma afirma literalmente:

(...) estos ejemplos son sólo una muestra de todos los ejemplos posibles que podrían satisfacer las disposiciones de la norma ISO 14044. Se presenta una o unas maneras en lugar de la única manera de aplicación de la norma ISO 14044 (ISO, 2012).

Por otra parte, existen multitud de categorías de impacto entre las que deberán escogerse las más adecuadas en función de los objetivos y alcance del estudio y del nivel de detalle requerido (Ihobe, 2009). En este sentido la Setac recomienda utilizar las categorías de impacto siguientes (Udo de Haes, 1996):

- Agotamiento de recursos.
- Calentamiento global o efecto invernadero.
- Reducción del ozono estratosférico.
- Toxicidad humana.
- Ecotoxicidad o emisiones de metales pesados.
- Acidificación o lluvia ácida.
- Eutrofización.
- Formación de oxidantes fotoquímicos o niebla fotoquímica (smog).
- Generación de residuos sólidos y líquidos.

El significado de cada una de ellas se describe brevemente a continuación (Medina, 2006):

- Agotamiento de recursos: El origen básico de los bienes materiales son los recursos naturales, materiales y energía obtenidos o procedentes del medio ambiente. En el ACV se mide el efecto relativo del consumo de los recursos respecto al agotamiento de los mismos teniendo en cuenta su escasez relativa y el horizonte temporal en el que se cree que se agotaran. De este modo, la relevancia ambiental del consumo de un recurso es inversamente proporcional a su abundancia y directamente proporcional al ritmo de explotación.
- Calentamiento global o efecto invernadero: Calentamiento previsible de la atmósfera terrestre y de los océanos provocado por el aumento del dióxido de carbono y otros GEI como el metano, el vapor de agua o el óxido nitroso entre otros. Estos gases, principalmente subproductos de la combustión de combustibles fósiles, forman una capa que retiene el calor de la atmósfera provocando el

aumento de la temperatura media en la Tierra con los efectos que ello conlleva. La referencia estándar para el efecto invernadero es el CO<sub>2</sub>, de modo que el efecto de las diferentes sustancias se mide en función de su capacidad de absorber e irradiar el calor de la Tierra en relación a la capacidad del CO<sub>2</sub>.

- Reducción de la capa de ozono. Efectos negativos sobre la capacidad de protección frente a las radiaciones ultravioletas solares de la capa de ozono atmosférica. La estratosfera (altas capas de la atmósfera), contiene ozono (O<sub>3</sub>), forma molecular del oxígeno que absorbe la mayor parte de las radiaciones ultravioletas. Estas radiaciones son tan nocivas que es probable que sin ozono la vida en la tierra no hubiese alcanzado su desarrollo actual. La emisión a la atmosfera de determinados productos químicos como halógenos o clorofluorocarbonos (CFCs) entre otros, reduce el grosor de la capa de ozono aumentando la exposición de la Tierra a los mencionados rayos ultravioletas (lo que puede provocar un aumento de los cánceres de piel y perjudicar los ecosistemas). La caracterización de este impacto se realiza midiendo la capacidad de destrucción de ozono de cada sustancia en relación a la del CFC-11 porque su efecto está muy bien estudiado y ha sido uno de los principales responsables de la destrucción del ozono estratosférico.
- Toxicidad humana: Existen diferentes fuentes de toxicidad que resultan peligrosas para el ser humano como las sustancias peligrosas o tóxicas y las partículas liberadas al medio en muchos procesos industriales, la emisión de radiaciones ionizantes o los campos electromagnéticos. Su toxicidad depende de la naturaleza del propio agente tóxico, de la vía de exposición (agua, aire y tierra), y de la dosis recibida. Su proceso de caracterización y normalización es complicado y existen diferentes metodologías para ello sin que exista un claro consenso al respecto.
- Ecotoxicidad. La presencia en la naturaleza de partículas de metales pesados en cantidades más elevadas de lo normal tiene efectos nocivos sobre los seres vivos. Esta categoría de impacto está íntimamente relacionada con la toxicidad pero su cálculo es mucho más directo. Algunas de las sustancias que se contemplan en esta categoría de impacto son por ejemplo, el cromo, el arsénico, el cadmio, el mercurio, el talio o el plomo.

- Acidificación o lluvia ácida: El uso de combustibles fósiles provoca emisiones al aire de óxidos de azufre, principalmente óxido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ), y óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ). Estos contaminantes se combinan con la humedad de la atmósfera y forman entre otros, ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) que caen en forma de lluvia ácida. Esta lluvia afecta negativamente a lagos, bosques, flora, fauna, tierras agrícolas, reservas de agua y a la salud humana. Para caracterizar el efecto de diferentes sustancias se utiliza la capacidad de cada sustancia para formar protones (hacer el pH más ácido) en el medio receptor, en relación a la del óxido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ), ya que este es uno de las principales agentes generadores de lluvia ácida emitidos por la actividad humana.
- Eutrofización: La eutrofización se produce cuando los nutrientes, materia orgánica y mineral, se acumulan en los ecosistemas acuáticos. Este aumento de nutrientes en el agua incrementa el crecimiento de plantas que debido a su respiración reducen drásticamente los niveles de oxígeno. Los sedimentos provenientes de las aguas residuales domésticas e industriales favorecen la eutrofización. Dado que los principales nutrientes son el nitrógeno y el fósforo, el potencial de una sustancia de generar eutrofización se calcula a partir de la cantidad de nitrógeno y/o fósforo que aporta al medio. Los efectos se expresan en relación a los fosfatos y efecto total se expresa en g equivalentes de  $\text{PO}_4^-$ .
- Formación de oxidantes fotoquímicos. Este efecto es fruto de la emisión a la atmósfera de óxidos de nitrógeno y componentes orgánicos volátiles generados principalmente durante la combustión para la producción de calor y energía. La luz solar al incidir sobre dichos precursores, provoca la formación de una serie de compuestos conocidos como oxidantes fotoquímicos o niebla química. La niebla fotoquímica provoca daños para la salud humana, degrada gran cantidad de materiales y reduce la producción de las cosechas en la agricultura. La contribución potencial a la formación de niebla fotoquímica de las distintas sustancias se calcula generalmente en relación a la del etileno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ).

- Generación de residuos sólidos y líquidos. Esta categoría de impacto tiene como finalidad contabilizar la cantidad de residuos que generan las distintas actividades diferenciando generalmente entre residuos líquidos y sólidos.

Cada vez es común sin embargo encontrar estudios que evalúan también otras categorías más novedosas como el uso del suelo o el ruido entre otros.

### **3.4.3.2. Clasificación: Asignación de los impactos en las categorías seleccionadas**

En esta etapa los datos obtenidos de la fase de inventario son asignados a las categorías de impacto ambiental seleccionadas.

### **3.4.3.3. Caracterización: Cálculo de los indicadores de las categorías. Resultados**

La caracterización implica la aplicación de modelos para obtener un indicador ambiental en cada categoría de impacto, unificando, mediante el empleo de factores de peso o equivalencia, en una única unidad de referencia todas las sustancias clasificadas dentro de cada categoría. Para definir el factor de caracterización se selecciona, de entre todos los efectos que contribuyen a una categoría de impacto, el más representativo, expresándose el resto en función del mismo. La propia norma ISO 14040 reconoce que la etapa de caracterización no está del todo desarrollada y que no existen metodologías aceptadas que asocien de modo general y exacto los datos de inventario con impactos potenciales específicos (ISO, 2006a). Sin embargo si existen algunos puntos internacionalmente aceptados, sobre todo en relación con la unidad de referencia para el cálculo de las contribuciones a un impacto (LLanes, 2006).

En la Tabla 3.2 se exponen los factores de caracterización para algunas de estas categorías de impacto y sus unidades correspondientes. Así, por ejemplo, para el caso de la *Acidificación*, el factor de caracterización es el denominado *Potencial de Acidificación* (PA), el cual se define como la capacidad de una unidad de masa

contaminante para emitir cationes de hidrógeno ( $H^+$ ) en relación a la capacidad que para ello tiene el dióxido de azufre ( $SO_2$ ) (Kg de  $SO_2$  equivalente por Kg de sustancia contaminante i).

**Tabla 3.2. Factores de caracterización para algunas categorías de impacto ambiental**

IMPACTO	FACTOR DE CARACTERIZACION	UNIDAD DE REFERENCIA
Consumo de Recursos Energéticos	Cantidad Consumida	MJ
Consumo de Materias Primas	Cantidad Consumida	Tm
Calentamiento Global	Potencial de Calentamiento Global	Kg. Eq. $CO_2$
Reducción de la Capa de Ozono	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono	Kg. Eq. CFC-11
Acidificación	Potencial de Acidificación	Kg. Eq. $SO_2$
Formación de Oxidantes Fotoquímicos	Potencial de formación de Oxidantes Fotoquímicos	Kg. Eq. $C_2H_4$
Eutrofización	Potencial de Eutrofización	Kg. Eq. de $PO_4$

Fuente: (Ihobe, 2009)

De este modo, tal y como se muestra en la Tabla 3.3 una unidad emitida de HCL contribuye al efecto de la acidificación 0,88 veces lo que contribuye una unidad emitida de  $SO_2$ .

**Tabla 3.3. Potencial de Acidificación de algunos gases representativos**

SUSTANCIA (i)	PA(Kg $SO_2$ Eq. / Kg i)
$SO_2$	1,00
NO	1,07
$NO_x$	0,70
$N_2O$	0,70
HCL	0,88
HF	1,60
$NH_3$	1,88

Fuente: (Heijungs et al., 1992)

La contribución parcial de cada sustancia al impacto de acidificación se calcula por tanto multiplicando la cantidad del mismo emitida ( $m_i$ ) referida a la unidad funcional,



por su respectivo potencial de acidificación ( $PA_i$ ). Finalmente la contribución total al impacto se obtiene mediante la suma de las contribuciones parciales al impacto en cuestión de todas las sustancias inventariadas.

#### **3.4.3.4. Metodologías de evaluación de impactos.**

Del mismo modo que se deben escoger las categorías de impacto más adecuadas para cada estudio, lo mismo debe hacerse con la metodología de evaluación a utilizar. Las diferentes metodologías de EICV se pueden separar en dos grandes grupos en función de donde definen el impacto en la relación causa-efecto ambiental. Las metodologías midpoint definen el efecto ambiental sin llegar a identificarlo con el daño que causan al hombre o al medio natural en contraposición a las metodologías endpoint que si hacen ese ejercicio (Gallego, 2008; EPA, 2006; Carlson et al., 2003). Aunque no se han definido de manera rigurosa estos términos (Bare et al., 2000) lo cierto es que son muchos los autores que los han utilizado con significados muy similares a los que se presentan a continuación:

- Metodologías endpoint o de impactos de efecto final: Aquellas metodologías que evalúan el impacto ambiental último, esto es, tratan de identificar y definir el daño causado por todos los impactos a las denominadas áreas de protección (sujeto que soporta el impacto). Es por ello que se dice que son metodologías enfocadas al daño (Bare et al., 2000).

Del mismo modo que ocurría con las categorías de impacto, las áreas de protección a considerar varían en función de la metodología empleada, en algunos casos además, de manera significativa. No es aventurado sin embargo afirmar que existe un elevado consenso sobre la idoneidad de utilizar al menos las tres categorías de daño que definía la ya derogada Norma ISO 14042: *Daño a la Salud Humana*, *Daño al Ecosistema* y *Daño a los Recursos* (ISO 2000a). Se presentan a continuación las definiciones que la metodología *Ecoindicador 99* aporta para cada una de ellas (Goedkoop and Spriensma, 2000):

- Daño a la salud humana: Se expresa mediante el indicador DALY<sup>5</sup>, *Disability Adjusted Life Years* o años de vida sometidos a una discapacidad. Este indicador combina el número de años de vida perdidos y el número de años que se ha sufrido una enfermedad. Es un término médico bien establecido que ha sido adoptado por diversas metodologías de evaluación de impactos con enfoque Endpoint.
  - Daño al ecosistema: Expresado como el porcentaje de especies desaparecidas en un área determinada durante un tiempo determinado debido a las cargas ambientales. Le afectan y por tanto deben calcularse los efectos de la ecotoxicidad, el uso del suelo, la acidificación y la eutrofización.
  - Extracción de recursos: Valora la calidad de los minerales y recursos fósiles que quedan. Se expresa como el exceso de energía que se necesitará para extraer minerales y combustibles fósiles en el futuro.
- Metodologías midpoint o de impactos de efecto intermedio: Estas metodologías proporcionan un perfil ambiental mediante la cuantificación del efecto ambiental del sistema sobre las diferentes categorías como la acidificación, la destrucción de la capa de ozono, etc. Los midpoints son considerados aquellos puntos de la cadena causa-efecto anterior al endpoint en el que se puede calcular el valor de un factor de caracterización para conocer la importancia relativa de una emisión o extracción identificada en el ICV. A estos impactos se les denomina midpoints por ser considerados como problemas intermedios o enlaces en la cadena causa efecto, lo que a su vez da lugar a que se diga que se trata de metodologías con enfoque orientado a los problemas.

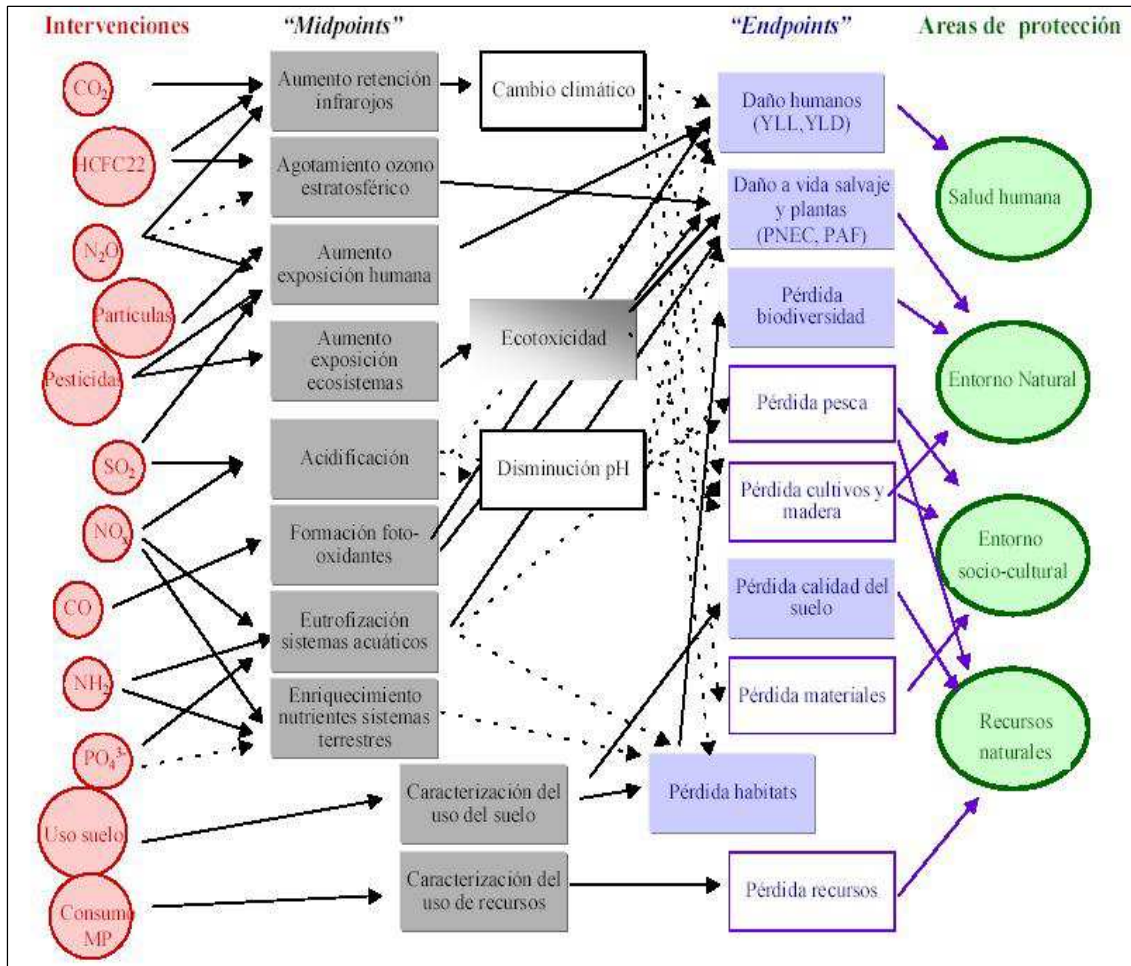
En la Figura 3.7 se presenta un esquema que muestra con detalle las relaciones entre las intervenciones ambientales (flujos de inventario), los impactos intermedios o midpoints (valores obtenidos para las categorías de impacto) y los impactos finales o

---

<sup>5</sup> Fue desarrollado a principios de los 90 por la Universidad de Harvard para el Banco Mundial y adoptado posteriormente por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Murray, 1994). Finalmente fue Patrick Hofstetter a mediados de esa misma década quien lo introdujo al campo del ACV tratando de buscar una métrica uniforme que expresara el daño a la salud humana (1998)

endpoints asociados a las cuatro áreas de protección consideradas en ese caso por los autores: salud humana, entorno natural, entorno socio-cultural y recursos naturales.

**Figura 3.6 Esquema de relaciones entre intervenciones ambientales, impactos midpoints, impactos endpoints y áreas de protección**



Fuente (Udo de Haes et al., 1999)

La elección del tipo de metodología ha sido uno de los focos de discusión principales entre los profesionales del ACV (Bare et al., 2000). Esta elección, como en el caso de las categorías de impacto a considerar, depende del objetivo y el alcance del estudio así como del destinatario de los resultados y en especial de su nivel de conocimiento de la metodología (Filimonau, 2016).

Dado que las categorías de impacto intermedias se hallan más cerca de la intervención ambiental (la emisión de algún contaminante, el consumo de energía etc.) las metodologías midpoint permiten en general modelos de cálculo que se ajustan mejor

a la realidad y proporcionan una información más detallada sobre de qué manera y en qué punto se afecta al medio ambiente. Además, realizar el análisis en este punto intermedio ayuda a reducir la complejidad del modelo y simplifica la comunicación de resultados gracias a una reducción en el número de estimaciones y asunciones a realizar (Bare et al., 2003).

Las categorías de impacto finales por su parte afectan directamente a la sociedad por lo que resultan más relevantes y comprensibles a escala global (Antón, 2004), sus resultados son más fáciles de entender por los no científicos y por lo tanto pueden ser más adecuados para el diseño de políticas y la toma de decisiones de gestión (PE International, 2015). Sin embargo las metodologías endpoint requieren de datos fiables y modelos muy robustos, y en algunos casos los estudios en base a las mismas pueden resultar poco exhaustivos (Armani, 2012). Por lo general estas metodologías tienen una menor confiabilidad que las midpoint debido a que el soporte científico para establecer vínculos entre las categorías de impacto y el daño que infligen aún presenta incertidumbres (PE International, 2015). Sin embargo algunos autores favorables a las metodologías Endpoint justifican este aumento de la incertidumbre en el modelo de caracterización alegando precisamente que presentan menor incertidumbre en la interpretación de los resultados (Hauschild, 2006). De hecho algunos autores consideran que la metodología para llegar a cuantificar el efecto último no está plenamente elaborada y no existe el suficiente consenso científico necesario para recomendar su uso (Hertwich, 2002; Udo de Haes et al., 1999).

Según (Christensen, 2011) los autores (y trabajos) más representativos de las metodologías Midpoint serían (Wenzel et al., 1997), (Heijungs et al., 1992), (Guinée et al., 2002), (Bare et al., 2003) y (Hauschild and Potting, 2005) mientras que entre los más destacados en metodologías Endpoint estarían (Goedkoop and Spriensma, 2000), (Steen, 1999) e (Itsubo and Inaba, 2003). Merece la pena destacar en todo caso que actualmente existen varias metodologías que permiten ambos enfoques.

En la Tabla 3.4 se citan las metodologías de evaluación de impacto más comúnmente empleadas.

**Tabla 3.4. Principales metodologías de evaluación de impactos**

Nombre	Tipo	Fuente	Nacionalidad
CML2002	Midpoint	CML	Países Bajos
Ecoindicador 99	Endpoint	PRé	Países Bajos
EDIP97 y EDIP2003	Midpoint	DTU	Dinamarca
EPS 2000	Endpoint	IVL	Suecia
Impact 2002+	Midpoint-Endpoint	EPFL	Suiza
Ecolndicators '95	Midpoint	PRé	Países Bajos
ReCiPe	Midpoint-Endpoint	RUN, PRé, CM y RIVM	Países Bajos
TRACI	Endpoint	US EPA	EE.UU
LIME1 y LIME2	Midpoint-Endpoint	AIST	Japón
Swiss Ecoscarcity 07 o ECOPOINTS	Midpoint	E2 y ESU-services	Suiza
LUCAS	Midpoint	CIRAIG	Canadá
ExternE	Endpoint	Comisión Europea	Unión Europea
BEES (Sólo construcción)	Endpoint	NIST	EE.UU
IPCC 2013	Endpoint (Sólo cambio climático)	IPCC	ONU

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.3.5. Elementos opcionales: Normalización, Agrupación y Ponderación

La Norma ISO 14040 establece que la evaluación de impactos puede completarse de manera voluntaria con varias etapas adicionales. Aunque en términos de valor absoluto una contribución a determinada categoría de impacto puede parecer muy significativa es posible que al considerar el impacto global dicha contribución resulte despreciable. Estas etapas opcionales permiten establecer comparaciones entre los valores obtenidos para los diferentes impactos y emitir un análisis en mayor profundidad. Se expone a continuación de manera breve lo que dice la norma ISO 14044 al respecto de estas etapas (ISO, 2006b):

- Normalización. Expresa la magnitud cuantificada para una categoría de impacto en función de un valor de referencia. Existen diferentes alternativas para el valor de referencia como el total de emisiones o recursos para un área geográfica en concreto ya sea esta global o local o el total de emisiones o recursos per cápita en un área determinada.

Es una herramienta utilizada para expresar los diferentes indicadores de categoría de impacto de una manera que puedan ser comparados entre ellos. Su objetivo es entender mejor la magnitud relativa de cada resultado de indicador pudiendo darse la circunstancia de llegar a cambiar las conclusiones extraídas hasta ese momento.

- Agrupación: clasificación de los indicadores en función de los objetivos y del alcance atendiendo a criterios como global/regional, prioridad alta, baja o media etc.
- Ponderación: Esta etapa consiste en establecer factores que otorgan importancia relativa a las distintas categorías de impacto. Posteriormente una vez sumados todos los impactos se obtiene un resultado ponderado en forma de un único índice ambiental global del sistema.

Estas etapas, junto al ya comentado análisis de calidad de los datos, ayuda a entender la fiabilidad de los resultados del ACV.

#### **3.4.4. Interpretación**

En esta etapa se combinan los resultados de las etapas anteriores con el establecimiento de conclusiones y recomendaciones que permitan la toma de decisiones (ISO, 2006a). La interpretación permite por ejemplo, determinar en qué fase del ciclo de vida del producto analizado se generan las principales cargas ambientales y por tanto qué aspectos pueden o deben mejorarse, o en el caso de estudios de comparación de distintos productos determinar cuál presenta un mejor comportamiento ambiental (Antón, 2004). Antes de su anulación en 2006 la Norma ISO 14043:1997 decía literalmente lo siguiente:

La interpretación del ciclo de vida es una técnica sistemática para identificar, cuantificar, comprobar y evaluar la información a partir de los resultados del inventario del ciclo de vida y/o la evaluación del impacto del ciclo de vida (...) (ISO, 2000b).

La Interpretación de los resultados de un ACV no es un proceso sencillo, exige en primer lugar la comprensión de la exactitud de los resultados y la certeza de que estos son coherentes con el objetivo del estudio. Esto se logra mediante (Skone, 2004):

- La identificación de los datos que contribuyen de manera significativa a cada categoría de impacto.
- La evaluación de la sensibilidad de los resultados y la integridad y coherencia del estudio.
- La obtención de conclusiones y recomendaciones basadas en una comprensión clara de cómo se llevó a cabo el ACV y se alcanzaron los resultados

Se debe presentar la información del ACV, sus resultados y las limitaciones, puestas de manifiesto por los análisis de la calidad de los datos, de sensibilidad o de cualquier otro tipo, de un modo completo, consistente, fácilmente entendible y de acuerdo al objetivo y al alcance del estudio (ISO, 2006a). Debe reflexionarse también sobre si las funciones del sistema en estudio, la unidad funcional escogida y los límites del sistema han sido definidos de manera apropiada (ISO, 2006b).

Los elementos que incluye esta etapa son (ISO, 2006b):

- Identificación de los aspectos más relevantes de las fases anteriores: Se deben identificar y clasificar los resultados de las fases de inventario y de evaluación de los impactos ambientales. Estos aspectos deben determinarse de conformidad con la definición de objetivos y el alcance del estudio y considerando estrechamente el método de evaluación de manera que se garantice la idoneidad de los supuestos, las asignaciones, los límites y otras decisiones adoptadas durante el estudio. El criterio para seleccionar los aspectos relevantes depende de cada estudio y puede ser la fase del ciclo de vida, el tipo de impacto ambiental o cualquier otro criterio que se considere adecuado.

- Evaluación: Se pretende proporcionar confianza sobre los resultados obtenidos, objetivo que se consigue aplicando los siguientes controles:
  - Control de integridad. El objetivo de este análisis es asegurar que toda la información relevante para la interpretación de los resultados está accesible y es completa. Toda información considerada necesaria que sea incompleta, o directamente no esté disponible, debe ser reflejada. Es posible que deban revisarse las fases previas para completar dicho vacío o que incluso se deban ajustar el objetivo y/o el alcance. Si por el contrario finalmente se decide que dicha información no es necesaria, las razones para ello deben ser explicadas.
  - Análisis de sensibilidad. Se trata de conocer cómo se ven afectados los resultados por las incertidumbres en los datos, los métodos de asignación, los procedimientos de cálculo, etc. No es un proceso sencillo y de hecho la EPA publicó un documento a modo de guía para realizar este tipo de análisis bajo el título de *Guidelines for Assessing the Quality of Life Cycle Inventory Analysis* (EPA, 1995). Este análisis es especialmente importante cuando se comparan diferentes alternativas.
  - Verificación de la consistencia. Se debe comprobar la coherencia, de los métodos y datos utilizados así como de las asunciones o supuestos realizados con el objetivo y el alcance del estudio. En la Tabla 3.5 se presentan a continuación algunos ejemplos de inconsistencias.
- Conclusiones, limitaciones y recomendaciones. En esta etapa se redactan las conclusiones, se identifican las limitaciones y se realizan las propuestas de mejora y las recomendaciones. Se trata de interpretar los resultados obtenidos para determinar por ejemplo qué proceso o producto tiene menor impacto global para la salud humana, el medio ambiente o para alguna otra área específica de interés definida en el objetivo y el alcance del estudio. Es importante que las conclusiones y las recomendaciones realizadas se basen en hechos. La comprensión y la comunicación de las incertidumbres y las limitaciones del estudio son tan importantes como las recomendaciones finales (EPA, 2006).



Tabla 3.5. Ejemplos de Inconsistencias

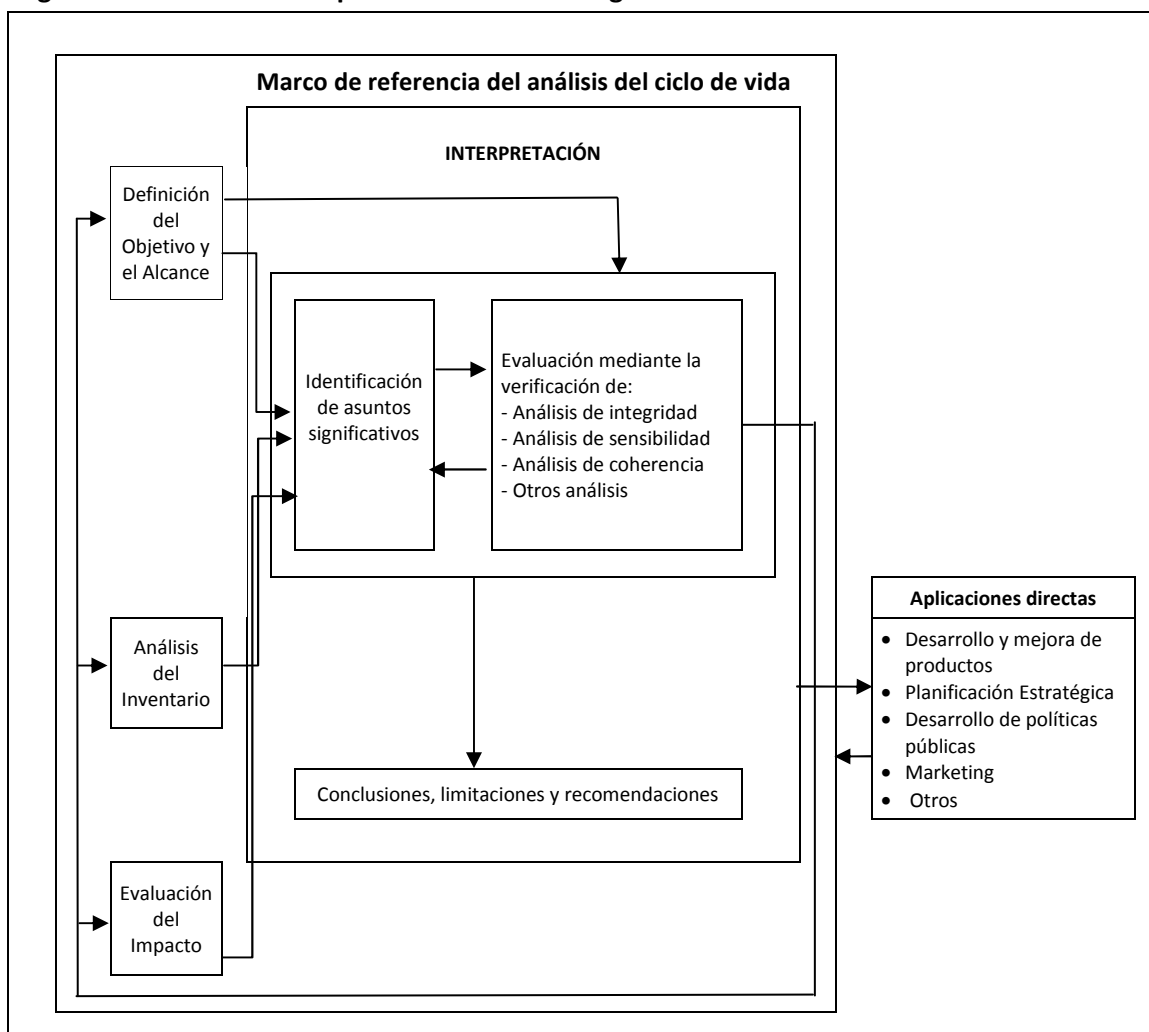
Categoría	Inconsistencia
Fuentes de datos	La alternativa A se basa en la literatura La alternativa B se basa en medidas
Precisión de los datos	Para la alternativa A se utiliza un diagrama de flujo de proceso detallado para desarrollar los datos del ICV. Para la alternativa B se disponía de información limitada y los datos del ICV fueron desarrollados para un proceso no descrito ni analizado en detalle.
Edad de los datos	La alternativa A utiliza datos de fabricación de materias primas de 1980. La alternativa B utiliza un estudio de un año de antigüedad
Representación tecnológica	La alternativa A es un modelo a escala de laboratorio. La alternativa B es una planta de producción a gran escala.
Representación temporal	La alternativa A describe una tecnología recientemente desarrollada. La alternativa B describe una combinación de tecnologías que incluye plantas de reciente construcción y plantas antiguas
Representación gráfica	Los datos correspondientes a la alternativa A son de la tecnología empleada basada en normas medioambientales europeas. La alternativa B utiliza datos de tecnología empleada en virtud de las normas ambientales estadounidenses
Límites del sistema, supuestos y modelos	La alternativa A utiliza un modelo potencial de calentamiento global basado en el potencial de 500 años. La alternativa B utiliza un modelo potencial de calentamiento global basado en el potencial de 100 años.

Fuente: (Skone, 2004)

En la Figura 3.7 se muestran las relaciones de la fase del proceso de interpretación con el resto de fase del ACV.

Conviene recordar que el proceso de interpretación tiene carácter iterativo. Una vez identificados los aspectos más relevantes se debe realizar la evaluación de la confianza de los resultados y es entonces cuando se redactan las conclusiones preliminares. Seguidamente se debe analizar la coherencia de dichas conclusiones con el objetivo, el alcance y los requerimientos de calidad para los datos definidos al inicio del estudio- Si esta consistencia se verifica, las conclusiones se consideran definitivas y en caso contrario, debe comenzarse de nuevo en la etapa que se considere oportuno, la identificación de aspectos relevantes o la evaluación de la confianza (ISO, 2006b).

Figura 3.7. La fase de interpretación en el marco general de los estudios de ACV



Fuente: (ISO, 2006b)

### 3.4.5. Presentación de resultados. Informe final

Una vez completado el ACV, el material obtenido debe ser organizado en un amplio informe que documente el estudio de una manera clara, organizada, completa, precisa y que ayude a comunicar los resultados de una manera justa sin sesgos interesados en función de la audiencia prevista a los interesados.

La estrategia para dar a conocer los resultados del estudio es una parte esencial del mismo y debe considerar todas y cada una de las fases del estudio, de hecho, el tipo y formato de informe debe definirse ya en la fase de definición del alcance del estudio.

El informe debe presentar los resultados, datos y métodos empleados, hipótesis y supuestos realizados y las limitaciones del estudio con suficiente detalle para permitir al lector comprender la complejidad y las compensaciones de información inherentes al estudio, de manera coherente con los objetivos y alcance del mismo (ISO, 2006b).

Cuando se pretenda presentar los resultados a terceras partes se debe preparar un informe específico para dicho propósito. Los aspectos a incluir en este informe, además de los ya citados para el informe general, son numerosos y se relacionan con detalle en el *apartado 5.2 Requisitos adicionales y orientación para los informes para una tercera parte* de la Norma ISO 14044 (ISO, 2006b). A continuación se citan los considerados más relevantes:

- Descripción completa del objetivo y el alcance del estudio (Incluyendo la unidad funcional, los límites del sistema, y los criterios de corte).
- Descripción completa del análisis del inventario del ciclo de vida.
- Descripción completa de la evaluación del impacto del ciclo de vida (incluyendo procedimientos de evaluación, categorías de impacto utilizadas y las limitaciones de los indicadores seleccionados).
- Interpretación del ciclo de vida (incluyendo los supuestos y limitaciones asociadas, y la evaluación de la calidad de datos).
- Informe de la Revisión Crítica.

La norma ISO 14040 requiere además una total transparencia en términos de juicios de valor, justificaciones y apreciaciones de experto, especialmente si el estudio tiene fines comparativos y se pretende hacer público. En este caso la norma exige, dado el delicado carácter del objetivo perseguido y sus posibles implicaciones, requerimientos adicionales a los del informe a terceros, requerimientos que se relacionan en el *apartado 5.3 Otros requisitos del informe para aseveraciones comparativas previstas para su divulgación al público* de la norma ISO 14044 (ISO, 2006b). Se citan los más destacados a continuación:

- Evaluación de la precisión, integridad y representatividad de los datos utilizados.

- Descripción de la equivalencia de los sistemas comparados.
- Declaración sobre la aceptación internacional de los indicadores de categoría seleccionados.
- Resultados de los análisis de incertidumbre y sensibilidad.
- Evaluación de la importancia de las diferencias encontradas.

#### **3.4.6. Revisión crítica**

La revisión crítica no es otra cosa que un proceso para verificar que el estudio de ACV se ha realizado siguiendo los requerimientos de la norma en cuanto a la metodología, la calidad de los datos, el proceso de interpretación y la comunicación de resultados (ISO, 2006).

Según (Klöppfer, 2012), la *Revisión Crítica*, en sus inicios denominada *Revisión por Pares*, fue propuesta originalmente para estudios de ACV por la Setac en su ya mencionada *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice* (Consoli, 1993). Posteriormente, ISO hizo suya esta propuesta y describía hasta tres tipos diferentes de revisión crítica, de carácter opcional en general pero obligatoria para aquellos estudios con fines comparativos que fueran a hacerse públicos (ISO, 2000b; Klöppfer, 2012). Más tarde, en 2006, con la revisión del conjunto de normas ISO sobre ACV que dio lugar a la publicación de la Norma ISO 14040:2006 (revisión de la norma de 1997) y la nueva norma ISO 14044 (quedando anuladas las normas ISO 14041, 14042 y 14043), los requerimientos para la realización de la revisión crítica se vieron reforzados (Klöppfer, 2012).

Según (ISO, 2006a) la misión del proceso de revisión crítica es asegurar que:

- Los métodos utilizados en el ACV son consistentes con ISO 14040.
- Los métodos usados en el ACV son técnica y científicamente válidos.
- Los datos utilizados son apropiados y razonables con el objetivo del estudio.
- Las interpretaciones reflejan las limitaciones identificadas y el objetivo del estudio.

- El informe del estudio es claro y consistente.

La decisión sobre si se realizará la revisión crítica, los motivos para ello, aspectos que cubrirá, su nivel de detalle y las personas involucradas en el proceso deben definirse desde la primera etapa del estudio. El informe de revisión, los comentarios y cualquier respuesta a las recomendaciones del revisor deben incluirse en el informe final. En cualquier caso, es importante no olvidar que la revisión crítica no verifica por si misma los resultados del estudio (ISO, 2006a).

Aunque como se ha dicho, la norma original planteaba tres tipos de revisión crítica (ISO, 2000b) la mencionada revisión llevada a cabo en 2006 menciona únicamente dos tipos (ISO, 2006b):

- Revisión crítica por un experto interno o externo. Este experto debe ser independiente del estudio realizado, estar familiarizado con los requisitos de la norma ISO 14040 y poseer experiencia científica y técnica.
- Revisión crítica por un panel de partes interesadas. Cuando se pretenda utilizar los resultados del estudio para apoyar una determinada opción en el marco de un estudio comparativo y además hacerlo público, la revisión crítica la debe realizar un panel de partes interesadas formado por al menos tres miembros con el fin de evitar malentendidos o efectos negativos entre las partes implicadas. Quien encarga el estudio original debe seleccionar un experto independiente externo para presidir dicho panel. Basándose en el objetivo y el alcance del estudio el presidente debe seleccionar otros revisores independientes calificados. El panel puede incluir otras partes que pudieran verse afectadas por las conclusiones del estudio como instituciones públicas, ONGs, competidores o industrias afectadas.

Un aspecto que merece al menos una pequeña reflexión es el momento en el cual debe realizarse la revisión crítica. Obviamente la norma habla de una revisión al final del proceso aun cuando su alcance, motivos etc. se deban indicar ya desde el inicio. Sin embargo autores como Walter Klöpfer abogan por lo que denominan *Revisión Interactiva* (2012), este tipo de revisión recomendada también por la Setac (Consoli,

1993), supone revisar el proceso a medida que va teniendo lugar. Este tipo de revisión presenta, frente a la revisión clásica al final del proceso, la ventaja entre otras, de evitar descubrir al final del estudio algún tipo de error metodológico o de otra índole cuya importancia invalidara prácticamente en su totalidad el estudio ya realizado. Lógicamente también presenta inconvenientes, como una mayor dedicación por parte de los revisores (Klöpffer, 2012).

### **3.5. LIMITACIONES DEL ACV**

Aunque la metodología del ACV ha cumplido las expectativas en muchos sentidos, no es menos cierto que también ha sido criticada en numerosas ocasiones (Krozer and Vis, 1998; Finnveden, 2000; Udo de Haes, 1993; Ayres, 1995; Ehrenfeld, 1998).

La propia norma ISO 14040 menciona las siguientes limitaciones (ISO, 2006a):

- Posibilidad de una calidad inadecuada de los datos del ICV debida a incertidumbres o diferencias en los procedimientos de asignación y de agregación.
- Limitaciones en la recopilación de datos adecuados y representativos para cada categoría de impacto.
- Desarrollo limitado de los modelos de caracterización y de los análisis de sensibilidad y de incertidumbre.
- Limitaciones en el establecimiento de los límites del sistema, posibilidad de no inclusión de todos los procesos unitarios, así como de las entradas y salidas de los mismos.

Estas son algunas de las dificultades o limitaciones identificadas por los diferentes autores:

- La principal preocupación sobre los estudios de ACV es relativa a la calidad y disponibilidad de los datos debido a su importante influencia sobre los resultados (Finnveden, 2000; De Benedetto and Klemes; 2009). La situación ideal sería aquella

en la que todos los datos están accesibles, son fiables y se presentan en unidades de medida adecuada, sin embargo, lo habitual es que falten datos, que no estén accesibles o que sean poco representativos (Von Bahr, 2001). Las bases de datos, muchas de ellas creadas en los 90, no están lo suficientemente actualizadas, y en algunos casos los datos para un mismo proceso o material difieren entre las diferentes bases de datos (Frischknecht and Rebitzer, 2005). Por su parte, es frecuente que en países en vías de desarrollo no existan todos los datos necesarios para el estudio y que se utilicen datos pertenecientes a otros países proporcionados por softwares comerciales. Esto puede provocar que el estudio en cuestión carezca de la fiabilidad deseada (Mungkung et al., 2006).

En los últimos años se han lanzado diferentes iniciativas o proyectos con la intención de unificar, armonizar y revisar estas bases de datos, como el proyecto *Ecoinvent 2000* en Suiza (Frischknecht and Rebitzer, 2005) o más recientemente, la *Unep-Setac Life Cycle Initiative*. Esta última iniciativa trabaja desde 2009 para hacer frente a la necesidad de una orientación mundial en el inventario del ciclo de vida y la recopilación de datos y su procesamiento en bases de datos para uso generalizado (Sonnemann, 2011).

Por otra parte la recogida de datos es sin duda la parte más laboriosa de la metodología (Hauschild et al., 2005), tal es así que en algunos casos la gran cantidad de datos necesarios y el alto coste que supone conseguirlos puede llegar incluso a desalentar su uso (Finnveden, 2000; De Benedetto and Klemes; 2009).

- La naturaleza de las hipótesis que se hacen en el ACV, el establecimiento de los límites del sistema, la selección de las fuentes de datos o las propias categorías de impacto pueden ser subjetivas (ISO, 2006a). La subjetividad y el déficit de datos fiables en algunos sectores puede provocar cierto grado de escepticismo entre las instituciones gubernamentales, ONGs, empresarios e incluso investigadores (Owen et al., 2004). En la fase de inventario de ciclo de vida, los valores de las cargas ambientales son el fruto de un esfuerzo por objetivar al máximo todos los datos y parámetros utilizados. Sin embargo, al determinar los impactos ambientales a considerar, y más aun al evaluarlos y ponderarlos respecto a otros, aparecen a

menudo criterios subjetivos. Los modelos utilizados para el cálculo de los impactos son intrínsecamente fuente de subjetividades, dado que todo modelo es una simplificación de los fenómenos y mecanismos que ocurren en la realidad.

- En la mayoría de los casos se hacen supuestos y se modifican los límites del sistema en estudio con el fin de simplificar su realización debido a lo complejo de realizar el análisis de ciclo de vida completo (Guinée et al., 2002). Los resultados dependen por tanto del modelo adoptado al comienzo del estudio que a menudo puede resultar demasiado simplificado (De Benedetto and Klemes; 2009).

La utilización práctica del ACV ha demostrado de hecho, la necesidad de simplificación de la propia metodología para algunas aplicaciones (Hauschild et al., 2005). De tal modo que se han desarrollado diversas versiones simplificadas derivadas de la experiencia con la metodología completa (Christiansen, 1997; Graedel, 1998).

- La elección de los impactos a considerar es otro asunto también de debate, con frecuencia no se consideran todos los impactos ambientales relevantes, lo que limita sin duda el tipo de conclusiones que se pueden extraer del estudio (Finnveden, 2000). Algunos impactos como la contaminación sonora, el afeamiento del paisaje, o la utilización de los suelos entre otros no son tenidos en cuenta por las metodologías clásicas de ACV (Legrand, 2004).
- Cuando un proceso cumple una o más funciones para el ciclo de vida del producto estudiado, pero además cumple otras funciones diferentes para otros productos, el problema es decidir qué porcentaje de sus cargas ambientales debe ser asignada al producto en estudio (Ekval and Finnveden, 2001).
- El marco temporal empleado resulta frecuentemente crítico a la hora de incluir o excluir algunos efectos. Idealmente los estudios de ACV debieran considerar los impactos ambientales durante un periodo de tiempo lo más largo posible (De Benedetto and Klemes, 2009) cosa que no siempre ocurre.

En relación al marco temporal cabe mencionar también que los impactos por lo general se incluyen en el estudio de la misma manera independientemente del



momento en que se producen. (La formación de oxidantes fotoquímicos en un ambiente urbano por ejemplo, es función de la intensidad de la luz y de la concentración de contaminantes por lo que su efecto dependerá de la hora del día debido a la presencia de luz y la densidad de vehículos). Por otro lado, generalmente no se consideran emisiones continuas, sino emisiones puntuales medias asociadas a la cantidad de producto final. Esto lógicamente facilita el estudio pero puede modificar en cierta medida los resultados (Legrand, 2004).

- Una reflexión similar puede hacerse respecto de la dimensión espacial. Los resultados de estudios de ACV orientados a ámbitos globales o regionales pueden no ser apropiados para aplicaciones locales (ISO, 2006a). (No es lo mismo la emisión de un determinado contaminante en una zona industrial que en una rural y sería necesario además, considerar la concentración previa en el lugar de emisión dado que si esta fuera muy baja el efecto considerado pudiera no darse).
- Los altos costos de la tecnología informática que afectan sobre todo a los países en vías de desarrollo. Si se tiene en cuenta que es en estos países donde se extraen la mayoría de las materias primas utilizadas en los procesos de producción (petróleo, gas, madera etc.), es fácil observar la importancia que adquiere esta limitación a la hora de realizar cualquier estudio de ACV. La barrera tecnológica existente entre países del norte y del sur se acrecienta cada día más debido a los costes relacionados con el software como los permisos para el uso de las licencias, la necesidad de formación de técnicos especializados o las continuas actualizaciones entre otros (Murphy, 2004).
- Es preciso desarrollar métodos de interpretación y presentación de la información adecuados para consumidores. Los actuales informes de ACV publicados son demasiado extensos y contienen numerosos términos técnicos, listados de contaminantes etc. (Nissinen et al., 2007).

Aunque es difícil valorar si se trata de una limitación más o una consecuencia de ellas, lo cierto es que a pesar de la gran dinámica y difusión que ha tenido en los últimos años el ACV en los países industrializados, según (Contreras et al., 2007,) a mediados

de la década pasada se trataba aun de una herramienta utilizada principalmente en ámbitos investigadores y académicos y no había dado el salto definitivo al ámbito empresarial.

### **3.6. VARIACIONES DE LA METODOLOGÍA Y METODOLOGÍAS AFINES**

#### **3.6.1. Economic Input-Output Based Life Cycle Assessment (EIO/LCA)**

Como ya se ha señalado, la metodología del ACV está sujeta a importantes limitaciones entre las que se encuentra la correcta definición de los límites del estudio. Debido a que por lo general cada industria depende directa o indirectamente de otras industrias, la Setac por ejemplo recomienda centrarse únicamente en los materiales más importantes del proceso, sin embargo, tal enfoque puede ignorar efectos importantes y conducir a decisiones erróneas (Hendrickson et al., 1998). Para solventar esta limitación, investigadores del *Green Design Institute* de la Universidad Carnegie Mellon de los EE.UU adaptaron para el ACV, a mediados de la década de 1990, cuando por fin se dispuso de la potencia de cálculo suficiente para realizar las manipulaciones a gran escala requeridas, el conocido *Análisis Input-Output de Leontief*<sup>6</sup> (Hendrickson et al., 1998). Se creaba así lo que se conoce como *Economic Input-output Life Cycle Assessment o EIO/LCA*.

El EIO/LCA añade a las tablas Input-Output convencionales los correspondientes índices de impacto ambiental para cada sector, de manera que puedan ser utilizados para determinar los cambios en los impactos ambientales en el conjunto de los sectores económicos cuando varía la producción en un determinado sector (Hendrickson et al., 1998).

El método considera las siguientes entradas y salidas:

---

<sup>6</sup> El Análisis Económico Input-Output es una técnica económica desarrollada en la década de los 60 por Wassily Leontief, quién recibió por ello el Premio Nobel de Economía en 1973, que permite considerar las interdependencias entre los diferentes sectores económicos cuando se analiza un proceso industrial concreto (Leontief, 1986).

- Inputs: los consumos de electricidad, de combustible, de agua y de minerales y el uso de fertilizantes.
- Outputs: Las emisiones tóxicas y químicas, la generación y gestión de de residuos peligrosos, el potencial de agotamiento del ozono, el potencial de calentamiento global y las emisiones de contaminantes convencionales. Además estima también los costes sociales de la contaminación.

### **3.6.2. Streamlined Life Cycle Assessment**

Debido al elevado costo y al enorme tiempo requerido para los estudios de ACV convencionales, varios investigadores de la Setac trataron de desarrollar metodologías más simplificadas que no se alejaran del enfoque de la metodología convencional. Se formó así el grupo de trabajo *Setac North America Streamlined LCA Workgroup* que inició en abril de 1994 un detallado estudio sobre el tema. Los resultados de su trabajo quedaron plasmados en su informe final de 1999 *Streamlined Life-Cycle Assessment: A Final Report* (Todd and Curran, 1999).

El informe explica en su introducción como al comenzar los trabajos algunos investigadores se mostraron escépticos y pensaban que el ACV no podía ser simplificado. Sin embargo, al avanzar las investigaciones comenzaron a ver que los dos enfoques, el convencional y el simplificado, no eran dos entidades separadas sino que el estudio simplificado era una parte inherente del proceso de definición del alcance y los objetivos, es decir, de la primera etapa de la metodología convencional. Por ejemplo, cuando el equipo de trabajo decide qué debe y qué no debe ser incluido en el estudio se trata en realidad de una simplificación. La clave está en asegurar que los pasos de la simplificación sean consistentes con los objetivos del estudio y que la información resultante satisfaga a los futuros usuarios (Todd and Curran, 1999).

Diferentes organizaciones habían propuesto y utilizado muchos enfoques diferentes para la simplificación del ACV debido a la necesidad de las organizaciones de aplicar el ACV de una manera práctica en la toma de gran variedad de decisiones (Huang and

Hunkeler, 1995). A través de discusiones entre profesionales e investigadores del ACV fueron identificados numerosos enfoques para este propósito, enfoques que se pueden agrupar del siguiente modo (Weitz, 1996; EPA, 1997):

- Eliminación de componentes *Aguas Arriba*. Todos los procesos previos a la fabricación del producto final quedan excluidos. El estudio incluye la fabricación del producto final, el uso por los consumidores y la gestión de residuos.
- Eliminación parcial de componentes *Aguas Arriba*. Se excluyen todos los procesos anteriores a la fabricación del producto final salvo la etapa inmediatamente anterior. Incluye la extracción de materias primas y los procesos de precombustión de los combustibles utilizados para ello.
- Eliminación de componentes *Aguas abajo*. Todos los procesos posteriores a la fabricación del producto final quedan excluidos.
- Eliminación de componentes *Aguas Arriba y Abajo*. Sólo incluye la fabricación del producto final, así como cualquier proceso precombustión de los combustibles utilizados en la fabricación.
- Uso de entradas específicas para representar impactos. Se utilizan entradas seleccionadas para la aproximación de resultados en cada una de las categorías de impacto. El resto de entradas en cada categoría quedan excluidas
- Uso de entradas específicas para representar el ICV. Se buscan entradas específicas de los procesos individuales con una alta correlación de resultados con el inventario completo; El resto de entradas se excluyen.
- Utilización de criterios *Knockout o Showstoppers*. Son criterios que en caso de aparecer durante el estudio conducen a decisiones inmediatas.
- Utilización de datos cualitativos o de menor exactitud. Sólo los valores dominantes en cada uno de las etapas del proceso son utilizados, el resto quedan excluidos, al igual que aquellas áreas donde los datos puedan ser cualitativos o de de alta incertidumbre.

- Uso de datos de procesos sustitutos. Los procesos seleccionados son sustituidos por procesos similares en cuanto a su física, química, o funcionalidad.
- Delimitación de materias primas. Aquellas materias primas que representen menos del 10% de la masa del total del Inventario quedan excluidas. Este enfoque se utiliza también con un límite del 30%.

El equipo de trabajo debe identificar al comienzo del estudio la aplicación prevista de los resultados, la información necesaria para tomar esas decisiones y qué parte de esa información puede ser conseguida por este método. Se debe definir el alcance y objetivos del estudio y específicamente analizar qué puede ser eliminado del diseño convencional de ACV sin interferir con los objetivos del estudio.

### **3.6.3. Social Life Cycle Assessment (SLCA)**

El SLCA se describe como una técnica de evaluación del impacto que tiene como objetivo evaluar los aspectos sociales y socio-económicos de los productos y sus impactos potenciales positivos y negativos a lo largo de su ciclo de vida. Se evalúan aquellos aspectos que pueden afectar directa o indirectamente a las partes interesadas o *stakeholders* y están relacionados con los comportamientos de las empresas, los procesos socioeconómicos o con los impactos en la sociedad (Unep, 2009). Dado que se utiliza el enfoque de ciclo de vida, se consideran todas las etapas del mismo, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final de los productos, y se evalúan los efectos sociales y socio-económicos que afectan tanto a los trabajadores como a las comunidades donde se llevan a cabo dichas etapas.

La discusión sobre la inclusión de aspectos socio económicos en el ACV ya había sido iniciada por (Fava et al., 1993) al proponer una categoría de impacto llamada *Bienestar Social*. Esta propuesta abrió de hecho la puerta a una discusión mayor entre los desarrolladores de las metodologías del ACV sobre la manera de incluir la dimensión social en las herramientas de ACV (Mazijn 1994). Aparecieron así, a comienzos de siglo,

diferentes metodologías bajo el paraguas de lo que se denominó como SLCA (Unep, 2009). Como exponente de esta etapa merecen citarse a los siguientes trabajos: (Brent and Labuschagne, 2006), (Jørgensen et. al., 2008), (Hunkeler et. al., 2004); (Hutchins and Sutherland, 2008), (Dreyer et. al., 2006), (Klöpffer, 2003) y (O'Brian et al., 1996).

En 2009 se publica en el marco de la *Unep/Setac Life Cycle Initiative* las directrices para llevar a cabo este tipo de estudios *Guidelines for social life cycle assessment of products (Unep, 2009)*, donde fueron tenidos en consideración todos estos trabajos. En un plano paralelo, en 2010 también se publicó la primera norma ISO sobre responsabilidad social bajo el nombre *ISO 26000 Guía de responsabilidad social (ISO, 2010)* en cuya elaboración también participo la Unep (Unep, 2011).

Aunque la metodología propuesta por la Unep no es la única existente, debido al prestigio de sus impulsores se la ha escogido para realizar este acercamiento al SLCA. Las directrices de la Unep proponen utilizar el marco conceptual de las normas ISO 14040 e ISO 14044 compuesto por *Objetivo y alcance, Análisis del Inventario, Análisis del Impacto e Interpretación (Unep, 2009)*, aunque con las lógicas adaptaciones a fin de integrar las cuestiones sociales y socio-económicas (Grießhammer et al., 2007).

Por su parte, tal y como se muestra en la Tabla 3.6, esta metodología considera cinco categorías de *Stakeholders*, que engloban a su vez múltiples subcategorías, y seis categorías de impacto (Unep, 2009):

#### **3.6.4. Life Cycle Costing (LCC)**

Una percepción muy extendida es la de que los denominados *Productos verdes* son más caros que sus competidores menos respetuosos con el medioambiente. Un análisis más detallado sin embargo, permite rechazar la generalidad de esta afirmación (Unep, 2009).

Tabla 3.6. Categorías de impacto social propuestas por la Unep/Setac Life Cycle Initiative

Categoría de Stakeholder	Subcategorías	Categorías de Impacto
Trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Libertad de asociación y negociación colectiva</li> <li>- Trabajo infantil</li> <li>- Salario justo</li> <li>- Horas laborales</li> <li>- Trabajo forzado</li> <li>- Igualdad de oportunidades / Discriminación</li> <li>- Salud y seguridad</li> <li>- Beneficios Sociales / Seguridad Social</li> </ul>	
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salud y Seguridad</li> <li>- Mecanismos de reclamación</li> <li>- Privacidad</li> <li>- Transparencia</li> <li>- Responsabilidad sobre el fin de vida del producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derechos humanos</li> <li>• Condiciones de trabajo</li> </ul>
Comunidad local	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso a recursos materiales</li> <li>- Acceso a recursos inmateriales</li> <li>- Deslocalización y Migración</li> <li>- Patrimonio cultural</li> <li>- Condiciones de vida seguras y saludables</li> <li>- Respeto de los derechos indígenas</li> <li>- Participación de la comunidad</li> <li>- Empleo local</li> <li>- Condiciones de vida seguras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salud y seguridad</li> <li>• Herencia cultural</li> <li>• Gobernabilidad</li> </ul>
Sociedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compromisos públicos con la sostenibilidad</li> <li>- Contribución al desarrollo económico</li> <li>- Prevención y mitigación de conflictos armados</li> <li>- Desarrollo tecnológico</li> <li>- Corrupción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repercusiones socioeconómicas</li> </ul>
Actores de la cadena de valor excluidos los consumidores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Justa competencia</li> <li>- Promoción de la responsabilidad social</li> <li>- Relaciones con los proveedores</li> <li>- Respeto de los derechos de propiedad intelectual</li> </ul>	

Fuente: Adaptado de (Unep, 2009)

Aunque en muchos casos estos productos presentan precios de compra mayores, cuando se considera el ciclo de vida completo del producto el resultado es a menudo el contrario. Ejemplo claro de esto son los aparatos eléctricos con mayor eficiencia, cuyo ahorro en la fase de uso supera con creces el exceso en el precio inicial. Otro aspecto a tener en cuenta en este sentido es la longevidad del producto, dado que

cuanto mayor sea ésta, menor será la frecuencia de reposición y por lo tanto también por esta vía podrían aparecer ahorros. Es razonable pensar por tanto que los responsables de compras o contrataciones deban aplicar el enfoque del ciclo de vida a la hora de seleccionar las alternativas más eficientes desde el punto de vista del coste, lo que implica comparar, no sólo el precio de compra inicial sino futuros costes como:

- Los costes de uso como el consumo de agua o de energía, los consumibles como la tinta o el papel etc.
- Los costes de mantenimiento.
- Los costes de eliminación o el posible valor de reventa (Unep, 2009).

El LCC supone por tanto, la consideración de todos los costes, directos e indirectos, variables y fijos, asignables a un producto o servicio desde que se inicia la concepción de la idea hasta el final de su vida útil, generados por cualquier agente asociado a las fases de la vida del mismo, proveedor, productor, consumidor etc. (Quintana e Ibarra, 2013).

El concepto de LCC es anterior incluso al del ACV y se acuñó por primera vez en los años sesenta, en el Departamento de Defensa de los Estados Unidos cuando vieron que podía ser un instrumento de utilidad para la mejora de la eficiencia de costes de edificios y equipamiento (Eisenberger and Lorden, 1977) aunque según (Blanchard, 1978) sus bases conceptuales y enfoques metodológicos hunden sus raíces en la ingeniería de sistemas.

Su importancia para los análisis y/o evaluaciones de sostenibilidad ha sido reconocida por muchos autores (Norris, 2001; Hunkeler and Rebitzer, 2003; Klöpffer, 2008) y aunque han sido desarrolladas algunas guías sectoriales al respecto, no existe, como tampoco en el caso del SLCA, una norma ISO que normalice la metodología (Unep, 2009). En 2011 sin embargo, Setac publicó un trabajo titulado *Environmental life cycle costing: a code of practice* (Swarr et al., 2011) que facilita una guía para llevar a cabo estos estudios basada en la misma estructura de cuatro fases de la ISO 14040:

- La fase de definición del objetivo y alcance es similar a la de un ACV convencional.



- La fase de análisis de Inventario presenta las mismas dificultades que el ACV tradicional en cuanto a los requisitos de calidad de los datos. Sin embargo dado que la unidad de los datos es la moneda escogida para el estudio, debido a la familiaridad con la misma se puede producir una cierta falsa sensación de certidumbre respecto a los datos obtenidos (Ciroth, 2009).
- Agregación de costes por categorías de costes. Dado que todos los datos del inventario presentan la misma unidad de medida, la moneda, no hay necesidad para la caracterización o ponderación de los mismos. Los datos sobre los costes agregados proporcionan una medida directa del impacto financiero.
- Los procedimientos para la interpretación comunicación y revisión crítica son análogos a los de cualquier ACV convencional.

Desde sus inicios ha sido aplicado en múltiples sectores industriales y especialmente en bienes de inversión como transporte ferroviario, aéreo y marítimo, maquinaria en general, industria química o en el sector de la construcción, a objetos de estudio tales como un edificio de oficinas, un tren, o un metro cuadrado de alfombra (Ciroth, 2009).

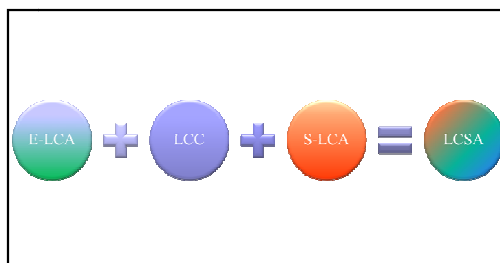
### **3.6.5. Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA)**

Como ya se ha expuesto, las técnicas basadas en el enfoque de ciclo de vida permiten medir los impactos de los métodos de producción a lo largo de todas las etapas de la cadena de valor. El ACV observa los impactos ambientales potenciales de la extracción de recursos, transporte, producción, reciclaje, uso y desecho de productos, el LCC por su parte evalúa los costes de dicho ciclo y finalmente el SLCA examina las consecuencias socioeconómicas de todo este proceso.

Sin embargo, para tener una visión completa muchos autores han propuesto ampliar el enfoque del ACV de modo que se considerasen conjuntamente los tres pilares de la sostenibilidad; el ambiental, el económico y el social. Estos autores abogan por una integración del ACV tradicional con el SLCA y el LCC, en lo que se ha denominado

Análisis del ciclo de vida sostenible o LCSA (Weidema, 2006; Klöpffer, 2008; Unep, 2009; Heijungs et al., 2010). Precisamente Walter Klöpffer, le dio a la idea de combinar las tres técnicas la forma de fórmula conceptual que se muestra en la Figura 3.8.

**Figura 3.8. Fórmula Conceptual del LCSA**



Fuente: (Klöpffer, 2008)

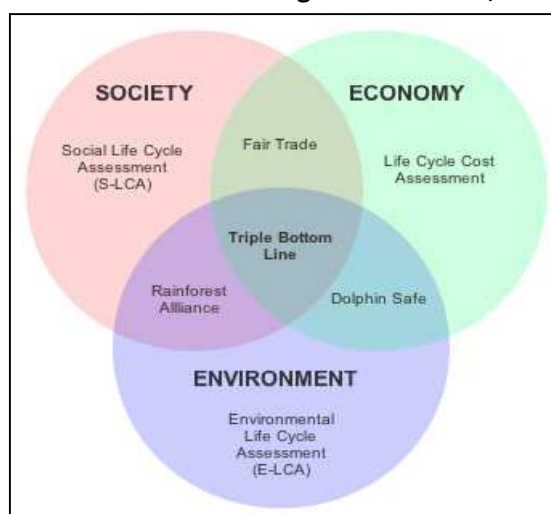
El autor subraya sin embargo la necesidad de interpretar los resultados de cada una de las tres técnicas en combinación con los de las otras dos, no como una simple suma de los resultados de las tres. Se trata por tanto de posibilitar una toma de decisiones basada en la perspectiva del ciclo de vida que considere además las tres dimensiones de la sostenibilidad (Klöpffer, 2008).

Tras su aportación al SLCA con la publicación de las directrices ya mencionadas (Unep, 2009), la *UNEP/Setac Life Cycle Initiative* decidió adoptar un enfoque más amplio a favor de la sostenibilidad. Se marcó entonces el objetivo de convertir el ACV en una técnica de desarrollo sostenible de las conocidas como *Triple-bottom-line*<sup>7</sup>. Fruto de este empeño fue el trabajo publicado por Setac en 2011 *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products* donde se muestra cómo combinar las tres técnicas, ver Figura 3.9, partiendo de la base que las tres comparten objetivos y marcos metodológicos similares (Unep, 2011).

---

<sup>7</sup> (Elkington, 1998) explica que "(...) la contabilidad triple bottom line intenta relacionar el impacto social y ambiental de las actividades de una organización, de una manera medible, con su desempeño económico para mostrar mejoras o para hacer una evaluación más profunda."

Figura 3.9. El LCSA fruto de la Integración del ACV, el LLC y el SLCA



Fuente: (Unep, 2011)

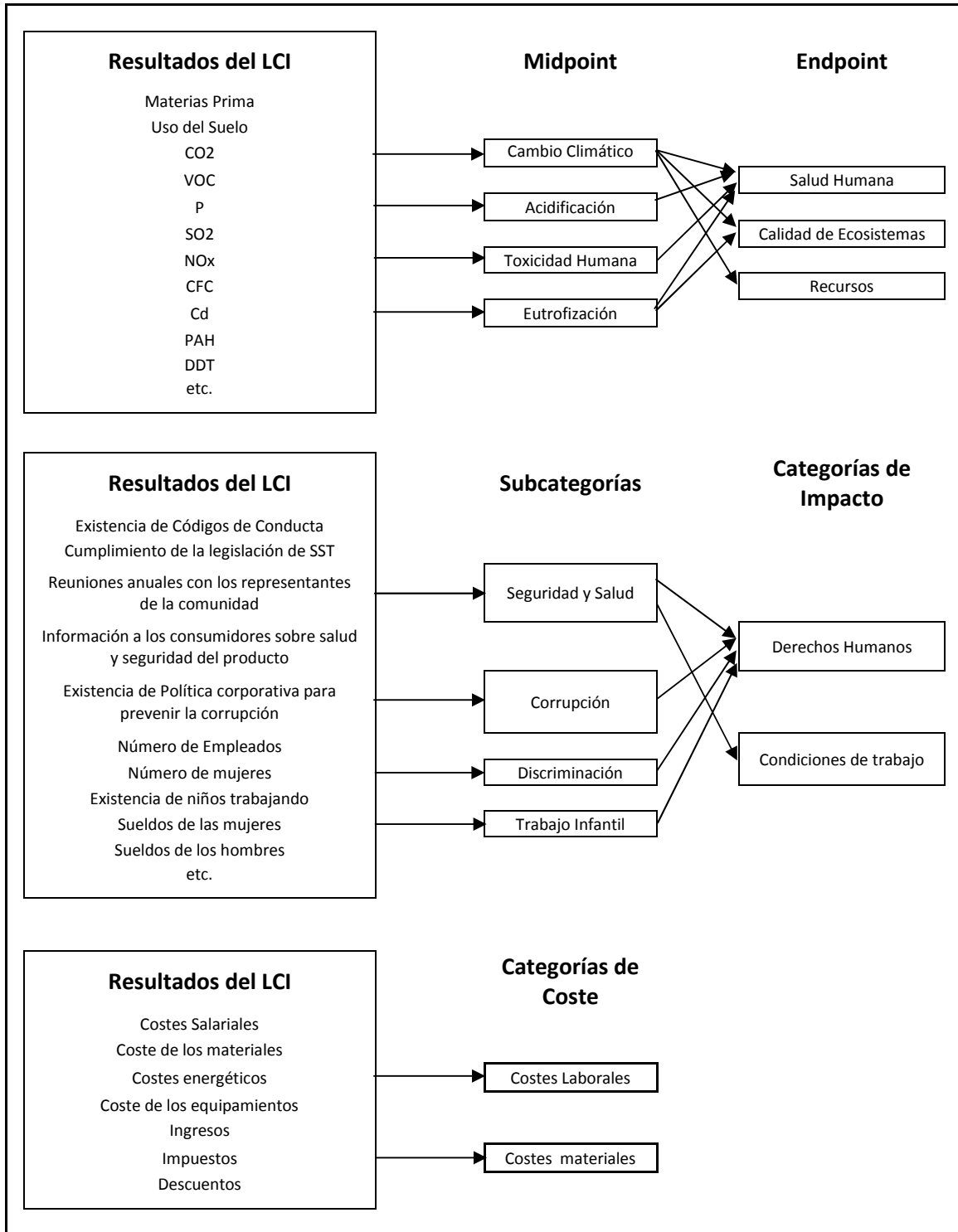
En la Figura 3.10 se muestra un ejemplo genérico de estudio de LCSA con diferentes categorías de impacto para cada una de las tres áreas de la sostenibilidad.

Entre los beneficios que esta metodología aporta a productores consumidores y demás se encuentran (Unep, 2011):

- Permite organizar la información ambiental, económica y social de una forma estructurada.
- Permite entender mejor las interrelaciones entre los tres pilares de la sostenibilidad proporcionando una visión más completa de los impactos positivos y negativos a lo largo del ciclo de vida del producto.
- Muestra a las empresas cómo ser más responsables teniendo en cuenta el espectro total de los impactos asociados a sus productos y servicios.
- Promueve la conciencia de los actores de la cadena de valor en temas de sostenibilidad.
- Ayuda a la identificación de debilidades permitiendo mejoras adicionales en el ciclo de vida del producto.
- Ayuda en la priorización de los recursos.

- Facilita la toma de decisión respecto a la elección de tecnologías y productos sostenibles.

Figura 3.10. Ejemplo de categorías y subcategorías en el LCSA



Fuente: Adaptado de (Unep, 2011)

- Ayuda a los consumidores a escoger productos que no sólo sean rentables, ecológicamente eficientes y socialmente responsables sino también más sostenibles.
- Estimula la innovación en las empresas y entre los actores de la cadena de valor.
- La comunicación de información transparente ayuda a las empresas a aumentar su credibilidad.
- Proporciona los principios rectores para lograr patrones de producción y consumo sostenibles.

### **3.6.6. Huellas ecológicas**

El concepto de *Huella Ecológica* fue acuñado a principios de los noventa en la Universidad de la Columbia Británica en Canadá (Rees, 1992), aunque la definición más extendida es la propuesta algunos años más tarde por (Wackernagel and Rees, 1996) y que se expone a continuación:

El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área (Wackernagel and Rees, 1996).

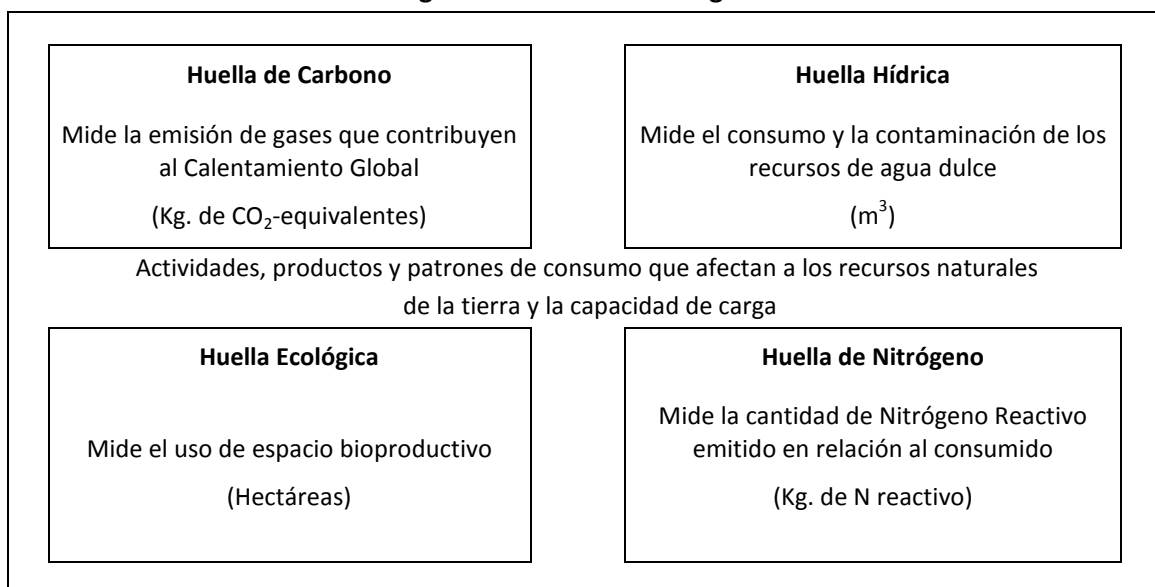
Este concepto ha sido la base para la definición posterior de diferentes huellas, como *la Huella de Carbono, la Huella Hídrica, o la Huella de Nitrógeno* (Ercin and Hoekstra, 2012) tal y como se muestra en la Figura 3.11. Todas ellas miden en definitiva la apropiación que el ser humano hace de los recursos del planeta en relación a la capacidad de este para generar nuevos recursos (Galli et al., 201). Las medidas pueden realizarse a diferentes escalas, es decir, se puede calcular la huella de un individuo, una ciudad, un sector, etc.

La huella de carbono y la huella hídrica aparecieron prácticamente al unísono a principios de siglo aunque de forma independiente. Mientras que la huella de carbono nació a raíz del debate sobre el cambio climático como una herramienta para medir las

emisiones de GEI, la huella hídrica surgió en el campo de la gestión de los recursos hídricos como una herramienta para medir el consumo de agua en relación con los patrones de consumo (Ercin and Hoekstra, 2012).

La huella de nitrógeno, menos conocida por el público en general, ha sido definida más recientemente con el objetivo de medir la cantidad de nitrógeno liberado a la atmosfera en relación con la cantidad consumida (Leach et al. 2012). Se calcula en kg. de Nitrógeno Reactivo<sup>8</sup> dado que este es tipo de nitrógeno que impacta sobre la salud humana y el medioambiente.

**Figura 3.11. Huellas ecológicas**



Fuente: (Ercin and Hoekstra, 2012)

### 3.6.6.1. Huella de Carbono

Aunque existen algunas diferencias entre los distintos autores a la hora de definir la huella de carbono, existe consenso en cuanto a que sus raíces se sustentan en el concepto de Huella Ecológica (Wackernagel and Rees, 1996) y que a grandes rasgos, expresa la cantidad de gases emitidos fruto de las actividades de consumo y producción humanas con incidencia sobre el cambio climático (Wiedmann and Minx,

<sup>8</sup> El nitrógeno, en su forma N<sub>2</sub> es inerte y supone el 78% de la atmosfera, el resto de formas como el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los óxidos de nitrógeno (NOx), el amoniaco (NH<sub>3</sub>)o los nitratos NO<sub>3</sub>-) y nitritos (NO<sub>2</sub>-) se conocen como Nitrógeno Reactivo (Galloway et al., 2008).

2008). Se llama *Huella de Carbono de un Producto* por tanto, a la cantidad total de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros GEI, como el metano (CH<sub>4</sub>) o el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), asociada a un producto a lo largo de todo su ciclo de vida. Para su cálculo se utiliza generalmente el factor de caracterización *Potencial de Calentamiento Global* que se mide en Kg equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Un análisis de huella de carbono es en realidad una versión simplificada de un ACV en el que, en lugar de considerar varias categorías de impacto ambiental, se considera únicamente una de ellas, la relativa al *Calentamiento Global* (Ihobe, 2009). Dicho de otra manera, la huella de carbono es un ACV con el análisis limitado a las emisiones que tienen efecto sobre el cambio climático. Dado que no se consideran otras categorías de impacto, no se debe olvidar que no siempre una menor huella de carbono significa un mejor comportamiento ambiental. La generación de electricidad en centrales nucleares por ejemplo, es desde el punto de vista de la huella de carbono un proceso muy limpio, sin embargo un análisis completo de ACV afloraría también la problemática de los residuos generados o el riesgo de un accidente y sus consecuencias.

No obstante, dada la innegable importancia que en las últimas décadas ha adquirido el calentamiento global, diferentes agentes públicos y privados han desarrollado estrategias, exigencias e incluso legislaciones específicas de reducción de GEI como las encaminadas a garantizar el cumplimiento del Protocolo de Kioto (Ihobe, 2009). Es en este contexto donde se enmarca la aparición de la metodología del cálculo de la huella de carbono que permite medir las emisiones de gases que contribuyen al calentamiento global de una forma transparente, científica y globalmente aceptada.

Aunque existen diferentes metodologías para su cálculo (en el trabajo *A comparative study of carbon footprint and assessment standards* (Gao et al., 2013) se puede encontrar un análisis comparativo de las mismas) es en 2013, gracias a la publicación por parte de ISO de la *Norma ISO/TS 14067:2013 Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación* (ISO, 2013), cuando se consolida la metodología.

Esta norma ISO proporciona una guía práctica para realizar los cálculos de la huella de carbono de una manera transparente y aceptada. Especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de un producto, basándose en las normas ISO sobre ACV en lo que respecta a la cuantificación, y en las normas ISO sobre etiquetas y declaraciones ambientales (ver apartado 3.8) en lo referente a la comunicación de resultados (ISO, 2013).

Una revisión no exhaustiva de los trabajos publicados sobre el tema, parece conducir a la conclusión de que las empresas están calculando la huella de carbono del conjunto de su organización y son frecuentes también los cálculos de huella de carbono de zonas geográficas como países o ciudades, de eventos e incluso de personas. Su aplicación a productos concretos sin embargo no parece generalizada, no se debe olvidar que al realizar un ACV completo de producto se dispone también en cierta medida de su Huella de Carbono.

### **3.6.6.2. Huella Hídrica**

El concepto de huella hídrica fue presentado por primera vez en 2002 por Arjen Hoekstra, profesor de la Universidad de Twente (Países Bajos), como un indicador del consumo y contaminación del agua dulce (2003). Años después, en 2011, este mismo autor publicaría junto a otros autores, la primera guía metodológica para su cálculo *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard* (Hoekstra et al., 2011).

Por su parte en 2009, ISO había puesto en marcha un grupo de trabajo que tras cinco años de discusiones publicaría en 2014 la *Norma ISO 14046:2014 Gestión Ambiental. Huella Hídrica. Principios, requisitos y directrices* (ISO, 2014) y que define textualmente la evaluación de la Huella hídrica como:

(...) recopilación y evaluación de las entradas, salidas y potenciales impactos ambientales relacionados con el agua utilizada o afectados por un producto, proceso u organización (ISO, 2014).



La norma puede ser aplicada a productos, procesos u organizaciones y aporta un método para el cálculo basado en el ACV y en las normas internacionales que lo regulan (ISO 14040 e ISO14044). De este modo, la huella hídrica de un producto es el volumen total de agua que se usa directa o indirectamente para la elaboración de ese producto, durante su uso y en su destino final, es decir, a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del mismo.

Aunque la norma no lo contempla, es frecuente utilizar la siguiente clasificación para los tipos de agua que deben ser consideradas, de modo que la huella hídrica total sería la suma de las tres cantidades (Hoekstra et al., 2011):

- *Agua azul*: volumen de agua dulce extraída de un cuerpo de agua superficial o subterránea y que es evaporada en el proceso productivo o incorporada al producto.
- *Agua verde*: volumen de agua de precipitación que es evaporada en el proceso productivo o incorporada al producto.
- *Agua Gris*: volumen de agua dulce requerida para diluir los contaminantes existentes en las aguas contaminadas de modo que su calidad esté sobre estándares aceptables.

Una búsqueda ligera en internet sobre trabajos publicados parece poner de manifiesto que la huella hídrica se está aplicando principalmente a zonas geográficas como países o ciudades por una parte y a productos agrícolas de manera genérica por otra (por ejemplo la huella hídrica de producir un Kg de manzana), y no tanto por las empresas a sus productos de manera individual.

### **3.6.6.3. Análisis de los flujos de materiales (AFM)**

El AFM es una evaluación sistemática de los flujos y acumulación de materiales dentro de un sistema definido en un espacio y tiempo concretos (Ayres, 2002). Dicho de otro modo, es una metodología que permite cuantificar los materiales intercambiados entre un sistema y su entorno (Sendra, 1996). Es aplicable a diferentes escalas, se

puede analizar una empresa, un sector industrial (Fisher Kowalski and Hüttler, 1999), una región o un país, es posible incluso realizar estudios a nivel mundial (Ayres, 2002). Algunos de los principales trabajos que han colaborado en el desarrollo del AFM y que merecen destacarse son: (Baccini and Bader, 1996), (Baccini and Brunner, 2012) y (Van der Voet et al., 2002).

El sistema analizado es considerado como un ente único de manera que se analizan las relaciones entre dicho ente y el exterior, contabilizándose únicamente los flujos de materiales que cruzan sus límites sin analizar los procesos de producción o consumo que ocurren en su interior. Una vez analizados estos flujos y establecidos los objetivos de mejora se analiza el interior del sistema para definir estrategias que permitan alcanzar dichos objetivos (Sendra, 1996). El AFM considera tres tipos de flujos de entrada y dos tipos de flujos de salidas, de manera que su diferencia permite estimar la cantidad de materiales utilizados en el interior del sistema.

- Tipos de entradas:
  - Extracción doméstica: materiales extraídos del entorno natural del sistema.
  - Importaciones: materiales y productos procedentes de otros sistemas.
  - Flujos indirectos: materiales movilizados o procesados en la obtención de los productos que entran en el sistema. Son materiales que aun siendo necesarios para el funcionamiento del sistema no llegan a entrar al mismo. La cuantificación de estos flujos indirectos es precisamente la principal diferencia con el balance tradicional de materiales. Al analizar también el funcionamiento de los proveedores se considera que el AFM comparte el enfoque del ACV conocido como *Desde la cuna hasta la tumba* (Sendra, 1996).
  
- Tipos de salidas:
  - Exportaciones. Productos manufacturados que son vendidos a otros sistemas.
  - Salidas al entorno natural. Materiales depositados en el entorno natural del propio sistema, las emisiones al agua y al aire y los residuos depositados en el suelo.

A pesar de que se pueden encontrar trabajos de AFM desde los años sesenta, su aplicación más extensa se produjo a partir de los años noventa (Sendra et al., 2006). Tradicionalmente, las empresas se han preocupado de optimizar los procesos de sus plantas tratando de conseguir la máxima eficiencia, pero si se amplía el sistema promoviendo la cooperación entre empresas se pueden mejorar los resultados globales. Aumentando la escala, el AFM a nivel nacional o regional puede servir como soporte para el desarrollo de políticas públicas que hagan más sostenibles aquellos sistemas analizados (Sendra, 1996). De hecho, tal es la importancia de este último aspecto que Eurostat publicó en 2001 una guía metodológica orientada precisamente a la aplicación de estudios AFM a entornos económicos, lo que se conoce como *Economic Wide MFA* (Eurostat, 2001).

Dejando al margen las diferencias de carácter metodológico, el ACV y el AFM presentan las siguientes diferencias conceptuales según (Matthews et al., 2000):

- Cabe considerar el AFM como una metodología destinada a lograr un inventario de ciclo de vida que posteriormente el ACV se encargaría de evaluar e interpretar.
- Mientras que el ACV busca una visión lo más completa posible del sistema analizando tantas sustancias como sea posible, el AFM persigue la transparencia y la capacidad de gestión y se centra por ello en un número más limitado de sustancias.

### **3.6.7. Análisis de las externalidades.**

Una externalidad aparece cuando las actividades sociales o económicas de un grupo de personas tienen un impacto sobre otro grupo sin que ese impacto sea contabilizado ni compensado (Bickel and Rainer, 2005). El propósito del *Análisis de las Externalidades* es lograr que se consideren las externalidades del mismo modo que se tiene en cuenta los costes internos, para lo que es preciso:

- Medir los daños a la sociedad que no son pagados por sus causantes principales.
- Expresar estos daños de diferente naturaleza en unidades monetarias.

- Finalmente, analizar la manera en que estos costes externos sean cargados a productores y consumidores.

Hasta ahora esta herramienta se ha aplicado principalmente a las actividades relacionadas con la energía, los combustibles y las actividades relacionadas con el transporte de personas y mercancías, pero se está ampliando el enfoque hacia otras actividades como los diferentes procesos industriales (Externe, 2006).

En 1995 la CE publicó el primero de una serie de trabajos enmarcados en el *Proyecto Externe*, sobre la manera de cuantificar los costes externos de la energía llamado *ExterneE. Externalities of Energy Vol. 1* (CE, 1995). El Proyecto ExterneE, iniciado en 1991, se enmarcaba a su vez en el seno de otro proyecto colaborativo entre la CE y el Departamento de Energía de EE.UU denominado *EC/US Fuel Cycles Study*. Dicho proyecto contaba con un equipo de investigación multidisciplinar integrado por ingenieros, economistas y epidemiólogos, y estudiaba los costes externos de los flujos de una variedad de combustibles. Fruto de todo aquel trabajo fue el desarrollo de lo que hoy se conoce como *Metodología Externe* (Bickel and Rainer, 2005). Aunque no es la única metodología existente, resulta práctico para los propósitos de este apartado de la tesis utilizar esta metodología como referencia.

El enfoque de la metodología ExterneE se conoce como *Impact Pathway Approach* (Enfoque de Ruta de Impacto). Bajo este enfoque, el análisis se realiza desde abajo hacia arriba, es decir, los beneficios y costes ambientales antes de su traducción a unidades monetarias se calculan siguiendo el recorrido de los impactos ambientales desde las fuentes de emisión hasta los efectos finales a través de los cambios en la calidad del aire, el suelo y el agua. Consta de una serie de etapas que recuerdan mucho a las del ACV y que se presentan a continuación:

- Definición de la actividad a ser evaluada y sus antecedentes.
- Definición de las categorías de impacto y externalidades a considerar.
- Estimación de los impactos o efectos de la actividad en unidades físicas.
- Traducción de los valores obtenidos a unidades monetarias

- Evaluación de las incertidumbres y análisis de sensibilidad.
- Análisis de los resultados y elaboración de conclusiones.

Por su parte las categorías de impacto que considera son:

- Impactos ambientales que se producen por la liberación de sustancias, partículas finas, gases, energía, ruido, radiaciones, etc. al aire, al suelo y al agua.
- Impactos sobre el calentamiento global.
- Accidentes: Los accidentes son eventos raros no deseados que atentan contra el funcionamiento normal. Para el cálculo del impacto se debe utilizar la probabilidad de ocurrencia del accidente y multiplicarla por el daño que este ocasionaría (Bickel and Rainer, 2005).

### **3.6.8. Otras herramientas.**

Existen otras herramientas utilizadas también en el marco de los sistemas de gestión ambiental que ofrecen soluciones a problemas diferentes entre las que merecen destacarse las dos siguientes:

- Estudios de impacto ambiental: Se utiliza para identificar y cuantificar los efectos ambientales de un proyecto o actividad en un momento determinado y en una posición específica (por ejemplo antes de instalar una planta química en un determinado lugar). Al contrario que en el ACV los impactos de la extracción o producción de materias primas no se tienen en cuenta.
- Auditoría ambiental: Consiste en verificar, analizar y evaluar la adecuación y aplicación de las medidas adoptadas por la empresa para minimizar los riesgos de contaminación ambiental derivados de su actividad.

En la Tabla 3.7 se presenta un brevísimo análisis comparativo entre estas metodologías y la propia ACV.

**Tabla 3.7. ACV, Auditoría Ambiental y Estudios de Impacto Ambiental. Comparativa**

	Objeto	Objetivo	Proceso
<b>Análisis del Ciclo de Vida</b>	Producto o proceso	Evaluación y mejora del impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inventario</li><li>• Evaluación de impacto</li><li>• Acciones</li></ul>
<b>Estudio de Impacto Ambiental</b>	Proyecto o Actividad	Toma de decisión sobre un proyecto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evaluación de impacto ambiental y social</li><li>• Medidas correctivas</li><li>• Necesidad del proyecto</li></ul>
<b>Auditoría Ambiental</b>	Empresa o instalación	Adaptación a normas y diagnóstico ambiental	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis situacional</li><li>• Puntos débiles</li><li>• Propuestas</li></ul>

Fuente: (Setac, 1997)

Seleccionar un lugar idóneo para construir una determinada planta industrial es una decisión que puede basarse en un estudio de impacto ambiental. Si el objetivo es detectar puntos de mejora medioambiental en una planta o instalación ya existente, la herramienta más adecuada sería la auditoría ambiental. Sin embargo, para el diseño de productos o procesos respetuosos con el medioambiente se utilizaría el ACV.

Las informaciones obtenidas con diferentes herramientas resultan a menudo complementarias. La realidad está demostrando que todas las herramientas están cada vez más relacionadas entre sí, por un lado el concepto de ciclo de vida está incorporándose a todas las herramientas y por otro, el ACV está utilizando datos obtenidos por esas otras herramientas para establecer sus conclusiones (Setac, 1997).

Otras herramientas que merecen al menos ser mencionadas son:

- Análisis de riesgo ambiental.
- Evaluación del comportamiento ambiental.
- Análisis de materiales y energía.
- Gestión integral de sustancia.
- Análisis de línea de producto.

### 3.7. APLICACIONES INFORMÁTICAS QUE PRESTAN SOPORTE AL ACV

Aunque en 1973 el ya mencionado MRI de los EE.UU, financiado por una empresa cliente, creó el primer software para ACV, los diferentes programas para ACV, tal y como se conoce hoy en día, aparecen a comienzos de los años 90, y aun hubo que esperar hasta 1995 para encontrar las primeras bases de datos de inventario (Chacón, 2008b). En la actualidad son innumerables los paquetes informáticos, algunos gratuitos y otros de pago, unos desarrollados por organizaciones privadas y otros por organismos públicos, que se encuentran disponibles para dar soporte a los estudios de ACV y sin los cuales estos estudios prácticamente serían irrealizables.

#### 3.7.1. Bases de datos de inventario de ciclo de vida

En la Tabla 3.8 se presentan algunas de las principales bases de datos de inventario de ciclo de vida.

**Tabla 3.8. Bases de datos de inventario de ciclo de vida**

Nombre	nº de datos	Sectores	Fuente	Dirección de internet
Ecoinvent	4.000	Genérico	Ecoinvent Centre	<a href="http://www.ecoinvent.org/">www.ecoinvent.org/</a>
Boustead	13.000	Genérico	Boustead Consulting	<a href="http://www.boustead-consulting.co.uk/">www.boustead-consulting.co.uk/</a>
IVAM LCA	1.300	Genérico	IVAM UvA bv	<a href="http://www.ivam.uva.nl">www.ivam.uva.nl</a>
ProBas	7.000	Genérico	Umbelbtbundesamt, Germany	<a href="http://www.probas.umweltbundesamt.de">www.probas.umweltbundesamt.de</a>
GaBi database	2.300	Genérico	PE International GmbH, Germany. University of Stuttgart, Germany.	<a href="http://www.gabi-software.com/">www.gabi-software.com/</a>
DEAM	1.200	Genérico	Ecobilan PriceWaterhouse Coopers, France	<a href="http://www.ecobilan.com/">www.ecobilan.com/</a>
ETH – ESU 96	1.181	Genérico	ETH-ESU, Switzerland	<a href="http://www.esu-services.ch/">www.esu-services.ch/</a>
GEMIS 4.4.	1.000	Genérico	Institute for applied Ecology, Darmstadt office, Germany.	<a href="http://www.gemis.de/">www.gemis.de/</a>
Option data pack	967	Genérico	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan	<a href="http://www.jemai.or.jp/english/index.cfm">www.jemai.or.jp/english/index.cfm</a>
Umberto library 5.5.	600	Genérico	Institute for Environmental Informatics Hamburg GmbH, Germany.	<a href="http://www.umberto.de/">www.umberto.de/</a>
IDEMAT 2001	507	Genérico	Delft University of technology, Holland.	<a href="http://www.idemat.nl/">www.idemat.nl/</a>
CPM LCA Database	500	Genérico	Center for Environmental Assessment of Product and Material Systems-CPM, Sweeden.	<a href="http://www.cpm.chalmers.se/CPMDatabase">www.cpm.chalmers.se/CPMDatabase</a>

Japanese Input Output Database	400 sectores	Multi sectorial	Environmental Technology Laboratory of the Corporate Research & Development centre of Toshiba Corporation, Japan.	<a href="http://www.toshiba.co.jp/env/en/products/ecp/factor">www.toshiba.co.jp/env/en/products/ecp/factor</a>
Franklin US LCI	355	Genérico	Franklin Associates Ltd, USA. National Renewable Energy Laboratory, USA. Sylvatica, USA. Athena Sustainable Materials Institute, Canada.	<a href="http://www.fal.com/">www.fal.com/</a>
Data Archive	354	Genérico	Plastics Waste Management Institute (PWMI), Japan. Federal Office for the Environment, Switzerland. Chalmers University Sweden.	<a href="http://www.plasticseurope.org/">www.plasticseurope.org/</a>
BUWAL 250	286	Genérico	Federal Office for the Environment, Switzerland.	<a href="http://www.bafu.admin.ch/">www.bafu.admin.ch/</a>
Ecodesign X-Pro database 1	150	Genérico	Ecomundo, France.	<a href="http://www.ecomundo.eu/default.aspx">www.ecomundo.eu/default.aspx</a>
US Input Output Database	163 sectores	Genérico	Toxic Releases Inventory 98 (TRI), Air Quality Planning and Standard (AIRS). EPA USA. Energy information administration (EIA). US dep. Of energy. Bureau of economic analysis (BEA). US dep. of Commerce. National Center for Food and Agricultural Policy (NCFAP) and World Resource Institute (WRI).	<a href="http://www.epa.gov/region6/6pd/tri/index.htm">www.epa.gov/region6/6pd/tri/index.htm</a>
LCA Food	80	Genérico	Danish environmental protection agency.	<a href="http://www.mst.dk/English/">www.mst.dk/English/</a>
Industry Data	74	Genérico	Plastics Europe, various.	<a href="http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageID=392">www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageID=392</a>
Salca 071	700	Producción agrícola	Agroscope Reckenholz – Tägermatten Research Station ART, Switzerland.	<a href="http://www.art.admin.ch/">www.art.admin.ch/</a>
KCL EcoData	300	Silvicultura	Oy keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab, KCL, Finland.	<a href="http://www.kcl.fi/page.php?page_id=75">www.kcl.fi/page.php?page_id=75</a>
Sabento library	450	Bioteconología	Ifu Hamburg GmbH, Germany.	<a href="http://www.sabento.com/en/">www.sabento.com/en/</a>
Eurofer data sets	14	Industria del acero	European Confederation of Iron and Steel Industries	<a href="http://www.eurofer.be/">www.eurofer.be/</a>
sirAdos 1.2.	150	Construcción	LEGEP Software GmbH, Germany. Universität Karlsruhe, Germany.	<a href="http://www.legep.de/">www.legep.de/</a>
EIME 10.0	558	Eléctrico y electrónico	CODDE, France.	<a href="http://www.codde.fr">www.codde.fr</a>
Waste technologies data centre	40	Residuos	Environment Agency, United Kingdom	<a href="http://www.environment-agency.gov.uk/wtd/">www.environment-agency.gov.uk/wtd/</a>

Fuente: (Ihobe, 2009)

En la Tabla 3.9 se muestran algunas de las bases de datos proporcionadas por asociaciones sectoriales que proporcionan información sobre productos y procesos típicos de sus respectivos sectores.



**Tabla 3.9. Bases de datos de asociaciones sectoriales**

Nombre	Sectores	Ámbito geográfico	Dirección de internet
American Iron and Steel Institute (AISI).	Hierro y Acero.	EE.UU	<a href="http://www.steel.org">www.steel.org</a>
American Plastics Council (APC).	Polímeros.	EE.UU	<a href="http://www.americanchemistry.com/plastics/">www.americanchemistry.com/plastics/</a>
European Aluminium Association (EAA)	Aluminio	Europa	<a href="http://www.aluminium.org">www.aluminium.org</a>
European Copper Institute (ECI)	CobrE	Europa	<a href="http://www.copper-life-cycle.org">www.copper-life-cycle.org</a>
International Iron and Steel Institute (IISI)	Acero	Global	<a href="http://www.worldsteel.org">www.worldsteel.org</a>
European Federation of Corrugated Board Manufacturers (FEFCO)	Cartón Corrugado	Europa	<a href="http://www.fefco.org">www.fefco.org</a>
ISSF International Stainless steel Forum (ISSF)	Acero Inoxidable	Global	<a href="http://www.worldstainless.org/">www.worldstainless.org/</a>
KCL (EcoData)	Pasta de papel y Papel	Finlandia y Países Nórdicos	<a href="http://www.kcl.fi/eco">www.kcl.fi/eco</a>
Nickel Institute.	Níquel	Global	<a href="http://www.nickelinstitute.org/index.cfm/ci_id/114.html">www.nickelinstitute.org/index.cfm/ci_id/114.html</a>
PlasticsEurope	Plásticos	Europa	<a href="http://www.plasticseurope.org">www.plasticseurope.org</a>
Volvo EPDs	Camiones y Autocares	Europa	<a href="http://www.volvo.com/group/">www.volvo.com/group/</a>

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.2. Software para estudios de ACV

En la Tabla 3.10 se presentan algunos de los principales paquetes informáticos para la realización de los estudios de ACV.

**Tabla 3.10. Software para estudios de ACV**

Nombre	Desarrollador	Enfoque	Características	web
LSP	University of Amsterdam Holland	Municipios, urbanismo y desarrollo de proyectos	Medición del perfil de sostenibilidad de un emplazamiento Dispone de un estándar de comparación de 10 modelos diferentes	<a href="http://www.uva.nl/">www.uva.nl/</a>
AIST-LCA 4	Japan national Institute of Advanced Industrial Science and Technology	Genérico	Elaboración de base de datos propia: Sustancias químicas, productos de hierro y acero y gestión de residuos.	<a href="https://www.aist-riss.jp/software/20381/">https://www.aist-riss.jp/software/20381/</a>

SIMAPRO	PRE Consultants Holland	Genérico	<p>Disponibles protocolos para la realización guiada de ACVs.</p> <p>Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</p> <p>Permite análisis tipo: ACV y LCC</p> <p>Posibilita la redacción de informes de acuerdo con la normativa ISO de ACV</p> <p>Posibilidad de análisis de: incertidumbre de los datos, escenarios de fin de vida, análisis de sensibilidad y Monte Carlo.</p> <p>Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</p>	<p><a href="http://www.pre.nl/pre/default.htm">http://www.pre.nl/pre/default.htm</a></p>
GABI	<p>Instituto de ciencia y ensayos de polímeros (IKP) y la universidad de Stuttgart en colaboración con PE EUROPE GMBH Germany</p>	Genérico	<p>Descripción gráfica del ciclo de vida del producto mediante estructura jerárquica</p> <p>Entradas y salidas asociadas a cada proceso.</p> <p>Flujos entre procesos.</p> <p>Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</p> <p>Posibilidad de reutilización de procesos y planes creados en otros proyectos.</p> <p>Permite análisis tipo: ACV, LCC y LCWT (Life Cycle Working Time)</p> <p>Alimentación de datos del ICV en formato fichas</p> <p>Asignación posterior de cada dato del ICV a un dato concreto de la BBDD.</p> <p>Gran variedad de representación de los datos del análisis, tanto en lo referente al balance del sistema, como a la EICV.</p> <p>Redacción de informes de acuerdo a exigencias ISO de ACV.</p> <p>Posibilidad de asignación de cargas.</p> <p>Posibilidad de análisis de: escenarios de fin de vida, sensibilidad y Monte Carlo.</p> <p>Permite la agrupación de procesos según tipo, nación, empresa y usuario e Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</p>	<p><a href="http://www.gabi-software.com/">http://www.gabi-software.com/</a></p>
CMLCA 4.2	<p>Leiden University, Institute of Environmental Sciences (CML), Holland</p>	Genérico	<p>Parte de las bases de datos CML-IA, Ecoinvent y ETH96.</p> <p>Métodos EICV: CML2001, EDIP, EPS, TRACI, Impact 2002+, etc.</p> <p>Posibilidad de análisis de sensibilidad y Monte Carlo.</p> <p>Exportable a Excel.</p>	<p><a href="http://www.cmlca.eu/">http://www.cmlca.eu/</a></p>
ECODESIGN XPRO 1.0	Ecomundo, France	Genérico	<p>Herramienta ACV online.</p> <p>Especialmente indicada para personal no experto en metodologías ACV.</p> <p>Parte de las bases de datos ELCD</p> <p>Utiliza CML2001 como método EICV, aunque es configurable.</p>	<p><a href="http://wp2.ecodis.org">http://wp2.ecodis.org</a></p>

<p>UMBERTO</p>	<p>ifu Hamburg GMBH Germany</p>	<p>Genérico</p>	<p>Interface gráfica muy intuitiva que posibilita la elaboración de ciclos de vida de producto CV completo.</p> <p>Procesos componentes del CV.</p> <p>Entradas y salidas asociadas a cada proceso.</p> <p>Flujos entre procesos.</p> <p>Alimentación de datos del ICV en formato fichas</p> <p>Alta flexibilidad en lo concerniente a límites del sistema, con posibilidad de ser definidos individualmente.</p> <p>Permite análisis tipo: ACV y LCC</p> <p>Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</p> <p>Gran variedad de representación de los datos del análisis, tanto en lo referente al balance del sistema, como a la EICV.</p> <p>Distintas interfaces para la conexión del programa a otras aplicaciones.</p> <p>Posibilidad de análisis de: escenarios de fin de vida, sensibilidad y Monte Carlo.</p> <p>Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</p>	<p><a href="http://www.umberto.de/en/">http://www.umberto.de/en/</a></p>
<p>TEAM</p>	<p>Ecobilan Price waterhouse coopers France</p>	<p>Genérico</p>	<p>Menú principal dividido en cuatro submenús muy intuitivo.</p> <p>Ventana de estructura de árbol CV.</p> <p>Diagrama de flujos y procesos.</p> <p>Lista de módulos disponibles.</p> <p>Lista de flujos disponibles.</p> <p>Introducción de datos con características similares a Gabi.</p> <p>Posibilidad de definición individual de límites del sistema.</p> <p>Disponibles protocolos para la realización guiada de ACVs.</p> <p>Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</p> <p>Posibilita la redacción de informes de acuerdo con la normativa ISO de ACV</p> <p>Gran variedad de representación de los datos del análisis, tanto en lo referente al balance del sistema, como a la EICV.</p> <p>Posibilidad de análisis de: incertidumbre de los datos, escenarios de fin de vida, sensibilidad y Monte Carlo.</p> <p>Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</p> <p>Utilización del concepto TPI (Total Performance Indicator) en el que se valoran tanto aspectos ambientales como parámetros de coste.</p> <p>Exportable a Excel.</p>	<p><a href="https://www.ecobilan.com/uk_team.php">https://www.ecobilan.com/uk_team.php</a></p>

BEES 4.0	National Institute of Standards and Technology (NIST) USA	Materiales de construcción	<p>Apoiado por el Programa de Compra Verde del EPA y el laboratorio de investigación del fuego y la construcción.</p> <p>Contiene aproximadamente 200 productos, clasificados según UNIFORMAT II, clasificación estándar de ASTM.</p> <p>Informes conformes a ISO de ACV.</p> <p>Dispone de la metodología TRACI.</p> <p>Las fases de análisis e interpretación se realizan a través de la ASTM.</p> <p>Las bases de datos se pueden exportar a Excel.</p> <p>Está actualizado y es gratuito. Muy descargado.</p> <p>Contiene aprox. 200 productos, clasificados según UNIFORMAT II, clasificación estándar de ASTM.</p> <p>Exportable a Excel.</p>	<a href="http://www.bfrl.nist.gov/oe/bees.html">http://www.bfrl.nist.gov/oe/bees.html</a>
EIME 9.0	Bureau Veritas CODDE France	Eléctrico y electrónico	<p>Utiliza una amplia variedad de base de datos: BUWAL, DEAM, IDEMAT, datos de APME etc.</p> <p>Método EICV: Concepto de Ecobalance. 11 categorías de impacto fijadas por Ecobilan.</p> <p>Responde a cumplimiento legislativo de RoHs, WEEE y EuP.</p> <p>Recomendada por EPA, EPD, BV, FIECC.</p>	<a href="http://www.codde.fr/eng/EIMELicences.html">www.codde.fr/eng/EIMELicences.html</a>
ENVIRONMENTAL IMPACT ESTIMATOR 3.0.2	Athena Sustainable Materials Institute, Canada	Construcción y edificación	<p>Diferencia tipologías de construcciones.</p> <p>Dispone de BBDD propia.</p> <p>Disponible el "Ecocalculator", el cual permite realizar ACVs de materiales de construcción.</p> <p>Dispone de método de EICV propio.</p>	<a href="http://www.athenasmi.org">www.athenasmi.org</a>
EVERDEE 2.0	ENEA, National Agency for New Technology, Energy and the Environment. Italy	Genérico	<p>Gratuita, disponible online y en castellano.</p> <p>Dispone de base de datos propia.</p> <p>Paso de caracterización según CML2001.</p> <p>Proporciona valores para diferentes categorías de impacto.</p> <p>Permite importar datos.</p>	<a href="http://www.ecosmes.net">www.ecosmes.net</a>
GEMIS 4.42 Germany	Oeko, Institute for applied Ecology, Darmstadt Office Germany	Genérico	<p>Herramienta ACV gratuita</p> <p>Además de las habituales evalúa categorías de impacto no comunes en otras herramientas, como CER (Cumulated Energy Demand), CMR (Cumulated Energy Requirement).</p> <p>Disponible en castellano.</p>	<a href="http://www.gemis.de">www.gemis.de</a>
GREEN-E 1.0	Ecointsys Life Cycle Systems, Switzerland	Genérico	<p>Herramienta integradora de la metodología ACV en la gestión empresarial.</p> <p>Utiliza como base de datos Ecoinvent, aunque el usuario puede configurar su propia base de datos.</p> <p>Por defecto utiliza como método de EICV Impact2002+, aunque se pueden configurar otros métodos.</p> <p>Información exportable en Excel.</p>	<a href="http://www.green-e.ch">www.green-e.ch</a>
JEMAI LCA PRO 2	Environmental Management Association for Industry, JEMAI Japan	Genérico	<p>Utiliza base de datos propia, compuesta de 1000 datos fijos más 500 para la versión japonesa.</p> <p>Diversos métodos EICV: Ec95, EPS2000, Ecopoints97. Configurable por el usuario.</p> <p>Cumple con los estándares ISO de ACV</p>	<a href="http://www.jemai.or.jp/english/lca">www.jemai.or.jp/english/lca</a>

KCL-ECO 4.0	Oy Keskuslaboratorio Central labororium Ab, KCL, Finland	Genérico y Forestal	Herramienta sencilla y de larga experiencia. Utiliza base de datos propia, aunque puede incorporar Ecoinvent. Métodos EICV: Ec95 y DAIA98 Importa y exporta información en formato Ecospold y Excel.	<a href="http://www.kcl.fi/eco">www.kcl.fi/eco</a>
LEGEP 1.2	LEGEP Software GmbH, Germany	Construcción y edificación	Herramienta muy completa para el sector de la construcción sostenible. Utiliza como base de datos Ecoinvent. Utiliza como método EICV CML2001, aunque se pueden configurar otros métodos.	<a href="http://www.legep.de">www.legep.de</a>
LTE-OGIP 5.0	T.H.E. Software GmbH, Germany	Construcción y edificación	Permite analizar los cambios en el edificio, pero no para compararlos. Utiliza básicamente Ecoinvent como base de datos, aunque dispone de otras secundarias como BEK o NPK. Solamente dispone de valores agregados Métodos EICV disponibles: Ec99, Ecopoints97, GWP100a. Permite exportar la información en Excel y en pdf.	<a href="http://www.the-software.de/ogip/einfuehrung.html">www.the-software.de/ogip/einfuehrung.html</a>
REGIS 2.3	Sinum AG, Germany	Genérico	Software ACV que apoya a la gestión empresarial desde el enfoque de la ecoeficiencia. Dispone de Ecoinvent y BUWAL entre otras como bases de datos. Métodos EICV disponibles: Ec95, Ec99, Ecopoints97, IPCC. Disponible en castellano. Permite exportar la información en Ecospold, Excel y CSV.	<a href="http://www.sinum.com/htdocs/e_software_regis.shtml">www.sinum.com/htdocs/e_software_regis.shtml</a>
SABENTO 1.1	ifu Hamburg GmbH, Germany	Químico	Dispone de base de datos propia SABENTO. Analiza categorías de impacto susceptibles de ser afectadas por el sector químico.	<a href="http://www.sabento.com">www.sabento.com</a>
TESPI	ENEA, National Agency for New Technology, Energy and the Environment. Italy	Genérico	Herramienta ACV gratuita y disponible online. Orientada a PYMEs.	<a href="http://www.ecosmes.net/">http://www.ecosmes.net/</a>
TRAINEE	GreenDeltaTC GmbH, Germany	Genérico y ferroviario	Inicialmente diseñada para el sector ferroviario, se ha generalizado con el paso del tiempo. Utiliza bases de datos propias. Actualmente en plena fase de desarrollo junto a PRE CONSULTANTS, con el objetivo de ser una herramienta ACV de software libre.	<a href="http://www.openlca.org/">http://www.openlca.org/</a>
E <sup>3</sup> DATABASE V2.3.3	Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, Germany	Genérico	Herramienta centrada en los sistemas energéticos, sus repercusiones en el ciclo de vida y su coste. Sistema de gestión Firebird SQL. Software basado en Borlan-Delphi. Exportable a Excel.	<a href="http://www.e3database.com">www.e3database.com</a>
ECO-BAT 3.0	Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, Switzerland	Construcción y edificación	Más de 60 materiales de construcción calculados a partir de Ecoinvent. Métodos EICV: Ec99, UBP (Ecopoints97), Impact2002+.	<a href="http://www.eco-bat.ch">http://www.eco-bat.ch</a>

EPD TOOLS SUIT 2007	ITKE Environmental Technology Inc, China	Genérico y construcción	Información únicamente disponible en chino. Estandariza la recogida de datos (EPD inputer) de acuerdo a un determinado PCR, que luego exporta (EPD verifier) a un organismo de certificación de EPDs.	<a href="http://www.itke.com.cn/software">www.itke.com.cn/software</a>
USES-LCA 2.0	Radboud University Nijmegen, Holland	Agricultura, silvicultura y caza	Herramienta gratuita basada en Excel muy específica para el sector primario. Utiliza bases de datos propias. Mide el impacto ambiental en TEFs y otras unidades que comprenden daños tóxicos al ser humano y al medio ambiente.	<a href="http://www.ru.nl/environmentalscience/research/life_cycle/multimedia/toxic">http://www.ru.nl/environmentalscience/research/life_cycle/multimedia/toxic</a>

Fuente: (Ihobe, 2009)

### 3.8. MARCO NORMATIVO

En este capítulo se detallan las principales normas que regulan los estudios de ACV junto a otras sobre temas afines.

Aunque en algunos países existen normas nacionales sobre ACV anteriores a las normas ISO, lo cierto es que la mayoría de los países han realizado adaptaciones o trasposiciones de las normas ISO a su propia normativa. En el caso particular de España, la mayoría de ellas han sido traspuestas a la normativa nacional y cuentan con su correspondiente norma UNE, sin embargo dado que aun son más reconocidas por su nomenclatura ISO se ha preferido citarlas atendiendo a su denominación internacional.

#### 3.8.1. Análisis del ciclo de vida.

La norma ISO 14040, junto a la ISO 14044, se considera hoy en día el principal y más importante estándar internacional para la evaluación ambiental atendiendo al ciclo de vida, y sirve además de referencia para otra serie de normas más específicas (la ISO 14025 sobre DAPs, la ISO 14067 sobre huella de carbono, o la ISO 14045 sobre ecoeficiencia entre otras) (Klöpffer, 2012).

- ISO 14040:2006. Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. Norma que especifica la estructura general, los principios y los requisitos que debe contemplar un estudio de ACV: definición del objetivo y el alcance, el análisis del inventario del ciclo de vida, la fase de evaluación del impacto del ciclo de vida, el informe y la revisión crítica, limitaciones y la relación entre las fases del ACV.
- ISO 14044:2006 Gestión Ambiental. Análisis del Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. Proporciona directrices sobre cómo se debe llevar a cabo lo señalado por la norma anterior. Es necesario cumplir con estas directrices de cara a que se pueda reconocer que el estudio en cuestión se ha realizado bajo la norma ISO 14040.

En 2006 con la aparición de las dos normas anteriores quedaron anuladas tres normas que merecen la pena mencionarse: La ISO 14041:1998. Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Definición de Objetivos y Alcance y Análisis de Inventario, la ISO 14042:2000. Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida y la ISO 14043:2000. Gestión Medioambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Interpretación de Ciclo de Vida.

- ISO/TR 14047:2012. *Environmental management. Life cycle assessment. Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations.* Proporciona ejemplos para ilustrar la práctica actual en la realización de la evaluación del impacto del ciclo de vida de acuerdo con la norma ISO 14044. Presenta ejemplos de algunas de las numerosas formas existentes para satisfacer las disposiciones de la norma.
- ISO/TS 14048:2002 *Environmental management. Life cycle assessment. Data documentation format.* Especificación técnica sobre los diferentes pasos a seguir para la correcta documentación de los datos necesarios para llevar a cabo el ACV. Proporciona los requisitos y la estructura para presentar la documentación en un formato transparente y no ambiguo.

- ISO/TR 14049:2012 *Environmental management. Life cycle assessment. Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis*. Esta norma proporciona ejemplos de aplicación de la norma ISO 14044 para llevar a cabo un las etapas de definición del alcance y objetivo y el análisis de inventario de acuerdo a dicha norma.
- ISO/TS 14071:2014 *Environmental management. Life cycle assessment. Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044*. Proporciona requisitos y directrices para la realización de una revisión crítica de cualquier tipo de estudio de ACV y las competencias que debe poseer el revisor.
- ISO/TS 14072:2014 *Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines for organizational life cycle assessment*. Proporciona requisitos y directrices adicionales para una aplicación efectiva de las normas ISO 14040 e ISO 14044 a organizaciones.

### **3.8.2. Ecoetiquetado**

- ISO 14020:2000 Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios Generales.
- ISO 14021:1999/Amd1:2011 Etiquetas y declaraciones ambientales. Auto declaraciones ambientales (Etiquetado ambiental tipo II). Modificación 1.
- ISO 14024:1999 Etiquetas ecológicas y declaraciones medioambientales. Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos
- ISO 14025:2006 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.



### **3.8.3. Gases de efecto invernadero (GEI)**

- ISO 14064-1:2006 Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.
- ISO 14064-2:2006 Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero.
- ISO 14064-3:2006 Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero.
- ISO 14065:2013 Gases de efecto invernadero. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento.
- ISO 14066:2011 Gases de efecto invernadero. Requisitos de competencia para los equipos de validación de gases de efecto invernadero y los equipos de verificación.
- ISO/TS 14067:2013 Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación.
- ISO/TR 14069:2013 Gases de efecto invernadero. Cuantificación y notificación de las emisiones de GEI para las organizaciones. Directrices para la aplicación de la norma ISO 14064-1.

### **3.8.4. Gestión medioambiental**

- ISO 14015:2001 Gestión ambiental. Evaluación ambiental de sitios y organizaciones (EASO).

- ISO 14031:2013 Gestión Medioambiental. Evaluación del Desempeño Medioambiental. Directrices.
- ISO/TS 14033:2012 Gestión medioambiental. Información ambiental cuantitativa. Directrices y ejemplos.
- ISO 14045:2012 Gestión ambiental. Evaluación de la ecoeficiencia del sistema del producto. Principios, requisitos y directrices.
- ISO 14050:2009 Gestión medioambiental. Vocabulario.
- ISO 14051:2011 Gestión ambiental. Contabilidad de costos del flujo de materiales. Marco de referencia general.
- ISO/TR 14062:2002 Gestión medioambiental. Integración de aspectos medioambientales en el diseño y desarrollo de productos.
- ISO 14063:2006 Gestión medioambiental. Comunicación Ambiental. Directrices y ejemplos.

### **3.8.5. Sistemas de gestión medioambiental**

- ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- ISO 14004:2016 Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistema.
- ISO 14005:2010 Environmental management systems. Guidelines for the phased implementation of an environmental management system, including the use of environmental performance evaluation
- ISO 14006:2011 Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño. Ecodiseño.

### **3.8.6. Otras normas**

- ISO 14046:2014 Gestión ambiental. Huella de agua. Principios, requisitos y directrices.
- ISO 14955-1:2014 Machine tools. Environmental evaluation of machine tools. Part 1: Design methodology for energy-efficient machine tools.
- ISO 19011:2011 Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión.
- ISO 21067-2:2015 Packaging. Vocabulary. Part 2: Packaging and the environment terms
- ISO 21930:2007 Sustainability in building construction. Environmental declaration of building products.
- ISO/TS 21931-1:2010 Sustainability in building construction. Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works. Part 1: Buildings.

### **3.9. MARCO LEGISLATIVO**

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, el concepto del ciclo de vida es considerado en el marco de la PPI (CE, 2003b) como la mejor herramienta para evaluar el potencial impacto ambiental de los productos (Guinée et al., 2002; Van Rossem et al., 2006). Por este motivo se profundiza en el siguiente apartado en el concepto de PPI y su relación con el ACV.

#### **3.9.1. La política de productos integrada de la UE**

Cuando la UE decidió adoptar a comienzos de siglo los principios de la Declaración de Río de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Naciones Unidas, 1992), apostó por la competitividad y la creación de riqueza basadas en productos más ecológicos

como el camino hacia el crecimiento y una mayor calidad de vida. Esta idea fue desarrollada en el Libro Verde sobre la PPI presentado por la CE el 7 de febrero de 2001 (CE, 2003b). La UE proponía de este modo una estrategia basada en la PPI para reforzar y reorientar la política medioambiental relativa a los productos con objeto de promover el desarrollo de un mercado de productos más ecológicos. La propia CE ofrecía en dicho documento la siguiente definición para la PPI:

Una Política de Productos Integrada es un enfoque que pretende reducir los efectos ambientales de los productos durante su ciclo de vida, que van desde la extracción minera de materias primas hasta la gestión de residuos, pasando por la producción, distribución y utilización. La idea motriz es que la integración de los efectos ambientales en cada fase del ciclo de vida del producto es esencial y debería quedar reflejada en las decisiones de los sectores interesados. La PPI se centra en las decisiones que influyen sobremanera en los efectos ambientales de los productos durante su ciclo de vida y que encierran un potencial de mejora, especialmente el diseño ecológico de los productos, la elección informada de la parte consumidora y el principio de quien contamina paga en los precios de los productos. También promueve instrumentos y herramientas que abordan todo el ciclo de vida de los productos (CE, 2003b).

La PPI se centra principalmente en el diseño ecológico de los productos y en la generación de información e incentivos para un uso eficiente de productos más ecológicos. Va más allá por tanto de la mera estrategia de ecoeficiencia para orientarse al ecodiseño y al análisis del ciclo de vida. Dado que en las diferentes fases del ciclo de vida del producto están implicados diferentes actores, la PPI pretende estimular a cada uno de ellos para mejorar su comportamiento medioambiental:

- Los consumidores: Gracias a una información mayor y más transparente sobre los aspectos ambientales de los productos los consumidores adquieren mayor conciencia al respecto y pueden seleccionar sus compras atendiendo a criterios ecológicos.
- Las organizaciones no gubernamentales: La CE considera que su función es la formulación de cuestiones y soluciones que ayuden a reducir los impactos ambientales.

- La industria y el comercio minorista: Tienen la función a ojos de la CE de promover mercados cada vez más ecológicos. Las empresas deben tomar un papel activo a través de iniciativas de producción ecológica que les aporten ventajas competitivas y oportunidades de negocio mediante productos ecológicos diferenciados del resto.
- Las iniciativas de las administraciones locales: La CE las considera la piedra angular de la política comunitaria al permitir un enfoque de abajo arriba y basado en la práctica.

La PPI no utiliza por tanto un único instrumento preferente, sino todo un conjunto de instrumentos que tratan de influir en los impactos medioambientales de los productos durante todo su ciclo de vida y que se describen seguidamente:

### **El mecanismo de los precios**

El establecimiento de un precio justo a los productos es posiblemente la manera más efectiva de promover el mercado de productos ecológicos:

- Aplicación del principio de *Quien contamina paga*. Se trata de introducir los costes ambientales de todo el ciclo de vida del producto en los costes del mismo. De esta forma, si se reducen los impactos ambientales en alguna de las fases de fabricación ello repercutiría en un precio final menor del producto.
- La tributación diferencial de acuerdo con las prestaciones ambientales de los productos. Esto es, implementar mayores impuestos para los productos menos respetuosos con el medioambiente o rebajas para los menos agresivos.
- El principio de responsabilidad del fabricante. El fabricante debe asumir su responsabilidad respecto del destino a dar al producto al finalizar su vida útil.

### **Demanda de consumo ecológico**

Es fundamental proporcionar al consumidor información accesible, comprensible, relevante y creíble de cara a estimular en él la compra de productos verdes.

- La educación ambiental de los niños puede modificar su capacidad de selección como consumidores en el futuro.
- Informar a los consumidores sobre las características ambientales de los productos para generar un cambio en la demanda hacia productos ecológicos que estimule a su vez la oferta de estos productos.
- El etiquetado ecológico del producto para promover aquellos productos con un menor impacto medioambiental dentro de una misma categoría.
- Introducción de criterios ambientales en la contratación pública. Analizar las posibilidades de primar a los productos ecológicos en la contratación pública.

### **Liderazgo empresarial a través de la producción ecológica**

La PPI considera que las empresas que entiendan el reto de la producción ecológica como una oportunidad de mercado, tendrán la posibilidad de transformarse en empresas líderes y competitivas frente al resto de empresas de su mismo sector. Para ello se deben considerar los aspectos ambientales en todas las fases del ciclo de vida y contar con la colaboración de todos los agentes implicados.

### **Instrumentos de apoyo**

- Sistemas de gestión ambiental a través de los cuales las empresas introducen la variable medioambiental en su sistema de gestión global (ISO 14001, EMAS etc.)
- Programas de investigación, desarrollo e innovación. Son clave para conseguir productos con menor impacto ambiental, menor consumo, posibilidad de reciclaje, mayor duración etc.
- Programa LIFE. Es el instrumento financiero que apoya el desarrollo de proyectos para la protección ambiental y el desarrollo de la política ambiental de la UE.
- Contabilidad y rendición de cuentas ambientales: La incorporación de costes y beneficios ambientales en las cuentas anuales de las empresas es un medio para la comunicación ambiental de la empresa.

### **3.9.1.1. El papel del ACV en el marco de la PPI**

Aunque ya se han aportado varias definiciones para el ACV a continuación se presenta la proporcionada por la PPI:

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV) es un método para evaluar los aspectos ambientales y los posibles impactos asociados al producto, recopilando un inventario de insumos y productos del sistema definido, evaluando los posibles impactos ambientales asociados a estos insumos y productos, e interpretando los resultados. En la práctica es posible simplificar deliberadamente los ACV o limitar su alcance, pero en principio son instrumentos completos y sistemáticos (CE, 2003b).

La CE reconoce que los estudios de ACV no son sencillos ni baratos y que su valor depende en gran medida de la calidad de sus datos. Por ello, considera prioritario recopilar, armonizar y cruzar la información existente sobre el ciclo de vida y promover la disponibilidad pública de toda esta información cooperando con organizaciones de consumidores, empresas y otros organismos. Propone también si fuera preciso, desarrollar nuevas bases de datos que cumplan con los requisitos de calidad que establecen las normas internacionales al respecto.

Bajo un prisma de ciclo de vida el ecodiseño en el marco de la PPI debe lograr los objetivos siguientes:

- La optimización del servicio prestado.
- La conservación de recursos.
- La minimización de residuos.
- La reducción de la contaminación.
- La reducción de peligros y riesgos.

Para lograrlo la PPI propone entre otros los siguientes enfoques de diseño:

- Diseño para una producción y un uso más limpios: Reducción de la masa del producto, menor cantidad de residuos; menor consumo energético etc.

- Diseño para la reducción y/o sustitución de materiales peligrosos, tóxicos o en general nocivos para el ambiente.
- Diseño que considere el uso de materiales renovables.
- Diseño para incrementar la longevidad de los productos.
- Diseño que permita la ampliación de funciones.
- Diseño orientado a la reutilización y el reciclaje.
- Diseño para la sencillez (reducir los costes de fabricación, la masa de material, aumentar la durabilidad, facilitar el desmontaje para fines de mantenimiento y la recuperación de equipos).

### **3.9.2. Legislación Europea**

Aunque el ACV no está propiamente sometido a legislación, su filosofía se refleja en numerosos reglamentos y directivas desarrollados por la CE relacionados con los sistemas de gestión ambiental y la preservación del medio ambiente. Si bien las primeras directivas aprobadas incidían fundamentalmente en la problemática de los residuos, las más modernas se orientan hacia el diseño ecológico. Aunque la legislación es relativamente extensa en este sentido, se exponen a continuación las directivas y resoluciones consideradas más interesantes desde el punto de vista de los objetivos de la presente Tesis:

- Directiva 2009/125/CE del 21 de Octubre del 2009, por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Directiva 2010/30/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada.



- Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas
- Directiva 2002/91/CE de 16 de diciembre de 2002 relativa al rendimiento energético de los edificios.
- Directiva 2002/95/CE de 27 de enero de 2003 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva 2002/96/CE de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Modificado su artículo 9 por la Directiva 2003/108/CE del 8 de Diciembre de 2003.
- Reglamento (CE) nº 1980/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de julio de 2000 relativo a un sistema comunitario revisado de concesión de etiqueta ecológica.
- Directiva 2000/53/CE de 18 de septiembre de 2000 relativa a los vehículos al final de su vida útil. modificada por la Directiva 2008/33/CE.
- Resolución 97/C 76/01 de 24 de febrero de 1997 sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos.
- Directiva 94/61//CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1994 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.
- Directiva 94/62/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994 relativa a los envases y residuos de envases.
- Resolución del Consejo, de 1 de febrero de 1993 sobre un programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible.

En el apartado de Cumplimiento Legal de la sección de Medioambiente de la página web de la UE, [http://ec.europa.eu/environment/legal/implementation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/legal/implementation_en.htm), se encuentra accesible toda la normativa al respecto.

### **3.9.3. Legislación Española**

El estado español cuenta así mismo con numerosa legislación al respecto, no se debe olvidar que los diferentes estados miembros de la UE deben transponer a sus respectivas legislaciones sus directivas. España ha traspuesto de hecho entre otras, las más directamente asociadas con el ACV y el Ecodiseño como son:

- La Directiva 2009/125/CE ha quedado recogida en el RD 187/2011 de 18 de febrero relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- La Directiva 2010/30/UE se aplica mediante el RD 1390/2011, de 14 de octubre por el que se regula la indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada
- La Directiva 2010/31/UE por su parte tiene su homóloga en el RD 235/2013, de 5 de abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

En la página web de Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/legislacion/](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/legislacion/) se encuentra accesible de una manera sencilla y ordenada toda la legislación española sobre medioambiente tanto nacional como autonómica.

## **3.10. LA COMUNIDAD DEL ACV**

### **3.10.1. Asociaciones tractoras de la metodología**

#### **3.10.1.1. Asociaciones e iniciativas institucionales**

Aunque a nivel internacional quizás no tengan el mismo reconocimiento que algunas de sus homologas de otros países, descritas también en este apartado, merece

la pena para los propósitos de esta Tesis comenzar por las asociaciones españolas que tratan de promover el ACV. Destacar que no existe como tal una red vasca de ACV o instituciones vascas expresamente dedicadas a ello, aunque en el capítulo 4 se describen las principales organizaciones que están relacionadas con el mismo.

### **Asociación Española para la Promoción del Desarrollo del ACV (APRODACV)**

Organización independiente creada en marzo de 1995 que fue la primera asociación española dedicada en exclusiva al ACV en España (Doménech and Fullana, 1996). En noviembre de 1997 organizó el primer taller de trabajo sobre ACV en España, celebrado en Barcelona bajo el nombre *LCA 2000*, que sin duda constituyó todo un hito importante para el desarrollo del ACV en España (Ayuso et al. 1997).

### **Red Catalana del Ciclo de Vida**

En el año 2000 se creó la *Red Catalana del Ciclo de Vida*. En ella, participan junto a otras instituciones públicas y privadas, la práctica totalidad de las universidades catalanas, si bien, su coordinación corre a cargo de la Universidad Autónoma de Barcelona. Sus objetivos incluyen la elaboración de propuestas de participación conjunta en actividades de investigación, formación y comunicación relacionadas con el ACV, o la difusión de los estudios de ACV entre las diferentes partes implicadas ya sean estas entidades públicas o privadas (Red Catalana de Ciclo de Vida, 2016).

### **Red española del Ciclo de Vida (EsLCA)**

Creada en 2002, inicialmente bajo el nombre de *Red Temática Nacional de Análisis de Ciclo de Vida*, está coordinada desde la Universidad de Santiago de Compostela con el objetivo de colaboración y difusión de conocimientos entre sus miembros. (Aido, 2015). En 2003 y 2004 realizó sendos simposios, sobre ACV y Biodiversidad el primero y sobre ACV y Alimentación el segundo. En junio de 2016 celebró la primera edición del *Workshop Anual de la Red esLCA* donde se presentaron los últimos estudios y avances en materia de ACV para los sectores de la construcción y la energía.

Las redes catalana y nacional tuvieron la responsabilidad de organizar conjuntamente la segunda edición del *Life Cycle Management Conference LCM* en Barcelona en el año 2005 (ver apartado 3.10.3) y en la actualidad trabajan conjuntamente para desarrollar una base de datos de ACV española en el contexto del proyecto *Ecotech Sudoe*<sup>9</sup>.

### **International Organization for Standardization (ISO)**

En apartados anteriores de este mismo capítulo ya se ha comentado la influencia que la normalización de la metodología tuvo para el desarrollo y expansión del ACV. Aunque ISO no fue la única ni la primera organización en proponer una metodología estandarizada es innegable la importancia de su aportación.

ISO es un organismo internacional de carácter no gubernamental compuesto por representantes de 162 Organismos Nacionales de Normalización entre los que se encuentra la Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR. Nació en 1947 en Ginebra (Suiza) con el fin de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica<sup>10</sup> (ISO, 2016). En 1993 se creó en su seno el Comité Técnico ISO/TC 207 con el objetivo de desarrollar normas internacionales sobre gestión medioambiental y el Subcomité ISO/TC 207/SC 5 para la normalización específica referente al ACV. En la actualidad cuenta con nueve normas vigentes publicadas al respecto (ver apartado 3.8.1.).

### **Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Setac)**

La Setac es una organización global y sin ánimo de lucro que da cabida a personas e instituciones dedicadas a la educación, la investigación y el desarrollo, la evaluación de riesgos ecológicos, la evaluación del ciclo de vida, la fabricación y distribución de productos químicos, la gestión y regulación de los recursos naturales, y el estudio,

---

<sup>9</sup> Proyecto para la creación de una red internacional (en la Región Sudoe: Francia, Portugal y España) de ACV y ecodiseño de tecnologías ambientales innovadoras uno de cuyos objetivos es la creación de una Base de Datos de ACV común para la región SUudoe (Gavarrel, 2013).

<sup>10</sup> Las disciplinas eléctrica y la electrónica quedan en manos de la Comisión Electrónica Internacional (IEC) mientras que los trabajos en el ámbito de las tecnologías de la información (TICs) se desarrollan en un comité técnico mixto ISO/IEC (ISO, 2016).

análisis y solución de problemas ambientales. Fundada en 1979 en los EE.UU, en la actualidad cuenta con alrededor de 6.000 socios de más de 100 países y de diferentes disciplinas como biólogos, químicos, toxicólogos etc. y otros interesados en cuestiones ambientales como administradores o ingenieros. Está representada en todo el planeta a través de sus filiales para Europa, Asia/Pacífico, África y América latina (Curran, 1999).

La Setac fue el primer organismo internacional que comenzó en el año 1989 a aglutinar los esfuerzos en el mundo para desarrollar el ACV (Curran, 1999). (Klöpffer, 2006) va más allá y le atribuye el mérito de comenzar el camino de la estandarización de la metodología en 1993 con la publicación del ya mencionado *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice* (Consoli, 1993), para algunos el primer manual metodológico sobre el ACV (Jensen, 2007) y que fue uno de los trabajos que ISO tuvo en cuenta posteriormente para la creación de sus normas sobre ACV (Chacón, 2008b). De hecho, (Klöpffer, 2006) afirma que en cierta medida el ACV, tal y como se conoce hoy en día, fue fruto de Setac, ya que en su opinión, (Fava, et al., 1991) fue el primer trabajo donde se presentó por primera vez el nombre de la metodología junto a su estructura general. Por su parte, (Jensen and Postlethwaite, 2009) afirman que Setac tuvo en los primeros años del ACV un papel formativo y divulgativo muy importante, de hecho los congresos organizados por Setac eran en aquellos años, y en cierta medida aun lo son, un referente en el mundo del ACV (ver apartado 3.10.3).

En su página de internet, <http://www.Setac.org/>, se pueden encontrar multitud de trabajos e información sobre el ACV y el trabajo que ha desarrollado hasta la fecha.

### **United Nations Environmental Programme (Unep)**

Otro jugador importante en la arena del ACV es la Unep, organismo que promueve y brinda apoyo a gobiernos y empresas para la aplicación de prácticas que contribuyan al desarrollo sostenible (Unep, 2016). Este organismo de la ONU realizó a finales de siglo pasado importantes aportes en el campo del ACV con la publicación de varios trabajos y apoyando activamente un conjunto de seminarios y talleres sobre ACV tanto en

Europa como en América. En 1996 publicó *Life Cycle Assessment: What it is, and what to do about it* (Unep, 1996) que trataba de explicar de manera sencilla los principios del ACV. Con similares propósitos publicó en 1999 otro trabajo titulado *Towards global use of life cycle assessment* (Klöpffer and Heinrich, 2002). Desde 2002 sigue aportando al mundo del ACV a través de la plataforma conjunta que creó con la Setac conocida como *Unep/Setac Life Cycle Initiative* y que se describe a continuación.

### **The Unep/Setac Life Cycle Initiative**

A través de la *Declaración de Malmö del 31 de mayo de 2000* (Unep, 2000) más de cien ministros de medio ambiente, reunidos en el *Primer Foro de Ministros de Medio Ambiente* en Malmö (Suecia), pedían promover el empleo del concepto de ciclo de vida en las economías de las naciones con el fin de lograr patrones de consumo y de producción más sostenibles (Remmen et al., 2007). Ante esta petición la UNEP y la Setac unieron esfuerzos y el 28 de abril de 2002 presentaron en Praga (República Checa) esta iniciativa (Jensen, 2007; Töpffer, K. (2002). Su objetivo concreto es promover el uso del ACV y mejorar las herramientas que le dan soporte, especialmente en lo referente a los datos e indicadores (Guinée et al., 2011). A continuación se citan los objetivos de la iniciativa así como los programas implementados para su logro tal y como se exponen en su propia página web (Unep/Setac Life Cycle Initiative, 2016):

- Mejorar el consenso global sobre los métodos del ciclo de vida y de gestión de datos así como aumentar su relevancia. El programa *Datos, métodos e información sobre la sostenibilidad de los productos* busca facilitar metodologías y herramientas robustas, basadas en datos fiables y económicamente rentables que permitan a las organizaciones implementar estrategias de ciclo de vida.
- Ampliar las capacidades para aplicar y mejorar los enfoques de ciclo de vida haciéndolos operativos para las organizaciones. El programa *Capacidad de desarrollo y puesta en práctica* trata, mediante la transferencia del conocimiento científico desde el ámbito académico hacia la sociedad, de desarrollar la capacidad

del ACV para incorporarse plenamente en el desarrollo de productos, el marketing o la toma de decisiones.

- Comunicar el conocimiento sobre las metodologías de ciclo de vida y ser la voz de la Comunidad del Ciclo de Vida para colaborar e influir en las partes interesadas. A través del programa *Comunicación y divulgación a las partes interesadas* se busca la participación de expertos y personas con influencia en temas de evaluación del ciclo de vida y aumentar la conciencia pública sobre el ACV creando un ambiente de discusión abierta entre los expertos y el público en general.

En su página de internet [www.lifecycleinitiative.org](http://www.lifecycleinitiative.org) se pueden encontrar multitud de recursos como publicaciones, software, cursos de formación, etc. y constituye prácticamente un estado del arte sobre el tema. Cuenta además con una herramienta electrónica de divulgación bimestral llamada *LC Net Newsletter of the Life Cycle Initiative*. A esta iniciativa se le debe la publicación de innumerables trabajos, referentes en el campo del ACV, algunos de los cuales han sido ya citados en esta Tesis como (Remmen et al., 2007) o (Unep, 2009, 2011).

### **European Platform of Life Cycle Assessment (EPLCA)**

En el año 2003 la PPI de la UE además de señalar al ACV como la mejor herramienta para evaluar el impacto ambiental potencial de los productos, también subrayaba la necesidad de un mayor consenso en cuanto a las metodologías de aplicación por un lado y de una mayor consistencia de los datos por otro (CE, 2003b). Como consecuencia de ello, nació en el año 2005 la Plataforma Europea de Análisis de Ciclo de Vida más conocida por sus siglas en inglés EPLCA, proyecto conjunto de la Dirección General de Medioambiente y del *Joint Research Centre (JRC)* de la CE. Su mandato era promocionar la filosofía del ciclo de vida en los negocios y en la formulación de políticas a través de la mejora en la calidad, fiabilidad y disponibilidad de los datos y metodologías (Ayuso et al., 1997).

Entre sus muchas aportaciones merecen destacarse:

- *The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook* (CE, 2010), trabajo que proporciona a gobiernos y empresas una base para asegurar la calidad y consistencia de los datos, métodos y evaluaciones del ciclo de vida.
- La red *Life Cycle Data Network*, infraestructura para la publicación de de datos de ACV (tanto de inventario como de evaluación) con calidad garantizada, por parte de diferentes organizaciones como empresas, grupos de investigación, proyectos de ACV o consultores a nivel mundial.
- El desarrollo y mantenimiento de la base de datos de inventario *European reference Life Cycle Database ELCD*. Esta base de datos comprende datos de materiales clave, proveedores de energía, transporte y gestión de residuos proporcionados por asociaciones empresariales de la UE y otras fuentes.

Todos estos recursos están disponibles junto a muchos otros a través de su página web <http://lct.jrc.ec.europa.eu/eplca>.

### **Environmental Protection Agency (EPA)**

La EPA es el organismo gubernamental de los EE.UU para la protección del medio ambiente, está encargado entre otras cosas de actuar contra el cambio climático, mejorar la calidad del aire y de las aguas o garantizar la seguridad de las sustancias químicas. *The National Risk Management Research Laboratory (NRMRL)* es su centro de investigación encargado de proporcionar enfoques tecnológicos y de gestión que permitan prevenir los riesgos de la polución para la salud humana y el medio ambiente, entre los que se encuentra el ciclo de vida. Entre sus objetivos está promover el uso del ACV proporcionando información sobre sus beneficios, limitaciones, su aplicabilidad, las fuentes de datos o los recursos disponibles. EPA ha proporcionado algunas de las publicaciones más influyentes en el mundo del ACV como (EPA, 2006), (Vigon et al., 1993) o (EPA, 1995) citados ya en esta Tesis y que se pueden encontrar junto a muchos otros recursos en su página web [www3.epa.gov/](http://www3.epa.gov/)



### **American Center for Life Cycle Assessment, ACLCA**

El ACLCA es una organización sin ánimo de lucro creada por el Instituto para la Investigación Ambiental y la Educación de los EE.UU en 2001 con la misión de fomentar la capacidad y el conocimiento del ACV. Entre muchas otras cosas cuenta con un newsletter dedicado al ACV, ofrece un servicio para la revisión crítica de estudios ACV, organiza un congreso propio sobre ACV y proporciona también su propia certificación a profesionales de ACV. Toda la información sobre esta asociación se puede consultar en su página web [www.lcacenter.org](http://www.lcacenter.org).

### **CIRAIG, Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits, procédés et services**

CIRAIG se creó en Canadá 2001 bajo la dirección de la Escuela Politécnica de Montreal, fruto de la colaboración entre la Universidad de Montreal y el HEC Montreal con el objetivo en sus propias palabras de *"(...) unir sus fortalezas y apoyar así a la industria, a los consumidores, a las organizaciones y a los gobiernos en su camino hacia el desarrollo sostenible a través del enfoque del ciclo de vida"*. Sus cuatro pilares son la formación, la investigación, la transferencia del conocimiento y la comunicación. Es miembro oficial de la UNEP/Setac Life Cycle Initiative y su página web es [www.ciraig.org](http://www.ciraig.org).

### **Centre of Environmental Sciences (CML)**

El CML es un instituto de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Leiden (Países Bajos). Su área principal de trabajo es la investigación y la formación en el campo multidisciplinar de las ciencias ambientales. Fue el anfitrión de algunos de los primeros y más importantes congresos sobre ACV celebrados en todo el mundo como el Setac LCA workshop en 1991 (Assies, 1992). Algunos de sus miembros son autores de trabajos que son referencia en el campo de ACV como (Guinée, 2002), (Guinée et al., 2002), (Heijungs et al., 2010) o (Heijungs et al., 1992). Otra de sus muchas aportaciones al mundo del ACV es el software para la realización de estudios ACV de

nombre CMLCA y la base de datos de Inventario CML-IA. La página web de esta organización es <http://cml.leiden.edu/>.

### **Swedish Life Cycle Center**

Organismo sueco dedicado al ACV, antiguo CPM Centre for Environmental Assessment of Product and Material, creado en 1996 en la Chalmers Technology University en Gotemburgo (Suecia). Es un centro de referencia en el mundo del ACV y entre sus principales aportaciones está sin duda la base de datos CPM LCA Database. Toda la información sobre este organismo se puede encontrar en la web <http://www.cpm.chalmers.se/>.

### **Swiss Federal Office for the Environment (BAFU)**

Anteriormente conocida como BUWAL es el órgano competente sobre medioambiente del gobierno suizo. Entre sus funciones está la de promover el ACV colaborando en la mejora de las metodologías, promocionando iniciativas como el diseño ecológico, las etiquetas ecológicas o la contratación pública ecológica y facilitando la transferencia de los resultados de los estudios de ACV para su uso en la administración pública y en las empresas. A mediados de los 90 fue, junto a otras organizaciones, responsable de los primeros estudios sectoriales de ACV (Sonneman, 2003) y desarrolló también de manera conjunta con el *Swiss Institute of Packaging* una base de datos de Inventario llamada Buwal 250. En la página web <http://www.bafu.admin.ch> está disponible toda la información sobre esta organización, así como los recursos que proporciona.

### **The Life Cycle Assessment Society of Japan (JLCA) y el Japan National LCA Project**

Perteneciente a la *JEMAI, Japan Environmental Management Association for Industry*, se creó en 1995 para intercambiar y compartir información sobre ACV entre la industria, la comunidad académica y el gobierno. En 1997 esta asociación propuso la construcción de una base de datos nacional de inventario de ciclo de vida así como el desarrollo de métodos de evaluación de impacto adaptados a las circunstancias de Japón. Con este objetivo el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) lanzó

en 1998 el proyecto *Japan National LCA Project* cuyos frutos más interesantes fueron precisamente el desarrollo de una base de datos de inventario llamada *LCA Database* en 2004 y de una nueva metodología de evaluación de impactos conocida como *Life-cycle impact assessment method based on endpoint modeling, LIME* en 2005 (Itsubo and Inaba, 2003). La información sobre esta asociación se encuentra disponible en la página web <http://lca-forum.org/>.

### **The Institute of LCA, Japan (ILCAJ)**

El objetivo de este Instituto japonés creado en 2005 es promocionar las actividades académicas relacionadas con el enfoque del ciclo de vida y compartir los conocimientos al respecto con profesionales de otros ámbitos (Matsuno et al., 2012). Entre sus méritos figuran la organización del congreso nacional sobre ACV *Ecobalance* y la publicación de la revista científica *Journal of Life Cycle Assessment, Japan*. La web de la asociación es <https://www.ilcaj.org/>.

### **German Network on Life Cycle Inventory Data**

Plataforma alemana para la cooperación en el campo del ACV entre profesionales del ámbito académico, industrial, gubernamental etc. Ante la constatación de que la fiabilidad de los estudios de ACV dependen en gran medida de la calidad de los datos, el gobierno alemán, por vía del Ministerio Federal de Educación e Investigación y en colaboración con el *Centro de Investigación Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)*, decidió crear esta red en 2001 con el objetivo de suministrar datos de inventario de ciclo de vida actualizados en sectores básicos como metales, energía, transporte y materiales de construcción (Bauer et al., 2004). La red también actúa como representante alemán en los foros internacionales sobre el tema como en la *UNEP/Setac Life Cycle Initiative*. En la página web [www.lci-network.de/](http://www.lci-network.de/) se puede encontrar más información sobre esta red alemana.

### LCA Center Denmark

Es el centro danés oficial para la difusión y el apoyo del ACV y los enfoques del ciclo de vida. Apoya a las empresas entre otras maneras ofreciendo cursos, información y soporte de herramientas y bases de datos para el ciclo de vida. Se creó en 2002 financiado parcialmente por la Agencia Danesa de Protección Ambiental y es gestionado por el Instituto de Desarrollo de Productos (IPU) de la Universidad Técnica de Dinamarca. Entre sus aportaciones más significativas está el desarrollo de la metodología de evaluación de impactos EDIP. La información sobre esta plataforma se encuentra en la web <http://www.lca-center.dk>.

Existen otras asociaciones con propósitos similares en otras zonas del mundo y que merecen la pena como mínimo ser nombradas:

- Australian LCA Society (ALCAS): <http://www.alcas.asn.au/>
- Association of LCA in Latin America (ALCALA): <http://www.estis.net/sites/alcala/>
- Indian Society of LCA (ISLCA): <http://www.neef.in/islca.html>
- The Korean National Cleaner Production Center: <http://www.kncpc.re.kr/eng/>
- Thai LCA Network: <http://doi.eng.cmu.ac.th/Thailca/>
- African LCA Network (ALCANET): <http://www.estis.net/sites/alcenet/>

#### 3.10.1.2. Asociaciones empresariales o sectoriales

Resulta interesante también conocer las asociaciones de ámbito empresarial que dedican recursos a los estudios de ACV. Aunque no se trata de un listado exhaustivo la Tabla 3.11 ayuda identificar los sectores en los que el interés por el ACV es importante:

**Tabla 3.11. Asociaciones empresariales o sectoriales**

Nombre	Descripción	web
<b>American Iron and Steel Institute, AISI (EE.UU)</b>	La industria siderúrgica en EE.UU está muy involucrada en los esfuerzos para evaluar los impactos del ciclo de vida de los productos de acero utilizando metodologías aceptadas internacionalmente. Sus estudios están siendo revisados para tratar de hacer extensibles a todo el sector estudios que originalmente eran geográficamente localizados.	<a href="http://www.steel.org">www.steel.org</a>

<p><b>European Aluminium Association, EAA (Europa)</b></p>	<p>Fue fundada en 1981 para representar a la industria del aluminio en Europa, sus miembros son los principales productores europeos y las asociaciones nacionales y europeas que representan a los fabricantes de productos laminados y extruidos. Los datos de inventario se dan para la extrusión de perfiles de aluminio y el laminado de hoja de aluminio de diferentes espesores. El material básico de entrada para su fabricación es el lingote de aluminio primario o secundario. La salida es el producto final, envasado incluido, listo para su entrega al cliente. Los conjuntos de datos también incluyen la producción de lingotes de aluminio a partir del reciclaje de chatarra.</p>	<p><a href="http://www.european-aluminium.eu">www.european-aluminium.eu</a></p>
<p><b>European Copper Institute (Europa)</b></p>	<p>La industria del cobre ha respondido a la necesidad del mercado de datos consistentes y precisos sobre la producción de cobre mediante el desarrollo de información actualizada sobre el ciclo de vida del tubo, chapa y productos de alambre. Esta información ha sido preparada en colaboración con reconocidos profesionales del ACV, utilizando metodologías internacionales, normas ISO, y los datos de producción de toda la industria del cobre.</p>	<p><a href="http://www.copperalliance.eu">www.copperalliance.eu</a></p>
<p><b>European Database for Corrugated Board Life Cycle Studies (Europa)</b></p>	<p>Desarrollada por CCB (European industry association of producers of containerboard) y FEFCO (The European Federation of Corrugated Board Manufacturers) la base de datos describe el proceso de producción de cartón corrugado y cartón ondulado de diferentes grados y proporciona datos sobre consumo de materias primas, aditivos y agua, y sobre emisiones a la atmósfera, al agua y sobre residuos.</p>	<p><a href="http://www.fefco.org/lca">www.fefco.org/lca</a></p>
<p><b>World Steel association Mundial</b></p>	<p>En 1996 puso en marcha un amplio proyecto de recopilación de datos sobre fabricación de acero con el fin de comenzar a realizar estudios de ACV. Este proyecto fue actualizado posteriormente con los datos de 1999 y 2000. Una parte integral del proyecto fue el desarrollo de una metodología común en todo el mundo para reunir y evaluar los datos de inventario de ciclo de vida de los productos de acero. Sus resultados han sido utilizados por numerosos agentes externos en sus estudios de ACV. En la actualidad está en curso un programa para mejorar la base de datos electrónica resultante del estudio.</p>	<p><a href="http://www.worldsteel.org">www.worldsteel.org</a></p>
<p><b>International Stainless Steel Forum, ISSF Mundial</b></p>	<p>El foro internacional de Acero Inoxidable o ISSF se ha comprometido a proporcionar la mejor información posible a las partes interesadas de la industria en el ámbito del ACV, ofreciendo datos transparentes y fidedignos sobre la producción de acero inoxidable partiendo de las materias primas. Los conjuntos de datos involucrados en este estudio cubren los principales productores de acero inoxidable en Europa, Japón, Corea y América del Norte con un enfoque en la producción de productos planos de grado austenítico y ferrítico. La fase de recopilación de datos también incluye productos largos, grados dúplex, y acero inoxidable fabricado a partir de chatarra.</p>	<p><a href="http://www.worldstainless.org">www.worldstainless.org</a></p>

<b>Nickel Institute (Mundial)</b>	Fundado en 2004 sus miembros representan más del 70% de la producción mundial. El instituto continuó con las actividades que realizaban el Nickel Development Institute (NiDI) y el Nickel Producers Environmental Research Association (NiPERA). El instituto proporciona los conocimientos necesarios para la producción, el aprovechamiento y la reutilización segura y sostenible del níquel centrándose en los impactos de su ciclo de vida. La base de datos entró en vigor en 2001.	<a href="http://www.nickelinstitute.org">www.nickelinstitute.org</a>
<b>American Chemistry Council (EE.UU)</b>	Recoge datos de los procesos unitarios desde la adquisición de materias primas hasta la producción de resinas o sus precursores. Los datos finales se incluyen en la base de datos de inventario nacional de los EE.UU US LCI Database.	<a href="http://www.americanchemistry.com">www.americanchemistry.com</a>
<b>PlasticsEurope (Europa)</b>	PlasticsEurope, la antigua APME, genera eco-perfiles que se actualizan periódicamente en un banco de datos y ofrece una amplia información sobre los principales tipos de plásticos para estudios desde la “cuna” hasta la “puerta” de la planta de producción, entregado en polvo o gránulos. Los datos obtenidos provienen de las plantas europeas de sus miembros, por lo que su ámbito es europeo. Los datos sobre el consumo y recuperación de plásticos utilizados en los sectores de envases, construcción, automoción, eléctrico y electrónico se publican anualmente.	<a href="http://www.plasticseurope.org">www.plasticseurope.org</a>

Fuente: Adaptado de (EPA, 2016)

### 3.10.2. Publicaciones científicas

El grado de desarrollo alcanzado por el ACV, que ha posibilitado su uso en áreas cada vez más extensas del conocimiento, y el creciente interés por los temas medioambientales han favorecido la proliferación de revistas científicas dedicadas a temas vinculados al ACV. Se presentan seguidamente las más destacadas ordenadas según el año de su primera edición:

- Environmental Science and Technology
  - Editorial: ACS publications
  - Año de su 1ª publicación: 1967
  - Nº de ejemplares anuales: 24
  - Web: <http://pubs.acs.org/journal/esthag>
  - Aborda una amplia gama de disciplinas ambientales desde las ciencias del medio ambiente, y la tecnología hasta la política.

- Environmental Impact Assessment Review:
  - Editorial: Elsevier
  - Año de su 1ª publicación: 1980
  - Nº de ejemplares anuales: 6
  - [www.elsevier.com/locate/eiar](http://www.elsevier.com/locate/eiar)
  - Aborda estudios teóricos y prácticos sobre técnicas, métodos y sistemas para la evaluación de impactos ambientales.
  
- Journal of Cleaner Production
  - Editorial: Elsevier
  - Año de su 1ª publicación: 1993
  - Nº de ejemplares anuales: 18
  - Web: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)
  - Incluye artículos sobre reducción del uso de recursos, iniciativas de gestión ambiental, métodos de producción limpia y herramientas como el ACV, el análisis de la mejora del producto, la legislación, las políticas o la regulación.
  
- Management of Environmental Quality
  - Editorial: Emerald
  - Año de su 1ª publicación: 1993
  - Nº de ejemplares anuales: 6 m
  - [www.emeraldinsight.com/1477-7835.htm](http://www.emeraldinsight.com/1477-7835.htm)
  - Presenta resultados de investigación, advertencias sobre peligros potenciales para la salud y propuestas en diferentes ámbitos de cara a salvaguardar la salud y el medio ambiente
  
- The International Journal of Life Cycle Assessment
  - Editorial: Springer
  - Año de su 1ª publicación: 1996
  - Nº de ejemplares anuales: 7
  - Web: <http://www.springer.com/environment/journal/11367>

- Revista dedicada exclusivamente al ACV aunque incluye también una sección sobre Life Cycle Management (LCM).
- Journal of Industrial Ecology.
  - Editorial: Wiley-Blackwell
  - Año de su 1ª publicación: 1997
  - Nº de ejemplares anuales: 6
  - Web: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/118902538/home>
  - Aborda temas relacionados con los materiales y flujos de energía, la planificación, el diseño y la evaluación del ciclo de vida, el diseño ecológico, la administración de productos, y la eficiencia ecológica.

En la Tabla 3.12 se relacionan algunas revistas electrónicas y newsletters que abordan también temáticas relacionadas con el ACV.

**Tabla 3.12. Revistas electrónicas y newsletter que tratan el ACV**

Nombre	Temática	Fuente	Dirección Internet
Ecocycle	Políticas de producto, diseño, reciclaje y otros.	Environment Canada, National Office of Pollution Prevention, Canada.	<a href="http://www.ecocycle.org/index.cfm">http://www.ecocycle.org/index.cfm</a>
Green Product Design	Ensayos sobre el desarrollo del ACV	Environmental Product Development group, Delft University of Technology, Holland.	<a href="http://www.io.tudelft.nl/research/publication/newsletter/html">www.io.tudelft.nl/research/publication/newsletter/html</a>
Setac LCA Newsletter & Publications	Publicaciones sobre el ACV y su desarrollo.	Society of Environmental Toxicology and Chemistry (Setac), Pensacola, Florida, USA.	<a href="http://www.Setac.org/">http://www.Setac.org/</a>
Environmental Building News	Diseño y técnicas de construcción saludables y ambientalmente sostenibles.	BuildingGreen Inc, USA.	<a href="http://www.buildinggreen.com/">http://www.buildinggreen.com/</a>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.3. Congresos

Se describen brevemente también los principales congresos internacionales sobre análisis del Ciclo de Vida.



### **International LCA Conference (InLCA)**

Este congreso organizado por el ACLCA se celebra anualmente y es el congreso más importante en materia de ACV a nivel mundial. La primera edición se celebró en el año 2000 bajo el título *Herramientas para la Sostenibilidad* y desde entonces ha alternado versiones presenciales con algunas versiones on line. Profesionales de la industria, del gobierno y de las ONGs se reúnen para discutir sobre sostenibilidad desde el enfoque del ciclo de vida tratando aspectos metodológicos, teóricos y casos prácticos. Las actas de los congresos se mantienen junto al resto de información sobre los mismos en su página web [www.lcacenter.org/inlca.html](http://www.lcacenter.org/inlca.html).

### **Congresos organizados por la Setac**

La Setac organiza además de un congreso a nivel mundial, diferentes congresos, de distinta periodicidad en cada una de las áreas geográficas en las que está dividida a nivel organizativo, Norteamérica, Europa, América Latina, África, y Asia. Aunque estos congresos no están dedicados en exclusiva al ACV, debido a la inexistencia en los primeros años del ACV de congresos monográficos al respecto, los congresos de la Setac fueron de mucha importancia. Se citan los más importantes a continuación:

- El congreso anual correspondiente a Norteamérica cuya primera edición tuvo lugar en 1980 en Washington DC (EE.UU) fue el pionero entre todos los congresos. En noviembre de 2016 alcanzó su edición 37ª en Orlando (EE.UU) de manera conjunta con el 7º congreso mundial.
- El Congreso Europeo es el siguiente en orden de importancia y antigüedad. De periodicidad anual, su 27ª edición se celebrará en Bruselas (Bélgica) en 2017. Se ha celebrado varias veces en España, los más recientes en 2010 en Sevilla y en 2015 en Barcelona.
- En cuanto al resto de los congresos: El congreso bienal latinoamericano celebró su 11ª edición en 2015 en Sao Paulo (Brasil), el congreso africano, también de carácter bianual, celebró su 7ª edición en Langebaan (Sudáfrica) en 2015 y por último el congreso asiático se inauguró en China en 2010.

- Setac también organiza un congreso mundial cada cuatro años cuya primera edición tuvo lugar en Lisboa (Portugal) en 1993, y la séptima y última edición en 2016 en Orlando (EE.UU).

Mención especial merece el congreso *Setac Europe LCA Case Studies Symposium* que organiza la división europea de Setac. Este congreso anual está dedicado en exclusiva al análisis de estudios de casos sobre utilización del ACV. Se celebró por primera vez en Bruselas (Bélgica) en 1993 (en 2002 se celebró en Barcelona) y es sin duda uno de los mayores referentes en el mundo del ACV. Su carácter eminentemente práctico es su mayor atractivo y de hecho una recopilación en formato CD de las ponencias de los congresos 5º, 6º y 7º (junto a otros trabajos también de la Setac) es todo un *best seller* en el mundo de ACV (Setac, 1991).

Desde la página web general de la organización [www.Setac.org/](http://www.Setac.org/) se puede acceder a todas sus divisiones geográficas así como a los diferentes congresos.

### **The International Conference on EcoBalance**

El congreso internacional EcoBalance se ha celebrado en Japón desde 1994 con periodicidad bianual y se trata del congreso más antiguo sobre ACV a excepción de los encuentros organizados por la Setac. En la actualidad lo organiza el Instituto Japonés de ACV (ILCAJ). Toda la información sobre el mismo se encuentra en su página web [www.ecobalance2016.org/about/previous\\_conf.html](http://www.ecobalance2016.org/about/previous_conf.html).

### **Life Cycle Management Conference (LCM)**

Durante el Congreso mundial de la Setac en Brighton (Reino Unido) en mayo de 2000 surgió la idea de organizar un congreso en exclusiva sobre LCM. Esta idea cristalizó un año después con la primera edición del Congreso Internacional sobre LCM celebrado en Copenhague (Dinamarca) (Klöpffer and Heinrich, 2002). El tema principal se aleja de los aspectos metodológicos y se centra en las posibilidades de incorporar el ACV a los ámbitos de decisión de las empresas y los organismos públicos. El congreso tiene carácter bianual y en la página web [www.lcm-conferences.org/](http://www.lcm-conferences.org/) se puede encontrar la información sobre el mismo.

### **International Forum on the Life Cycle Management of Products and Services (CYCLE)**

A pesar de ser Canadá uno de los países más activos en temas de ACV desde los orígenes del mismo, fue en el año 2003 cuando se celebró el primer congreso internacional sobre ACV en ese país de la mano de CIRAIG y bajo el nombre de *Canadian Forum on the Life Cycle Management of Products and Services, CYCLE*. La información al respecto se encuentra accesible en la web de su organizador [www.ciraig.org/en/index.php](http://www.ciraig.org/en/index.php).

### **Conferencia internacional de ACV en Latinoamérica (CILCA)**

La 1ª Conferencia Internacional de ACV en Latinoamérica, CILCA 2005, se celebró en San José (Costa Rica) y se trató realmente del 5º Congreso de InLCA al que se le añadió esta denominación (posteriormente ambos congresos caminarían por separado). Este congreso surgió con la intención de desarrollar y divulgar las técnicas del ACV en América Latina. Tiene periodicidad bianual y está organizado por la Red Iberoamericana de Ciclo de Vida cuyos miembros son a su vez las Redes Nacionales de Análisis de Ciclo de Vida de varios países de Iberoamérica. La información sobre el mismo está disponible en [www.rediberoamericanadeciclodevida.wordpress.com/](http://www.rediberoamericanadeciclodevida.wordpress.com/).

### **Australian Conference for Life Cycle Assessment and Life Cycle Management**

Australia fue también uno de los primeros países en organizar un congreso internacional sobre ACV, de hecho, la primera edición se celebró en 1996 cuando aun se denominaba exclusivamente Australian conference on LCA. En la actualidad el congreso lo organiza la *Australian Life Cycle Assessment Society (ALCAS)* y es en la página web de esta organización [www.alcas.asn.au/](http://www.alcas.asn.au/) donde se puede encontrar la información de estos congresos, en la actualidad bianuales.





---

#### **4. EL ACV EN EL MARCO INSTITUCIONAL DE LA CAPV**

---



## **4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ENTORNO ECONÓMICO DE LA CAPV**

### **4.1.1. Introducción: Características generales**

Antes de abordar la experiencia de las instituciones vascas con el ACV merece la pena describir brevemente las principales características socioeconómicas de la CAPV y los aspectos más significativos de su tejido empresarial. En capítulos anteriores se ha apuntado a la industria como uno de los principales sectores usuarios del ACV, hecho por el cual en el presente análisis se presta una especial atención a dicho sector.

Se presentan en primer lugar algunos datos y magnitudes económicas de carácter general de la CAPV aportados por los institutos vasco y español de estadística, Eustat e INE respectivamente<sup>11</sup>

- La CAPV ocupa una superficie de 7.234 km<sup>2</sup>, el 1,43% de la superficie total de España y cuenta con una población de 2.171.886 personas a 1 de enero de 2016 que supone el 4,68% de la población total española.
- Nº de empresas (2015): 155.121.
- Personas empleadas (2015): 954.667
- Tasa de paro 2016: 13,4%.
- PIB 2016: 67.968 millones de Euros, el 6,12% del PIB español.
- Incremento anual del PIB en 2016: 3,1%.
- PIB per cápita 2016: 31,294 Euros, cerca de un 30% superior a la media del conjunto del estado (Eustat; Ine).

La economía vasca en general y sus sectores productivos en particular, están todavía profundamente ligados a su pasado a pesar de los cambios ocurridos a lo largo de los años. Las huellas del desarrollo industrial producido en torno al acero a finales de siglo XIX y comienzos del XX, aun hoy se perciben pese a los importantes procesos de reconversión sufridos durante las últimas décadas del siglo XX, principalmente en los sectores del acero y naval. Sin embargo y a pesar de la importante terciarización

---

<sup>11</sup> Los datos de 2016 son provisionales, publicados por Eustat el 27 de enero de 2017

acaecida, el peso de la industria en la economía vasca sigue siendo significativo y notablemente superior al de otras regiones del entorno y a las medias española y europea (Eustat, 2016a). Mientras que el PIB de la CAPV representaba en 2014 el 6,11% del PIB estatal, la industria vasca suponía más del 8,48% del conjunto de la industria española (INE)

#### 4.1.2. La importancia del sector industrial

Como se observa en la Tabla 4.1 el aporte al PIB de la CAPV del sector *Industria y Energía* oscila alrededor del 24% en los últimos años, siendo el sector *Servicios* el principal aportador con valores entre el 65% y el 70%.

**Tabla 4.1. PIB de la CAPV por sectores (%)**

Sector	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agricultura, ganadería y pesca	0,73	0,72	0,85	0,86%	0,78	0,83
<b>Industria y energía</b>	<b>23,68</b>	<b>24,86</b>	<b>24,20</b>	<b>23,93</b>	<b>23,80</b>	<b>23,95</b>
Construcción	8,85	7,74	6,98	6,53	6,31	6,16
Servicios	66,74	66,68	67,97	68,68	69,12	69,06

Fuente: Eustat

Sin embargo si se desglosa el sector servicios en *Servicios a la industria* y *Servicios al consumo* se puede extraer una conclusión adicional en la misma línea. La industria tradicional junto a los servicios orientados a la producción aportaron algo más de dos tercios del PIB de la CAPV en 2010, concretamente el 68%, dato ligeramente superior al 66% de la media de la UE-15 y sensiblemente superior al español que se queda en el 56 % (Gobierno vasco, 2012).

Por su parte el empleo se comporta de manera similar al PIB tal y como muestra la Tabla 4.2, con porcentajes en torno al 20% para el sector *Industria y Energía*, y cercanos al 70%, para el sector *Servicios*.



**Tabla 4.2. Empleo en la CAPV por sectores (%)**

Sector	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agricultura, ganadería y pesca	2,07	1,94	2,03	2,03	1,97	1,90
<b>Industria y energía</b>	<b>21,12</b>	<b>20,82</b>	<b>20,41</b>	<b>20,13</b>	<b>19,71</b>	<b>19,34</b>
Construcción	8,28	7,54	6,95	6,38	6,11	5,98
Servicios	68,52	69,70	70,61	71,46	72,20	72,78

Fuente: Eustat

Si se hace el mismo ejercicio realizado con el PIB y se agrupan los empleos de la industria tradicional y los de los servicios a la industria, el resultado para el año 2010 es que ambas actividades conjuntamente dan trabajo a más de 563.000 personas, un 57,3% del total de trabajadores (Gobierno vasco, 2012).

Como ya se ha dicho, el sector industrial tiene un peso específico mayor en la estructura económica de la CAPV del que tiene en otras regiones del entorno. Tal y como se muestra en la Tabla 4.3, en 2014 este sector suponía en la CAPV el 21,5% del PIB, por encima del 17,1% que tenía de media la UE-28 y el 15,5% de España, aunque lejos del 23,1% de Alemania (Eustat, 2016a).

**Tabla 4.3. PIB industrial sobre PIB total. CAPV, UE-28, Alemania y Francia (%)**

	2010	2011	2012	2013	2014
<b>CAPV</b>	<b>22,5</b>	<b>22,6</b>	<b>22,1</b>	<b>21,7</b>	<b>21,5</b>
Estado	15,7	16,0	15,8	15,6	15,5
Alemania	23,3	23,5	23,6	23,2	23,1
Francia	12,2	12,3	12,4	12,4	12,3
UE-28	17,3	17,5	17,4	17,3	17,1

Fuente: Eustat, INE, Eurostat

El empleo sigue pautas similares a las del PIB tal y como muestra la Tabla 4.4. La proporción de empleos de la industria es sensiblemente mayor en la CAPV que en el conjunto de España o en la UE-28.

**Tabla 4.4 Empleo en la industria sobre empleo total. CAPV, UE-28 y Estado (%)**

	2010	2011	2012	2013	2014
<b>CAPV</b>	<b>21,9</b>	<b>21,6</b>	<b>21,2</b>	<b>20,9</b>	<b>20,3</b>
Estado	13,0	12,9	12,7	12,5	12,5
UE28	15,8	15,9	15,8	15,7	15,6

Fuente: Eustat, INE, Eurostat

Se aportan también datos respecto a la distribución por sectores del PIB industrial, Tabla 4.5, así como del empleo, Tabla 4.6, y sus evoluciones durante el periodo 2010-2014. Las conclusiones al respecto son bastante visibles con la *Metalurgia y los Productos Metálicos* liderando ambos aspectos y la *Maquinaria de Equipo y el Material de transporte* muy bien situadas también en ambas distribuciones. A simple vista parecen sorprendentes las cifras del sector *Energía eléctrica, gas y vapor*, con valores aproximados al 12% en PIB y ligeramente superiores al 1% en empleo, sin embargo la naturaleza del negocio explica perfectamente esa diferencia, la aportación a la economía de empresas como Iberdrola o Petronor por ejemplo, es mucho mayor en términos de PIB que de empleo directo.

**Tabla 4.5. Distribución sectorial del PIB industrial de la CAPV (%)**

Actividad	2010	2011	2012	2013	2014
Industrias extractivas	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
Industrias alimentarias, bebidas y tabaco	6,3	6,0	5,7	6,3	6,4
Textil, confección, cuero y calzado	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9
Madera, papel y artes gráficas	5,1	5,3	4,9	4,8	4,9
Coquerías y refino de petróleo	1,8	0,9	0,6	0,0	0,4
Industria química y Productos farmacéuticos	3,1	3,2	3,0	3,1	3,1
Caucho y plásticos	9,6	9,8	9,5	9,1	8,9
Metalurgia y productos metálicos	26,7	27,1	26,9	27,8	28,4
Productos informáticos y electrónicos	2,2	2,3	2,6	2,6	2,7
Material y equipo eléctrico	5,8	5,7	5,7	4,7	4,5
Maquinaria y equipo	9,4	10,0	10,3	10,1	10,3
Material de transporte	9,5	9,7	10,0	10,5	10,1
Muebles y otras manufactureras	4,6	4,2	4,3	4,2	4,1
Energía eléctrica, gas y vapor	11,8	12,0	12,5	12,8	12,4
Suministro de agua y saneamiento	2,6	2,6	2,9	2,7	2,7

Fuente: (Eustat, 2016a)

Por último, señalar que las exportaciones alcanzaron un valor total de 21.955 Millones de Euros en 2015 (Eustat) y dado que el valor de las exportaciones de bienes industriales fue de 21.741 Millones de Euros para el mismo periodo (Eustat, 2016a) la conclusión es que los bienes industriales representan prácticamente el 100% de las mismas, concretamente el 99,02%. En cuanto al destino de las exportaciones, destacar que la UE-28 con el 63,13% del total es el principal destino de las mismas mientras que

por países, Alemania y Francia son los principales importadores de bienes vascos seguidos de Reino Unido, Italia y Portugal (Eustat, 2016a).

**Tabla 4.6. Distribución sectorial del empleo industrial de la CAPV (%)**

Actividad	2010	2011	2012	2013	2014
Industrias extractivas	0,32	0,27	0,27	0,24	0,24
Industrias alimentarias, bebidas y tabaco	7,27	7,29	7,18	7,43	7,53
Textil, confección, cuero y calzado	1,38	1,33	1,30	1,27	1,25
Madera, papel y artes gráficas	6,68	6,54	6,37	6,25	6,08
Coquerías y refino de petróleo	0,54	0,55	0,57	0,56	0,54
Industria química	2,08	2,02	1,93	1,98	1,99
Productos farmacéuticos	0,29	0,27	0,29	0,30	0,32
Caucho y plásticos	9,99	10,23	9,85	9,50	9,41
Metalurgia y productos metálicos	34,16	33,92	33,86	33,72	34,18
Productos informáticos y electrónicos	2,62	2,72	2,92	2,96	2,97
Material y equipo eléctrico	5,83	5,89	5,89	5,53	4,94
Maquinaria y equipo	9,95	10,01	10,17	10,39	10,77
Material de transporte	8,19	8,15	8,33	9,06	8,69
Muebles y otras manufactureras	6,93	6,69	6,87	6,65	6,65
Energía eléctrica, gas y vapor	1,12	1,15	1,16	1,20	1,19
Suministro de agua y saneamiento	2,63	2,97	3,03	2,97	3,25

Fuente: (Eustat, 2016a)

#### 4.1.3. La Innovación y la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

Con anterioridad ya se ha destacado la ayuda que puede prestar el ACV a los procesos de diseño y desarrollo de producto. Por otra parte, es un hecho globalmente aceptado que la capacidad de innovación es un factor de gran importancia para el desarrollo de cualquier economía (Grossman and Helpman, 1991), por todo ello merece la pena analizar, aunque sea de manera breve, el papel que juega la innovación en la economía vasca.

Tal y como se argumenta en las siguientes líneas, la capacidad innovadora y de investigación de la CAPV no ha dejado de crecer en los apenas 35 años de historia de la denominada Red Vasca de Ciencia, Tecnología e Innovación (RVCTI). Aunque la CAPV

se encuentra aún lejos de los países punteros en la materia, lo cierto es que el nivel del entramado empresarial e institucional construido alrededor de la innovación se acerca cada día más al de dichos países tal y como lo demuestran los indicadores internacionalmente aceptados para medir la capacidad innovadora de los países.

Se describe antes de nada manera muy breve y con el objetivo de contextualizar la situación actual, el recorrido histórico de la RVCTI desde su nacimiento a comienzos de la década de los 80 hasta nuestros días. *El Plan Vasco de Ciencia, Tecnología e Innovación PCTI 2020*, aprobado el 16 de diciembre de 2014 y actualmente en vigor, que establece las líneas maestras de la política de innovación de la CAPV, identifica cuatro etapas en la evolución de las políticas de innovación llevadas hasta la fecha en función del objetivo perseguido (Gobierno Vasco, 2014):

- 1980-1996 Política de oferta: Se construyeron las bases de la actual RVCTI con el objetivo de incrementar el nivel tecnológico de las empresas vascas que a su vez mejorara su competitividad.
- 1996-2005 Política combinada de oferta y demanda: Además de consolidar la RVCTI, se pone el acento en conseguir que las empresas y los sectores productivos demanden de forma sistemática avances tecnológicos.
- 2005-2012 Política de orientación al valor: Diversificación, competitividad social, internacionalización, innovación. Se busca que la innovación esté presente de manera transversal en todas aquellas áreas con influencia en los resultados económicos.
- 2013-2020 Convergencias de políticas de oferta y de demanda: Los esfuerzos se encaminan a conseguir la convergencia entre la investigación orientada hacia la demanda del mercado y la sociedad y aquella otra impulsada por los avances de la ciencia y la tecnología mediante la especialización inteligente.

Una vez contextualizada la RVCTI desde el punto de vista temporal y de los objetivos fundamentales que persigue, se aportan a continuación algunos datos sobre el esfuerzo innovador que han realizado y siguen realizando las empresas e instituciones que la conforman.

Respecto al desempeño en innovación, Eustat cifra en 0,50 el valor del indicador *Innovation Union Scoreboard (IUS)*<sup>12</sup> en 2015 para la CAPV, valor muy alejado de los valores de Dinamarca y Suecia, países líderes en innovación, con indicadores IUS superiores al 0,7, ligeramente por debajo del 0,56 de la UE-28, 0, pero superior al 0,39 de España (Eustat, 2015).

Por otra parte, en cuanto a la *Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D)*<sup>13</sup>, uno de los indicadores tradicionalmente más utilizados para medir y comparar el esfuerzo realizado, es la inversión llevada a cabo con ese destino expresada como porcentaje del PIB. Este indicador, que apenas era de un 0,1% en 1970 (Goicolea, 2010) y cuya evolución más reciente se muestra en la Tabla 4.7, alcanza valores en torno al 2% a partir del año 2010 (Eustat).

**Tabla 4.7. Inversión en I+D expresada en % del PIB**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Finlandia	3,33	3,34	3,35	3,55	3,75	3,73	3,64	3,43	3,3	3,17
Suecia	3,39	3,5	3,26	3,5	3,42	3,22	3,22	3,28	3,3	3,16
Francia	2,04	2,05	2,02	2,06	2,21	2,18	2,19	2,23	2,24	2,26
EU (28 países)	1,76	1,78	1,78	1,85	1,94	1,93	1,97	2,01	2,03	2,03
<b>C.A. de Euskadi</b>	<b>1,41</b>	<b>1,44</b>	<b>1,61</b>	<b>1,81</b>	<b>1,94</b>	<b>2,01</b>	<b>2,01</b>	<b>2,06</b>	<b>2</b>	<b>1,93</b>
Reino Unido	1,63	1,65	1,69	1,69	1,75	1,69	1,69	1,63	1,69	1,72
España	1,1	1,17	1,23	1,32	1,35	1,35	1,32	1,27	1,24	1,2

Fuente: Eustat

<sup>12</sup> El IUS, ahora denominado European Innovation Scoreboard, es el indicador utilizado por la CE para medir el desempeño innovador de sus países miembros, otros países europeos o regiones vecinas. Evalúa las fuerzas y debilidades de los sistemas nacionales de innovación y ayuda a los países a identificar las áreas que precisan de mejoras (CE, 2015). El concepto de Innovación que utiliza es el aportado por el Manual de Oslo que entiende por innovación la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología. Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación. Se consideran tanto las actividades que hayan producido éxito, como las que estén en curso o las realizadas dentro de proyectos cancelados por falta de viabilidad. La innovación implica la utilización de un nuevo conocimiento o de una nueva combinación de conocimientos existentes. (OCDE y Eurostat, 2005)

<sup>13</sup> El Eustat utiliza la siguiente definición para la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (I+D): Conjunto de actividades creativas emprendidas de forma sistemática, a fin de aumentar el caudal de conocimientos científicos y técnicos, así como la utilización de los resultados de estos trabajos para conseguir nuevos dispositivos, productos, materiales o procesos y que comprende (1) la investigación fundamental o básica: trabajos originales emprendidos con la finalidad de adquirir conocimientos científicos nuevos, (2) la investigación aplicada: trabajos originales emprendidos con la finalidad de adquirir conocimientos científicos o técnicos nuevos. Sin embargo está orientada a un objetivo práctico determinado y (3) el desarrollo tecnológico: utilización de los conocimientos científicos existentes para la producción de nuevos materiales, dispositivos, productos, procedimientos, sistemas o servicios o para su mejora sustancial, incluyendo la realización de prototipos y de instalaciones piloto, pero no se incluyen las actividades de educación y formación, las actividades científicas y técnicas conexas y las actividades industriales (Eustat, 2016b)

En dicha tabla se aprecia como Euskadi está muy alejada aun de países punteros como Suecia o Finlandia, pero por encima de la media española. Respecto a Europa, la CAPV igualó por primera vez en 2009 la media de la UE.28 y la superó los tres años siguientes para caer por debajo nuevamente en 2013 y 2014.

En cuanto al origen de los fondos invertidos en I+D, tal y como se observa en la Tabla 4.8, E en 2014 la aportación la realizaron principalmente las empresas con el 56,72% del total, muy por encima del 47,1% de la media estatal y ligeramente superior incluso a la de la UE-28 que presentó un 54% (INE).

**Tabla 4.8. Origen de los fondos dedicados a la I+D en la CAPV**

Fuente de los fondos	%
Administraciones públicas	32,56%
Enseñanza Superior	2,86%
<b>Empresas</b>	<b>56,72%</b>
Instituciones privadas sin fines de lucro	0,19%
Procedentes del extranjero	7,68%

Fuente: Eustat

Por su parte, el número de empresas que desarrollaron actividades de I+D en 2014 fue de 1.626 (Eustat), con la particularidad de que, tal y como se aprecia en la Tabla 4.9, se encuentran muy repartidas entre los diferentes sectores.

Finalmente y para terminar con esta descripción del panorama de la investigación y la innovación en la CAPV, mencionar que el 3,15% del total de los trabajadores, 29.386 personas entre investigadores, técnicos y auxiliares, se dedicaba a actividades de I+D en 2014 con la distribución por área que se muestra en la Tabla 4.10.

#### **4.1.4. La economía social**

Merece la pena, no sólo por su impacto en la economía sino también por su importancia en la sociedad vasca a todos los niveles, analizar el papel de la economía social en la CAPV.

**Tabla 4.9. Sectores de empresas que realizaron actividades de I+D**

Sectores	Empresas	%
Agropecuario y pesca, extractivas y energía	18	1,11%
Química y refino de petróleo	49	3,01%
Caucho y plástico	54	3,32%
Industria no metálica	16	0,98%
Metalurgia	43	2,64%
Artículos metálicos	203	12,48%
Máquina herramienta	35	2,15%
Aparatos domésticos	3	0,18%
Otra maquinaria	122	7,50%
Material eléctrico	50	3,08%
Material electrónico	21	1,29%
Material de precisión	36	2,21%
Material de transporte	38	2,34%
Otras manufacturas	93	5,72%
Construcción	48	2,95%
Actividades informáticas	151	9,29%
Actividades de I+D	171	10,52%
Otras actividades empresariales	249	15,31%
Otros servicios	226	13,90%
<b>Total</b>	<b>1.626</b>	<b>100</b>

Fuente: Eustat

**Tabla 4.10. Áreas temáticas de los empleados dedicados a la I+D**

Área de Investigación	Empleados	%
Ciencias exactas y naturales	3.190	10,9
Ingeniería y tecnología	18.807	64,0
Ciencias médicas (incluida farmacia)	4.000	13,6
Ciencias agrarias (incluida ganadería, silvicultura y pesca)	564	1,9
Ciencias sociales y humanidades	2.825	9,6
<b>Total</b>	<b>29.386</b>	<b>100</b>

Fuente: Eustat

Aunque los orígenes del trabajo colaborativo en el País Vasco se remontan más atrás (fenómeno conocido como Auzolan<sup>14</sup>), la primera manifestación formal en Euskadi del cooperativismo de trabajo asociado tuvo lugar en Eibar el 28 de octubre de 1920 en Eibar (Guipúzcoa) con el nacimiento de la *Sociedad Anónima Cooperativa Mercantil y de Producción de Armas de Fuego, Alfa* (Arrieta et al., 1998). Con anterioridad sin embargo, se había fundado en 1884 al amparo de la empresa *Altos Hornos de Bilbao*, la primera cooperativa de consumo de la CAPV, la *Sociedad Cooperativa de Obreros de Baracaldo* (Roussel y Alboniga, 1994). Uno de los hitos sin duda con mayor relevancia para el mundo cooperativista vasco tuvo lugar en Mondragón en 1956, cuando José María Arizmendiarieta fundó el *Grupo Mondragón*, grupo que casi sesenta años después constituye el primer grupo empresarial vasco y décimo de España, además de ser el grupo cooperativo más grande del mundo (Fernández, 2015). Otro hecho reseñable es la aprobación de la Ley 1/1982 de 11 de Febrero sobre Cooperativas del País Vasco, al amparo de la cual se constituyó formalmente en enero de 1983 el Consejo Superior de Cooperativas de Euskadi (CSCE), órgano encargado de garantizar la promoción y difusión del cooperativismo y asesor de las administraciones públicas vascas en materia cooperativa (CSCE, 2009).

Prueba de la importancia actual de la economía social en la CAPV es el hecho de que según el Observatorio Vasco de Economía Social (OVES) en el año 2015 sus 1.555 cooperativas y 644 sociedades laborales emplearan conjuntamente a 63.138 personas, el 6,61% de la población total ocupada. A continuación se presentan una serie de datos extraídos precisamente de las bases de datos disponibles en la página web de este observatorio:

- En el año 2012 el número de trabajadores empleados en empresas de economía social fue 63.640, el 6,39 % del total de personas ocupadas. Casi la mitad de dichos trabajadores pertenecían a empresas radicadas en Guipúzcoa, cerca del 40% en

---

<sup>14</sup> Desde el punto de vista semántico Auzolan se compone de dos palabras “Auzo” que significa barrio o vecindario, y “Lan” que significa trabajo, luego el concepto se podría traducir como “trabajo vecinal”. El Auzolan es una forma antiquísima de trabajo en común que tiene equivalentes en otras zonas de Europa y otras partes del mundo, así por ejemplo, en castellano existe el término “vereda” y en asturiano “andecha”. El trabajo vecinal tiene su origen en el mundo rural donde los vecinos contribuían con su trabajo y sin recibir remuneración alguna a la apertura y mantenimiento de caminos vecinales, la construcción de iglesias u otros edificios públicos, a la ayuda en caso de necesidad de personas del vecindario etc. (Añañamendi Eusko Entziklopedia).



Vizcaya y alrededor del 10% en Álava. Es evidente la importancia que el mundo cooperativo tiene sobre todo en Guipúzcoa, con el Grupo Mondragón principalmente, pero también con otras empresas como Irizar o Ampo entre otras. De hecho, el porcentaje de trabajadores empleados en empresas de economía social representaba entonces casi el 10% del total de ese territorio.

- En cuanto a su aportación al PIB, estas empresas aportaron en 2012 el 3,96% del total de la CAPV, porcentaje que alcanza casi el 10% si se considera aisladamente el sector industrial y su PIB.
- En ese mismo año, las empresas industriales representaban el 51,58% del valor total de la economía social y los servicios el 46,15%, siendo las aportaciones del sector primario y de la construcción, casi insignificantes.

Especial atención merece, por su importancia en la CAPV y más especialmente en Guipúzcoa, el Grupo Mondragón. El grupo cuenta con cuatro áreas principales de negocio: distribución, industria, conocimiento y finanzas. Entre sus decenas de empresas estas son sólo algunas de las más conocidas: Fagor Automation, Fagor Arrasate, Maier, Orona, Danobat, Ulma, Batz, Eroski, Caja Laboral, Lagun Aro, LKS Consultoría. El grupo por sí solo aportó en 2013 el 3,2% del PIB del País Vasco y el 7,4% del PIB industrial (Mondragon, 2013) lo que da una idea de su importancia. A continuación se adjuntan algunos datos del grupo relativos al ejercicio 2015 extraídos de *su Informe Anual 2015* (Mondragon, 2016) y que ayudan a comprender su magnitud:

- En 2015 el grupo lo constituían 261 entidades: 101 cooperativas, 128 sociedades filiales, 8 fundaciones, 1 mutua y 13 entidades de cobertura entre algunas otras.
- Contaba con una fuerte y creciente presencia internacional con filiales productivas y delegaciones corporativas en 41 países de todos los continentes.
- El grupo ocupaba en 2015 a 74.335 empleados, 62.555 de ellos en España. En la CAPV trabajaban en esa fecha 32.841 personas que suponían el 3,44% del total del territorio.

- El área de la distribución, con el 50,8% del personal, y el área industrial, con el 44,3%, abarcaban casi el total de los trabajadores, mientras que las áreas de finanzas y conocimiento contaban únicamente con un 3,6% y un 1,4% del total respectivamente.
- Las ventas totales del grupo alcanzaron en 2015 los 12.110 Millones de Euros, de los cuales, 5.095 fueron aportados por la división industrial quién a su vez logró el 71% de su facturación vía exportaciones.

#### **4.1.5. La Política de Clústeres<sup>15</sup>**

La política de clústeres seguida por los diferentes gobiernos de la CAPV es reconocida de manera general como un caso de éxito y ha sido analizado en diferentes foros (OECD, 2007; Aranguren e Iturrioz, 2010). Es por ello que se ha considerado de interés dedicarle unas líneas:

La crisis profunda de los años 80 y principios de los 90 que conllevó un importante declive de la industria tradicional ligada al acero y al sector naval principalmente, y provocó elevadísimas tasas de paro, obligo a las instituciones vascas y a sus gobernantes a repensar totalmente la política industrial de la CAPV. A finales de la década de los 80 Michael E. Porter, autor de *La ventaja competitiva de las naciones* (Porter, 1990), elaboró un estudio preliminar sobre competitividad para Euskadi, siendo el primer estudio que aplicaba su teoría sobre la ventaja competitiva de las naciones en un territorio no estado. Tras su posterior visita a Euskadi en 1990 para presentar el estudio y sus conclusiones, el Gobierno Vasco apostó por promover la cooperación en el seno de las industrias estratégicas a través de la creación de clústeres como vía para aumentar la capacidad competitiva del tejido empresarial vasco. De este modo, tras la identificación inicial de los posibles clústeres vascos y la posterior selección de aquellos considerados como prioritarios, en los años siguientes

---

<sup>15</sup> Concentración geográfica de empresas en uno o varios sectores relacionados: suministradores especializados, proveedores de servicios, empresas de sectores afines o auxiliares, clientes e instituciones diversas (centros de formación, centros de investigación, asociaciones empresariales etc.) que compiten y cooperan entre sí y que incluye también a los organismos públicos que influyen significativamente en el mismo como los gobiernos, las agencias de desarrollo y otras entidades (Porter, 1990; 1998).

se fueron creando los diferentes clústeres (Esteban, 2009). Aunque en su etapa inicial fueron once y aún hoy en día se les siga considerando prioritarios, a lo largo de los años ha ido surgiendo otro número considerable de ellos (aunque algunos de los cuales reciben la consideración de preclúster). En la Tabla 4.11 se aporta una lista no exhaustiva de los principales clústeres que existen hoy en día en la CAPV.

**Tabla 4.11 Principales Clústeres de la CAPV**

CLUSTER	SECTOR	CREACIÓN	MIEMBROS	WEB
ACEDE	Electrodomésticos	1992	11	<a href="http://www.acede.es/">www.acede.es/</a>
ACICAE	Automoción	1993	170	<a href="http://www.acicae.es/">www.acicae.es/</a>
ACLIMA	Sector ambiental	1995	89	<a href="http://www.aclima.net/">www.aclima.net/</a>
AFM (Nacional)	Máquina herramienta	1992	180	<a href="http://www.afm.es/">www.afm.es/</a>
HEGAN	Aeronáutica	1997	52	<a href="http://www.hegan.com/">www.hegan.com/</a>
CLUSTER ENERGÍA	Energía	1996	105	<a href="http://www.clusterenergia.com/">www.clusterenergia.com/</a>
CLUSTER PAPEL	Papel	1998	29	<a href="http://www.clusterpapel.com/">www.clusterpapel.com/</a>
EIKEN	Audiovisual	2004	80	<a href="http://www.eikencluster.com/">www.eikencluster.com/</a>
FORO MARITIMO VASCO	Construcción naval	1997	23	<a href="http://www.foromaritimovasco.com/es/">www.foromaritimovasco.com/es/</a>
GAIA	TICs	1994	247	<a href="http://www.gaia.es/">www.gaia.es/</a>
UNIPOINT	Puerto de Bilbao	1995	128	<a href="http://www.unipointbilbao.es/">www.unipointbilbao.es/</a>
MLC-ITS	Logística	2005	97	<a href="http://www.mlcluster.com/">www.mlcluster.com/</a>
BIOBASQUE	Biotecnología. Salud humana y animal	2010	30	<a href="http://www.basquebiocluster.org/">www.basquebiocluster.org/</a>
HABIC	Equipamiento madera y diseño	2011	105	<a href="http://www.clusterhabic.com">www.clusterhabic.com</a>
CLUSTER DEL CONOCIMIENTO	Gestión Empresarial	1996	170	<a href="http://www.clusterconocimiento.com">www.clusterconocimiento.com</a>
CLUSTER ALIMENTACIÓN	Alimentación	2009	71	<a href="http://www.clusteralimentacion.com/es/cluster-mision">www.clusteralimentacion.com/es/cluster-mision</a>
ERAIKUNE	Construcción	2010	66	<a href="http://www.eraikune.com/">www.eraikune.com/</a>
AFV (nacional)	Fundición	2008	151	<a href="http://www.feaf.es">www.feaf.es</a>
SIFE	Forja y Estampación	2008	17	<a href="http://www.forjas.org">www.forjas.org</a>
ESKUIN	Ferretería y Suministro Industrial	2010	25	<a href="http://www.herramex.es">www.herramex.es</a>
SIDEREX	Productos e instalaciones Siderúrgicas	2010	55	<a href="http://www.siderex.es">www.siderex.es</a>
LANGUNE	Lengua	2012	35	<a href="http://www.langune.com">www.langune.com</a>
MAFEX (nacional)	Material y servicios ferroviarios	2012	70	<a href="http://www.mafex.es">www.mafex.es</a>

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar, por el interés que tiene para la presente Tesis, que en abril de 2016 algunos de los clústeres más importantes como Acicae, Aclima, AFM o Hegan entre

algunos otros se incorporaron al *Basque Ecodesign Center* (ver apartado 4.3.1.2) (Gobierno Vasco, 2016).

## **4.2. LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA ADMINISTRACIÓN VASCA**

### **4.2.1. Recorrido histórico: Leyes, estrategias y programas principales**

La política medioambiental del Gobierno Vasco comienza su andadura en 1979 con el Estatuto de Gernika donde quedaron recogidas entre otras, también las competencias en esta materia. Sin embargo no es hasta finales de los noventa cuando el Gobierno Vasco desarrolla e implementa políticas y programas concretos tal y como los entendemos hoy en día (Heras et al., 2008).

Prueba de ello es la aprobación en 1998 de la Ley General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco (Ley 3/1998), con el objetivo de incorporar el concepto de desarrollo sostenible en las políticas ambientales (Heras et al., 2008). A continuación se describen los objetivos principales que se perseguían con dicha ley (Gobierno Vasco, 2002):

- Garantizar un desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias.
- Conservar la biodiversidad velando por la utilización sostenible de sus componentes, a fin de obtener una participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos ambientales.
- Mejorar la calidad de vida de la ciudadanía cualquiera que sea el medio ambiental en el que habite.
- Proteger el medio ambiente, prevenir su deterioro y restaurarlo donde haya sido dañado.

- Minimizar los impactos ambientales evaluando previamente las consecuencias del ejercicio de las actividades y estableciendo medidas correctoras.
- Fomentar la investigación en todos los campos del conocimiento ambiental.
- Promocionar la educación ambiental en todos los niveles educativos así como la concienciación ciudadana en la protección del medio ambiente.
- Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente urbano a través de la integración efectiva de las consideraciones medioambientales en la planificación urbana y la protección del patrimonio histórico.
- Garantizar la sostenibilidad del medio rural preservando e impulsando el equilibrio entre la actividad agraria y el medio ambiente.

Posteriormente el Gobierno Vasco reforzó su apuesta por el desarrollo sostenible con la firma en 2001 del documento denominado *Compromiso por la Sostenibilidad del País Vasco*, cuyos principios básicos eran (Gobierno Vasco, 2002):

- Código ético. Modificar los modos de pensar, valores, estilos de vida y pautas de consumo.
- Cohesión y participación social. Todos los sectores de la sociedad tienen un papel en el proceso hacia la sostenibilidad.
- Principio de precaución. Impulsar actuaciones siempre que existan amenazas de producirse daños contra el medio ambiente.
- Enfoque integrado. Integrar la variable ambiental en todas las políticas sectoriales.
- Ecoeficiencia. Reducción en el uso de los recursos naturales incrementando su productividad.
- Planificación estratégica. Los objetivos ambientales han de ser fruto de un proceso de reflexión de la sociedad sobre el nuevo modelo de desarrollo.

El hito que dotó, en opinión de (Heras et al., 2008), a la política ambiental vasca de una visión estratégica a largo plazo concreta y estructurada, fue sin embargo, la aprobación

de la planificación estratégica ambiental plasmada en el documento *La Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020*. (Gobierno Vasco, 2002).

La estrategia vasca se desarrolló considerando por una parte, la situación particular del País Vasco en materia ambiental, y por otra, la propia estrategia de la UE plasmada en la comunicación de la CE *Estrategia de la Unión Europea para un Desarrollo Sostenible*, presentada durante la Cumbre de Gotemburgo (Suecia) en junio de 2001 y que establecía los siguientes 5 metas (CE, 2001b):

- Necesidad de actuar en una amplia gama de políticas. Todas las políticas comunitarias deberán contribuir en la medida de lo posible a los objetivos estratégicos de la UE en materia de desarrollo sostenible.
- Limitar el cambio climático e incrementar el uso de energías limpias. Reducir las emisiones a la atmósfera de GEI hasta el año 2020 a una media del 1% anual de los niveles de 1990.
- Responder a las amenazas a la salud pública.
  - Garantizar la seguridad y calidad de los alimentos.
  - Garantizar para el año 2020 que el uso y producción de los productos químicos no supongan una amenaza para la salud humana y el medio ambiente.
  - Resolver los problemas relacionados con los brotes de enfermedades infecciosas y la resistencia a los antibióticos.
- Gestión más responsable de los recursos naturales.
  - Desvincular el crecimiento económico, el uso de recursos y la producción de residuos.
  - Proteger y recuperar hábitats y sistemas naturales y detener la pérdida de biodiversidad para el 2010.

- Mejorar la gestión de la pesca, para invertir el declive de las poblaciones de peces y garantizar la sostenibilidad de la pesca y el buen estado de los ecosistemas marinos.
- Mejorar el sistema de transporte y la ordenación territorial.
  - Desvincular el aumento en el uso del transporte del crecimiento del PIB para reducir la congestión y otros efectos colaterales negativos.
  - Conseguir una transferencia del transporte por carretera al ferrocarril, al transporte navegable y al transporte público de pasajeros, de tal forma que la cuota del transporte por carretera en 2010 no sea superior a la de 1998.
  - Fomentar un desarrollo regional más equilibrado reduciendo las disparidades en la actividad económica y manteniendo la viabilidad de las comunidades rurales y urbanas.

En consonancia con todo ello, en la *Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020* se establecieron una serie de metas y compromisos a corto y a largo plazo, compromisos y metas que se describen a continuación (Gobierno Vasco, 2003):

- Garantizar un aire, agua y suelos limpios y saludables.
  - Reducir a la mitad en 2006 los vertidos contaminantes a los cauces de los ríos y zonas marítimo terrestres.
  - Cumplir los objetivos de calidad del aire establecidos por la UE.
  - Recuperar para el año 2006 el 20% de los suelos contaminados
  - Establecer para el año 2006 un sistema de etiquetado de alimentos que indique el modo de producción
- Gestión responsable de los recursos naturales y de los residuos.
  - Reducir en un 20% para el año 2012 las pérdidas de agua en el suministro.

- Aumentar el uso de energías renovables acorde con los objetivos de la UE para el año 2010.
- Reducir hasta el 75% del total, los residuos urbanos destinados a vertedero para el año 2006.
- Estabilizar sobre la base del año 2000 la generación de residuos peligrosos en 2006.
- Protección de la naturaleza y la biodiversidad.
  - Establecer corredores ecológicos en la CAPV en 2006.
  - Recuperar un mínimo de 15 km de ribera fluvial para el año 2012.
  - Aumentar en el año 2006 hasta el 20% de la superficie total, la superficie incluida en la Red Natura 2000<sup>16</sup>.
  - Establecer para el año 2006 planes de gestión para el total de especies catalogadas como especies en extinción.
- Equilibrio territorial y movilidad.
  - Para el año 2006 todos los municipios de más de 5.000 habitantes deben diseñar su programa de Agenda 21<sup>17</sup>
  - Aumentar en un 10% respecto al año 2001, el porcentaje de uso de los transportes colectivos sobre el transporte total de viajeros en las áreas urbanas para el año 2006.
  - Disminuir en el año 2012 el transporte por carretera transfiriéndolo al transporte por ferrocarril, barco y al transporte público
- Limitar la influencia del cambio climático.

---

<sup>16</sup> La Red Natura 2000 se creó en el año 1992 por la Directiva 92/43/CEE de 21 de mayo de 1992 conocida como Directiva de Habitats. Es una red de espacios naturales de alto valor ecológico que recorre Europa con el objetivo de garantizar la protección, en un estado favorable, de determinados tipos de hábitats y especies en sus áreas de distribución natural por medio de zonas especiales para su protección y conservación (Mapama, 2016)

<sup>17</sup> La Agenda 21 es un acuerdo de las Naciones Unidas para promover el desarrollo sostenible, aprobado en la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de Río de Janeiro de junio de 1992. Proporciona una guía para que los municipios y ciudades diseñen y desarrollen sus actuaciones de forma integrada, desde el punto de vista ambiental, económico y social, para mejorar la calidad de vida de la ciudadanía así como la conservación del medio ambiente (Naciones Unidas, 1992).



- Contribuir al cumplimiento del protocolo de Kioto sobre reducción de emisiones de GEI para el año 2012
- Aumentar el uso de energías renovables acorde con los objetivos de la UE para el año 2010.
- Todas las viviendas nuevas a partir de 2004 deberán disponer de certificados de eficiencia energética.

La estrategia a su vez se implementa a través de varios programas marco de entre cuatro y cinco años de duración de los cuales ya se ha llevado a cabo los tres primeros: el *I Programa Marco Ambiental 2002-2006* (Gobierno Vasco, 2002), el *II Programa Marco Ambiental 2007-2010* (Ihobe, 2007b) y el *III Programa Marco Ambiental 2011-2014* (Ihobe, 2011c).

En la actualidad está vigente el cuarto de estos programas, el *IV Programa Marco Ambiental 2020*, que fue presentado por el Gobierno Vasco el 2 de diciembre de 2014 y alcanza hasta el año 2020, horizonte precisamente de la vigente estrategia ambiental. Este programa cuenta con 6 objetivos estratégicos, que se citan a continuación, 75 líneas de actuación y 6 proyectos clave (Ihobe, 2014d):

- Proteger, conservar y restaurar el capital natural preservando los servicios que aportan los ecosistemas.
- Progresar hacia una economía competitiva, innovadora, baja en carbono y eficiente en el uso de los recursos.
- Promover y proteger la salud y el bienestar de la ciudadanía.
- Incrementar la sostenibilidad del territorio.
- Garantizar la coherencia de las políticas intensificando la integración medioambiental.
- Contribuir a la proyección y a la responsabilidad internacional de Euskadi.

Finalmente se mencionan otros planes llevados a cabo por el conjunto de las administraciones vascas, algunos de los cuales derivan precisamente de la implementación de los ya mencionados programas marco ambientales:

- Plan Vasco de Lucha contra el Cambio Climático 2008-2012.
- Estrategia Energética de Euskadi 2020 (3E2020).
- Plan de Desarrollo Rural del País Vasco 2007-2013.
- Plan Director del Transporte Sostenible. Euskadi 2020.
- Programa de Ecoeficiencia en la Empresa Vasca 2010-2014.
- Programa de Compra y Contratación Pública Verde del País Vasco 2020.

#### **4.2.2. Referencias al ACV y al Ecodiseño en los diferentes programas marco**

##### **I Programa marco 2002-2006 (Gobierno Vasco, 2002)**

- Uno de los compromisos generales del programa es elaborar para 2004 un programa de promoción de integración de criterios ambientales en productos, bajo el enfoque de ACV.
- El programa pretende aplicar un enfoque integral que aborde el ciclo de vida completo de los productos como medio para lograr el objetivo de conseguir reducir el consumo de recursos, así como disociarlo del desarrollo económico.
- En su intención de incitar al mercado hacia el consumo de productos sostenibles, el programa se impone el doble compromiso de contar con 40 empresas vascas utilizando criterios de ecodiseño en la fabricación de sus productos en 2006 y con 200 en el 2012

##### **II Programa marco 2007-2010 (Ihobe, 2007b)**

- Para lograr el objetivo de fomentar el consumo responsable de recursos naturales, el programa propone desarrollar mecanismos que reflejen el comportamiento

ambiental de los productos con enfoque de ciclo de vida, impulsando la figura de Declaración Ambiental de Producto en varios sectores.

- Para limitar la emisión de los GEI, el programa presenta el *Plan Director de Vivienda 2006-2009* que incorpora, entre muchos otros aspectos, criterios de ciclo de vida en la búsqueda de la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción
- En la estrategia de utilizar al mercado a favor del medio ambiente, se propone la implementación de primas e incentivos para aquellas empresas que incorporen el ecodiseño en su producción.
- La capacitación de la ciudadanía para que pueda escoger de una manera informada productos y servicios más sostenibles, es otro de los objetivos del programa. Para ello es fundamental la implicación y el esfuerzo de la EHU-UPV en materias como el ecodiseño entre otros.

### **III Programa marco 2011-2014 (Ihobe, 2011c)**

- El programa aboga directamente por fomentar el ecodiseño, el análisis de ciclo de vida y el ecoetiquetado en su objetivo de fomentar el uso eficiente de los recursos y el consumo responsable
- Se pretende reducir el impacto ambiental en todo el ciclo de vida de los proyectos de construcción de obra civil y edificación en la búsqueda de su objetivo de garantizar un entorno limpio y saludable.
- El programa establece la necesidad de incorporar criterios de compra y contratación pública verde en los departamentos del Gobierno Vasco, considerando no sólo los aspectos económicos o técnicos a la hora de realizar adquisiciones de bienes o servicios, sino también el impacto ambiental de los mismos en todo su ciclo de vida.
- En la búsqueda de su objetivo de mejorar la productividad material total de la economía vasca, se proponen varios indicadores como el nº de ecoetiquetas o el nº de certificaciones en base a normas de ecodiseño.

#### **IV Programa marco 2015-2020 (Ihobe, 2014d)**

- Al comienzo del documento, en la evaluación del programa anterior, se señala la necesidad de potenciar el ecodiseño y el ecoetiquetado como instrumentos para la mejora de la competitividad del territorio.
- El programa, tras afirmar que el 80% de todos los impactos medioambientales de un producto durante su ciclo de vida completo vienen determinados por su diseño, muestra interés por la aplicación de metodologías de ecodiseño para progresar hacia una economía competitiva, innovadora, baja en carbono y eficiente en el uso de los recursos.
- Con el mismo objetivo, propone impulsar la ecoinnovación empresarial para aprovechar las oportunidades de mercado que genera el medio ambiente. El programa incluye un proyecto denominado *Fabricación Verde* cuyo objetivo es precisamente impulsar proyectos de ecodiseño y eficiencia de procesos.
- Finalmente, en la búsqueda de una economía competitiva y sostenible, propone también fomentar una edificación y construcción más eficiente en el uso de los recursos a lo largo de todo su ciclo de vida y en especial en el aprovechamiento de los residuos al final del mismo.

### **4.3. ASOCIACIONES, PROGRAMAS E INICIATIVAS TRACTORAS DEL ACV**

#### **4.3.1. Asociaciones**

##### **4.3.1.1. La sociedad pública de gestión ambiental del Gobierno Vasco Ihobe**

Fundada en 1983, con sede en Bilbao (Vizcaya), una plantilla de 49 personas y dependiente de la Vice consejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco, su finalidad es colaborar en el desarrollo de la política ambiental y en la extensión de la cultura de la sostenibilidad ambiental en la CAPV. Aunque nació enfocada a la gestión de los residuos generados por la actividad industrial, posteriormente, en los años 90, amplió

su ámbito de acción en línea con las nuevas demandas de la UE respecto a los problemas ambientales, su prevención y su solución, y en la actualidad dedica gran parte de sus esfuerzos al ámbito de la ecoeficiencia y del ecodiseño en el sector industrial (Ihobe, 2016f). Ihobe es sin duda alguna el actor principal y piedra angular de toda la política ambiental de la CAPV, tal es así, que la mayoría de asociaciones, iniciativas y programas que se describen en los apartados siguientes están relacionados directa o indirectamente con Ihobe.

El Gobierno Vasco pretende a través de su política ambiental y de la mano de Ihobe simplificar los requisitos y procedimientos administrativos ambientales tanto a empresas como a particulares, impulsar proyectos de I+D relacionados con el cambio climático, detener la pérdida de biodiversidad, garantizar un entorno limpio y saludable y sensibilizar y educar y a la sociedad sobre los problemas ambientales y las herramientas para combatirlos. Para lograrlo Ihobe se ha impuesto los siguientes cinco objetivos estratégicos:

- Conservación de los ecosistemas.
- Mejora de la calidad ambiental: agua, aire, suelo y ruido.
- Gestión sostenible de recursos y residuos.
- Refuerzo de los instrumentos de colaboración público-privada.
- Agilización y simplificación de la administración ambiental (Ihobe, 2016f).

Se mencionan finalmente algunos de los principales logros y actuaciones llevadas a cabo por Ihobe a lo largo de sus ya más de 30 años de andadura de manera resumida:

- Organización de decenas de eventos, jornadas técnicas, talleres, seminarios etc. Merece destacarse que solo en 2015 participaron 683 personas en estas iniciativas.
- Publicación de innumerables guías, manuales y todo tipo de documentos sobre ecodiseño, ACV, LCC y SLCA, huella de carbono, compra pública verde etc.
- Gestión y coordinación de iniciativas como el *Aula de Ecodiseño* o la *Red Udalsarea 21 (Agenda Local)*.

- Colaboración en el diseño, puesta en marcha y desarrollo de diferentes programas como el *Programa de Ecoeficiencia en la Empresa Vasca 2010-2014* o el *Listado Vasco de Tecnologías Limpias* entre otros.
- Participación en diversos foros y asociaciones de ecodiseño y ecoinnovación. Es miembro fundador en la *Red Europea de Centros de Ecodiseño* y forma parte de la *Red Europea de EcoInnovación* y del *Basque Ecodesign Center*.
- Colabora con numerosas entidades y redes tanto a nivel estatal, Aclima, Aenor, Sprilur, EHU-UPV etc., como a nivel internacional, Unep, RIVM-Instituto Nacional Holandés de Salud Pública y Medio Ambiente, la Agencia Europea de Medio Ambiente AEMA, *European Network of the Heads of Environment Protection Agencies EPA Network*, *European Nature Conservation Agencies Network ENCA* etc. (Ihobe, 2016f).

#### **4.3.1.2. Basque Ecodesign Center**

El Basque Ecodesign Center es en sus propias palabras:

Plataforma pública privada para la tracción sobre la cadena de suministro de empresas industriales vascas con elevado potencial tractor en materia de ecodiseño, a través del diseño y ejecución de proyectos innovadores de ecodiseño (Basque Ecodesign Center, 2016).

Fue fundado en 2011 por el Gobierno Vasco a través de Ihobe, que actúa como entidad impulsora y coordinadora del proyecto, y las empresas CIE Automotive, Fagor Electrodomésticos, Gamesa, Iberdrola, Ormazabal-Velatia y Vicinay Cadenas, a las que posteriormente se unieron Euskaltel en 2012, Eroski en 2013 y ya en 2016, Orona, la Agencia Vasca de Desarrollo Empresarial SPRI y los principales clústeres sectoriales. En conjunto, sus empresas asociadas emplean a 59.738 personas y facturan 36.205 millones de Euros además de contar con 10.288 proveedores, de los que 1.700 pertenecen a la CAPV.

Entre sus objetivos principales figuran:

- Hacer de la CAPV una región avanzada en ecodiseño que sea referente en la UE.
- Reforzar la competitividad de sus empresas mediante la adquisición y aplicación del conocimiento en ecodiseño.
- Impulsar la ecoinnovación de producto mediante la colaboración entre las empresas, la UPV-EHU y los centros de conocimiento.
- Ayudar a integrar el factor ambiental en la cadena de suministro de las empresas. (Basque Ecodesign Center, 2016)

En los cuatro años que van desde el 2012 al 2015, además de más de una docena de proyectos metodológicos llevados a cabo desde la propia secretaría, sus empresas asociadas han realizado 31 proyectos, de los cuales, tal y como se observa en la Tabla 4.12, nueve (en negrita), han sido estudios de ACV propiamente dichos.

Así mismo el Basque Ecodesign Center ha participado y participa en diversos proyectos financiados por la UE (Ihobe, 2016b), cuyas características principales se exponen a continuación de manera muy resumida:

- *Proyecto LIFE + Ecoedición* (Inicio 01/01/2010 - Fin 30/06/2014). Liderado por la Junta de Andalucía y con el asesoramiento técnico de AENOR, este proyecto buscaba fomentar la inclusión de criterios de sostenibilidad en el mercado editorial y desarrollar una marca de referencia que permitiera a las Administraciones Públicas promover publicaciones más sostenibles, y a los consumidores públicos y privados, reconocer de forma sencilla las publicaciones que han incorporado la variable ambiental a lo largo del ciclo de vida (Proyecto LIFE + Ecoedición, 2016).
- *Proyecto AgroLCA manager* (Inicio 01/09/2011- Fin 30/06/2014). Este proyecto fue liderado por Neiker y pretendía favorecer la sostenibilidad de las pymes agroalimentarias y aumentar su competitividad mediante el desarrollo de un software especializado que les ayude a reducir el impacto ambiental de sus productos. (Agrolca manager, 2016).

**Tabla 4.12 Proyectos realizados por los miembros del Basque Ecodesign Center**

Proyectos técnicos desarrollados y/o comenzados	Empresa	Inicio
Desarrollo de EPDs de electricidad con origen en parques eólicos de Iberdrola	Iberdrola-Gamesa	2015
<b>Análisis de Ciclo de Vida del servicio Euskaltel WIFI</b>	<b>Euskaltel</b>	<b>2015</b>
Declaraciones Ambientales de Producto de los nuevos aerogeneradores de 5.0 MW (G128 y G132)	Gamesa	2015
Actualización de la EPD del aerogenerador G90 2.0 MW	Gamesa	2015
Cálculo de la Huella Ambiental Corporativa de la empresa a nivel mundial	Gamesa	2015
<b>Estudio de Análisis de Ciclo de Vida comparativo de las diferentes tecnologías generación solar fotovoltaica</b>	<b>Iberdrola</b>	<b>2015</b>
Cálculo de la Huella Ambiental Corporativa de la empresa a nivel mundial	Iberdrola	2015
<b>Análisis de Ciclo de Vida de la Celda de Media Tensión CGM COSMOS-2LP con Aislamiento Integral en Gas</b>	<b>Ormazabal</b>	<b>2015</b>
Vicinay Cadenas renuevas sus Declaraciones Ambientales de Producto	Vicinay	2015
Cuantificación de emisiones en bocas de llenado de un automóvil	CIE Automotive	2014
Determinación del factor coste ambiental en componentes de automoción	CIE Automotive	2014
Metodología para la evaluación de la sostenibilidad en distribución alimentaria	Eroski	2014
<b>Análisis de Ciclo de Vida del servicio OSOA</b>	<b>Euskaltel</b>	<b>2014</b>
Declaración Ambiental de Producto del aerogenerador G114 2 MW	Gamesa	2014
“Life Cycle Costing” aplicado a un poste de recarga de vehículo eléctrico	Gamesa	2014
Reglas de categoría de producto (PCR) para productos de acero	Vicinay	2014
Rediseño de envases y embalajes de productos de marca propia	Eroski	2013
<b>Análisis de Ciclo de Vida del servicio de acceso a internet</b>	<b>Euskaltel</b>	<b>2013</b>
<b>Análisis de Ciclo de Vida de 1kWh generado por un parque eólico onshore Gamesa G90-2.0 Mw</b>	<b>Gamesa</b>	<b>2013</b>
<b>ACV y Revisión Crítica del Aerogenerador G114 2.0 MW On-shore</b>	<b>Gamesa</b>	<b>2013</b>
Sistema de Gestión Ambiental que considera el Medio Ambiente como una variable de competitividad	Iberdrola	2013
<b>ACV del transformador de distribución 630kVA/20kV tipo ORGANIC</b>	<b>Ormazabal</b>	<b>2013</b>
Formación a micro y pequeñas empresas en legislación ambiental	Vicinay	2013
Reconstrucción semiautomática de superficies de utillajes de forja	CIE Automotive	2012
<b>Análisis de Ciclo de Vida de piezas destinadas al sector automovilístico</b>	<b>CIE Automotive</b>	<b>2012</b>
Ecodiseño de una subestación eléctrica transformadora	Iberdrola	2012
Valoración de servicios ecosistémicos en un embalse hidroeléctrico	Iberdrola	2012
Ecodiseño en 22 celdas de distribución primaria	Ormazabal	2012
Desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto (EPD) en cadenas de fondeo	Vicinay	2012
Edificación Sostenible en la nueva sede corporativa de Vicinay Cadenas	Vicinay	2012
Ecodiseño del punto de recarga para vehículo eléctrico	Iberdrola-Gamesa	2012

Fuente: (Ihobe, 2016b)



- *Proyecto Life cycle in practice (LCIP)* (Inicio 02/09/2013 - Fin 30/06/2016). Su objetivo era ayudar a las pymes del País Vasco y 3 regiones de Francia, Bélgica y pertenecientes a los sectores de la construcción, los equipamientos de energía y la gestión de residuos a reducir el impacto ambiental de sus productos y servicios a lo largo de todo su ciclo de vida (LCIP, 2016).
- *Proyecto LIFE Huellas* (Inicio 01/10/2013 - Fin 31/03/2017). El objetivo de este proyecto liderado por la Fundación Cartif es desarrollar herramientas y metodologías para optimizar la toma de decisiones en proyectos de construcción ferroviaria con objeto de reducir la huella de carbono y la huella hídrica en 10% y un 5% respectivamente (Huellas Project Life, 2016).

Otras actividades y logros alcanzados en dicho periodo son: la publicación de 48 trabajos entre informes, guías técnicas etc., la formación en ecodiseño de más de 100 jóvenes y la celebración de 20 jornadas técnicas además del congreso *Basque Ecodesign Meeting* celebrado en Bilbao en 2014, con una participación conjunta total del orden de 1.200 personas (Ihobe, 2016b).

#### **4.3.1.3. AZTI.**

AZTI es un centro tecnológico perteneciente a Tecnalia<sup>18</sup> que tiene dos grandes áreas de actuación, la investigación marina y la investigación alimentaria. Entre los muchos servicios que proporciona aparecen también algunos relacionados con el ACV y el ecodiseño. De este modo, ayuda a las empresas del sector alimentario, a las asociaciones alimentarias sectoriales y a la administración pública en el ecodiseño de nuevos alimentos, en el desarrollo de herramientas informáticas para la obtención de indicadores ambientales como huella de carbono, huella hídrica, etc., en la armonización de protocolos y en la elaboración de guías para el cálculo de dichos

---

<sup>18</sup> Corporación tecnológica que nació en 2001 de la unión de diferentes centros tecnológicos vascos con el objetivo de lograr una mayor dimensión que le permitiera a su vez contar con una mayor competitividad en el mercado. En la actualidad está compuesta por los 8 centros tecnológicos pertenecientes a la Fundación Tecnalia Research & Innovation, Labein, Cidemco, ESI, Euve, Fatronik, Inasmet, Leia y Robotiker, mas Azti y Neiker (Tecnalia, 2016).

indicadores etc. Es miembro de la *Red Nacional de Análisis del Ciclo de Vida* y fue la organizadora del *II Simposio de la Red Española de Análisis de Ciclo de Vida* celebrado en noviembre de 2014 en Derio (Vizcaya). Entre otros meritos, ha elaborado numerosas guías y manuales, de los que merece destacarse una guía para el ecodiseño de alimentos, y participa, junto a las empresas de la industria láctea, en un proyecto para la prevención del impacto ambiental de los productos lácteos a través del ecodiseño, financiado por la UE y el Gobierno Vasco (AZTI, 2016).

#### **4.3.1.4. GAIKER**

Gaiker es un centro tecnológico miembro de IK4<sup>19</sup> dedicado a la investigación y la prestación de servicios tecnológicos e innovadores para las empresas en las siguientes áreas de conocimiento: la biotecnología, el medio ambiente y reciclado y los plásticos y composites. El área de medioambiente desarrolla tecnologías medioambientales para la evaluación de la salud de suelos, aguas superficiales y subterráneas y de los tratamientos asociados a su depuración y remediación. En materia de gestión ambiental, por su parte, analiza la sostenibilidad de procesos, productos y servicios aplicando metodologías de ciclo de vida y desarrollando herramientas de ACV, LCC y SLCA. Desde su creación en 1997, ha prestado sus servicios a más de 2.500 empresas de una gran variedad de sectores como la industria farmacéutica, la industria química, la salud humana y animal, ingenierías y consultorías, las administraciones públicas, la automoción, la construcción, envase y embalaje o los electrodomésticos entre otros.

Gaiker participa también en diferentes proyectos estrechamente vinculados con el ACV, entre los que merecen citarse el proyecto europeo *Biolca*. Iniciado en 2009 este proyecto debía genera una herramienta web basada en la metodología de ACV que permitiera evaluar y mejorar la sostenibilidad del sector transporte. Esta herramienta

---

<sup>19</sup> Alianza de centros tecnológicos integrada por 9 entidades del país vasco, Azterlan, Ceit, Cidetec, Gaiker, Ideko, Ikerlan, Lortek, Tekniker y Vicomtech. fue constituida en 2005 según un modelo federal por el que sus integrantes comparten estrategias y combinan capacidades pero mantienen su autonomía (IK4, 2016)

permitiría analizar los impactos ambientales, económicos y sociales de diferentes combustibles, con objeto de ayudar en la toma de decisiones a las administraciones públicas, los fabricantes y los gestores de grandes flotas de vehículos (Gaiker, 2016).

#### **4.3.1.5. El Clúster de industrias del medio ambiente de Euskadi (Aclima)**

Por tratarse de la asociación que agrupa a las empresas que se dedican a la protección del medio ambiente, merece la pena incluirla en esta sección aunque ella misma poco o nada tenga que ver con tareas de ACV, son sus asociadas quienes en todo caso ofrezcan o demanden este tipo de trabajos.

Aclima fue fundado en 1995 y en la actualidad cuenta con 89 socios que emplean a más de 2.800 profesionales. Entre los servicios que presta a sus asociados figuran (Aclima, 2016):

- Facilitar la conexión entre empresas a través de la organización de encuentros, foros, talleres especializados etc.
- Apoyo a proyectos de I+D, internacionalización, nuevos nichos de negocios, etc.
- Representación del sector ante las instituciones y la sociedad.
- Apoyo a la implementación de alianzas y redes internacionales
- Información sobre concursos, subvenciones, licitaciones, etc.
- Mantener informados a los socios sobre las novedades normativas y defender los intereses de los socios ante las mismas.

#### **4.3.2. Programas e iniciativas**

#### **4.3.3. Aula de ecodiseño**

Uno de los objetivos que se establecieron en la *Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020* fue impulsar en la CAPV una estrategia integrada sobre productos que estableciese incentivos a favor de productos respetuosos con el

medio ambiente. Para ello, entre otros muchos, se adquirió un compromiso con 40 empresas para que comenzasen a utilizar criterios de ecodiseño en la fabricación de sus productos en el año 2006, cifra que debía alcanzar las 200 empresas para el año 2012. Este compromiso implicaba generar aquellas infraestructuras que fomentaran la aplicación del ecodiseño entre las empresas industriales. De este modo, en el año 2002 nació de la colaboración entre Ihobe, el entonces Centro de Diseño Industrial DZ hoy BEAZ Bizkaia, y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de Bilbao, el Aula de Ecodiseño (Ihobe, 2012).

Entre las actividades realizadas en sus cerca de 15 años de funcionamiento los más destacables desde el punto de vista de la presente Tesis son:

- La oferta de especialización en ecodiseño al alumnado del último curso de la ETSI de Bilbao, mediante formación teórica y práctica así como a través de labores de investigación en colaboración con empresas industriales de la CAPV
- La constitución de un banco de datos de ecoindicadores en el País Vasco. Desarrollo de nuevos valores en base a estudios de ACV para diferentes materiales y procesos y adaptación de ecoindicadores ya existentes pero no adaptados a la realidad industrial de la CAPV.
- La creación de herramientas informáticas con datos técnicos y medioambientales adaptados al País Vasco. Se ha creado en internet el portal *Producto Sostenible* con información organizada por sectores industriales que cubre aspectos como legislación de producto, estrategias de diseño, sistemas de reconocimiento, ejemplos de buenas prácticas, y en general, cualquier información que pudiera ser útil a las empresas productoras y a sus clientes.
- El desarrollo de proyectos teóricos sobre ecodiseño que pudieran servir como base formativa y divulgativa de la metodología, así como para integrarla y afianzarla en el proceso de diseño tradicional. Creación de guías sectoriales (plásticos biodegradables, residuos de construcción,...), realización de ejemplos teórico prácticos de aplicación, investigación en nuevas metodologías, etc. (Ihobe, 2012).

A lo largo de sus 10 primeras ediciones, cursos comprendidos entre el 2002-2003 y el 2011-2012, han participado en el aula, 54 empresas y 92 alumnos que ha desarrollado un total de 108 proyectos. 68 de estos proyectos se llevaron a cabo en empresas, 21 eran proyectos denominados de investigación dedicados a la elaboración de guías sectoriales, manuales, informes etc. y los 19 restantes fueron proyectos sobre ecoindicadores y datos técnicos así como para la creación de las herramientas informáticas. Merece destacarse que doce de estos proyectos fueron estudios de ACV realizados por empresas participantes, los cuales se citan a continuación (Ihobe, 2012):

- HABIC: ACV comparativo entre un sistema constructivo de madera y un sistema de hormigón.
- CIE AUTOMOTIVE: ACV de piezas destinadas al sector automovilístico.
- ITP: ACB de un turbina de baja presión.
- GAMESA: ACV de un aerogenerador modelo G90 II.
- GAMESA: ACV de un aerogenerador modelo G90 I.
- EROSKI: Análisis de ciclo de vida y costes de diferentes envases.
- AHNIVEL: ACV comparativo entre mortero de anhidrita y mortero cemento.
- CAF: ACV sobre una unidad ferroviaria de tracción eléctrica para transporte de pasajeros.
- ONAPRES: ACV de una prensa hidráulica.
- IKERTIA: ACV simplificado de envoltente monobloque de hormigón prefabricado para PFU-3.
- BALENZATEGUI: ACV comparativo entre un embalaje de cartón reciclado y un embalaje de polietileno retráctil.
- FIDIMA La gestión de los neumáticos fuera de uso desde la perspectiva del ACV

#### **4.3.3.1. Programa de promoción del ecodiseño 2004-2006 de la CAPV**

Este programa se publicó en mayo de 2004 en el marco de las diferentes políticas vascas y europeas en materia ambiental, las ya mencionadas *Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020* (Gobierno Vasco, 2002), la *Política Integrada*

de *Producto de la UE* (CE, 2003b) y el *VI Programa Marco de Acción Comunitaria en materia de Medio Ambiente* (CE, 2001a). Su objetivo fundamental era facilitar que las empresas desarrollaran actuaciones en materia de innovación ambiental de producto poniendo a disposición de las mismas una serie de servicios estructurados en base a cuatro ejes de actuación: información, orientación, apoyo a la acción y reconocimiento de la labor desarrollada. Dichos servicios eran prestados o coordinados fundamentalmente por Ihobe que ya entonces contaba con importantes conocimientos en ecodiseño fruto de sus numerosas actuaciones en esa materia como la elaboración de un manual de ecodiseño, la implementación del aula de ecodiseño o las innumerables actividades de orientación, formación e información entre otras (Ihobe, 2014c).

Dos años después de su finalización estos son algunos de sus logros (Fernández, 2002):

- 8 empresas vascas certificadas en ecodiseño y 70 empresas utilizándolo.
- Más de 300 empresas activamente informadas
- Más de 50 alumnos formados a través del aula de ecodiseño
- Un millón de toneladas de CO<sub>2</sub> menos emitidas al año y un ahorro de materias primas de 55.000 ton /año.
- Fortalecimiento de la competitividad de las empresas participantes permitiendo la apertura de nuevos mercados y un mejor posicionamiento ante las nuevas exigencias normativas que en la materia se están produciendo.

#### **4.3.3.2. Programa de ecoeficiencia en la empresa vasca 2010-2014**

Este programa del Gobierno Vasco enmarcado en el *III Programa Marco Ambiental* fue definido bajo un esquema de corresponsabilidad entre la administración pública y las empresas. Gestionado por Ihobe, inició su andadura en octubre de 2010 con horizonte temporal en el 2014. El programa se dirigía a todas las organizaciones privadas y públicas de la CAPV con el objetivo de colaborar en la transformación del tejido productivo vasco haciéndolo más competitivo, ecoeficiente, innovador y

sostenible a través de la incorporación de las variables ambientales en procesos y productos. Para ello establecía objetivos concretos sobre indicadores del tipo: reducción de GEIs, valorización de residuos, ahorro de materias primas, nº de certificados de ecodiseño o nº de adhesiones a EMAS entre otros.

En el ámbito del programa casi 700 organizaciones llevaron más de 1.000 actuaciones de mejora de producto con enfoque de ciclo de vida durante el periodo 2001-2013 (Ihobe, 2014b), mientras que por su parte, ciento siete empresas afirmaron haber mejorado su competitividad gracias a la participación en el programa (Gobierno Vasco, 2011a).

#### **4.3.3.3. Programas de compra y contratación pública verde del Gobierno Vasco**

Como ya se ha dicho en capítulos anteriores, la compra pública verde es una de las herramientas con las que cuenta la PPI para llevar a cabo sus objetivos (CE, 2003b), la propia CE ofrece la siguiente definición para la misma:

(...) proceso por el cual las autoridades públicas tratan de adquirir productos, servicios y obras con un impacto ambiental reducido durante su ciclo de vida, en comparación con el de otros productos, servicios y obras con la misma función primaria que se adquirirían en su lugar (CE, 2008).

El Gobierno Vasco ha implementado dos programas hasta la fecha, en el año 2011 se aprobó el primero de ellos y a finales de 2006 el segundo, que alcanzará hasta el 2020. El objetivo del primer programa era lograr que en 2012 el 75% de la compra pública del Gobierno Vasco y sus entidades asociadas incorporasen criterios de compra verde, porcentaje que debía alcanzar el 100% en 2014 (Ihobe, 2011a). Por su parte el objetivo general del segundo programa, actualmente en vigor, es institucionalizar la compra y contratación pública verde en todas las administraciones, es decir el programa se abre a toda la administración pública, gobierno vasco, diputaciones, ayuntamientos, etc. Se pretende alcanzar un grado en la consideración de criterios ambientales en la compra

y contratación pública del 50% para el año 2020 en línea con los objetivos de la UE (Ihobe, 2016a).

#### **4.3.3.4. Listado vasco de tecnologías limpias**

En el marco de la *Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020* (Gobierno Vasco, 2002) se aprobó en marzo de 2006 el Decreto 64/2006, de 14 de marzo, por el que se establece la regulación del *Listado vasco de tecnologías limpias*. Se trata de una medida encuadrada dentro de las ayudas fiscales destinadas a favorecer el desarrollo sostenible por la que las empresas vascas que adquieran cualquiera de las tecnologías ambientales incluidas en este listado pueden optar a determinadas ventajas fiscales. El decreto no concreta el tipo de incentivo fiscal, eso queda en manos de otra serie de normas tributarias, pero lo que si deja patente es que aquellas tecnologías inscritas en el registro son susceptibles de dichos incentivos. En la actualidad este incentivo se traduce en una reducción del 30% en el Impuesto de Sociedades de la inversión realizada en equipos que aparezcan en el listado (Ihobe, 2016e). Para tener derecho a las deducciones, la inversión tiene que efectuarse en equipos completos y la finalidad de su compra tiene que estar directamente relacionada con la reducción y/o corrección del impacto que la empresa esté generando.

Los equipos son seleccionados para el listado por su mejor rendimiento ambiental y su baja implantación en la CAPV. El listado es renovado periódicamente para incluir nuevas tecnología y las propias empresas proveedoras de las mismas pueden proponer a Ihobe la inclusión de sus equipos en el listado. De manera general su selección la realizan mediante prospección activa, miembros de las áreas de industria y medio ambiente del gobierno vasco y una vez seleccionadas son evaluadas por un comité técnico integrado por representantes de la Vice consejería de Medio Ambiente, Ihobe, SPRI, Ente Vasco de la Energía (EVE) y del Órgano de Coordinación Tributaria (Decreto 64/2006).



Estas tecnologías presentan, al menos en teoría, las siguientes ventajas económicas y ambientales (Ihobe, 2016e):

- Contribuyen a mejorar los resultados energéticos y ambientales.
- Incrementan la eficiencia de los procesos industriales, especialmente de las pymes.
- Posibilitan un uso y gestión inteligente de las materias primas.
- Impulsan la reutilización, el reciclaje y la valorización.
- Aunque tienen un cierto grado de implantación, no están totalmente consolidadas en el sector propuesto, valorándose positivamente que el número de instalaciones potenciales a las que se podría transferirse la tecnología sea elevado.
- Registran valores ambientales mejores que los establecidos por la legislación.
- Son principalmente de naturaleza preventiva frente a las de fin de proceso.
- Tienen un impacto ambiental global positivo y significativamente mejor que otras tecnologías disponibles, sobre el aire, el agua, los residuos, el suelo, la energía o el ruido.

En 2016 el listado incluía 92 tecnologías incorporadas a equipos en sectores industriales ambientalmente prioritarios: 12 relacionadas con el agua, 26 con las emisiones, 11 con los residuos, 32 con la energía, 1 con el ruido y 10 con los recursos (Orden de 13 de julio de 2016).

#### **4.3.3.5. Subvenciones a la inversión en protección del medio ambiente. Decreto 260/2010 de 19 de octubre**

Además de las líneas de financiación estatal y europeas existentes, el Gobierno Vasco reforzó su apuesta por el ecodiseño impulsando programas para financiar actuaciones en esa materia. Con este propósito se aprobó el Decreto 260/2010, de 19 de octubre, por el que se regula la concesión de subvenciones a empresas para la

realización de inversiones destinadas a la protección del medio ambiente, cuyas convocatorias se realizan a través de las correspondientes órdenes anuales. Este programa incluye a partir de la convocatoria de 2012 una línea de financiación específica para ecodiseño, ecoetiquetas, huella de carbono e incluso certificación forestal, hecho que posibilitó que la proporción de subvenciones dedicadas a este tipo de proyectos concretos pasara del 4% del total en 2010 hasta casi un 12% en 2012 (Ihobe, 2014c).

#### **4.4. ALGUNOS DATOS CUANTITATIVOS SOBRE GESTIÓN AMBIENTAL Y EL USO DEL ACV EN LA CAPV**

Son varios los trabajos que sitúan a la CAPV en los primeros lugares entre las autonomías de España en cuanto al número de certificados ISO 14001 (Heras et al., 2008; Ihobe, 2007; Arana and Heras, 2011).

- Aunque se trata de un registro voluntario y es posible que no contenga el 100% de los certificados emitidos, el registro de certificados ambientales de Ihobe presentaba a noviembre de 2016 un total de 1.278 certificados según la norma ISO 14001, 86 empresas registradas en EMAS, 115 certificados Ekoscan y 100 certificados de Ecodiseño según las normas UNE 15031 e ISO 14006.
- Un estudio llevado a cabo por Ihobe sobre la situación de la ecoinnovación en la CAPV publicado en 2016, tasa en 555 las certificaciones ISO 14001 por cada millón de habitantes, una de las cifras más altas de la UE (Ihobe, 2016c). Este mismo estudio afirma que entre las empresas industriales un 20% de ellas cuenta con al menos una de las certificaciones medioambientales EMAS, ISO 14001 o Ekoscan, y que entre el colectivo de empresas que realizan I+D+i, casi la mitad, el 47%, dispone de la certificación ISO 14001.
- De acuerdo con el Gobierno Vasco, en febrero de 2016 un total 82 firmas vascas disponían de la acreditación EMAS ocupando el quinto puesto en Europa por delante de países como Francia o Reino Unido (Gobierno Vasco, 2016a).

- Ihobe, en su ya mencionado trabajo titulado *Ecodesign made in Euskadi. 15 años de innovación ambiental de producto* (Ihobe, 2014c), recoge las experiencias en el campo del ecodiseño de 156 empresas de la CAPV durante el periodo 2000-2015. Según este trabajo, en 2013 más de un centenar de empresas poseía el certificado de Ecodiseño ISO 14006 en la CAPV, un 47% de todas las empresas certificadas en España, lo que situaba a la CAPV como una región referente en esta materia en el Sur de Europa. Concluye así mismo que los sectores más activos en ecodiseño son, de más a menos: el sector eléctrico y electrónico, el mobiliario y equipamiento urbano, los, materiales de construcción, la maquinaria y bienes de equipo y el transporte. Finalmente señala también que la CAPV contaba en 2013 con el 6% de todas las DAPS de Europa y el 65% de las españolas.
- El nivel global de compra y contratación verde del Gobierno Vasco se situó en torno al 30% a la finalización del *Primer Programa de Compra Pública Verde 2011-2015* (Ihobe, 2016a).
- El programa *Ecoeficiencia en la Empresa Vasca* lanzado por el Gobierno Vasco contó en el periodo 2001-2013 con 673 organizaciones, además de 35 entidades colaboradoras, que llevaron a cabo 1.191 actuaciones de mejora de la producción y de la gestación o fin de vida del producto. Entre sus logros merecen especial atención: el incremento del 7% en la valorización de residuos, la reducción de un 1,2 % en las emisiones de GEIs industriales, el ahorro de 106.662 Ton/año de materias primas y la divulgación de 391 casos de buenas prácticas ambientales (Ihobe, 2014b).
- El trabajo titulado *Impacto económico de la ecoinnovación en Euskadi. Una aproximación cuantitativa* (Ansuategi et al., 2014) que analizaba el efecto tractor a corto plazo de la ecoinnovación sobre la actividad económica y el empleo en la CAPV, establecía para el año 2011 el gasto en ecoinnovación en un 28% del gasto total en innovación. El estudio indicaba también que las tres cuartas partes de dicho gasto lo realizaban entre las empresas dedicadas a la I+D+i y las pertenecientes al sector de la maquinaria y los bienes de equipo.

- Según el *V Informe de sostenibilidad local del País Vasco 2012-2014* (Ihobe, 2016d), 198 municipios vascos, el 79% del total, contaban en 2012 con Agenda Local 21 aprobada por el pleno de sus ayuntamientos. Esta cifra situaba a la CAPV en primer lugar entre las comunidades autónomas españolas seguida por Baleares con un 76% y Navarra con un 63%.
- Ihobe establecía para 2011 el número de empleos verdes<sup>20</sup> en Euskadi en 24.202, con la distribución sectorial que se muestra en la Tabla 4.13, y preveía para el año 2020 la creación de 12.000 nuevos empleos en el sector (Ihobe, 2011d). La UE prevé por su parte para el año 2020 la creación de 2,8 millones de nuevos empleos en este sector, siempre que se cumpla su objetivo de generar el 20% de la energía por medios renovables para esa misma fecha (Ragwitz et al., 2009).

**Tabla 4.13. Distribución sectorial de los empleos verdes**

Sectores de actividad	Empleos	%
Tratamiento y depuración de aguas residuales	3.045	12,6
Gestión y tratamiento de residuos	5.763	23,8
Energías renovables	6.158	25,4
Gestión de zonas forestales	2.747	11,4
Servicios ambientales a empresas	1.485	6,1
Educación ambiental	394	1,6
Agricultura y ganadería ecológica	489	2,0
Gestión de espacios naturales	185	0,8
Empleo en la industria y los servicios	1.210	5,0
Sector público	1.028	4,2
I+D+i ambiental	1.698	7,0
<b>Total</b>	<b>24.202</b>	<b>100</b>

Fuente: (Ihobe, 2011d)

- Finalmente, en cuanto a la percepción sobre la problemática ambiental, el *Perfil Ambiental de Euskadi 2013* (Ihobe, 2014a) refleja que la preocupación de los vascos

<sup>20</sup> El concepto de empleos verdes utilizado por Ihobe en este trabajo hace referencia onjunto de actividades generadoras de bienes y servicios para prevenir, medir, controlar, limitar, minimizar y corregir el daño ambiental y el agotamiento de los recursos, al tiempo que fomentan los productos ecológicos y las actitudes saludables y que incluyen: Aquellas que tienen por cometido corregir, minimizar o regenerar los efectos adversos de las actividades humanas en el medio ambiente, las que producen bienes y servicios de forma ambientalmente respetuosa, como la agricultura ecológica, el ecoturismo o las energías renovables y las orientadas a la conservación/regeneración de ecosistemas, los servicios con finalidad preventiva y de control, ecodiseño, educación y sensibilización ambiental, o los prestados por los departamentos de la administración con responsabilidades ambientales y las realizadas por empresas de sectores tradicionales para la modernización ambiental de sus productos y procesos, así como las actividades de investigación y desarrollo tecnológico orientadas a la ecoeficiencia (Ihobe, 2011d).

es similar a la de los ciudadanos de la UE en su conjunto. El 62% de ciudadanos de la CAPV y el 59% de los de la UE considera la protección del medioambiente muy importante mientras que otro 37%, tanto en la CAPV como en la UE, lo considera bastante importante. Sin embargo, el porcentaje de personas a favor de potenciar las políticas públicas para la protección del medioambiente es significativamente menor en la CAPV que en el conjunto de la UE, 57% y 89% respectivamente (Ihobe, 2014a).





---

## **5. PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL ESTUDIO EMPÍRICO**

---





## 5.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES

A la hora de conocer la realidad nadie pone en duda que el investigador no puede actuar de una manera espontánea o errática, muy al contrario, el investigador precisa de un método que estructure dicho proceso y facilite la obtención de resultados aceptables por el resto de la comunidad científica. En este sentido, el método de investigación más globalmente aceptado es sin duda el método científico, dado que entre otras virtudes es susceptible de utilización en todos los campos de la realidad (Sierra, 2001).

Aunque aparece ya en el siglo primero a.c. en la obra de Aristóteles *Organon*, el método científico prácticamente tal y como se conoce en la actualidad fue presentada por Francis Bacon (1561-1626) en su obra *Novum Organum* (1620). Se trata de una forma estructurada y sistemática de abordar la investigación en el ámbito de las ciencias, dicho de otro modo, es el conjunto de normas que deben seguirse para producir conocimiento con rigor y validez científica. Su objetivo es por tanto resolver las preguntas formuladas y comprobar la veracidad o falsedad de una tesis pudiendo además dar lugar a leyes y teorías. Para que sea considerado como tal, el método científico debe poseer dos características: ser reproducible por cualquier persona en cualquier lugar y ser refutable, pues todo postulado científico debe ser susceptible de ser objetado. De cara a garantizar la validez de los resultados según el método científico debe seguir rigurosamente los siguientes pasos:

- Observación: Comprende la investigación, recolección, análisis y organización de los datos relacionados con el tema a estudiar.
- Proposición: Planteamiento de la duda que se propone resolver.
- Hipótesis: Postulado de la posible solución al problema. Suposición que marca el plan de trabajo y de la que se intentará demostrar su veracidad o falsedad.
- Verificación y experimentación: En este paso se intenta probar la hipótesis planteada a través de experimentos sujetos al rigor científico.

- Demostración: Basándose en los datos obtenidos se decide si se ha logrado o no demostrar la hipótesis.
- Conclusiones: Exposición de los resultados de la investigación y sus causas y reflexión sobre el conocimiento científico generado.

Sin embargo, al aplicar el método científico a las ciencias sociales, como es el caso de este trabajo, se deben considerar algunas singularidades propias debidas precisamente a lo particular del ámbito donde se realiza el estudio que no es otro que la sociedad. Los elementos inmateriales presentes en la sociedad como las creencias, valores etc., cuya influencia es difícilmente medible, imposibilitan en cierto modo la aplicación rigurosa del método científico en el campo de las ciencias sociales así como la obtención de resultados con la misma exactitud y consistencia de las que se alcanzan en las ciencias naturales (Sierra, 2001).

Habitualmente se suelen agrupar las técnicas de investigación social en técnicas cuantitativas y técnicas cualitativas; las primeras, basadas principalmente en la inducción, buscan conocer las características de una población mediante la observación de numerosos individuos del mismo mientras que las técnicas cualitativas tratan de comprender en profundidad un determinado fenómeno (Sierra, 2001). Se describen a continuación de manera muy breve estos dos grupos de técnicas de investigación:

- Técnicas cualitativas: Tratan de cuantificar, medir y graduar los fenómenos y su intensidad. Recogen la información mediante cuestiones cerradas que se plantean al sujeto de forma idéntica y homogénea lo que permite su cuantificación y tratamiento estadístico. Buscan la generalización de resultados a todo un universo a partir de una muestra pequeña de este y con unos márgenes de confianza y error previamente establecidos. El uso del cuestionario es sin duda la técnica cuantitativa más utilizada aunque no la única.
- Técnicas cualitativas: Tratan de encontrar la riqueza de significados, sin cuantificarlos y sin ánimo de generalizar. Se acercan al objeto de estudio sin

delimitar un marco expreso y preciso, tratando de encontrar el sentido de los hechos sociales sus significados y matices para los sujetos que intervienen en ellos. La técnica más común, aunque no la única, es la entrevista.

Aunque cada una responde a unos objetivos diferentes no son técnicas contrapuestas, al contrario son más bien técnicas complementarias y de hecho cada vez es más común el uso de ambas en un mismo proyecto de investigación.

## **5.2. DISEÑO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El objetivo principal de esta Tesis, tal y como se ha establecido en el primer capítulo, es obtener información de relevancia respecto al uso del ACV en las empresas de la CAPV (en el apartado 5.4. se especifican las características concretas de la población en estudio), se trata por tanto de estudiar un fenómeno concreto en una población determinada de antemano.

Se ha utilizado para ello un enfoque cuantitativo basado en el uso de fuentes de información que permiten la obtención de resultados cuantificados o numéricos. Se ha hecho uso del muestreo estadístico, y la búsqueda de información se ha realizado de manera estructurada entre la población a analizar de manera que los resultados muestrales puedan ser extrapolables al colectivo en su conjunto (Santesmases et al., 2009). El enfoque cuantitativo de la investigación y el objetivo perseguido confieren a la investigación una naturaleza fundamentalmente descriptiva (Forza, 2002; Sekaran, 2003), sin embargo posee también un matiz explicativo o confirmatorio dado que se parte de un conjunto de hipótesis previas que se desean contrastar (Babbie, 2004; Robson, 2002b).

En cuanto al diseño de la investigación se ha optado por un diseño con doble perspectiva, por una parte transversal descriptiva y relacional no causal por otra (Hernández Sampieri et al., 2006). El diseño transversal, en oposición al longitudinal, nos ofrece una foto fija en el tiempo de la situación del fenómeno en estudio, (La

recogida de encuestas se ha realizado entre noviembre de 2014 y julio de 2015). El carácter correlacional no causal por su parte nos indica que aunque efectivamente sí se analizará la posible existencia de relaciones entre las diferentes variables en estudio, este análisis se realizará sin la perspectiva causa-efecto. Se ha decidido utilizar por tanto la Encuesta de Opinión como instrumento para la investigación dado que permite aunar ambos propósitos en un único diseño de investigación (Hernández Sampieri et al., 2006).

### **5.3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

El proceso de investigación ha seguido en líneas generales las etapas clásicas señaladas por la mayoría de los autores para cualquier trabajo de investigación (Hernandez Sampieri et al., 2006) y que se enumeran a continuación:

- Establecimiento de los criterios de selección de la población objeto de estudio y su obtención por aplicación de los mismos.
- Elaboración de un primer cuestionario a modo de borrador que permita el logro de los objetivos planteados.
- Validación del primer borrador de cuestionario para contrastar su fiabilidad e idoneidad.
- Modificación de aquellos aspectos erróneos o mejorables detectados en la fase de validación dando lugar al cuestionario definitivo.
- Envío del cuestionario definitivo vía correo electrónico a todas las empresas del colectivo.
- Recogida y depuración de cuestionarios. Se han considerado válidos únicamente aquellos cuestionarios con el 100% de las preguntas completadas.
- Tratamiento estadístico de los datos con el software SPSS.
- Exposición de los resultados, siguiendo la estructura y los objetivos del trabajo, mediante tablas y gráficos para facilitar su comprensión.
- Comprobación de las hipótesis planteadas y redacción de las conclusiones finales.

- Propuesta de futuras líneas de investigación que permitan completar aquellos aspectos no resueltos en su totalidad y/o avanzar en este campo de investigación.

#### **5.4. LA POBLACIÓN Y LAS FUENTES DE DATOS**

Una vez tomada la decisión de utilizar la encuesta como método de investigación la siguiente tarea consiste en establecer las características de la población o colectivo objeto de estudio. La solución ideal pasaría por encuestar a aquellas empresas que efectivamente hacen uso de la metodología del ACV, sin embargo esto no es posible puesto que no existe ningún listado de empresas usuarias del ACV. Como ya se ha dicho esta tesis tiene un marcado carácter exploratorio dado que son muy pocos los trabajos empíricos desarrollados hasta la fecha a nivel internacional y menos aun a nivel nacional. La mayoría de información existente aborda desarrollos metodológicos o directamente resultados de estudios de ACV realizados (Basañez et al., 2014).

Para la elección por tanto del colectivo a estudiar se han tenido en cuenta aspectos de diferente naturaleza:

- El primero aspecto y más obvio de todos es que el estudio de dicha población debe permitir alcanzar los objetivos establecidos. Dado que el objetivo hace referencia a las empresas de la CAPV, es obvio que el colectivo debe estar compuesto por empresas vascas. (En el apartado 1.1. ya se han presentado las razones de esta decisión).
- Las conclusiones alcanzadas por estudios similares (ver apartado 1.3) proporcionan información sobre algunas de las características de las empresas usuarias del ACV en otros ámbitos geográficos. Esta información ha resultado útil para fijar los criterios que debieran cumplir las empresas para formar parte del colectivo objeto de estudio en la presente Tesis:
  - Deben ser empresas con más de 10 trabajadores. Trabajos como (Baumann, 1996; Green Research, 2011; Huang and Hunkeler, 1995; Lewandowska et al., 2013a). concluyen que el tamaño de las empresas, medido en número de

trabajadores, es una de los factores que influyen en el uso del ACV siendo por lo general las empresas con elevado número de empleados las más proclives a su utilización.

- Las empresas escogidas deben pertenecer a los siguientes sectores: Industrial, construcción y sector primario. Si bien la idea inicial al comenzar la investigación era centrarse en las empresas de carácter industrial, las más activas en ACV (Bauman, 1996; Grotz and Scholl, 1996; Green Research, 2011), sin embargo (Basañez et al., 2014), afirman que las empresas de construcción, las explotaciones de minas y canteras (por su relación con los materiales de construcción), e incluso los sectores tradicionales de agricultura y pesca ligados a su vez a la transformación de productos de alimentación, son activas en el uso del ACV en España por lo que se ha decidido incluirlas en el estudio.
- (Bauman, 1996) afirma también que las empresas activas en ACV muestran organizaciones más desarrolladas en cuanto a su gestión ambiental, por lo que las empresas seleccionadas deben contar al menos con alguno de las siguientes certificaciones:
  - SGMA certificado bajo la norma ISO 14001
  - Certificado en Ecodiseño según normas ISO 14006 o UNE 150.301.
  - Certificado de verificación e inscripción en el registro EMAS
  - Certificado Ekoscan emitido por lhobe.
- Por último, razones de tipo práctico como son el acceso a las fuentes de información y a los propios miembros del colectivo. Se han escogido aquellas empresas que figuran el Registro de Empresas con Certificación Ambiental de lhobe de carácter público y gratuito. Aunque este registro es voluntario y probablemente no contenga la totalidad de las empresas con certificación ambiental de la CAPV, también es cierto, atendiendo al número empresas que contiene, que sí figura una proporción muy importante de ellas y prácticamente la totalidad de empresas importantes desde el punto de vista de su facturación y número de empleados. Hay

que considerar que Ihobe es el principal agente público en materia medioambiental y que depende directamente del Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco.

Una vez establecidos los criterios se describe a continuación el colectivo resultante de la aplicación de los mismos. El registro de Ihobe de empresas con al menos una de las certificaciones ambientales mencionadas contiene algo más de 1.400 empresas y organizaciones. Una vez realizado el filtrado con los criterios descritos, el número de empresas definitivo del colectivo a estudiar es de 661.

Uno de los objetivos más importantes que persigue este trabajo es sin duda conocer aquellos sectores que más activamente vienen trabajando con la metodología del ACV por lo que resulta interesante conocer primeramente la distribución sectorial del colectivo de estudio, aspecto que se muestra en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1. Distribución sectorial de las empresas del colectivo**

Sector de actividad	Nº de empresas	%
Aeronáutica	6	0,91
Alimentación agricultura y pesca	20	3,03
Automoción	37	5,60
Construcción y Materiales de Construcción	123	18,61
Electrónica y telecomunicaciones	22	3,33
Energía	10	1,51
Equipamiento eléctrico	34	5,14
Gestores de residuos y reciclaje	43	6,51
Máquina herramienta	15	2,27
Maquinaria	43	6,51
Minería	13	1,97
Mobiliario	15	2,27
Naval	11	1,66
Papel	12	1,82
Sectores Químico, petroquímico, plástico, caucho y farmacéutico	72	10,89
Siderurgia y Transformación metálica	89	13,46
Tratamientos térmicos y recubrimientos superficiales	14	2,12
Otros	82	12,41
<b>Total</b>	<b>661</b>	<b>100</b>

Fuente: Registro de empresas certificadas de Ihobe

Los sectores de la construcción y del metal son los sectores con un peso específico mayor dentro del colectivo, seguidos por el sector químico, los gestores de residuos, la maquinaria, el equipamiento eléctrico o la automoción. El resto de áreas de actividad tienen un peso específico menor.

En el apartado de *Otros* se han agrupado empresas de diversos subsectores con baja representación como el vidrio, los electrodomésticos o los embalajes entre otros.

Aunque entre los objetivos del estudio no se encuentre el analizar las diferencias que en el uso del ACV pudieran existir entre las empresas de las diferentes provincias, la Tabla 5.2 muestra la distribución por provincias del número de empresas del colectivo. En dicha tabla se observa como casi un 50% de las mismas son vizcaínas, poco más del 30% guipuzcoanas y el resto, casi un 20%, alavesas.

**Tabla 5.2. Distribución por provincias de las empresas del colectivo.**

Certificado	Nº de empresas	%
Vizcaya	328	49,62
Guipúzcoa	204	30,86
Alaba	129	19,52
<b>Total</b>	<b>661</b>	<b>100</b>

Fuente: Registro de empresas certificadas de Ihobe

En cuanto al tipo de certificado ambiental considerado, la tabla 5.3 detalla el número de empresas que posee cada uno de los certificados. La mayoría de las empresas, el 94,10%, está en posesión del Certificado ISO 14001 mientras que el resto de certificados presenta tasas prácticamente marginales, 5,30% para Ekoskan, 3,93% para EMAS y 2,42% en Ecodiseño.

**Tabla 5.3. Certificados que poseen las empresas del colectivo.**

Certificado	Nº de empresas	%
ISO 14001	622	94,10
EKOSKAN	35	5,30
EMAS	26	3,93
ISO 14006 (y UNE 15031)	16	2,42

Fuente: Registro de empresas certificadas de Ihobe



Por su parte, las 661 empresas que forman el colectivo poseen un total de 699 certificados, lo que indica que algunas empresas poseen más de un certificado. Sin embargo, la mayoría, el 88,65%, cuenta únicamente con el certificado ISO 14001. Se presenta a continuación la distribución en cuanto al número de certificados:

- 624 empresas, el 94,4% del total, han obtenido un único certificado:
  - 586 empresas cuentan únicamente con ISO 14001, el 88,65% del colectivo.
  - 32 de ellas se han certificado vía Ekoscan exclusivamente.
  - 4 empresas han obtenido únicamente la certificación según Emas.
  - 2 empresas cuentan exclusivamente con el Certificado en Ecodiseño.
- 36 empresas están en posesión de 2 certificados:
  - 21 empresas han obtenido los certificados ISO 14001 y EMAS.
  - 12 empresas cuentan con certificados en Ecodiseño e ISO 14001.
  - Únicamente 2 de ellas poseen certificados ISO 14001 y Ekoscan.
  - Finalmente aparece una única empresa certificada en Ecodiseño y Ekoscan.
- Existe una única empresa que cuenta con 3 de los 4 certificados considerados, concretamente está certificada según los esquemas ISO 14001, EMAS y Ecodiseño.

Tal y como ya se ha justificado, las empresas del colectivo en estudio, en adelante también denominado *Colectivo Principal*, además de cumplir otros criterios, deben poseer algún tipo de certificación ambiental. Sin embargo con la intención de contrastar si esa decisión es o no acertada se realizó de manera paralela una encuesta telefónica a empresas pertenecientes al colectivo formado por empresas con características idénticas a las del colectivo principal pero que no están en posesión de certificación ambiental alguna, en adelante *Colectivo Auxiliar*. Estas empresas se escogieron de entre las empresas del Catálogo Industrial y de Exportadores del País Vasco CIVEX, que cumplían los criterios mencionados. Dado que esta muestra auxiliar ha sido utilizada únicamente con el propósito de reforzar la decisión inicial, no se ha considerado necesario hacer un análisis más detallado de este segundo colectivo y únicamente decir que lo forman algo más de 3.300 empresas.

## **5.5. EL CUESTIONARIO**

### **5.5.1. El cuestionario como herramienta de investigación**

Como ya se ha dicho la observación por encuesta es la técnica más utilizada en aquellos estudios de carácter cuantitativo por las ventajas que ofrece y es por ello que ha sido la técnica empleada también en esta Tesis. El cuestionario es la herramienta básica para la observación por encuesta ya que permite obtener de un modo organizado y sistemático información relativa a las variables que intervienen en el fenómeno y colectivo investigados (Díaz de Rada, 2001; Sierra, 2001). A continuación se describen muy brevemente algunas de sus principales ventajas: (Grande y Abascal, 2000):

- Estandarización: todos los elementos de la muestra reciben el mismo cuestionario de modo que la información obtenida es homogénea, lo cual es a su vez una ventaja indudable.
- Facilidad para su administración: la persona encuestada únicamente debe leer y comprender las preguntas del mismo y contestarlas a continuación.
- Facilidad en el tratamiento de los datos: Las respuestas son perfectamente identificables mediante la utilización de números y códigos. Esto posibilita gestionar de una manera cuantitativa información originariamente de carácter cualitativo permitiendo a su vez el tratamiento estadístico de la misma.
- Posibilidad de análisis parciales: las respuestas están inequívocamente asociadas al elemento de la muestra del que provienen lo que permite establecer filtros o restricciones y hacer análisis de segmentos concretos de la población y determinar sus características propias.

En cuanto al diseño del cuestionario y más concretamente a la redacción de las preguntas del mismo, el estadístico y economista inglés Sir Arthur L. Bowley enumeró en la primera mitad del siglo pasado las siguientes reglas (1936):

- Las preguntas han de ser relativamente pocas.

- Han de estar hechas de tal forma que requieran siempre una respuesta numérica o simplemente una afirmación o negación, o bien la elección de una categoría propuesta.
- Han de ser sencillas y redactadas de tal forma que puedan comprenderse con facilidad por las personas.
- Han de estar hechas de forma que no levanten prejuicios
- No deben ser indiscretas sin necesidad.
- Las preguntas que se hagan han de ser corroborativas.
- Habrán de estar hechas en forma que contesten directa o inequívocamente al punto de información deseado.

Como complemento a estas reglas básicas deberían considerarse también los siguientes aspectos (Sierra, 2001):

- No hacer directamente preguntas que obliguen a cálculos o esfuerzos de memoria del encuestado, es decir, se debe presentar de modo que se facilite la memorización.
- Redactar las preguntas en forma personal y directa.
- No realizar preguntas embarazosas y si hay necesidad de hacerlas presentarlas de forma que no hieran su sensibilidad.
- Formularlas en forma neutral, ni afirmativas ni negativas.
- No utilizar sin precisión palabras abstractas (clase, tipo, especie....) ni tampoco de tipo valorativo (mucho, malo...), pues se pueden entender de diferente modo.
- Formularlas del modo más concreto y preciso posible.
- Evitar la pregunta ¿por qué?
- Si son abiertas procurar que no presenten una opción alternativa, ni comprendan dos preguntas y que ni siquiera contengan aclaraciones de su sentido, porque en estos casos se puede dar lugar a confusión en el encuestado y se oscurece el sentido de las respuestas.
- Es importante que sean cortas para evitar que sean ambiguas y oscuras.
- Tener en cuenta la situación social en que se halla el encuestado.

- Elegir cuidadosamente las palabras que se empleen en las preguntas.

Finalmente y sin ánimo de hacer una relación exhaustiva de las diferentes clasificaciones de preguntas existentes, se presentan a continuación cuatro clasificaciones que atienden a su vez otros tantos criterios (Visauta, 1989; Duverger 1981).

- Atendiendo al el tipo de contestación que permiten:
  - Preguntas cerradas: dan dos opciones nada más, la afirmativa y la negativa. En su caso también se permite el no sé y sin opinión. Apropriadas cuando se trata de preguntas muy precisas sobre cuestiones de hecho, o cuando sólo interese a los fines de la investigación conocer el sí o el no, sin más especificación.
  - Preguntas abiertas: constan exclusivamente de la pregunta y se da libertad de respuesta. Fundamentales para conocer el marco de referencia del encuestado y poder redactar después las alternativas a ofrecer en las preguntas categorizadas. Por ello se emplean en estudios exploratorios y/o pre encuestas.
  - Preguntas categorizadas: en este tipo de preguntas el encuestado debe elegir entre una serie de opciones basadas en investigaciones previas. En general son las más recomendables, siempre que se permita una opción genérica del tipo *otros* de modo que el encuestado siempre tenga posibilidad de elección. Suministran más información que las cerradas y evitan el esfuerzo de categorización posterior de las preguntas abiertas.
- Según la naturaleza del contenido existen preguntas de identificación, de hecho, de acción, de información, de intención, de aspiraciones, de opinión, de expectativas ante el futuro, y de motivaciones y creencias y actitudes.
- Según su función:
  - Sustantivas: son aquellas preguntas referentes a la cuestión investigada.
  - Preguntas filtro: se realizan para eliminar previamente a aquellos individuos del colectivo a los que no les afecta la siguiente pregunta.

- Preguntas de control: tienen por finalidad asegurar la veracidad y fiabilidad de las respuestas. Similares a estas son las preguntas de consistencia, preguntas íntimamente relacionadas pero espaciadas en el cuestionario con la intención de ver si las respuestas son congruentes.
  - Preguntas de introducción o rompehielos: se usan al comienzo del cuestionario (o al cambiar de tema) para provocar el interés del encuestado y ganarse su confianza.
  - Preguntas muelle, colchón o amortiguadoras: aquellas preguntas sobre temas delicados formuladas de manera que se reduzca su brusquedad.
  - Preguntas batería: conjunto de preguntas sobre la misma cuestión, aunque enfocando diversos aspectos, y que se complementan y completan unas a otras.
- Según su finalidad:
    - Preguntas directas: preguntas que no buscan descubrir otra cosa que lo expresan.
    - Preguntas indirectas: aquellas cuya finalidad es averiguar algo diferente de lo que parecen expresar.

### **5.5.2. El cuestionario utilizado**

En cuanto a su estructura y de acuerdo con los objetivos de la investigación se ha diseñado un cuestionario (ver Anexo B) con 49 preguntas, en su mayoría categorizadas, que se puede agrupar, en función de la información que aportan y el objetivo al que sirven, de la siguiente manera:

- Persona que completa el cuestionario. Área de trabajo del encuestado y su relación con la gestión ambiental. (2 preguntas)
- Conocimiento y uso del ACV y características generales de la empresa. Este bloque permitirá conocer primeramente qué empresas conocen la metodología y de ellas

cuales la utilizan efectivamente. Las preguntas sobre su tamaño, sector, tipo de negocio, facturación, tipo de gestión ambiental, o nivel de exportación ente otros, por su parte ayudarán a caracterizar las empresas usuarias del ACV que es uno de los objetivos principales de la investigación. (14 preguntas)

- Motivos y objetivos. Otro de los objetivos del trabajo es conocer las razones que impulsan a las empresas a desarrollar este tipo de estudios. (6 preguntas)
- Proceso de aplicación de la metodología. Aspectos técnicos propios del tipo de estudio realizado y del proceso seguido. Es el bloque más técnico de todos que permitirá el contraste de las hipótesis planteadas sobre la metodología en sí misma. (16 preguntas)
- Resultados obtenidos y ventajas aportadas. Sin duda uno de los bloques más interesantes de cara a los objetivos del trabajo. Las bondades de la metodología a nivel teórico son bien conocidas entre los profesionales del medio ambiente sin embargo estas respuestas permitirán conocer los beneficios reales obtenidos de su aplicación por las empresas. (5 preguntas)
- Opinión sobre el apoyo institucional, el nivel de conocimiento general de la metodología entre las empresas y sobre el futuro de la misma. (5 preguntas)

El cuestionario se ha diseñado teniendo en cuenta que existen 3 tipos de empresas:

- Aquellas empresas que afirman ni tan siquiera conocer la metodología: deben completar únicamente los dos primeros grupos de preguntas.
- Las empresas que dicen conocer la metodología pero admiten no haberla utilizado: deben, además de completar los dos primeros bloques, contestar cinco preguntas más sobre la opinión que les merece la metodología, la intención o no de su empresa de utilizarla en el futuro y en caso afirmativo, el o los motivos para ello.
- Empresas que utilizan o han utilizado alguna vez la metodología del ACV. Estas empresas deben completar el cuestionario en su totalidad.

En cuanto a la encuesta telefónica realizada a las empresas del colectivo auxiliar, esta constaba únicamente de la siguiente pregunta:

En relación al ACV cuál es la situación que mejor refleja su situación:

- a) *No conozco la metodología del ACV*
- b) *Conozco el ACV pero no es ni ha sido utilizado en mi empresa*
- c) *El ACV es o ha sido utilizado en mi empresa.*

### **5.5.3. Validación del cuestionario**

Para contrastar la idoneidad del cuestionario, se envió un cuestionario borrador a tres profesionales de diferente perfil y ámbito laboral para recabar sus opiniones respecto del mismo (claridad, duración, etc.), y solicitarles posibles propuestas o sugerencias de mejora. Las personas que colaboraron de manera desinteresada con este propósito fueron: Juan Antonio Goñi, socio fundador de la empresa ECOTHINK empresa colaboradora del Aula de Ecodiseño de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de Bilbao, Iñaki Basañez, investigador del Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario Neiker e Iñigo Sangroniz, gerente de la empresa Electrobelma proveedora de equipos y servicios en el sector eléctrico. Tras recoger sus propuestas se realizaron las modificaciones pertinentes logrando así el cuestionario que finalmente sería enviado a las empresas del colectivo a estudiar.

### **5.5.4. Envío y recolección de los cuestionarios**

Los cuestionarios fueron enviados vía correo electrónico entre los meses de noviembre de 2014 y julio de 2015 junto con una carta (ver Anexo A), que además de cumplir la función de presentación, ayudaba a los encuestados a contextualizar la tesis y la propia encuesta.

Dado que la intención era enviar directamente los mensajes a los responsables del área de medio ambiente de las empresas, fue necesario contactar previamente por vía telefónica con muchas de las empresas para conseguir dicho contacto. En muchos de los casos sin embargo no se consiguió el objetivo y se nos indicó una dirección de correo de tipo corporativo, por lo que tanto en el texto del propio mensaje de correo

como en la carta adjunta se explicitaba que el cuestionario fuera rellenado a ser posible por el responsable del área de medioambiente o similar.

En la carta de presentación ya mencionada se facilitaban los datos de contacto del investigador por si el encuestado necesitara algún tipo de aclaración o quisiera hacer alguna sugerencia, y se solicitaba así mismo que una vez completado el cuestionario se enviara el mismo por correo electrónico a la dirección señalada.

## **5.6. LA MUESTRA**

Una vez definida la unidad de análisis y las características de la población en estudio se describen a continuación las características principales de la muestra, entendida esta como un subconjunto de elementos pertenecientes al colectivo.

A la hora de la seleccionar la muestra, de cara a la garantizar una mínima fiabilidad en los resultados, el tamaño de la misma y el proceso de selección de los individuos (en este caso las empresas) son sin duda los elementos clave. Dado que el estudio es novedosos en cuanto a su alcance geográfico (la CAPV) y que al definir el colectivo ya se ha realizado una primera selección cualitativa, (tamaño, sector y poseer certificación ambiental) todos los elementos del colectivo han sido considerados de igual modo, es decir, no se han realizado subdivisiones dentro del colectivo que exigirían la obtención de un número determinado de individuos en cada uno de ellos.

El error máximo admisible que condiciona a su vez el tamaño de muestra mínimo se estableció en un 10%. Sin embargo, una vez enviados los cuestionarios a los 661 miembros del colectivo, el número de cuestionarios válidos recogidos fue de 153 lo que junto al nivel de confianza del 95%, habitual para este tipo de estudios, y un nivel de heterogeneidad del 50%, el más conservador en cuanto al tamaño de la muestra, determinan un error en la presente investigación del 6,95%.



## **5.7. EL TRATAMIENTO DE DATOS.**

Del Colectivo Principal del estudio, se recogieron 164 cuestionarios, y del Colectivo Auxiliar 40 respuestas telefónicas. De entre los cuestionarios recibidos se descartaron 13 de ellos por estar incompletos. Finalmente, la información de los cuestionarios válidos se recogió en una base de datos para su posterior tratamiento mediante el software estadístico SPSS.

Finalmente para la obtención de resultados y la comprobación de las hipótesis planteadas se utilizaron las siguientes técnicas estadísticas:

- Análisis univariable o de distribución de frecuencias con el objetivo de identificar las características de las empresas usuarias del ACV así como las del proceso.
- Análisis bivariable o de contingencia para identificar aquellas relaciones lineales que pudieran existir entre las diferentes variables, o en su caso confirmar su inexistencia (Prueba de independencia de Pearson).





---

## 6. RESULTADOS

---



En este capítulo se presentan los resultados del estudio empírico que una vez analizados permitan extraer las debidas conclusiones y alcanzar los objetivos de la Tesis.

Se trata en definitiva de analizar el uso que las empresas vascas hacen de la metodología del ACV desde diferentes puntos de vista como son: la tipología de empresa que utiliza el ACV, las motivaciones para su uso, los resultados esperados y obtenidos, el proceso seguido durante dicha utilización y finalmente una breve reflexión sobre el uso que en un futuro próximo harán las empresas de esta metodología.

### **6.1. IDONEIDAD DEL COLECTIVO ESCOGIDO**

El colectivo principal objeto de estudio, tal y como se ha repetido ya en varias ocasiones está formado por aquellas empresas del País Vasco con más de diez trabajadores, pertenecientes a los sectores, primario, industrial y construcción y que estuvieran inscritas el Registro de Ihobe de empresas que cuentan con al menos un certificado ambiental reconocido. Por su parte, aquellas empresas que sin tener certificación ambiental si cumplen con el resto de criterios del colectivo principal, forman parte como ya se ha dicho del colectivo auxiliar o en su caso de la muestra auxiliar.

En la Tabla 6.1 se muestran los resultados respecto al nivel de conocimiento del ACV en ambos colectivos. La proporción de empresas del colectivo principal que conoce la metodología es claramente superior a la existente entre las empresas del colectivo auxiliar un 56,21% frente al 32,5%. De hecho el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de proporciones de empresas de cada colectivo que conocen la metodología se sitúa entre el 7,2% y el 40,21% a favor de las empresas del colectivo principal.

La Prueba de Independencia de Pearson confirma la existencia de una relación lineal estadísticamente relevante, nivel de significación  $\alpha$  0,05, entre el conocimiento del

ACV y el tipo de colectivo ya que se obtiene un p-valor de 0,0076 y un Coeficiente de Contingencia CC de 0,1888.

**Tabla 6.1. Conocimiento del ACV según colectivo de pertenencia**

Colectivo	Conocen el ACV		No conocen el ACV		Total
Colectivo Principal	86	56,21%	67	43,79%	153
Colectivo Auxiliar	13	32,50%	27	67,50%	40

Fuente: Elaboración propia

Si las empresas que conocen el ACV se subdividen a su vez en empresas que efectivamente lo usan y en empresas que no lo usan, entonces los resultados son los que se muestran en la Tabla 6.2. En la misma se observa como la proporción de empresas usuarias del ACV entre las empresas del colectivo principal es significativamente mayor que entre las empresas del colectivo auxiliar, un 25,49% frente a un 5%. De hecho al calcular el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de estas proporciones se obtiene el intervalo (10,8% - 30,1%) siempre a favor de las empresas del colectivo principal. La prueba de independencia muestra igualmente que existe relación lineal estadísticamente significativa para un  $\alpha$  0,05, entre la situación respecto a la metodología (conocimiento y uso) y el tipo de colectivo con p-valor 0,0066 y CC 0,2223.

**Tabla 6.2. Empresas que usan el ACV según colectivo de pertenencia**

Colectivo	Situación de la empresa respecto al ACV						Total
	Lo utilizan		Lo conocen pero no lo utilizan		No lo conocen		
Colectivo Principal	39	25,49%	47	30,72%	67	43,79%	153
Colectivo Auxiliar	2	5,00%	11	27,50%	27	67,50%	40

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se esperaba, tanto el uso como el conocimiento de la metodología del ACV entre las empresas del colectivo principal son significativamente superiores a los del colectivo auxiliar por lo que se considera acertada la elección del primero como objeto de estudio. Sorprende sin embargo la existencia de dos empresas en la muestra Auxiliar que a pesar de no contar con ninguna certificación ambiental afirman utilizar

el ACV. Al insistir sobre este aspecto con las personas entrevistadas se conoció lo siguiente: una de ellas, filial de una multinacional extranjera, utiliza los protocolos de actuación en materia medioambiental de su matriz que sí está certificada. La segunda empresa por su parte se encontraba en aquellos momentos en proceso de certificación y era colaboradora habitual de Ihobe habiendo participado en los Programas de Ecoeficiencia en la Empresa Vasca (ver apartado 4.3.8) gestionado de este organismo.

El resto de resultados que se presentan a continuación hacen referencia exclusivamente al Colectivo Principal.

## 6.2. ÁREA DE ACTIVIDAD DE LA PERSONA ENCUESTADA

Antes de pasar a analizar los datos relativos al uso que las empresas hacen del ACV, se muestran algunos resultados relativos a la vinculación de la persona encuestada con el área medioambiental. Ya se ha indicado en el capítulo anterior que los cuestionarios iban dirigidos a los responsables del área medioambiental de las empresas, sin embargo este objetivo como veremos no se ha conseguido en su totalidad.

Algunos encuestados manifestaron su dificultad para elegir entre las áreas de *Ingeniería y Desarrollo de Producto* y la de *I+D+i* que se indicaban en el cuestionario. Otros, aun sin manifestarlo, lo hicieron constar señalando ambas áreas en la respuesta. Este hecho ha llevado a la decisión de unificar los resultados de ambas categorías en una única que denominaremos en adelante *Investigación y Desarrollo de Producto*.

Considerando la muestra en su totalidad, el área de actividad con mayor número de respuestas es *Medio ambiente* con el 35,95% del total, lo que resulta lógico dado que los cuestionarios se dirigían en ese sentido. *Calidad e Investigación y Desarrollo de Producto* son las siguientes áreas más señaladas con un 20,92% y un 16,99% respectivamente. Por último, en la parte baja de la representación quedan las áreas de *Producción, Gerencia, y el Departamento de PRL*.

Ahora bien, al realizar este mismo análisis exclusivamente a las empresas usuarias del ACV se observan algunas diferencias respecto a la muestra en su conjunto tal y como se muestra en la Tabla 6.3. Las proporciones de las áreas más representadas entre las usuarias, *Medio Ambiente* e *Investigación y desarrollo de producto* son significativamente superiores a las que presentan estas mismas áreas en el conjunto de la muestra: 43,59% frente a 35,95% en el primer caso y 35,90% frente a 16,99% en el segundo.

**Tabla 6.3. Área de actividad del encuestado**

Área de Actividad	Total Muestra %	Sub grupo de empresas de la muestra que si utilizan el ACV %
Medio ambiente	35,95	43,59
Calidad	20,92	7,69
Investigación y desarrollo de producto	16,99	35,90
Producción	13,07	7,69
Gerencia	9,15	5,13
Prevención de riesgos laborales	3,92	0

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la situación respecto al ACV de la empresa en función del área de trabajo del encuestado, los resultados de la Tabla 6.4 muestran como el uso de la metodología es mayor entre las empresas de aquellos encuestados que desarrollan su labor en las áreas de *Investigación y desarrollo de producto* y de *Medioambiente*, destacando que más de la mitad de los encuestados que trabajan en el área de *Investigación y desarrollo de producto* afirma que su empresa utiliza el ACV. Este porcentaje alcanza únicamente el 30,91% en el caso del *Medioambiente* y es mucho menor en el resto de las áreas de actividad.

Al analizar la existencia de una relación lineal estadísticamente significativa ( $\alpha = 0,05$ ) entre el *Área de trabajo del encuestado* y la *Situación de la empresa respecto al ACV* se obtiene un p-valor 0,0000142 y un CC 0,4572 lo cual indica que dicha relación existe. Al realizar este mismo análisis de manera individualizada para las áreas con mayor representación entre las empresas usuarias, los resultados indican que existe relación lineal entre la pertenencia al área de *Investigación y desarrollo de producto* y la *Situación de la empresa respecto al ACV* con p-valor 0 0,0008 y CC 0,2917. Sin embargo



para el área de *Medio ambiente* se obtiene valores p-valor 0,3356 y CC 0,1186 que indican la no existencia de dicha relación para el nivel de significación establecido.

**Tabla 6.4. Uso y conocimiento del ACV según área de actividad del encuestado (%)**

Área de Actividad	Situación de la empresa respecto al ACV			Total
	Lo utilizan	Lo conocen pero no lo utilizan	No lo conocen	
Medio ambiente	30,91	32,73	36,36	100
Calidad	9,38	53,13	37,50	100
Investigación y desarrollo de producto	53,85	11,54	34,62	100
Producción	15,00	0,00	85,00	100
Gerencia	14,29	42,86	42,86	100
Prevención de riesgos laborales	0,00	50,00	50,00	100

Fuente: Elaboración propia

Para completar la información sobre la persona encuestada, se pedía a los encuestados que indicaran su grado de dedicación a las actividades relacionadas con el medioambiente, Tabla 6.5. El 45% de los encuestados afirma que el medio ambiente supone una parte importante de su trabajo y casi un 19% afirma que es su actividad principal. Frente a este dato, cerca de un 35% de los encuestados dice realizar este tipo de labores sólo esporádicamente e incluso algunos pocos, el 4,48%, confiesan no realizarlas nunca.

**Tabla 6.5. Grado de dedicación del encuestado a tareas de gestión ambiental (%)**

Dedicación	Total Muestra	Sub grupo de empresas de la muestra que si utilizan el ACV %Utilizan el ACV
Actividad principal	18,95	20,51
Parte importante de su actividad	45,10	43,59
Esporádica	33,99	35,90
Ninguna	1,96	0

Fuente: Elaboración Propia

### 6.3. TIPOLOGÍA DE EMPRESA USUARIA DE LA METODOLOGÍA DEL ACV

A continuación se analizan las principales características de las empresas que utilizan el ACV con la intención de descubrir si existe una tipología específica.

### 6.3.1. Tamaño

Para analizar el tamaño de las empresas usuarias de la metodología del ACV se ha utilizado el número de trabajadores por una parte y la facturación por otra ya que son las variables más comúnmente aceptadas para este propósito.<sup>21</sup>

#### 6.3.1.1. Número de trabajadores

Antes de analizar el uso del ACV en relación al número de trabajadores de las empresas, se presenta los datos de la muestra en su totalidad atendiendo al criterio:

- Pequeña: Aquella empresa con entre 10 y 49 trabajadores.
- Mediana: Toda empresa con entre 50 y 249 trabajadores.
- Grande: Cualquier empresa con 250 trabajadores o más.

Se recuerda en este punto que tal y como se indica en el capítulo *Planificación del estudio empírico* las empresas con menos de 10 trabajadores quedaron descartadas.

En la Figura 6.1 se observa como prácticamente la mitad de la muestra la forman empresas medianas, el 47,06%, mientras que los subconjuntos de pequeñas y grandes empresas suponen un 23,53% y un 29,41% respectivamente.

Sin embargo entre las empresas usuarias del ACV algo más de la mitad, el 51,28%, son empresas de las consideradas grandes, otro tercio son medianas y el 15,38% restante lo compone el grupo de las empresas pequeñas.

Dado que las empresas grandes representando menos del 30% del total de la muestra suponen sin embargo más de la mitad del total de usuarias de ACV parece anticiparse

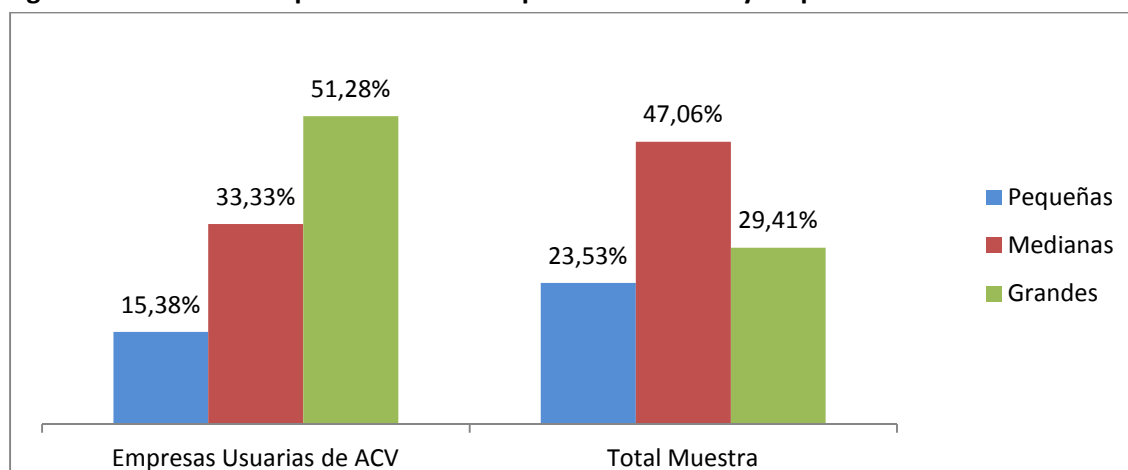
---

<sup>21</sup> La Comisión Europea señalaba lo siguiente a este respecto (CE, 2003a):

- Microempresa es aquella que tiene menos de diez trabajadores y un volumen de facturación anual inferior a dos millones de euros o un activo total inferior a dos millones de euros.
- Pequeña empresa es la que tiene un máximo de 49 trabajadores y un volumen de facturación o total de activo inferior a diez millones de euros.
- Las medianas empresas son las que tienen menos de 250 trabajadores y un volumen de facturación inferior a cincuenta millones de euros o un activo menor a 43 millones de euros.
- Las grandes empresas son aquellas que sobrepasan estos parámetros.

alguna relación entre el tamaño y el uso de ACV. Para ello se ha analizado la proporción de empresas que utiliza el ACV en cada rango de tamaño tal y como se muestra en la Figura 6.2. El 44,44% de las empresas encuestadas con más de 250 trabajadores afirma utilizarla mientras que esta proporción se queda en el 18,06% entre las medianas y en el 16,67% entre las pequeñas.

**Figura 6.1. Distribución por número de empleados: Muestra y empresas usuarias de ACV**



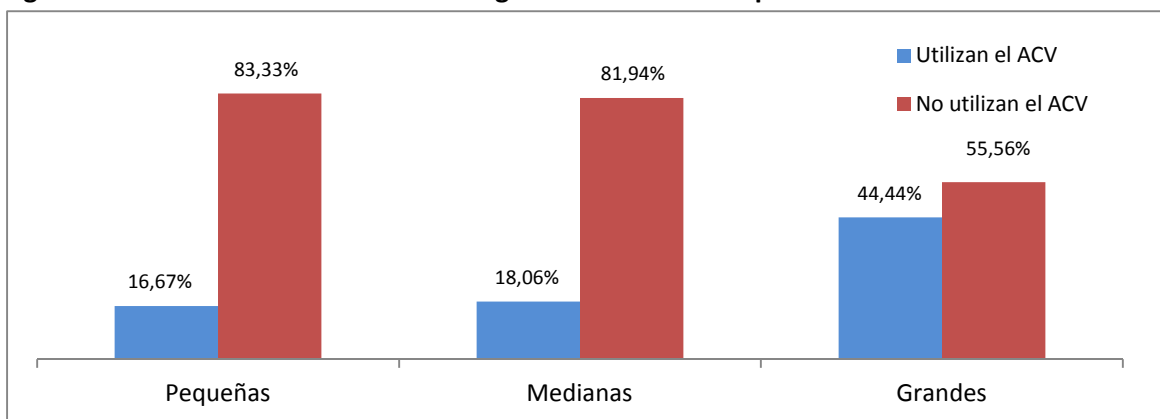
Fuente: Elaboración Propia

La Prueba de Homogeneidad, con  $\alpha$  0,05, para la *Proporción de empresas usuarias del ACV* en los tres rangos de tamaño es negativa, se obtiene un p-valor 0,0024 y un CC 0,2705, lo que indica que el uso del ACV por parte de las empresas está influenciado por su número de empleados.

Dado que el nivel de utilización es muy similar entre las medianas y pequeñas empresas y éste a su vez es muy diferente al de las grandes empresas, se ha calculado un intervalo de confianza del 95% para la diferencia en la proporción de empresas que usan el ACV entre las empresas con más de 250 empleados y entre las que tienen menos. Este cálculo revela que la diferencia de proporciones se sitúa, con un 95% de confianza, entre un 10,65% y un 43,05% a favor de las grandes empresas, siendo además el intervalo de confianza del 95% para la proporción de empresas que utilizan el ACV entre las empresas grandes (29,93% - 58,96%).

Cabría concluir por tanto que el uso del ACV entre las empresas grandes es significativamente mayor que entre las pequeñas y medianas.

**Figura 6.2. Nivel de utilización de ACV según el número de empleados**

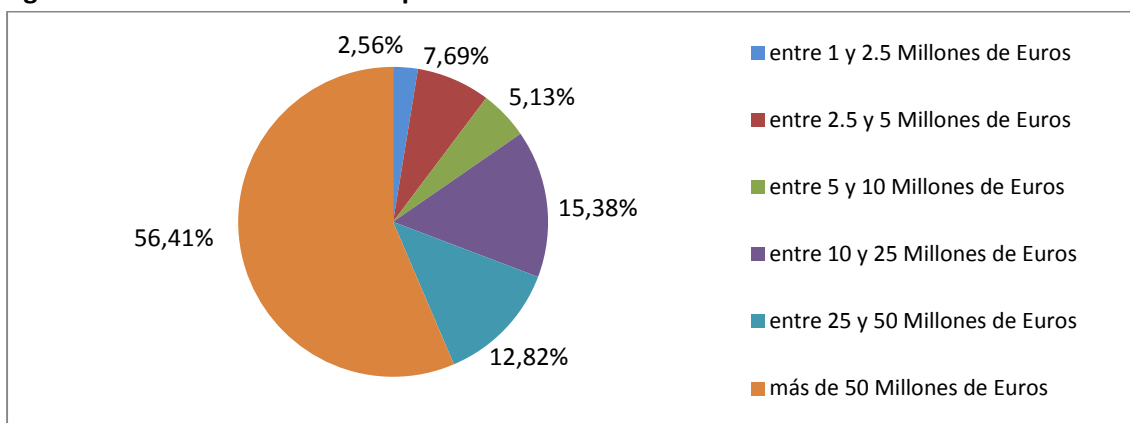


Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.1.2. Facturación

Analizando la facturación de las empresas que hacen uso de la metodología, la Figura 6.3 muestra que más de la mitad de ellas, el 56,41%, factura por encima de los 50 Millones de Euros anuales mientras que sólo un 15,38% factura menos de 10 Millones de Euros anuales. El 33,33% restante se situaría lógicamente entre ambos cantidades.

**Figura 6.3. Facturación de las empresas usuarias del ACV**



Fuente: Elaboración Propia

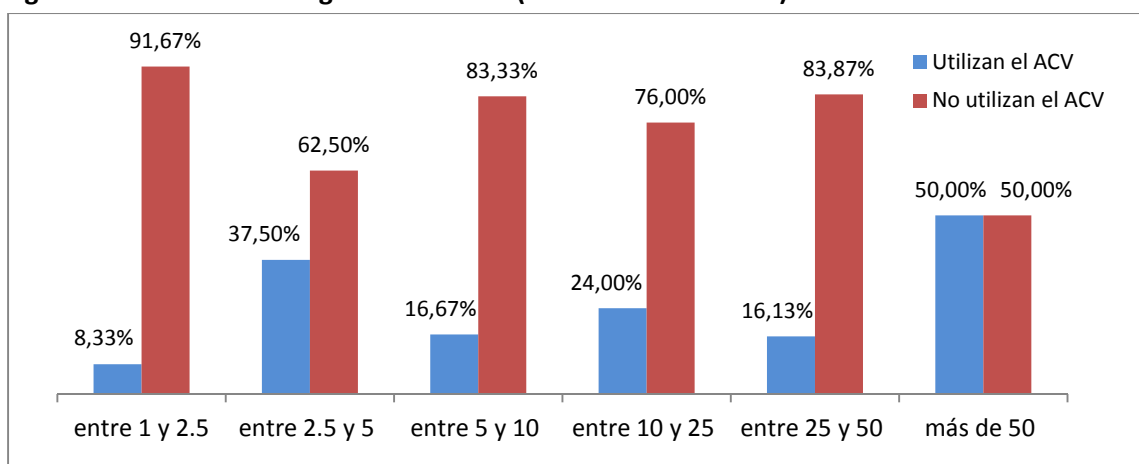
Se analiza a continuación el uso del ACV en los diferentes rangos de facturación. En la Figura 6.4 se observa que proporcionalmente las empresas que utilizan el ACV son significativamente menos que las que no lo hacen en todos los rangos de tamaños salvo en el de las empresas con facturación superior a los 50 Millones de Euros en la

que las dos proporciones se igualan. El análisis de independencia entre estos dos factores es negativo, o lo que es lo mismo, existe una relación lineal estadísticamente significativa para un  $\alpha$  0,05 entre el *Uso del ACV* y el *Volumen de Facturación* con un p-valor 0,0078 y un CC 0,3259.

Dado que la diferencia más significativa aparece entre las empresas que facturan por encima de los 50 Millones de Euros, se ha calculado la diferencia en la proporción de empresas usuarias del ACV entre el colectivo de empresas con facturación superior a 50 millones de euros y el colectivo formado por el resto de empresas con el resultado de (13,76% - 47,60%). Por su parte el intervalo de confianza del 95% para la proporción de empresas usuarias de ACV entre aquellas empresas con facturación superior a los 50 Millones de euros es (35,23% - 64,77%).

Parece claro por tanto que el uso del ACV es más común entre aquellas empresas con volumen de facturación superior a 50 Millones de Euros.

**Figura 6.4. Uso del ACV según facturación (en Millones de Euros)**



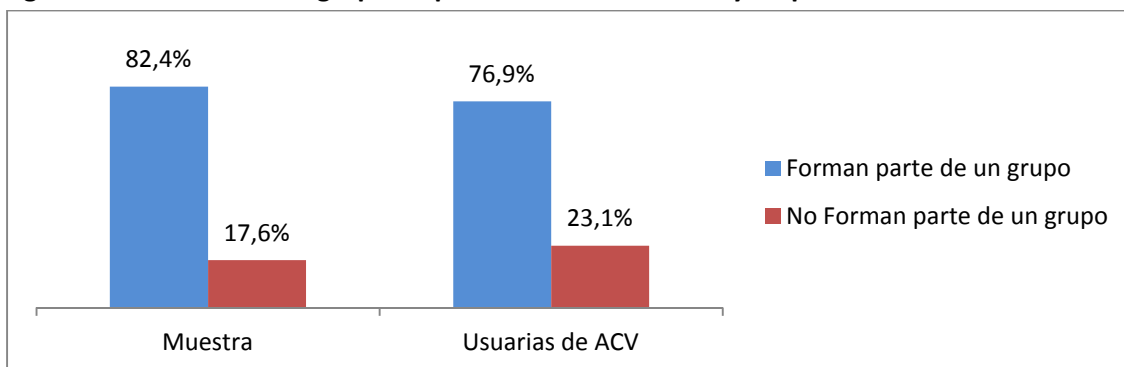
Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.1.3. Pertenencia a algún Grupo Empresarial

Se analiza a continuación si las empresas usuarias de ACV forman en general parte de algún grupo empresarial, ya sea como filiales o siendo ellas mismas la matriz de dicho grupo.

En la Figura 6.5 se muestran las proporciones de empresas de la muestra en su totalidad y del grupo de empresas usuarias del ACV que pertenecen a algún grupo empresarial. La gran mayoría de empresas de la muestra, el 82,4%, afirma pertenecer a un grupo empresarial mientras que en el mencionado subgrupo de empresas usuarias el porcentaje es ligeramente inferior, el 76,9%.

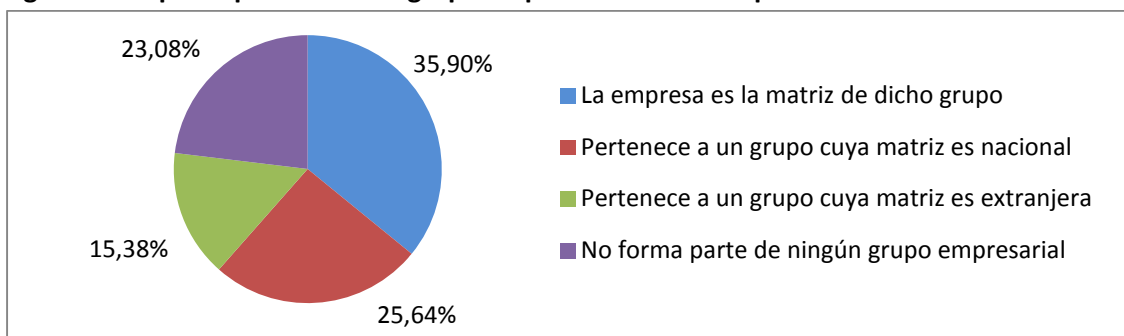
**Figura 6.5. Pertenencia a grupo empresarial. Total muestra y empresas usuarias de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

Analizadas únicamente las empresas que efectivamente si utilizan la metodología, en cuanto al tipo de relación con el grupo en caso de existir, los resultados se muestran en la Figura 6.6. El 35,90% de las empresas afirman ser la matriz del grupo, el 15,38% son filiales de grupos cuyas matrices son extranjeras y el 25,64% pertenecen a grupos con matriz nacional. En este sentido una consideración interesante es que entre las usuarias de ACV, las empresas que no pertenecen a ningún grupo y aquellas que son la matriz de su propio grupo en conjunto son el 58,98% de empresas. Estas empresas en principio contarían en su seno con el centro de la toma de decisión, lo cual no excluye que algunas filiales puedan contar también con esta característica.

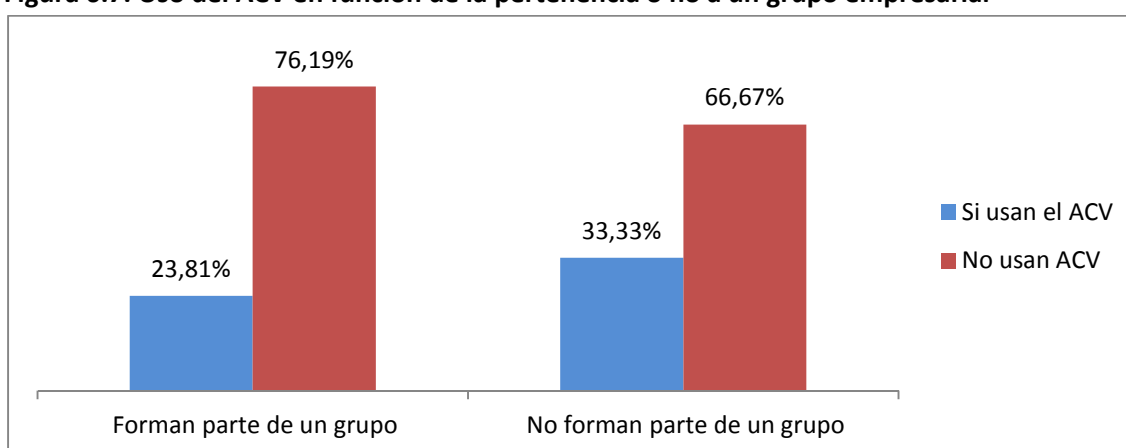
**Figura 6.6. Tipo de pertenencia a grupo empresarial de las empresas usuarias de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

Ahora bien, para ver si realmente el ACV tiene o no mayor presencia en empresas que pertenecen a grupos empresariales se debe cambiar el punto de vista del análisis, es decir, se debe comparar la proporción de empresas que usa el ACV entre las empresas independientes con la proporción existente entre las empresas que pertenecen a un grupo. En la Figura 6.7 se observa como el uso del ACV es mayor entre las empresas que no forman parte de ningún grupo, 33,33% frente al 23,81%. En cualquier caso, al estudiar la posible relación estadística lineal entre el *Uso del ACV* y la *Pertenencia a un grupo empresarial* el resultado es negativo, no existe tal relación para un  $\alpha$  0,05 ya que se obtiene un p-valor 0,3027.

**Figura 6.7. Uso del ACV en función de la pertenencia o no a un grupo empresarial**



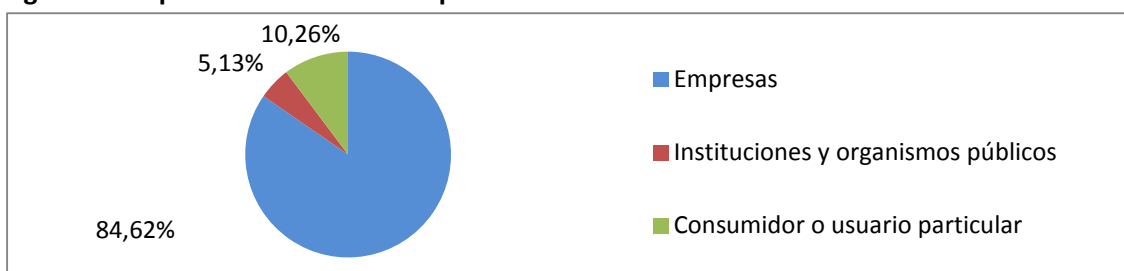
Fuente: Elaboración Propia

## 6.3.2. Mercado e Internacionalización

### 6.3.2.1. Tipo de cliente

La Figura 6.8 muestra como el cliente tipo mayoritario de las empresas que utilizan el ACV es otra empresa, 84,62% de los casos. A este tipo de cliente le sigue, aunque muy de lejos, el consumidor o usuario final con un 10,26% de casos y por último aparecen las instituciones y organismos públicos con poco más del 5%. Se trata pues mayoritariamente de empresas con negocio del tipo *B2B* o *Business to Business*.

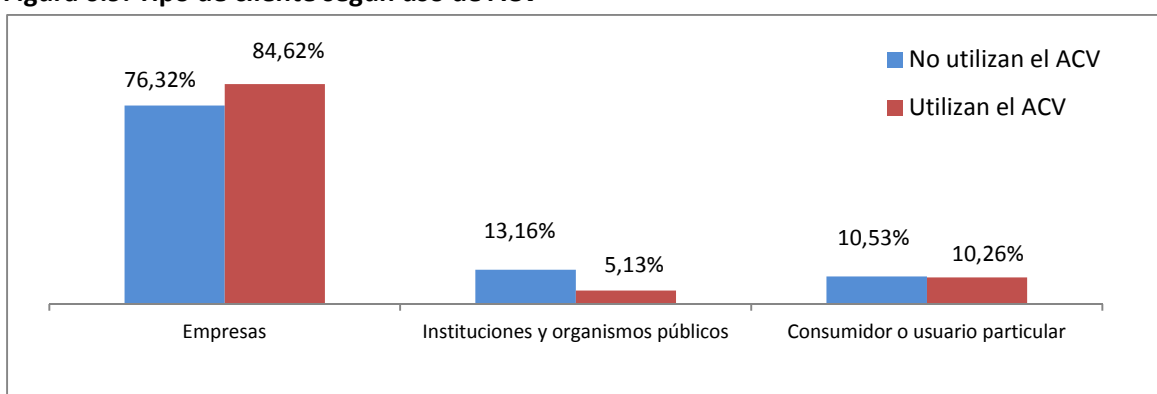
**Figura 6.8. Tipo de cliente de las empresas usuarias de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

Al comparar estos resultados con los obtenidos por el colectivo de empresas de la muestra que no utilizan el ACV, Figura 6.9, únicamente se observan ligeras diferencias, disminuye un poco el porcentaje de la categoría *Empresas* a favor de *Instituciones Públicas*. De hecho, la prueba de independencia para un  $\alpha$  0,05 de los factores *Uso de ACV* y *Tipo de cliente* es positiva con un p-valor 0,3784, es decir, no existe relación lineal estadísticamente significativa entre ambos factores.

**Figura 6.9. Tipo de cliente según uso de ACV**

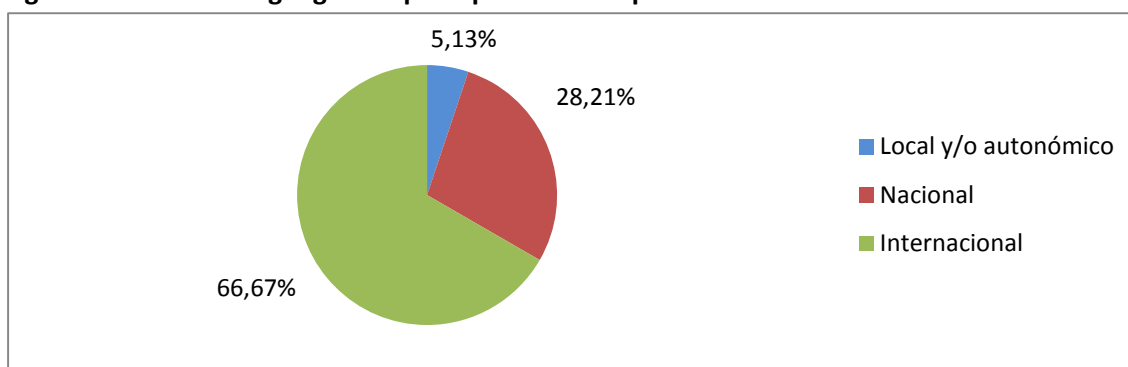


Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.2.2. Mercado geográfico y nivel de las exportaciones

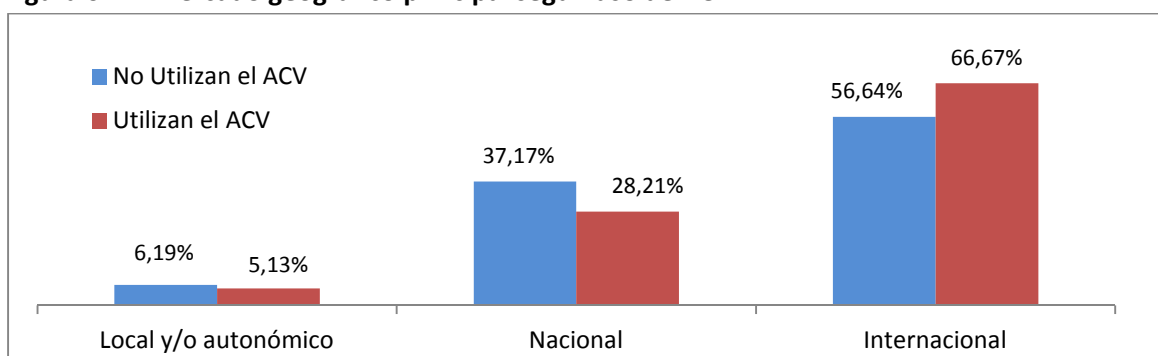
Los resultados en relación al mercado geográfico en el que las empresas venden sus productos se muestran en la Figura 6.10. Dos terceras partes de las empresas usuarias de ACV señalan que su mercado principal es el mercado internacional, mientras que para el 28,21% de las empresas lo es el mercado nacional y sólo un 5,13% afirma que el mercado local o autonómico es su principal mercado.



**Figura 6.10. Mercado geográfico principal de las empresas usuarias de ACV**

Fuente: Elaboración Propia

Si se comparan estos resultados con los obtenidos por el conjunto de empresas de la muestra que no utiliza el ACV, Figura 6.11, se observa que no existen grandes diferencias, aunque el porcentaje de empresas que señala al mercado internacional como su mercado principal es algo más bajo, el 56,64%. De hecho la prueba de independencia para un  $\alpha$  0,05 de los factores *Uso de ACV* y *Principal mercado geográfico* arroja un resultado positivo con un p-valor 0,544, lo que indica que no existe relación lineal significativa entre ambos factores.

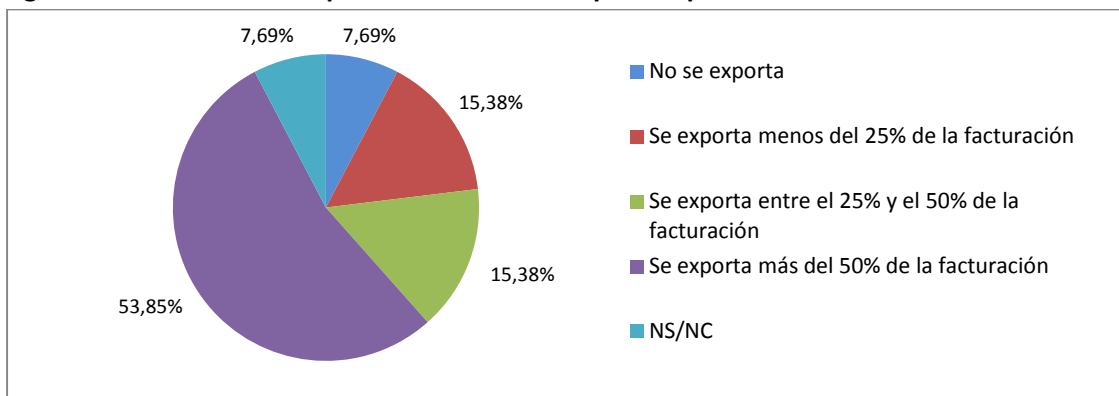
**Figura 6.11. Mercado geográfico principal según uso de ACV**

Fuente: Elaboración Propia

Con la intención de concretar más esta información se preguntaba también a los encuestados por el nivel de sus exportaciones expresado como porcentaje de facturación. Las respuestas por parte de las empresas usuarias del ACV a esta pregunta se detallan en la Figura 6.12, donde se observa que el 92,31% tiene actividad exportadora y que más de la mitad de estas empresas, un 53,85%, obtiene como mínimo la mitad de su facturación en mercados exteriores. Resultados que están en

consonancia con los obtenidos sobre el mercado geográfico principal analizados en el punto anterior.

**Figura 6.12. Nivel de las exportaciones de las empresas que utilizan el ACV**

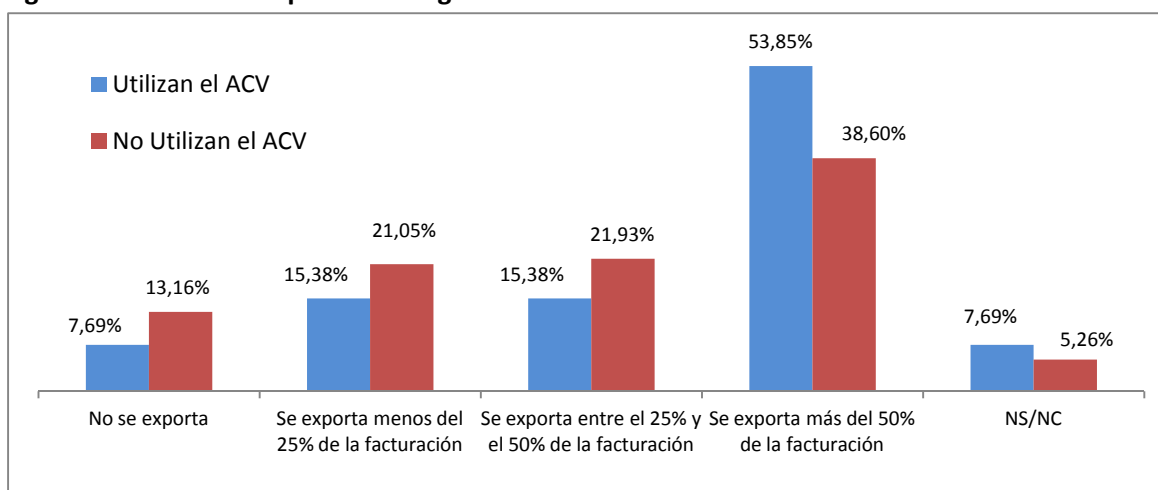


Fuente: Elaboración Propia

Al comparar los niveles de exportación entre las empresas que utilizan el ACV y las que no lo hacen, Figura 6.13, se observa que la proporción de empresas que exporta por encima del 50% es sensiblemente mayor entre las primeras, un 53,85% frente al 38,6% lo cual parece indicar una mayor tendencia hacia la exportación entre las empresas que utilizan el ACV. Sin embargo analizada la independencia entre los factores *Uso de ACV* y *Nivel de Exportación* el resultado es positivo para un  $\alpha$  0,05 con un p-valor 0,4466, lo cual indica que no existe relación lineal estadísticamente significativa entre el uso del ACV y el nivel de las exportaciones.

Dados los elevados valores de exportación que presentan las empresas usuarias de ACV se ha realizado una nueva prueba de independencia exclusivamente para los factores *Exportaciones superiores al 50%* y *Uso del ACV* la prueba de independencia sigue siendo positiva, p-valor 0,0963, aunque el resultado no sea tan rotundo. No existe por tanto tampoco en este caso relación lineal para un  $\alpha$  0,05 entre dichos factores (aunque si existe para un  $\alpha$  0,10).

Figura 6.13. Nivel de exportación según uso de ACV

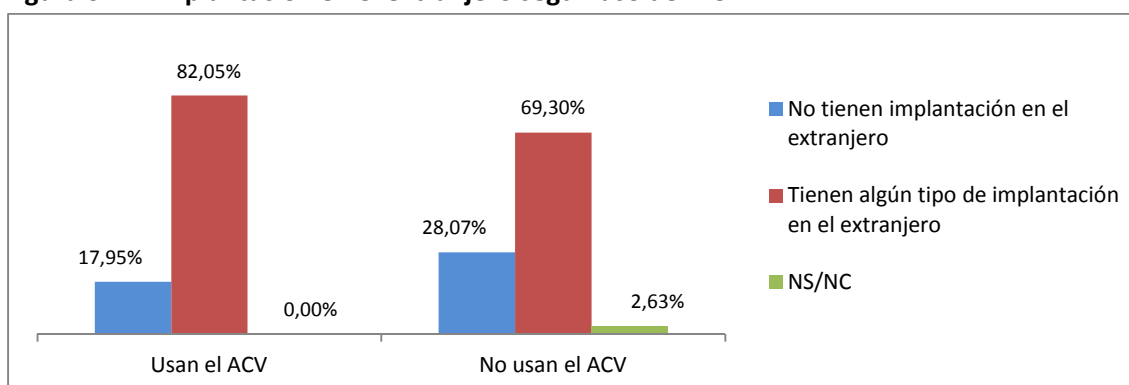


Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.2.3. Implantación en el exterior

Tal y como se muestra en la Figura 6.14, aunque en ambos casos las proporciones son importantes, las empresas con algún tipo de implantación en el extranjero son proporcionalmente más entre las que utilizan la metodología, el 82,05%, que entre las que no lo hacen, el 69,3%. Sin embargo al analizar si existe relación lineal estadísticamente significativa entre el *Uso del ACV* y disponer de *Implantación en el extranjero* el resultado es negativo para un  $\alpha$  0,05 con un p-valor 0,2410.

Figura 6.14. Implantación en el extranjero según uso del ACV



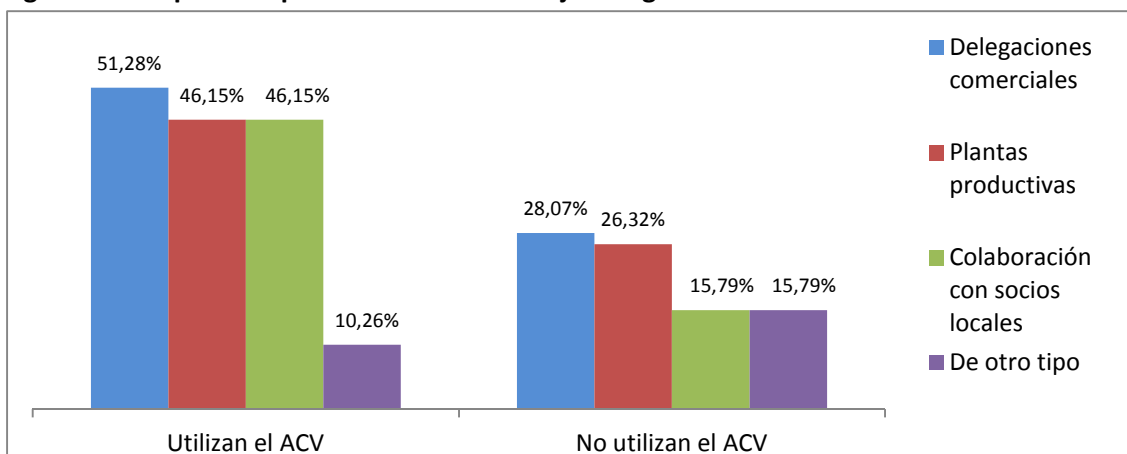
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 6.15 se analizan los diferentes tipos de implantación que poseen las empresas según usen o no la metodología del ACV. En la misma se observa que más de

la mitad de las empresas usuarias de ACV, el 51,28%, posee delegaciones comerciales y que el 46,15% colabora con socios locales, pero sin duda lo más destacable es que un 46,15% de ellas afirma tener plantas productivas en el exterior. Estos porcentajes son todos sensiblemente menores entre las empresas que no utilizan el ACV.

De hecho si se analiza la existencia de relaciones lineales con  $\alpha$  0,05 entre cada uno de los tipos de implantación por separado y el uso del ACV, se observa, tal y como se muestra en la Tabla 6.6, que tal relación existe para los tres tipos especificados de implantación.

**Figura 6.15. Tipo de Implantación en el extranjero según uso del ACV**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.6. Relación lineal entre el uso del ACV y el tipo de implantación**

Tipo de Implantación	p-valor	CC
Delegaciones comerciales	0,0082	0,2089
Plantas productivas	0,0211	0,1832
Colaboración con socios locales	0,0001	0,2978

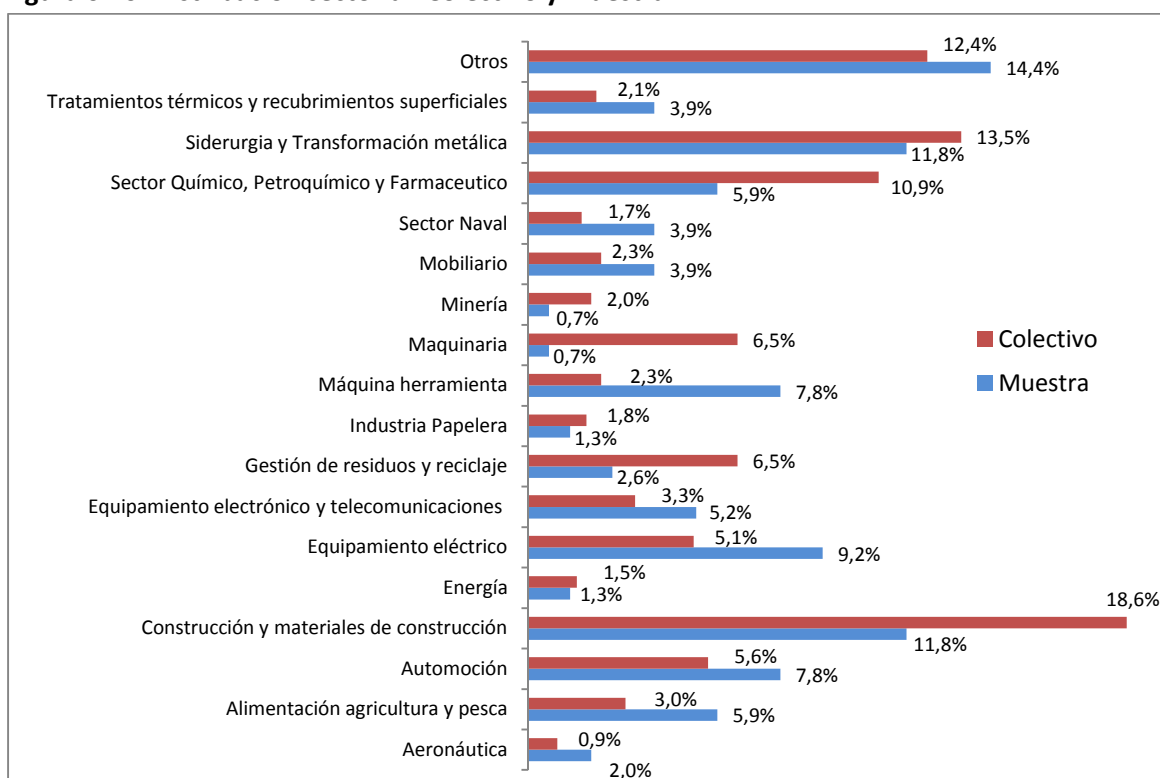
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la categoría *Otro tipo de implantación* algunas de las empresas han señalado que su presencia en el exterior la realizan a través de sus empresas matrices y que por eso indicaron dicha opción.

### 6.3.3. Sector de actividad

Antes de analizar si el uso del ACV está o no más extendido entre determinados sectores, se muestra la distribución sectorial de la muestra obtenida frente a la del Colectivo Principal objeto de estudio, Figura 6.16. Los porcentajes de representación de los diferentes sectores son en general diferentes en muestra y colectivo siendo esta diferencia es muy significativa en algunos casos. Algunos sectores aparecen sobrerrepresentados en la muestra, como la *Máquina Herramienta* o el *Equipamiento Eléctrico*, mientras que otros están infrarrepresentados como la *Maquinaria* o los *Gestores de residuos* entre otros.

**Figura 6.16. Distribución sectorial. Colectivo y muestra**



Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 6.7 se exponen la distribución por área de actividad del colectivo de empresas que si utiliza la metodología. Para este análisis se han especificado los sectores que en el análisis anterior, para facilitar la comparación entre muestra y colectivo, se habían agrupado en la categoría de *Otros*.

El sector de la *Máquina Herramienta* con casi un 18% es el que aporta mayor número de empresas usuarias de ACV a la muestra, le siguen el sector de la *Construcción* con un 12,82% y los sectores de *Equipamiento Eléctrico* y *Mobiliario* con algo más de un 10% cada uno. En este sentido es destacable que existen, aunque sea en menor medida, empresas que hacen uso de esta técnica en una gran variedad de sectores, incluso con la agrupación de los mismos que se ha hecho para facilitar el análisis de los datos, aparecen 18 sectores representados.

**Tabla 6.7. Área de Actividad de las empresas de la muestra que utilizan el ACV**

Sector de Actividad	% de empresas
Máquina herramienta	17,95
Construcción y materiales de construcción	12,82
Equipamiento eléctrico	10,26
Mobiliario	10,26
Automoción	7,69
Aeronáutica	5,13
Sector Químico, petroquímico.	5,13
Sector Naval	5,13
Energía	2,56
Telecomunicaciones	2,56
Maquinaria de elevación	2,56
Siderurgia y Transformación metálica	2,56
Ferrocarril	2,56
Vidrio	2,56
Distribución comercial	2,56
Construcción arquitectura efímera	2,56
Equipos Energía Renovables	2,56
Madera	2,56

Fuente: Elaboración Propia

De cara a conocer la existencia de algún tipo de asociación entre el sector de pertenencia de la empresa y su relación con el ACV se ha analizado cada sector de manera individual con los resultados que se muestran en la Tabla 6.8.

Tabla 6.8. Situación respecto al ACV según sector

Sector de Actividad	Lo utilizan %	Lo conocen pero no lo utilizan %	No lo conocen %
Aeronáutica	100	0	0
Alimentación agricultura y pesca	0	55,56	44,44
Automoción	25	25	50
Construcción y materiales de construcción	27,78	22,22	50
Energía	50	0	50
Equipamiento eléctrico	28,57	21,43	50
Equipamiento electrónico y telecomunicaciones	12,50	50	37,50
Gestión de residuos y reciclaje	0	75	25
Industria Papelera	0	0	100
Máquina herramienta	58,33	16,67	25
Mobiliario	66,67	16,67	16,67
Sector Naval	16,67	33,33	50
Sector Químico, petroquímico, plásticos caucho y farmacéutica	22,22	22,22	55,56
Siderurgia y Transformación metálica	11,11	44,44	44,44
Tratamientos térmicos y recubrimientos superficiales	0	16,67	83,33
Otros	25	37,50	37,50

Fuente: Elaboración Propia

Resulta interesante sin embargo, a la vista de los resultados de la Tabla 6.8, hacer una agrupación de sectores como la siguiente:

- **Grupo sectorial con alta actividad en el ACV:** Los sectores de *Aeronáutica*, *Mobiliario*, *Máquina Herramienta* y *Energía* presentan las proporciones de empresas usuarias de ACV más elevadas, por encima del 50%. Este grupo representa el 17,83% de empresas de la muestra.
- **Grupo sectorial con actividad media en el ACV:** Agrupa sectores con tasas de conocimiento medianas o altas, entre un 20% y un 75%, y tasas bajas de utilización, entre el 10% y el 30%. En este grupo estarían: *La siderurgia y transformación metálica*, *Automoción*, *Construcción y materiales de construcción*, *Equipamiento Eléctrico*, *Equipamiento Electrónico y las Telecomunicaciones*, *el Sector Naval* y *el Sector Petroquímico*. Este grupo representa el 65,89% de empresas de la muestra.

- **Grupo sectorial con baja actividad en ACV:** En este grupo estarían aquellos sectores que presentan tasas de uso del 0% y proporciones medianas o bajas de empresas que conocen la metodología: *La Industria Papelera, Tratamientos Térmicos y Recubrimientos Superficiales, Gestores de Residuos y la Industria Agroalimentaria*. Este grupo representa el 16,28% de empresas de la muestra.

Al rehacer la Tabla 6.8 para las agrupaciones sectoriales ahora definidas, se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 6.9. En la misma se observa que tanto el uso como el conocimiento de la metodología varían de forma considerable en función del grupo sectorial lo cual resulta obvio por la propia conformación de los grupos

**Tabla 6.9. Situación respecto al ACV por Grupos Sectoriales**

Grupo sectorial	Lo utilizan %	Lo conocen pero no lo utilizan %	No lo conocen %
Sectores con alta actividad en ACV	65,22	13,04	21,74
Sectores con actividad media en ACV	21,18	30,59	48,24
Sectores con baja actividad en ACV	0,00	42,86	57,14

Fuente: Elaboración Propia

Analizada la relación lineal entre los factores *Grupo Sectorial* y *Situación respecto del ACV* se obtiene que dicha relación existe para un  $\alpha$  0,05 dado que se obtiene un p-valor 0,00002 y un CC 0,4174, lo cual indica además que esta relación es estadísticamente muy significativa.

#### 6.3.4. Gestión de Los aspectos ambientales

Una vez descritas las características generales de las empresas de la muestra, se analizan en este apartado el tipo gestión ambiental que realizan las mismas como paso anterior a profundizar en el uso que hacen de la metodología del ACV en particular.



#### 6.3.4.1. Organización de la gestión ambiental

En la Figura 6.17 se muestra el tipo de organización elegida por las empresas para gestionar las tareas ambientales en función de si usan o no el ACV. El tipo de organización mayoritario es un único *Departamento que gestiona los aspectos ambientales conjuntamente con las áreas de calidad y prevención de riesgos laborales*, en adelante Departamento Integrado, tanto entre las que utilizan el ACV como entre las que no lo hacen, si bien la diferencia es apreciable con un 64,04% entre las segundas frente al 51,28% de las primeras. Esta diferencia se traslada prácticamente en sentido inverso cuando se trata del *Departamento Específico de Medioambiente con 2 o más personas*, 25,64% entre las usuarias frente al 15,79% entre las no usuarias. Finalmente la proporción de empresas con un único responsable para el área de medioambiente es similares en ambos grupos, 17,95% para las usuarias y 20,18% para las no usuarias.

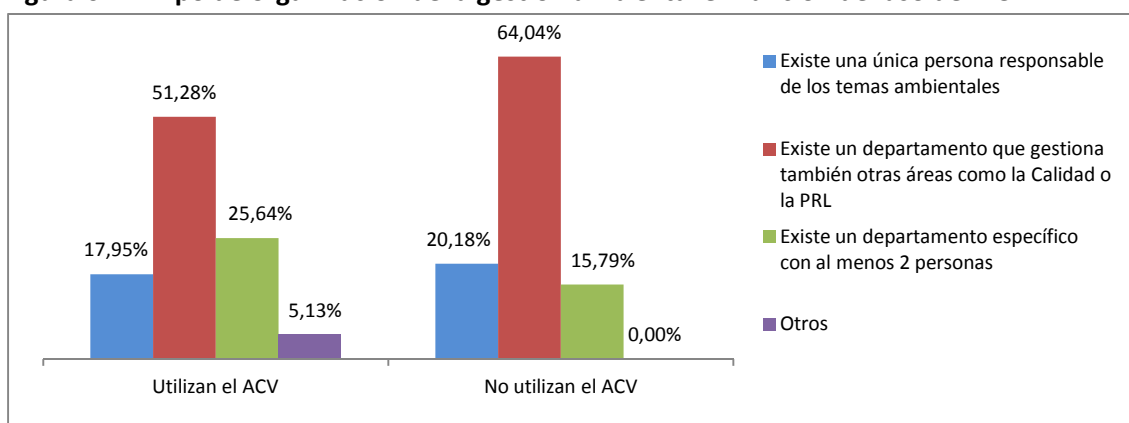
Cabe preguntarse a la vista de estos datos si existe algún tipo de relación lineal estadísticamente significativa entre el *Uso del ACV* y el *Tipo de organización de la gestión ambiental*. El resultado de la prueba de independencia para un  $\alpha = 0,05$  es negativo con un p-valor 0,0413 y un CC 0,3184, lo cual nos lleva a la conclusión de que el uso de la metodología y el tipo de organización de la que se dotan las compañías para gestionar el medio ambiente si están relacionadas. En este sentido se ha contrastado que la proporción de empresas que cuenta con un departamento específico de medio ambiente es superior, con un 89,72% de confianza, entre las empresas que usan la metodología frente a las que no lo hace. Y en sentido opuesto, la proporción de empresas con departamento integrado es superior, con un 91,76% de confianza, entre las que no usan el ACV.

Por su parte para analizar la prevalencia de alguno de los tipos de organización entre las empresas usuarias del ACV se ha calculado el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de proporciones de esos dos tipos de organización con el resultado

favorable al departamento integrado con una diferencia que se sitúa entre el 4,81% y el 46,47%.

Finalmente se han calculado los intervalos de confianza del 95% para la proporción de empresas usuarias de ACV que cuentan con departamento específico de medio ambiente, (11,94% - 39,35%), y para la proporción de empresas usuarias de ACV que cuenta con el departamento integrado, (35,59% - 66,97%).

**Figura 6.17. Tipo de organización de la gestión ambiental en función del uso del ACV**



Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.4.2. Certificaciones ambientales

En el capítulo anterior ya se expuso que uno de los requisitos de las empresas para formar parte el Colectivo era que tuviesen al menos una de las siguientes certificaciones ambientales: *ISO 14001*, *Ecodiseño*, *Ekoscan* o *EMAS*. Dado que se cuenta con la información relativa a estos certificados en la población en su conjunto, se puede realizar de manera sencilla la comparación entre el colectivo en su totalidad y las empresas de la muestra que afirman utilizar el ACV.

Los datos que se muestran en la Tabla 6.10 muestran que no existen diferencias en cuanto al certificado *ISO 14001* entre las empresas del colectivo y las empresas usuarias del ACV, siendo en ambos casos muy elevada la proporción de empresas que cuentan con él, por encima del 94% en ambos casos. Sin embargo son evidentes también algunas diferencias. Los certificados de *Ecodiseño* son mucho más comunes

entre las empresas usuarias de ACV, 20,51% frente al 2,42% del colectivo, y lo mismo ocurre con el EMAS 15,38% frente al 3,93%. Por último destacar también que ninguna de las empresas de la muestra que utilizan el ACV posee el certificado *Ekoscan* mientras que son algo más del 5% las empresas de la población que cuentan con él.

**Tabla 6.10. Certificaciones ambientales: Colectivo y empresas de la muestra usuarias de ACV**

Certificaciones de Carácter Ambiental	Colectivo	Usuarias del ACV
ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental	94,10%	94,87%
EMAS, Sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales	3,93%	15,38%
ISO 14006 Directrices para la incorporación del Ecodiseño (o la antigua UNE 150301)	2,42%	20,51%
Norma Ekoscan de Ihobe	5,30%	0,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de explotación y el Registro de Empresas Certificadas de Ihobe.

En la Figura 6.18 se presentan los resultados obtenidos en la muestra sobre los certificados ambientales que poseen las empresas en función de si utilizan o no el ACV. En este análisis se incluyen además de los cuatro anteriores los siguientes certificados: *Eficiencia Energética, Emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), Huella de Carbono y Ecoetiquetado*.

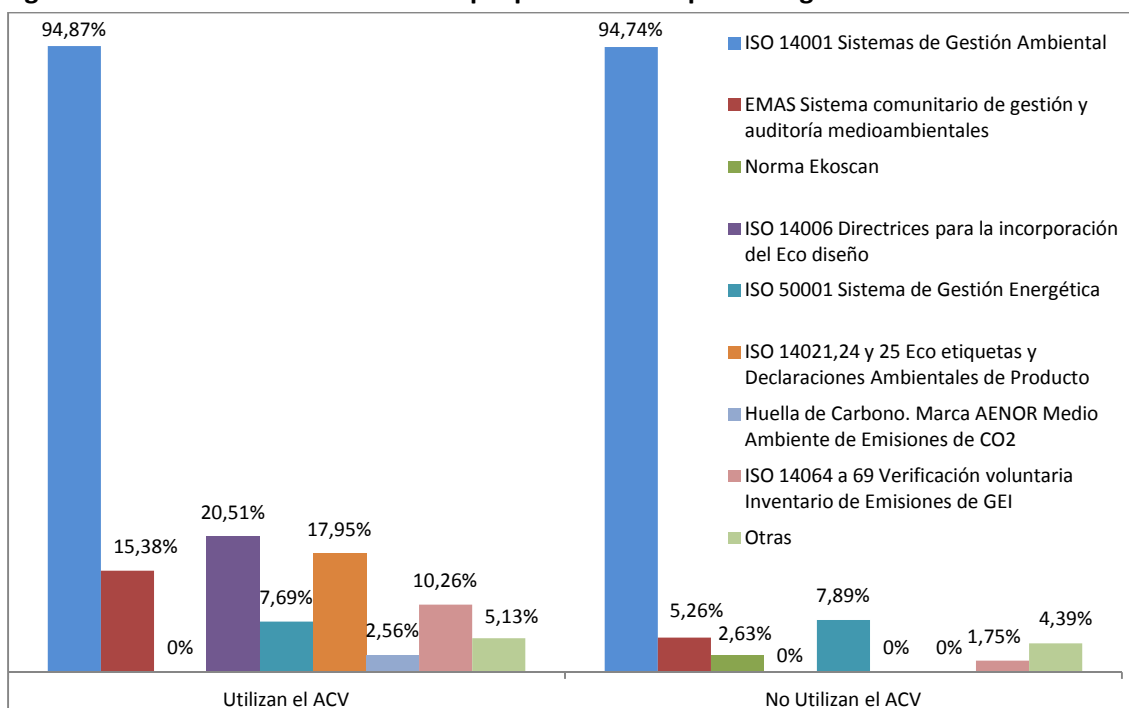
Las empresas que cuentan con el certificado *ISO 14001* son mayoría tanto entre las empresas que usan el ACV como entre las que no lo usan, casi el 95% en ambos casos. El resto de certificados sin embargo no son tan comunes entre las usuarias y apenas aparecen entre las no usuarias.

Entre las usuarias del ACV un 20,51% cuenta con certificado de *Ecodiseño*, un 17,95% con alguna *Ecoetiqueta* o *Declaración Ambiental de Producto (DAP)*, un 15% afirma estar adscrito al EMAS y un 10,26% cuenta con algún certificado referido a la *Emisión de GEI*. Por último los certificados relacionados con la *Eficiencia Energética* o la *Huella de Carbono* aparecen en proporciones menores y *Ekoscan* ni tan siquiera aparece.

Realizadas las pruebas de independencia para el *Uso del ACV* y la *Posesión de certificados* de manera individual para cada uno de los 8 tipos, los resultados se

muestran en la Tabla 6.11. No existe relación lineal entre el uso del ACV y estar en posesión (por separado) de los certificados, *ISO 14001*, *Ekoscan*, *ISO 50001* y *Huella de Carbono*. Sin embargo si existe relación lineal para los certificados *EMAS*, *Ecodiseño*, *Ecoetiquetas* y *DAPs* y *Emisión de GEI*, la proporción de empresas que poseen estos certificados es mayor entre las empresas usuarias de ACV que entre las que no lo son.

**Figura 6.18. Certificados ambientales que poseen las empresas según uso del ACV.**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.11. Relación entre el uso del ACV y la posesión de cada certificado ( $\alpha=0,05$ )**

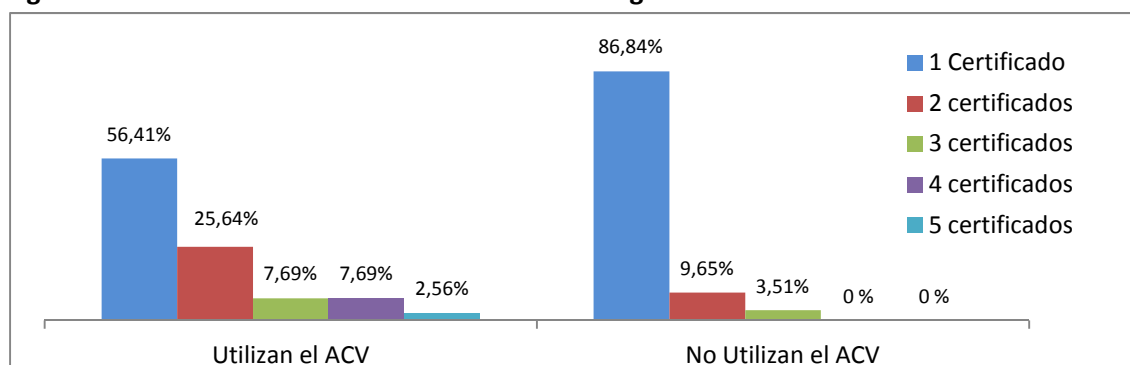
Certificado	p-valor	CC
ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental	0,9739	0,0026
EMAS, Sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales	0,0424	0,1619
Norma Ekoscan de Ihobe	0,3062	0,0824
ISO 14006, Directrices para la incorporación del Ecodiseño	0,000001	0,3727
ISO 50001, Certificación del Sistema de Gestión Energética	0,9676	0,0033
ISO 14021, 14024 y 14025 Ecoetiquetas y DAP	0,000004	0,3506
Huella de Carbono. Marca AENOR Medio Ambiente de Emisiones de CO2	0,0863	0,1374
ISO 14064 a 14069 Verificación voluntaria Inventario de Emisiones de GEI	0,0182	0,1875

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al número de certificados diferentes que poseen las empresas, en la Figura 6.19 se observa que el 43,59% de las empresas que utilizan el ACV está en posesión de más de un certificado, mientras que esta proporción solo alcanza el 13,16% entre las no usuarias. La prueba de homogeneidad para la proporción de empresas que posee más de un certificado en los colectivos de empresas usuarias de ACV y no usuarias es negativa para un  $\alpha$  0,05 con un p-valor 0,0001 y un CC 0,3100. Esto significa que la proporción de empresas con más de un certificado es diferente en ambos colectivos, o visto de otra forma, existe una relación lineal significativa entre el uso de la metodología y la posesión de uno o más certificados. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de proporciones de empresas con más de un certificado entre las empresas usuarias y no usuarias es (16,34% - 53,55%) a favor de las primeras.

Aunque las empresas con más de dos certificados son pocas también entre las empresas usuarias del ACV, algo menos del 15%, estas son solo el 3,51% entre las no usuarias, no existiendo además ninguna con más de tres. De hecho entre las usuarias del ACV el número medio de certificados es de 1,74 certificados por empresa (varianza 1,14) mientras que entre las no usuarias es de 1,16 (varianza 0,21).

**Figura 6.19. Número de certificados ambientales según uso del ACV**



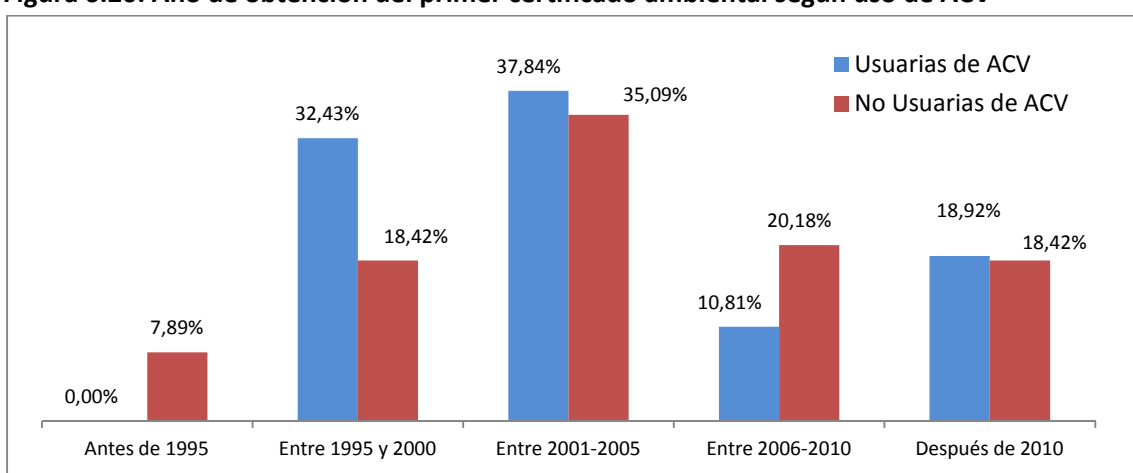
Fuente: Elaboración Propia

### 6.3.4.3. Año de obtención del primer certificado ambiental

Se trata de conocer cuando comenzaron las empresas vascas a organizar y sistematizar sus procesos en materia de gestión ambiental como paso previo para años después comenzar a utilizar el ACV.

Tal y como muestra la Figura 6.20 no existe gran diferencia entre las empresas usuarias y las no usuarias en este sentido, casi un 8% de las empresas que no utilizan el ACV obtuvieron los primeros certificados antes de 1995, mientras que entre las que usan el ACV, las primeras conseguir certificados lo hicieron a partir de 1995. Sin embargo en ambos casos la mayoría de las empresas logró su primer certificado ambiental antes del 2005, siendo la proporción para entonces mayor entre las usuarias que entre las no usuarias, el 69,27% frente al 60,90%.

**Figura 6.20. Año de obtención del primer certificado ambiental según uso de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

#### 6.3.4.4. Certificados en otros ámbitos de gestión

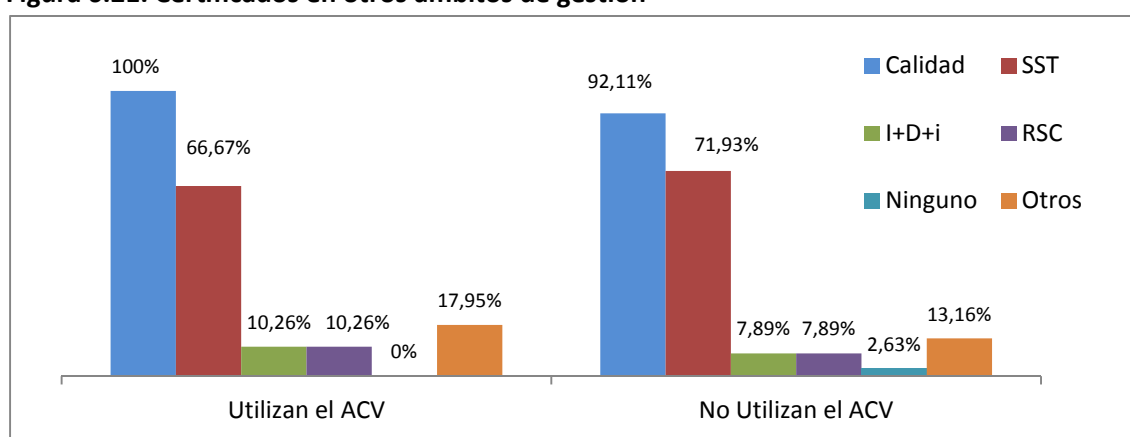
En la Figura 6.21 se detallan la proporción de empresas que tienen certificados en otros ámbitos como la *Calidad*, la *Prevención de Riesgos Laborales*, la *I+D+i*, y la *Responsabilidad Social Corporativa (RSC)*.

Un primer aspecto que muestran los datos es que no existen grandes diferencias en este sentido entre las empresas que utilizan el ACV y las que no lo hacen. Otro resultado muy elocuente es que prácticamente la totalidad de las empresas de la muestra, de hecho entre las usuarias se trata efectivamente del 100%, cuenta con algún certificado en el ámbito de la *Gestión de la Calidad* y una importante mayoría, más de dos tercios, en el ámbito de la *Seguridad y Salud Laboral*. Los certificados relacionados con la *I+D+i* o la *RSC* son mucho menos comunes con porcentajes que

apenas superan el 10% entre las empresas usuarias del ACV y ligeramente menores, rozando el 8%, entre las que no lo son.

Por último un 17,95% de las empresas afirman también poseer certificados no indicados expresamente en el cuestionario. Aunque no se pedía que se indicaran los ámbitos de esos *Otros* certificados, algunos de los encuestados han concretado que se trata de certificados en *Seguridad Alimentaria* y en *Seguridad de Equipos Industriales*.

**Figura 6.21. Certificados en otros ámbitos de gestión**



Fuente: Elaboración Propia

Con carácter general y si no se explicita lo contrario, en adelante los resultados que se presentan hacen referencia exclusivamente a aquellas empresas de la muestra que han afirmado hacer uso del ACV.

#### 6.4. DRIVERS PARA EL USO DEL ACV Y OBJETIVOS PERSEGUIDOS

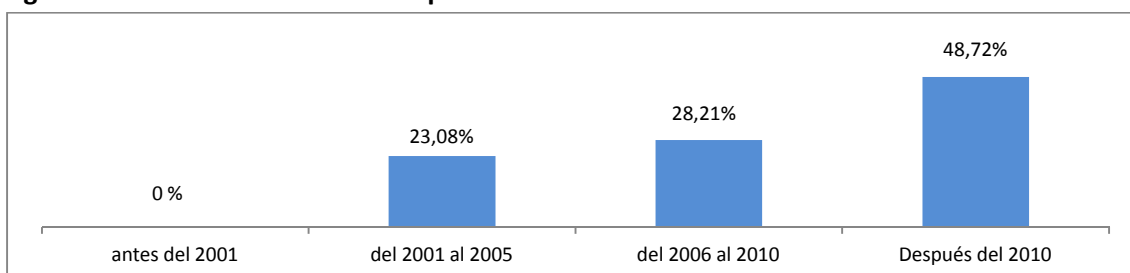
Antes de profundizar en los motivos que llevaron a las diferentes empresas a hacer uso de esta metodología y los objetivos que con ello perseguían, se presentan algunos resultados que ayudan a contextualizar la situación en cuanto al número de estudios realizados, fecha de realización del primero de ellos, el departamento responsable o el tipo de producto al cual se aplican.

### 6.4.1. Información previa sobre los estudios realizados

#### 6.4.1.1. Fecha del comienzo del uso del ACV.

En cuanto a la fecha de realización del primero de dichos estudios, los resultados se muestran en la Figura 6.22. Los primeros estudios se llevaron a cabo a partir del año 2001 y desde entonces la tendencia es positiva, es decir, conforme pasan los años son más las empresas que dan el paso y realizan su primer estudio. Prácticamente la mitad de las empresas un 48,72%, comenzó su práctica con el ACV después del año 2010.

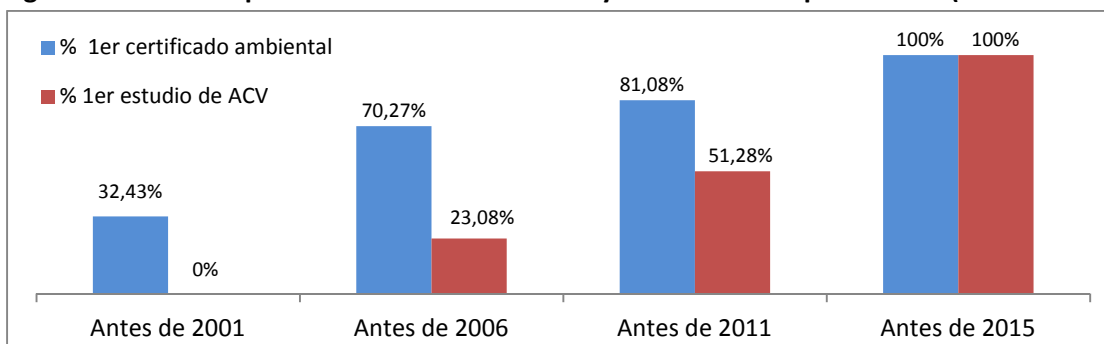
**Figura 6.22. Año de realización del primer estudio de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

Se comparan seguidamente las fechas de obtención del primer certificado ambiental y la de realización del primer estudio de ACV. En la Figura 6.23 se muestran los valores acumulados observándose que existe un cierto desfase temporal entre ambos. Los primeros certificados aparecen a partir de 1995 mientras que los primeros estudios de ACV lo hacen a partir de 2001. Para finales de 2005 el 70,27% de las empresas ya disponía de un certificado ambiental sin embargo el porcentaje de empresas que habría realizado su primer estudio de ACV no supera el 50% hasta el año 2010.

**Figura 6.23. Año de primer certificado ambiental y realización del primer ACV (Acumulados)**



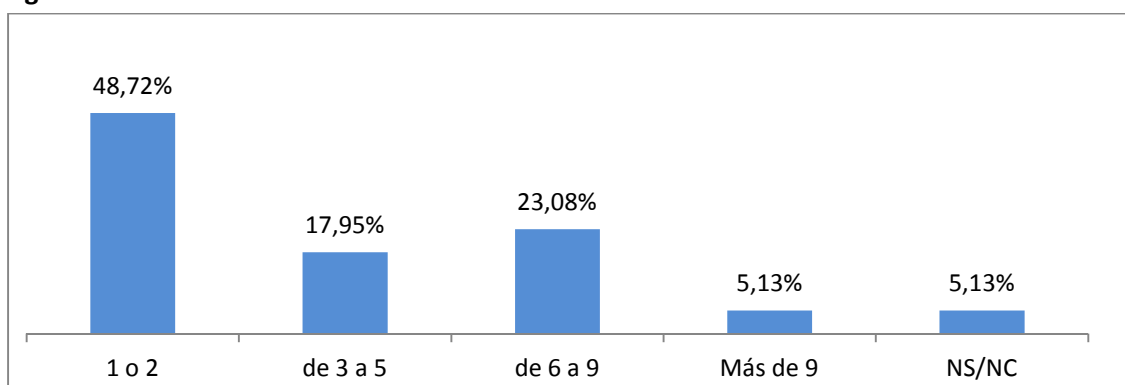
Fuente: Elaboración Propia



#### 6.4.1.2. Número de estudios realizados.

En la Figura 6.24 se presentan los resultados en cuanto al número de estudios de ACV realizados. Como se puede observar, casi la mitad de las empresas, el 48,72% únicamente han realizado uno o dos estudios, mientras que otro 41,03% ha realizado entre 3 y 9 estudios.

**Figura 6.24. N° de estudios de ACV realizados**



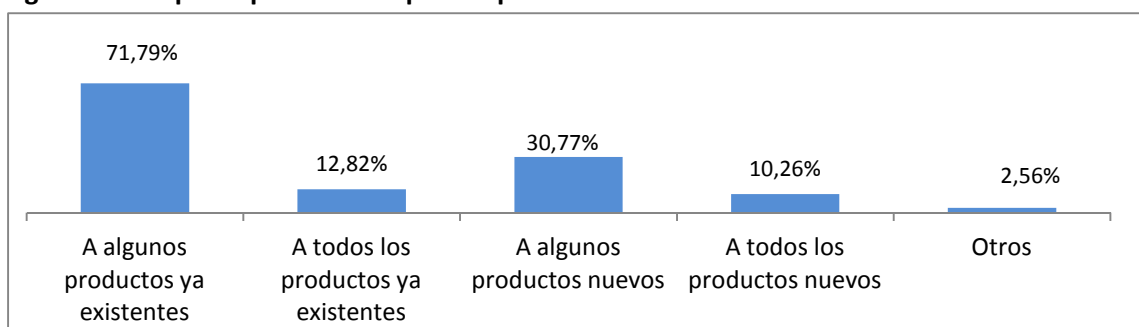
Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.1.3. Tipo de producto al que se aplican los estudios.

En cuanto al tipo de producto al que se aplican los estudios, o tipos, ya que el cuestionario permite respuestas múltiples, los resultados que se muestran en la Figura 6.25 indican que la gran mayoría de las empresas los aplica a algunos de sus productos tradicionales, concretamente el 71,79% de las mismas. Un 30,77% de las empresas afirma aplicarlo a algunos de sus productos nuevos y finalmente son pocas empresas las que aplican los estudios a todos los productos ya existentes, 12,82%, o a todos los productos nuevos, 10,26%.

Agrupando valores se obtiene que el 84,61% de las empresas realiza estudios a sus productos tradicionales mientras que el 41,03% de las mismas los aplica a sus productos novedosos. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre la proporción de empresas que aplica los estudios a productos ya existentes y a productos novedosos es (24,44% - 62,73%).

**Figura 6.25. Tipo de producto al que se aplican los estudios de ACV**

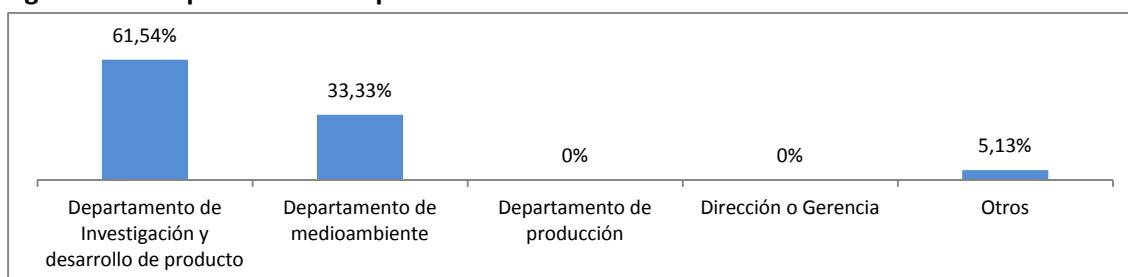


Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.1.4. Departamento responsable de los estudios de ACV.

Respecto al departamento encargado de su coordinación los resultados obtenidos y que se muestran en la Figura 6.26 son contundentes, prácticamente dos tercios de los estudios, el 61,54%, se coordinan desde el área que se ha definido anteriormente como *Investigación y Desarrollo de Producto* y otro tercio desde el *Departamento de Medio Ambiente* o quién realiza sus funciones. Para confirmar cuál es el departamento preponderante en cuanto a la coordinación de estos estudios, se ha calculado un intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre las proporciones existentes entre los dos departamentos mencionados. El resultado es bastante significativo, esta diferencia se sitúa entre el 6,94% y el 49,47% siempre a favor de departamento de *Investigación y Desarrollo de Producto*. Siendo el intervalo de confianza del 95% para la proporción de estudios dirigidos desde este departamento (46,27% - 76,81%). Destacar también que ninguna empresa afirma coordinar los estudios desde el *Departamento de Producción* ni tampoco desde la *Dirección o Gerencia*.

**Figura 6.26. Departamento responsable de los estudios de ACV**



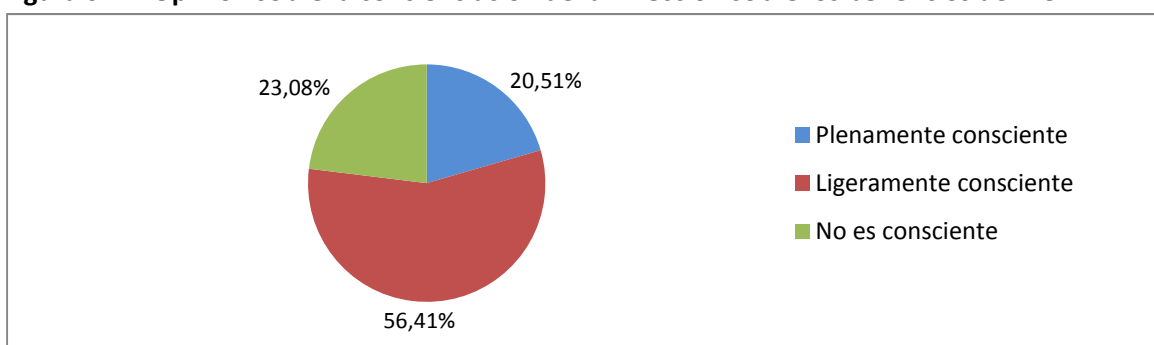
Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.1.5. Concienciación de la Dirección.

Se pidió a los encuestados que dieran su opinión sobre la concienciación de la Dirección sobre los beneficios que el ACV puede aportar a la compañía. En la Figura 6.27 se observa cómo un 20,51% de los encuestados considera que su Dirección es plenamente consciente de los beneficios del ACV frente a un porcentaje ligeramente superior, el 23,08%, que piensa que no es en absoluto consciente. La mayoría sin embargo, el 56,41%, se encuentra en un término medio y considera que la Dirección es ligeramente consciente de las ventajas que presentan estos estudios. En el caso concreto de los encuestados que forman parte de la dirección de sus compañías, un 5% del total, todos ellos afirman ser únicamente ligeramente conscientes de los beneficios del ACV.

Por su parte realizado el análisis de Independencia para los factores, *Área de trabajo y Opinión sobre la concienciación de la Dirección* el resultado es positivo para un  $\alpha$  0,05 ya que se obtiene un p-valor 0,6787. Dicho de otra forma, la opinión respecto a la dirección en este sentido no está influenciada (linealmente al menos) por el ámbito de trabajo del encuestado.

**Figura 6.27. Opinión sobre la concienciación de la Dirección sobre los beneficios del ACV**



Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.1.6. Uso de otras herramientas de gestión ambiental.

Se preguntaba a los encuestados por el uso de otras herramientas para la gestión ambiental en sus empresas con los resultados de la Tabla 6.12. La *Auditoría Ambiental*

y el *Estudio de Impacto Ambiental* son las dos herramientas más utilizadas con porcentajes superiores al 40%. Otro 30,77% de empresas afirma utilizar el *Análisis de la Huella de Carbono* y el resto aparecen con frecuencias por debajo del 20%. Destaca el hecho de que existe un 10,26% de empresas que reconoce no utilizar más herramientas de gestión ambiental que la propia ACV.

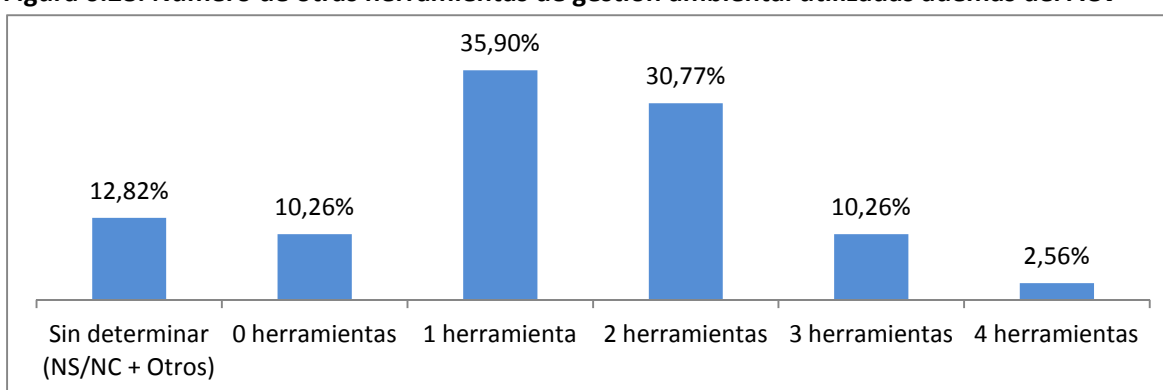
**Tabla 6.12. Uso de otras herramientas de gestión ambiental**

Otras herramientas utilizadas	%
Auditoría Ambiental	43,59
Estudio del Impacto ambiental	41,03
Análisis de la Huella de Carbono	30,77
Análisis de riesgo ambiental	17,95%
Análisis del flujo de materiales	2,56%
Análisis de la Externalidades	0,00%
Otros	2,56%
Ninguna	10,26%
NS/NC	10,26%

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 6.28 se completa este análisis con el número de herramientas de gestión ambiental que utilizan las empresas además del ACV. Aunque algunas empresas llegan a utilizar tres y hasta cuatro herramientas lo cierto es que dos tercios de ellas dicen utilizar únicamente una o dos además del ACV.

**Figura 6.28. Número de otras herramientas de gestión ambiental utilizadas además del ACV**

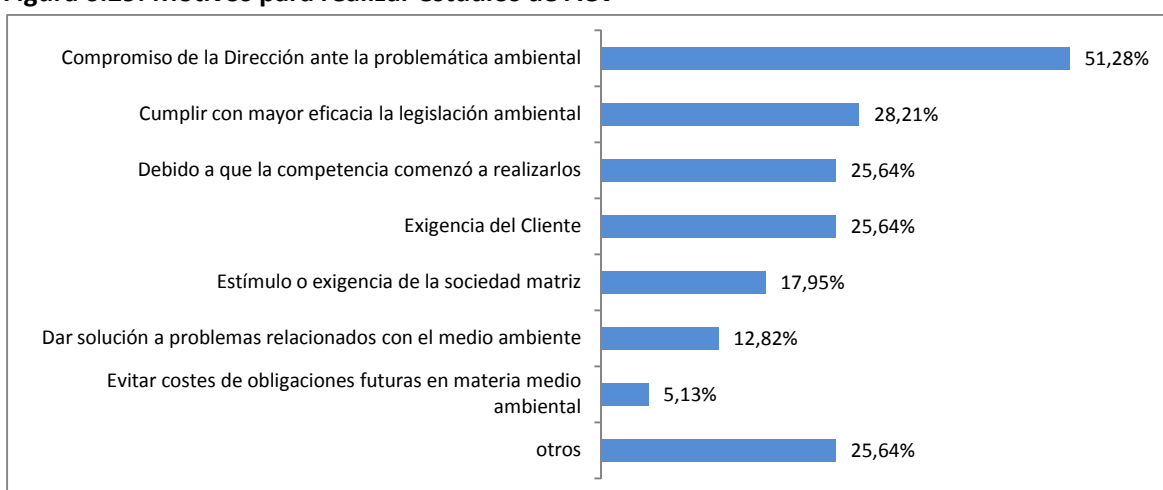


Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.2. Motivos para el uso del ACV

Una vez contextualizados los estudios, se analizan los *drivers* o motivos que impulsaron a estas empresas a utilizar esta metodología. El cuestionario proporcionaba siete alternativas (además de las opciones *Otros* y *NS/NC*) y se permitía la elección de tantas como se considerase. La Figura 6.29 muestra como el *Compromiso de la Dirección por la problemática ambiental* ha sido señalada por algo más de la mitad de las empresas, el 51,28%. En segundo lugar aunque a mucha distancia, el 28,21% señala el *Cumplimiento de la legislación ambiental* como un factor motivador. Curiosamente coinciden en proporción, con un 25,64%, las empresas que afirman hacerlo por *Exigencia del cliente* y las que citan a la *Competencia* como determinante para llevar a cabo los estudios.

**Figura 6.29. Motivos para realizar estudios de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al estímulo de la sociedad matriz señalado por el 17,95%, hay que matizar que lógicamente sólo las empresas filiales se pueden ver afectadas por este factor por lo que merece una ligera explicación. Como se ha indicado anteriormente las empresas que sin ser ellas mismas la matriz del grupo pertenecen a grupos empresariales suponen el 41,03% del total. Al incluir este dato se obtiene que el 43,75% de las filiales señalan la exigencia por parte de su matriz como uno de los motivos por lo que deciden hacer estudios de ACV.

Con la intención de determinar si las motivaciones principales para la realización de los estudios son de carácter interno, es decir, si parten de la propia empresa, o si por el contrario se deben a factores externos se han agrupado los motivos del siguiente modo:

- **Motivaciones internas:** *Compromiso de la dirección, Exigencia de la sociedad matriz, Solucionar problemas relacionados con el medio ambiente y Evitar costes futuros.*
- **Motivaciones externas:** *Exigencias del cliente, Cumplir con mayor eficacia con la legislación ambiental y Debido a que los competidores comenzaron a realizarlos.*

En la Tabla 6.13 se muestra como el 76,92% de las empresas citan motivos internos frente a casi un 49% que cita a los motivos externos. Lógicamente existe un porcentaje de empresas que cita ambos tipos de motivos, concretamente el 41,02%. Las diferencias son más notorias si cabe cuando se observan las proporciones de empresas que citan únicamente uno de los dos tipos de motivos, el 35,89% para los motivos internos frente a un escaso 7,69%% de empresas que citan los motivos externos.

**Tabla 6.13. Tipos de motivaciones para la realización de estudios de ACV**

Motivos	%
Motivos internos	76,92
Motivos externos	48,72
Ambos tipos de motivos	41,02
Únicamente motivos internos	35,89
Únicamente motivos externos	7,69

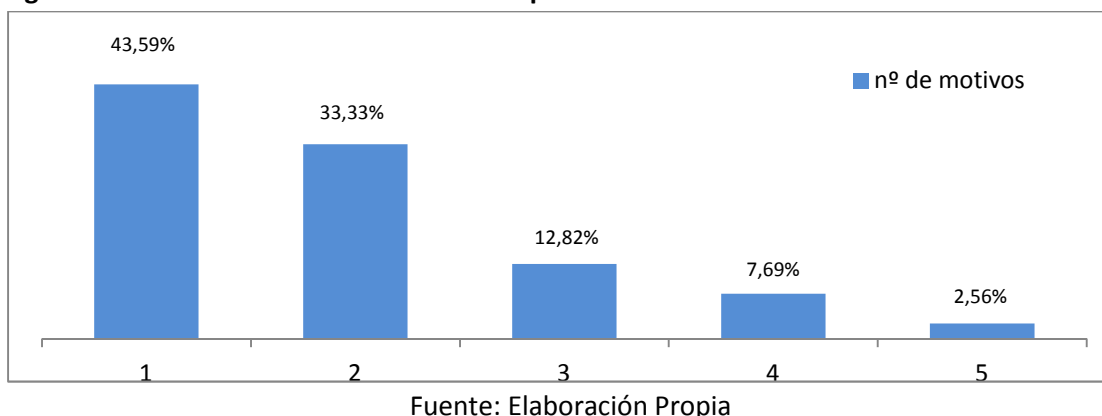
Fuente: Elaboración Propia

Para contrastar estadísticamente esta diferencia se ha calculado el intervalo de confianza para la diferencia entre la proporción de empresas que cita motivos internos y la que cita motivos externos. Esta diferencia a favor de los motivos internos se sitúa con un 95% de confianza entre un 7,7% y un 48,7%.

En cuanto al número de motivos señalados por cada empresa, Figura 6.30, los resultados indican que algo más de tres cuartas partes de las empresas señalan

únicamente uno o dos motivos, de hecho la media es de 1,923 motivos por empresa (varianza 1,12).

**Figura 6.30. Número de motivos señalados para realizar estudios de ACV**



#### 6.4.3. Objetivos perseguidos con los estudios de ACV

En la Tabla 6.14 se presentan los resultados relativos a los objetivos perseguidos con los estudios realizados.

Aunque son muchos los objetivos con un porcentaje de respuestas significativo, *La identificación y evaluación de los impactos ambientales del producto para mejorar el desempeño ambiental del mismo* es el objetivo principal perseguido por el 79,49% de las empresas. *El apoyo que el ACV presta a los proyectos de Ecodiseño* aparece en segundo lugar y fue escogida por más de la mitad de las empresas, en concreto por el 56,41%. A estas opciones les sigue *Comparación del desempeño ambiental de diferentes procesos o fases de estos* con casi la mitad de las empresas señalándola, el 48,72%. En el otro extremo se sitúan *La asignación de costes ambientales* con un 10,26%, *El cumplimiento de requerimientos ambientales para licitaciones con la administración* que apenas supera el 2,55% y finalmente *La determinación de especificaciones de compra para proveedores* que no obtiene respuesta alguna. Por su parte *La comparación de productos propios con otros productos alternativos* se sitúa en mitad del ranking con el 38,46% de respuestas, mismo porcentaje que obtiene *La obtención de alguna etiqueta ambiental*.

De cara a contrastar estadísticamente la prevalencia de algún objetivo sobre el resto se ha calculado un intervalo de confianza para la diferencia de proporciones entre los dos objetivos más señalados. El resultado obtenido indica que la proporción de empresas que señalan *La identificación y evaluación de los impactos ambientales del producto para mejorar el desempeño ambiental del mismo* es superior con una confianza del 95% en un valor comprendido entre el 3,01% y el 43,15% a la proporción de empresas que señalan al *Apoyo que el ACV presta a los proyectos de Ecodiseño*. Este intervalo es aun mayor lógicamente para el resto de objetivos ya que han sido escogidos por un número aún menor de empresas de la muestra.

**Tabla 6.14. Objetivos perseguidos con los estudios de ACV**

Objetivos perseguidos con su utilización	%
Identificar y evaluar los impactos ambientales para mejorar el desempeño ambiental general del producto	79,49
Servir de soporte en el marco del Ecodiseño	56,41
Estudio comparativo de diferentes procesos o fases de proceso	48,72
Estudio comparativo de productos ya existentes con nuevos productos alternativos	38,46
Información y formación a los consumidores y otras partes interesadas	38,46
Obtención de algún tipo de Ecoetiqueta o Declaración Ambiental de Producto	38,46
Como parte del proceso de Rediseño del producto	33,33
Servir de soporte en cálculos de Huella de Carbono	33,33
Estudio comparativo entre diferentes materias prima	28,21
Colaborar con las políticas de publicidad y marketing	28,21
Identificar oportunidades de ahorro energético	28,21
Estudio comparativo de sus productos con los de la competencia	20,51
Asignación de costes ambientales	10,26
Cumplir con los criterios de Compra Pública Verde de las administraciones y poder así participar en las licitaciones públicas	2,56
Determinar especificaciones de compra y criterios para selección de proveedores	0
Otros	2,56
NS/NC	0

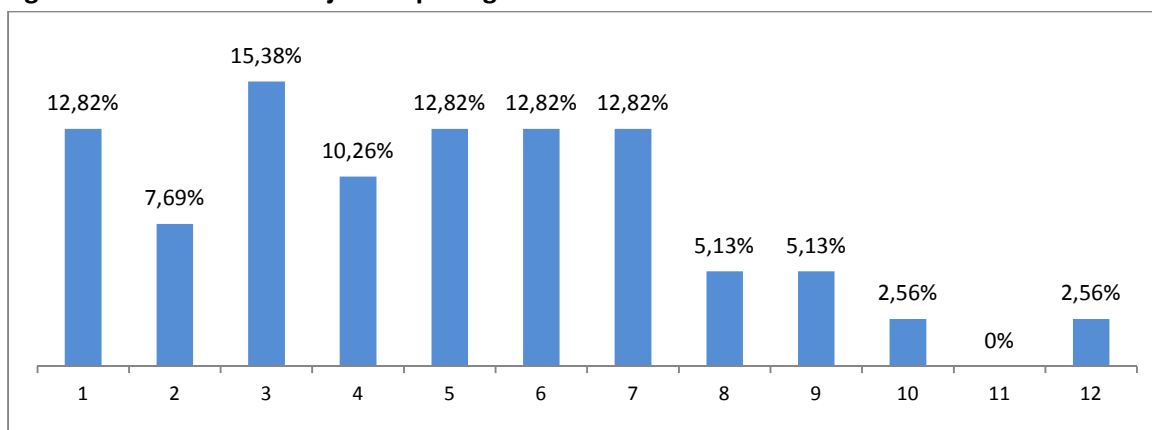
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al número de objetivos señalados por los encuestados, (sin considerar la categoría *Otros*) la media es de 4,64 objetivos por empresa (desviación estándar 2,73) con la distribución de la Figura 6.31. Por su parte al agrupar valores se obtiene que un



35,90% de las empresas persigue menos de 4 objetivos, otro 48,72% entre 4 y 7 ambos incluidos, y el 15,38% restante más de 7.

**Figura 6.31. Número de objetivos perseguidos con los estudios de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

#### 6.4.4. Opinión sobre las ventajas que presenta la metodología

Se pedía seguidamente a los encuestados que valorasen la importancia de una serie de ventajas atribuidas a la metodología con carácter general por diferentes autores. La escala utilizada para valorar la importancia de estas ventajas es: 1 nula, 2 escasa, 3 moderada, 4 importante y 5 muy importante.

La Tabla 6.15 muestra a simple vista que ninguna de las ventajas recibe una valoración media de importante quedándose la mayoría de ellas en el rango de ventajas moderadas. De hecho tres de las cuatro ventajas mejor valoradas hacen referencia al prestigio de la propia metodología y no tanto a los beneficios que proporciona: *Soportada por normas internacionales*, *Sistemática y objetiva* y que *Goza de buena reputación*. Con una valoración moderada aunque cercana a *Importante*, 3,79, aparece *La ayuda que presta en el cumplimiento de las obligaciones legales* aspecto que aparecía entre los objetivos perseguidos por las empresas con sus estudios. Por último en el otro extremo con una valoración escasa aunque cercana a moderada, 2,85, se encuentra *La ayuda que proporciona al proceso de decisión en cuanto al lanzamiento o modificación de productos*.

**Tabla 6.15. Valoración de las ventajas de la metodología por parte de las empresas usuarias**

Ventaja	Valoración Media	Varianza
Está soportada por una Norma Internacional	3,87	0,69
Permite conocer y comprender los impactos medio ambientales facilitando el cumplimiento de las responsabilidades legales	3,79	1,17
Goza de buena reputación entre expertos	3,67	0,83
Es sistemática y objetiva	3,49	1,01
Mejora las relaciones con la Administración al ser considerada como empresa responsable y comprometida con el medioambiente	3,38	1,16
Proporciona ventajas competitivas al facilitar la certificación de los productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas	3,23	0,94
Facilita el flujo de información entre las diferentes partes interesadas, industria, clientes, investigadores, administraciones públicas etc.	3,21	1,39
Mejora la imagen de la compañía	3,21	0,92
Ayuda a la comercialización aportando argumentos de carácter medioambiental a la promoción de los productos.	3,08	0,91
Permite la mejora de procesos y la selección de la tecnología adecuada	3,08	1,49
Posibilita la reducción de costes en la medida que el nuevo diseño y los nuevos procesos de fabricación, transporte y distribución promueven una mayor eficiencia en la asignación y el empleo de materias primas, insumos y energía.	3,05	1,62
Proporciona una base sólida en la toma de decisiones sobre el lanzamiento de nuevos producto o la modificación de los productos ya existentes	2,85	1,14

Fuente: Elaboración Propia

Se pidió también a las empresas no usuarias de ACV que indicaran su opinión sobre las principales ventajas que presenta la metodología, aunque en este caso se optó por simplificar el método de valoración dado que la experiencia de las empresas con la metodología era inexistente. El encuestado debía simplemente seleccionar aquellas tres ventajas que considerase más importantes entre un listado de siete. La Tabla 6.16 muestra como la opinión de las empresas no usuarias coincide en cierta medida con la opinión manifestada por las empresas usuarias aunque presente también algunas diferencias:

- Ambos grupos coinciden al valorar de manera importante la ayuda que presta la metodología en el cumplimiento de la legislación ambiental.

- Coinciden también al valorar moderadamente la ventaja que aporta la metodología a la empresa al permitir la certificación bajo ciertos esquemas ambientales y al mejorar la imagen de la organización.
- Coinciden también en sentido contrario al no valorar en demasía su aportación al proceso de decisión sobre el lanzamiento de productos o su modificación.
- No coinciden sin embargo a la hora de valorar la aportación que hace el ACV a la reducción de costes, no apreciada por las empresas usuarias pero si valorada positivamente por las no usuarias.
- En sentido inverso, mientras que las empresas usuarias valoran positivamente que la metodología esté soportada por Normas internacionales y esté reconocida como una metodología sistemática y objetiva, las empresas no usuarias parecen no considerar muy importantes estas cualidades.

**Tabla 6.16. Principales ventajas del ACV según las empresas no usuarias**

Ventaja	%
Permite conocer y comprender los impactos medio ambientales generados facilitando así el cumplimiento de las responsabilidades legales	48,94
Contribuye a la mejora de la imagen de la empresa	48,94
Sirve como herramienta para la reducción de costes en la medida que el nuevo diseño y los nuevos procesos de fabricación, transporte y distribución promueven una mayor eficiencia en la asignación y el empleo de materias primas, insumos y energía.	44,68
Proporciona ventajas competitivas al facilitar la certificación de los productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas	38,30
La metodología está soportada por Normas Internacionales	25,53
Proporciona una base sólida para la toma de decisiones técnicas adecuadas sobre el lanzamiento de un nuevo producto o la modificación de productos existentes, para hacerlos más eficientes en cuanto a su desempeño ambiental	25,53
Es una metodología sistemática y objetiva	19,15

Fuente: Elaboración Propia

## 6.5. METODOLOGÍA Y PROCESO

### 6.5.1. Alcance de los estudios

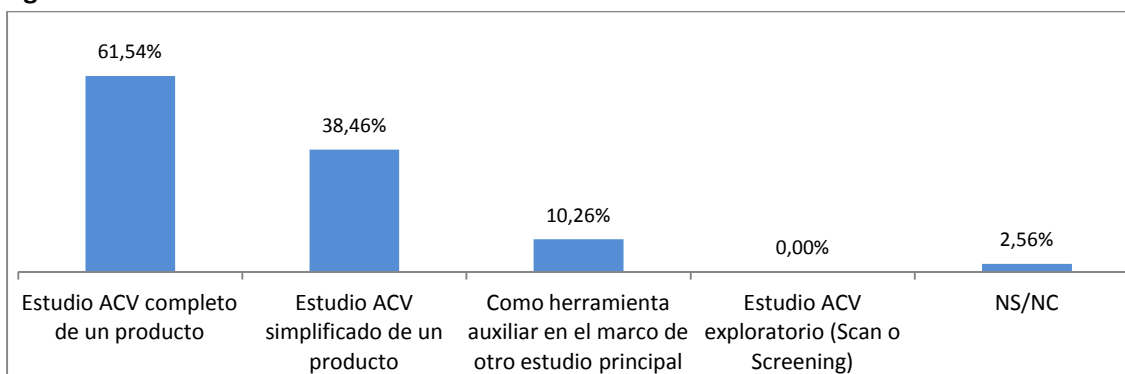
La Figura 6.32 muestra las respuestas de las empresas a la pregunta sobre el tipo de estudio realizado en cuanto a su alcance, pudiendo elegir varias opciones si fuera el caso de que las empresas han realizado varios estudios diferentes.

Un porcentaje importante de las empresas, el 61,54%, afirma haber realizado *Estudios de ACV completos*, mientras que un 38,46% dice haber realizado *Estudios simplificados*. Son pocas, el 10,26%, las que han utilizado el ACV como *Herramienta auxiliar para otro tipo de estudios* y ninguna empresa dice haber realizado *Estudios exploratorios*, llamados también de *Screening*.

De cara a contrastar estadísticamente la preponderancia de los estudios completos frente al resto de tipos se ha calculado el intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre las proporciones de empresas que han realizado estudios completos y estudios simplificados con el resultado a favor de los estudios completos (1,44% - 44,67%). Dado que los otros tipos de estudio son aún menos utilizados que los simplificados el resultado es aun más evidente y se ha obviado su cálculo.

Por su parte el intervalo de confianza del 95% para la proporción de empresas que afirma realizar Estudios Completos de ACV es (46,27% - 76,81%).

**Figura 6.32. Alcance de los estudios de ACV realizados**



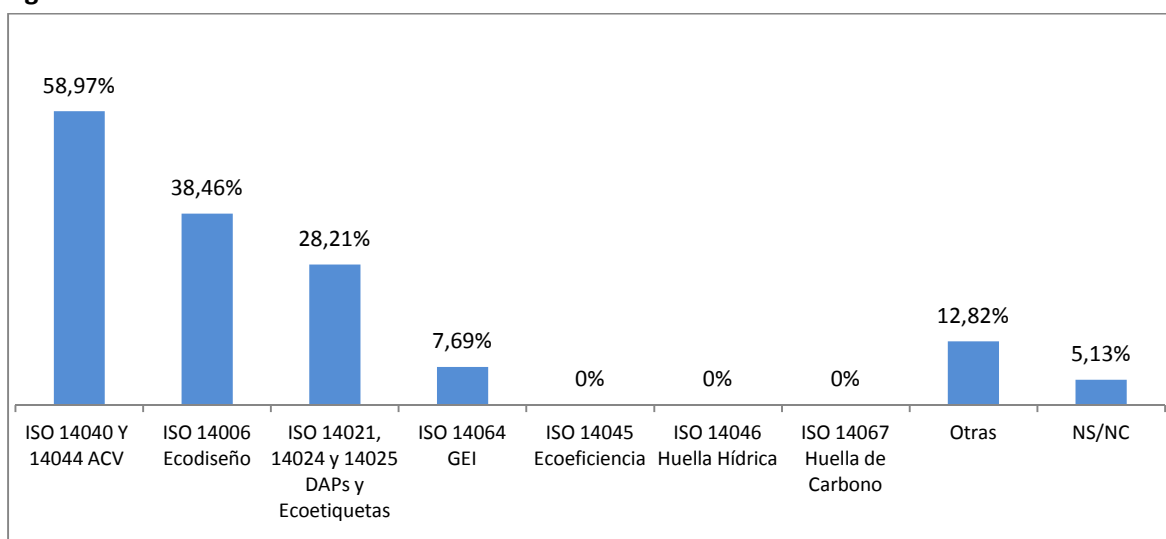
Fuente: Elaboración Propia

### 6.5.2. Normas utilizadas

La gran mayoría de empresas, el 84,61%, confirma la utilización de alguna de las normas internacionales en el ámbito del ACV como soporte para la realización de los estudios. En cuanto a la norma concreta utilizada, Figura 6.33, algo menos del sesenta por ciento, un 58,97%, afirma utilizar la *Norma ISO 14040 sobre ACV*, siendo el intervalo de confianza del 95% para dicha proporción (43,53% - 74,41%). La *Norma de Ecodiseño* y aquellas que regulan las *Ecoetiquetas y Declaraciones Ambientales* aparecen más retrasadas con un 38,46% y un 28,21% respectivamente.

Por otra parte, analizando conjuntamente los resultados relativos al alcance del estudio realizado y la norma utilizada se obtiene además que el 82,25% de las empresas que ha realizado estudios completos de ACV lo ha hecho utilizando la Norma ISO 14040. De hecho la prueba de independencia con valor  $\alpha$  0,05 para los factores *Realización de Estudio Completo* y *Uso de la Norma ISO 14040* es negativa, p-valor 0,0003 y CC 0,4992, por lo que se concluye que existe una relación lineal importante entre ambos factores.

**Figura 6.33. Normas internacionales utilizadas en el estudio**



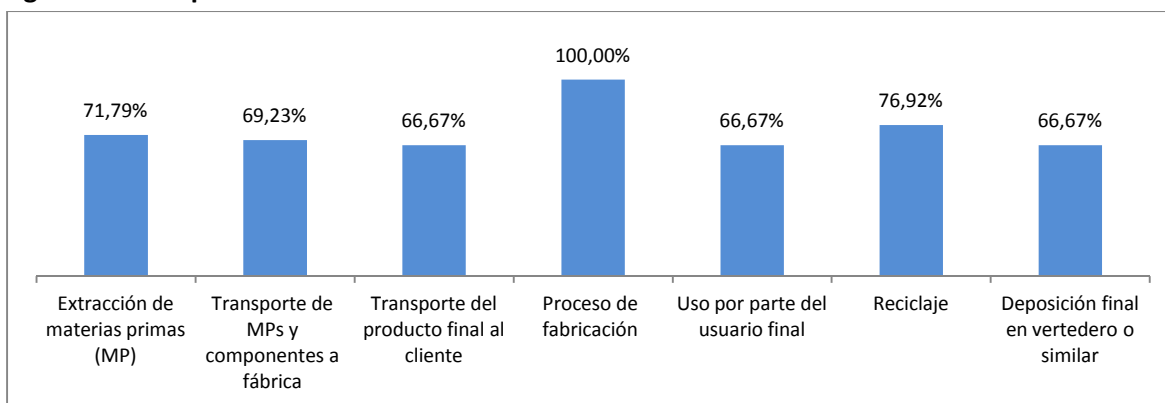
Fuente: Elaboración Propia

### 6.5.3. Etapas del ciclo de vida consideradas

Se preguntó también a los encuestados por las etapas del ciclo de vida consideradas en los estudios. En los resultados que se muestran en la Figura 6.34 se puede observar que todas las etapas han sido seleccionadas por una proporción de empresas significativa, por encima de los dos tercios en todos los casos. Lógicamente el proceso productivo concreto llevado a cabo por las propias empresas ha sido analizado por el 100% de las empresas.

Un resultado adicional que no se muestra directamente la Figura 6.33, pero cuyo conocimiento es objetivo de esta Tesis, es que las empresas que han seleccionado todas las etapas del ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta su reciclaje o deposición final suponen únicamente el 35,90% del total. La mayoría de empresas por tanto no considera todas las etapas del ciclo de vida en sus estudios, situándose su proporción un 95% de confianza entre el 49,05% y el 79,16%.

**Figura 6.34. Etapas consideradas en los estudios de ACV realizados**



Fuente: Elaboración Propia

### 6.5.4. Categorías de impacto consideradas

Las categorías de impacto consideradas en los estudios era la siguiente pregunta con los resultados de la Tabla 6.17. Aunque todas las categorías de impacto han recibido alguna respuesta por parte de los encuestados hay diferencias notables entre las mismas: *El Calentamiento Global* ha sido la categoría más veces señalada por los

encuestados, el 69,23% de las veces. Le siguen *La Acidificación*, *La Eutrofización* y *El Consumo de Energía* con un 61,54% cada una de ellas. En el entorno del 50% aparecen *La Reducción de la Capa de Ozono*, *El Agotamiento de los Recursos*, *La Formación de Oxidantes Fotoquímicos* y *La Generación de Residuos*. Finalmente entre las categorías menos consideradas aparecen *El Uso de Suelo*, *La Emisión de Metales*, *El Ruido* y *Los Impactos de Carácter Social*, todos ellos por debajo del 25%.

**Tabla 6.17. Categorías de impacto consideradas para los estudios de ACV**

Categorías de impacto	%
Calentamiento Global o Efecto Invernadero	69,23
Acidificación	61,54
Eutrofización	61,54
Consumo de energía	61,54
Reducción de la Capa de Ozono	51,28
Agotamiento de Recursos	48,72
Formación de oxidantes fotoquímicos	48,72
Generación de residuos	46,15
Uso del agua	43,59
Toxicidad humana	33,33
Ecotoxicidad	30,77
Uso del suelo	23,08
Emisión de metales	23,08
Ruido	20,51
Impactos de carácter Social	12,82
Otros	12,82
NS/NC	12,82

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.5.5. Programas informáticos utilizados

Las siguientes tres preguntas pretenden dar a conocer los diferentes paquetes informáticos utilizados por las empresas para la realización de los estudios.

### 6.5.5.1. Bases de datos

En cuanto a las Bases de Datos, los resultados se exponen en la Tabla 6.18. El cuestionario contenía 19 bases de datos de las cuales únicamente tres fueron señaladas. *Ecoinvent Data* es la más utilizada con el 46,15% de respuestas. *Eco It* y *PE International* aparecen también pero en mucha menor medida con un 7,69% cada una.

**Tabla 6.18. Bases de datos utilizadas en la fase de inventario de ciclo de vida**

Bases de Datos que hayan utilizado para la fase de Inventario	%
Ecoinvent Data	46,15
Eco-it	7,69
PE Internacional	7,69
Otras	15,38
NS/NC	28,21

Fuente: Elaboración Propia

Se nombran a continuación aquellas bases de datos que apareciendo en el cuestionario no fueron señaladas ni tan siquiera una vez: *Buwal*, *E3IOT*, *Earthster*, *EIO-LCA CMU Database*, *ELCD CORE Database*, *ETH ESU 96*, *FEFCO*, *Franklin US LCI*, *Idemat*, *Ivam 1350 LCA data*, *Sourcemap*, *Spine@cpm*, *Spold Data Exchange Software*, *The association of Plastics Manufacturers in Europe APME*, *The UNEP/Setac Database Registry*, *US LIFE-CYCLE Inventory Database* y *US LCI DATA*.

### 6.5.5.2. Metodología de evaluación de impactos

En cuanto a las metodologías utilizadas para la evaluación de impactos, el cuestionario presentaba 11 opciones posibles además de la NS/NC. En este caso tal y como muestra la Tabla 6.19 cinco de las metodologías presentadas obtuvieron alguna respuesta siendo *Ecoindicator 99* la más utilizada con un 46,15% de las empresas afirmando utilizarla. *CML 2001* y *Recipe* presentan también tasas de respuestas importantes con 38,46% y 35,90% respectivamente. Finalmente también *IPCC* y *US EPA Methodology Traci* han sido utilizadas con un 15,38% y un 2,56% respectivamente. Por su parte las metodologías no seleccionadas por ninguna de los encuestados fueron: *BEES*, *ECOPOINTS 97*, *EDIP UMIP 96*, *IMPACT 2002+* y *EPS 2000* e *ILCD*.



**Tabla 6.19. Metodologías utilizadas en la fase de evaluación de impactos**

Metodologías utilizadas para la Evaluación de Impactos	%
ECO-INDICATOR 99	46,15
CML 2001	38,46
RECIPE	35,90
IPCC	15,38
US EPA METHODOLOGY TRACI	2,56
NS/NC	15,38

Fuente: Elaboración Propia

**6.5.5.3. Softwares utilizados para la evaluación de impactos**

Por último, en la Tabla 6.20 se detallan los softwares utilizados por las empresas en la fase de evaluación de impactos. El cuestionario ofrecía 28 softwares diferentes siendo únicamente seis de ellos seleccionados al menos una vez por los encuestados. Con un 41,03% de empresas que afirman utilizarlo *Simapro* es el más utilizado y junto a él *LCA Manager* señalado por otro 30,77% de empresas. *Excel*, *Ecoscan*, *Gabi* y *Eco it* son los otros cuatro programas escogidos por las empresas pero con tasa de repuestas claramente inferiores.

**Tabla 6.20. Software utilizado en la fase de evaluación de impactos**

Software utilizado en la fase de Evaluación de Impactos	%
SIMAPRO	41,03
LCA MANAGER	30,77
EXCEL	15,38
ECOSCAN	10,26
GABI	10,26
ECO IT	7,69
OTROS	20,51
NS/NC	12,82

Fuente: Elaboración Propia

Se nombran en este caso también aquellas opciones que ofrecía el cuestionario y que no recibieron ninguna respuesta: *Bilan Carbone*, *Boustead model*, *BEES*, *Carbonostics*,

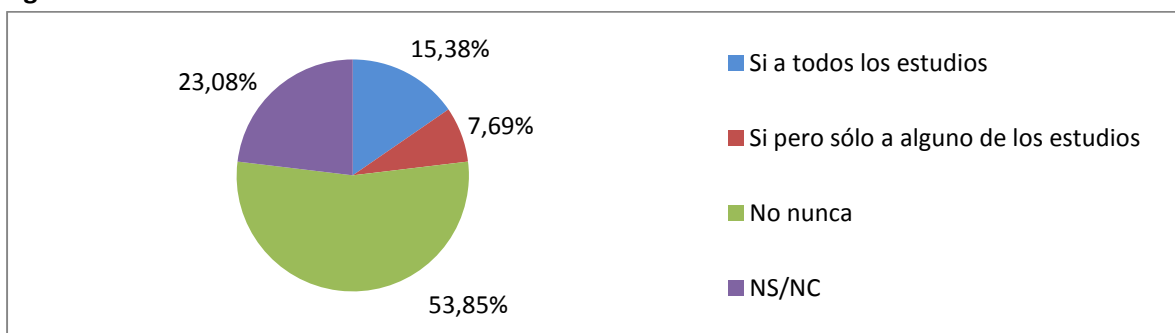
CML 2 Baseline Method, CMLCA, Dubocalc, ECO-QUANTUM, EDIP, EIO-LCA, ATHENA, EPS, Environmental Impact Indicator, GEMIS, GREET, KCL-ECO, LCAIT, LCAPIX, MIET, REGIS, TEAM 4.0 Ecobalance, Umberto y Wisard.

### 6.5.6. Realización de la revisión crítica

En cuanto a la realización de la Revisión Crítica a los estudios, los resultados de la Figura 6.35 muestran que únicamente el 15,38% de las empresas realizan esta fase a todos sus estudios mientras que otro 7,69% de empresas afirma haberlo hecho únicamente en algunos de los estudios. Ello supone que un 23,08% de empresas ha realizado esta fase al menos en alguna ocasión. Calculado el intervalo de confianza del 95% para la proporción de empresas que realiza la revisión crítica ya sea a todos o a algunos de sus estudios, se obtiene (9,85% - 36,30%).

Merece la pena recordar que la revisión crítica, aunque lógicamente siempre se puede llevar a cabo de forma voluntaria, es de obligada realización cuando el estudio se realiza de acuerdo con la Norma ISO 14040, su objetivo sea comparar dos alternativas que compiten en el mercado y se pretenda publicar los resultados. Al aplicar estas condiciones en la muestra se comprueba que únicamente el 10,25% de las empresas estarían obligadas de hecho a realizar la revisión crítica. Se ha comprobado que todas las empresas con obligación de realizar la Revisión Crítica afirman efectivamente haberla realizado sin embargo existe también un 12,83% de empresas que la habrían realizado de forma voluntaria.

Figura 6.35. Realización de la revisión crítica

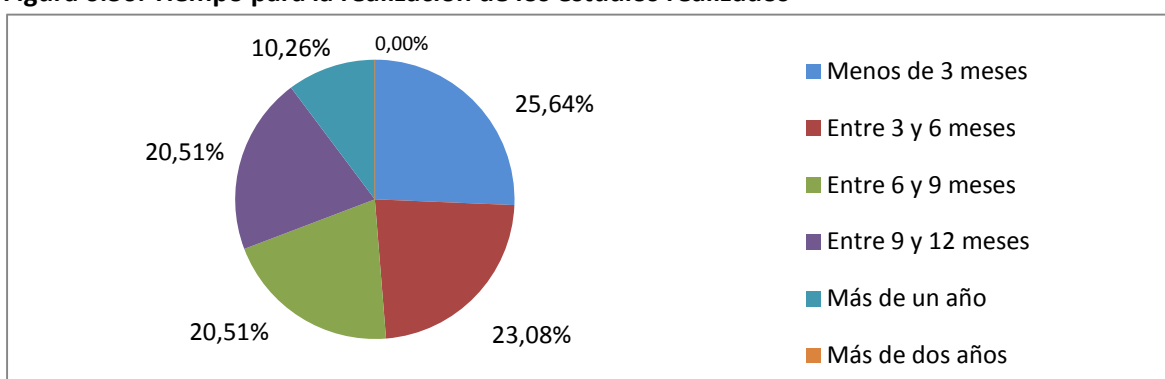


Fuente: Elaboración Propia

### 6.5.7. Tiempo empleado en la realización de los estudios

El tiempo empleado en la elaboración de los estudios se muestra en la Figura 6.36. Casi la mitad de las empresas, 48,72% reconoce haber empleado menos de 6 meses y el porcentaje roza el 90% cuando se amplía el periodo hasta un año. El 10,26% restante afirma haber empleado más de un año, y aunque el cuestionario no especificaba cuanto más, no llegaría nunca a los dos años dado que ese periodo sí se especificaba y no fue señalado en ningún caso.

**Figura 6.36. Tiempo para la realización de los estudios realizados**



Fuente: Elaboración Propia

### 6.5.8. Obstáculos

Del mismo modo que con las ventajas, se pedía a los encuestados que valorasen la importancia de una serie de obstáculos o dificultades que los principales autores han identificado respecto de la metodología. La valoración se realizó atendiendo a la misma escala utilizada para valorar las ventajas: 1 nula, 2 escasa, 3 moderada, 4 importante y 5 muy importante.

En la Tabla 6.21 se presentan las medias de las valoraciones de los encuestados para cada obstáculo ordenadas de mayor a menor.

**Tabla 6.21. Valoración de los obstáculos del ACV por las empresas usuarias**

Obstáculo	Valoración Media	varianza
La dificultad de la recogida de los datos	4,56	0,49
La dificultad para incluir todas las etapas del ciclo de vida	4,13	0,82
La dificultad para incluir todos los impactos ambientales	4,10	0,79
La calidad de los datos	4,08	0,91
El excesivo tiempo necesario	4,08	0,79
La falta de bases de datos y la actualización de las existentes	3,95	0,84
La complejidad de la propia metodología	3,85	1,03
La dificultad para definir los límites del sistema a estudiar	3,74	1,00
La dificultad para valorar e interpretar los resultados	3,62	1,12
La falta de expertos	3,62	1,96
La falta de formación del personal	3,33	1,44
El elevado coste de la mano de obra	3,15	1,58
El elevado coste del software necesario	3,13	2,19

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar todos los obstáculos presentados han sido valorados al menos como moderados. *La dificultad para la recogida de datos* es considerada la principal dificultad con una valoración a medio camino entre importante y muy importante y en general todo lo concerniente con la obtención y la fiabilidad de los datos es visto como fuente de dificultades.

Tras ese aspecto, *La dificultad para considerar todas las etapas del ciclo de vida*, *La dificultad para considerar todos los impactos ambientales* y *El Tiempo necesario* para la realización del estudio aparecen como los principales obstáculos con 4,13, 4,10 y 4,08 de valoración respectivamente. En menor medida pero con valoraciones por encima de 3,5 se sitúan los aspectos relacionados con la metodología como el establecimiento de los límites del sistema o la interpretación de resultados entre otros, de hecho la *Complejidad propia de la metodología* recibe una valoración de 3,85.

Finalmente *La formación del personal*, *El coste de la mano de obra* o *El coste del software* son considerados obstáculos más moderados y en relación al resto aparecen como los menos importantes.

Con la intención de contrastar si existe preponderancia de unos obstáculos frente a otros, se han agrupado los obstáculos relacionados con los recursos necesarios por un lado y los relacionados con la obtención y el tratamiento de datos por otro.

- Recursos: El tiempo necesario, el coste de personal y su falta de formación y el coste del software obtienen conjuntamente una valoración media de 3,44 a medio camino entre moderada e importante, (varianza 1,58).
- Datos: Al agrupar la dificultad de la recogida de los datos, la dificultad para incluir todas las etapas del ciclo de vida, la dificultad para incluir todos los impactos ambientales y la calidad de los datos, la valoración media arroja un resultado de 4,21 calificado como importante (varianza 0,78).

El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de valoración entre ambos grupos arroja el resultado siguiente: los obstáculos relacionados con la obtención y tratamiento de los datos obtienen una puntuación que se sitúa entre 0,77 y 1,07 puntos por encima de la que obtienen los obstáculos relacionados con los recursos.

Se preguntó también sobre este aspecto a los que encuestados que afirmaron conocer la metodología pero cuyas empresas no la utilizan. En este caso se optó también por simplificar el método de valoración dado su falta de experiencia real con la metodología. Los encuestados debían únicamente seleccionar entre trece obstáculos que se presentaban en el cuestionario, los cuatro que en su opinión considerasen más importantes. Los resultados de la Tabla 6.22 indican que existe una relativa coincidencia con la opinión expresada por las empresas usuarias aunque existen también algunas diferencias: Al igual que entre las usuarias aquellos aspectos relacionados con la obtención de los datos y la complejidad de la metodología son los más señalados mientras que el coste de la mano de obra y del software y la falta de formación son considerados, también en este grupo son los menos señalados. Sin embargo la calidad de los datos, que entre las empresas usuarias recibe una valoración de importante 4,08, es señalada en este caso únicamente por el 25% de las empresas consultadas.

**Tabla 6.22. Principales obstáculos que presenta el ACV según las empresas no usuarias**

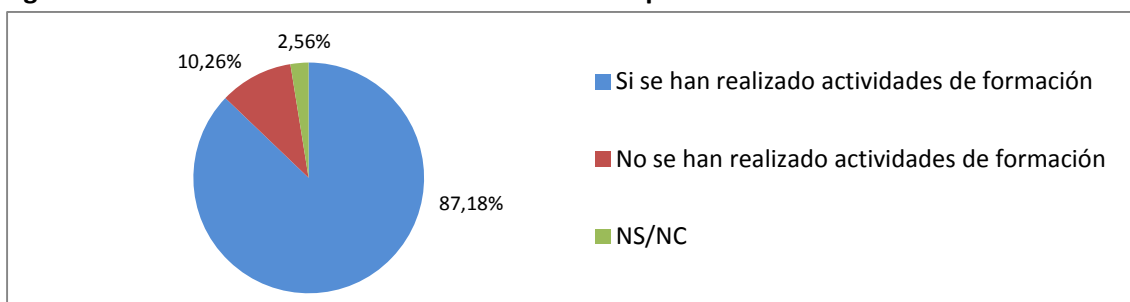
Obstáculo	%
La dificultad de la recogida de los datos	51,06
El excesivo tiempo necesario	51,06
La dificultad para incluir todas las etapas del ciclo de vida	44,68
La dificultad para definir los límites del sistema a estudiar	44,68
La complejidad de la propia metodología	38,30
La falta de expertos	31,91
La dificultad para incluir todos los impactos ambientales	25,53
La calidad de los datos	25,53
La dificultad para valorar e interpretar los resultados	19,15
La falta de formación del personal	12,77
El elevado coste de la mano de obra	6,38
El elevado coste del software necesario	6,38
La falta de bases de datos y la actualización de las existentes	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Se analizan a continuación otros factores relacionados con el proceso llevado a cabo y no tanto con la metodología en sí misma como la formación precisada, la financiación, la colaboración con otros agentes o la contratación de servicios de consultoría.

### 6.5.9. Formación

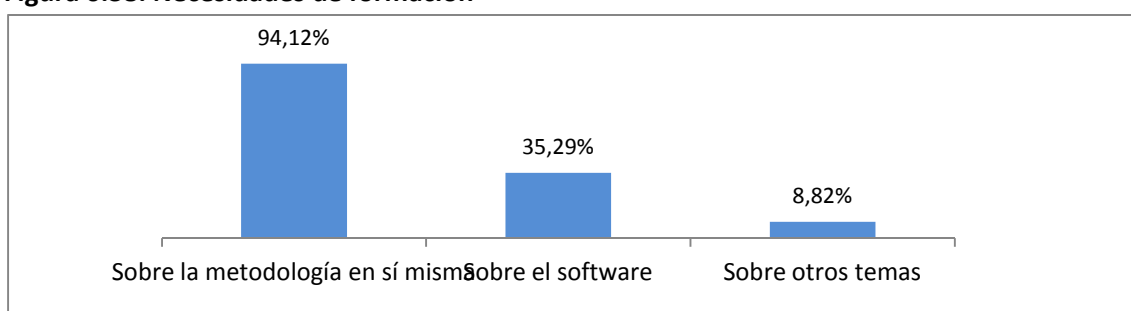
La Figura 6.37 es muy elocuente en cuanto a las necesidades de formación por parte de las empresas de cara a acometer este tipo de estudios dado que el 87,18% de las mismas afirma haber necesitado algún tipo de formación.

**Figura 6.37. Realización de actividades de formación para llevar a cabo el estudio**

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, a aquellas empresas que efectivamente habían precisado formación se les preguntaba sobre la temática de la misma, con los resultados, también muy elocuentes, que se muestran en la Figura. 6.38. Casi la totalidad de ellas precisó formación sobre la propia metodología mientras que algo más de un tercio la precisó para el manejo de algunos de los softwares necesarios y no llega al 10% el conjunto de empresas que indicó otras necesidades sin especificar.

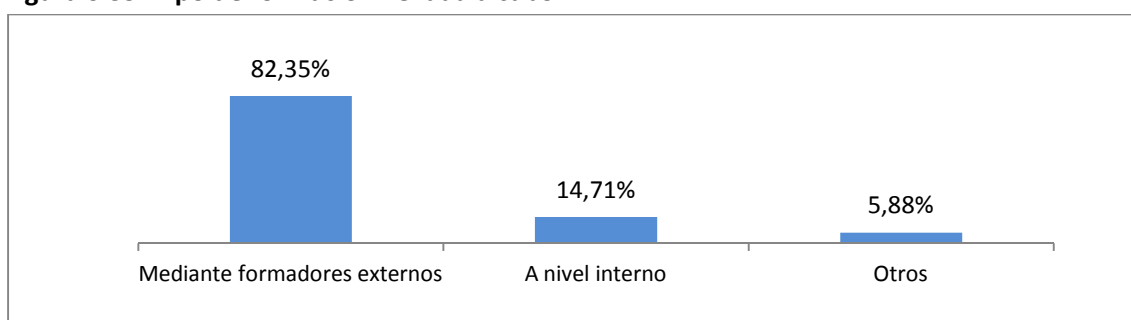
**Figura 6.38. Necesidades de formación**



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al origen de los formadores los resultados de la Figura 6.39 muestran que la mayoría de ellas, el 82,35%, ha precisado de formadores externos a la empresa frente a un 14,71% que ha organizado la formación de manera interna.

**Figura 6.39. Tipo de formación llevada a cabo**



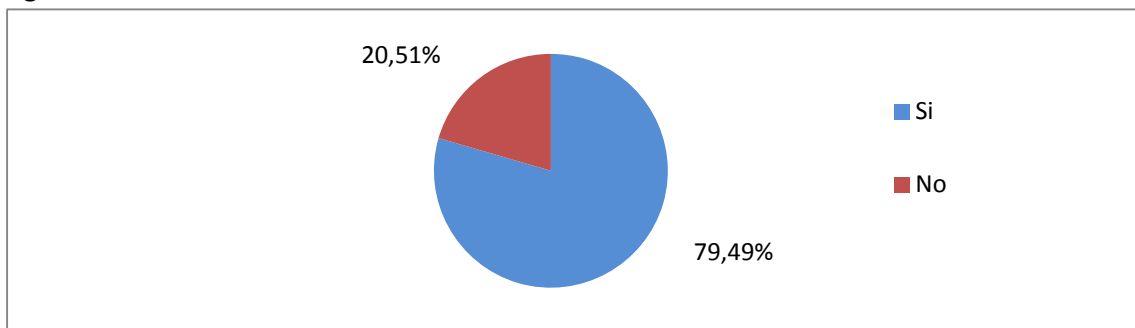
Fuente: Elaboración Propia

#### 6.5.10. Servicios de consultoría y/o asesoría

Respecto a la contratación de servicios de Asesoría y/o Consultoría, al margen de la formación, los resultados tal y como se muestran en la Figura 6.40 son también concluyentes. Prácticamente cuatro de cada cinco empresas reconocen haber

contratado este tipo de servicios. El intervalo de confianza del 95% para la proporción de empresas que opta por contratar este tipo de ayuda se sitúa en (66,81% - 92,16%).

**Figura 6.40. Contratación de servicios de asesoría o consultoría**

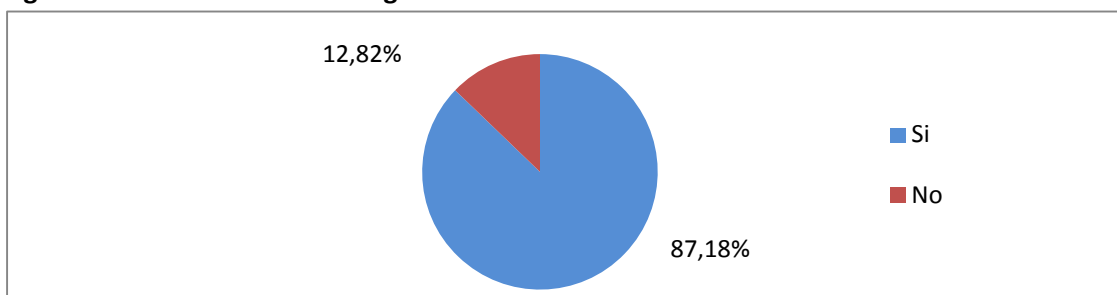


Fuente: Elaboración Propia

#### 6.5.11. Colaboradores externos

De manera similar, el 87,18% de las empresas afirma también haber colaborado con agentes externos a la empresa tales como Universidades, Centros de I+D+i etc. tal y como se muestra en la Figura 6.41.

**Figura 6.41. Colaboración con agentes externos**



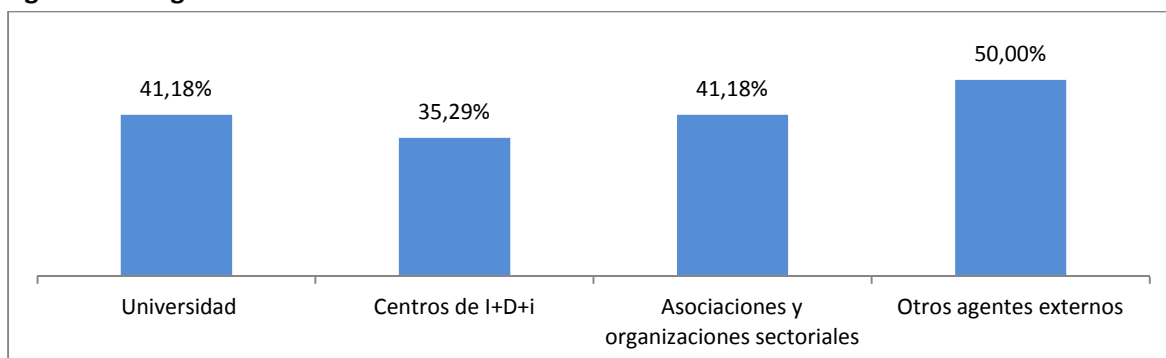
Fuente: Elaboración Propia

Aquellas empresas que admitían haber colaborado con agentes externos debían indicar además el tipo de agente (Figura 6.42). Algo más del 40% ha colaborado con la *Universidad*, proporción idéntica a la que afirma haber colaborado con *Asociaciones y organizaciones sectoriales* mientras que la participación de *Centros de I+D+i* es algo menor, un 35,29%. Por otra parte la mitad de las empresas afirma haber colaborado con *Otros agentes*, a este respecto merece la pena constatar que varios de los



encuestados identificaron de manera voluntaria, ya que no se solicitaba en el cuestionario, a estos últimos como proveedores y clientes.

**Figura 6.42. Agentes colaboradores**

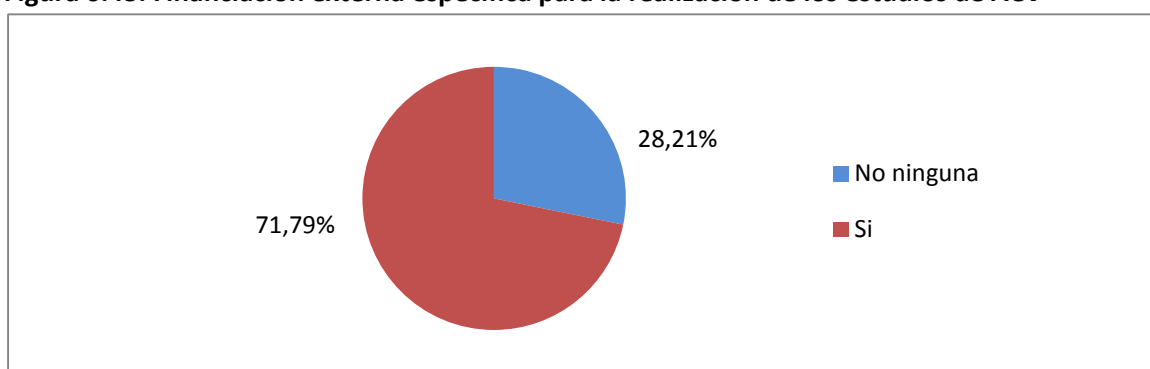


Fuente: Elaboración Propia

### 6.5.12. Financiación externa

Para terminar con el análisis del proceso se pedía a los encuestados que indicasen si sus empresas habían conseguido financiación externa para la realización de los estudios de ACV. La pregunta especificaba que dicha financiación podía incluir partidas obtenidas del exterior específicamente para la compra de software, para la formación del personal o para los gastos de consultoría. El resultado es que casi las tres cuartas partes de las empresas, el 71,79%, recibe financiación externa específica para estos estudios tal y como se observa en la Figura 6.43, situándose esta proporción con un 95% de confianza en el intervalo que va del 57,67% al 85,92%.

**Figura 6.43. Financiación externa específica para la realización de los estudios de ACV**

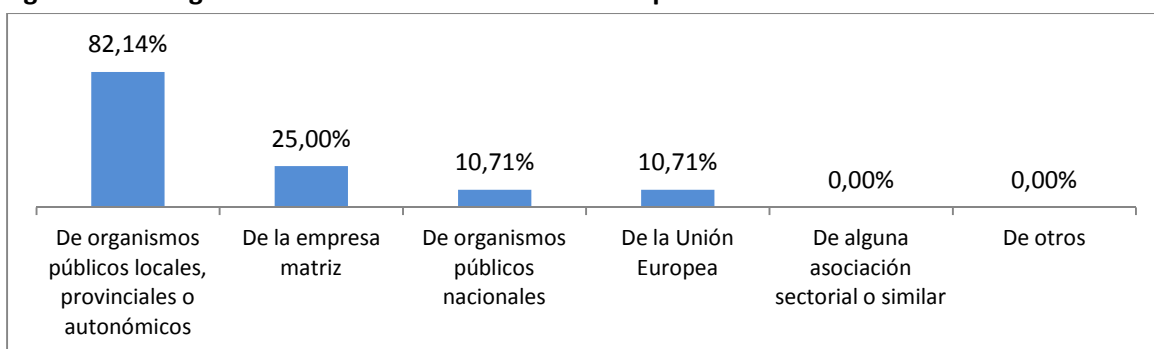


Fuente: Elaboración Propia

A las empresas que contestaban afirmativamente a la pregunta anterior se les preguntaba también por el origen de dichos fondos con los resultados de la Figura 6.44. La mayoría de estas empresas, el 82,41% consigue financiación externa de *Organismos públicos locales, provinciales o autonómicos* mientras que son muchas menos, el 10,71% las que lo hacen de *Organismos nacionales* o de la *Unión Europea*. Por su parte una cuarta parte de las empresas consigue también financiación de su *Matriz*.

Este último dato merece de nuevo una ligera profundización dado que como ya se ha dicho, sólo el 41% de las empresas usuarias de ACV son filiales de alguna matriz. Entre estas últimas el 81,25% recibe financiación externa, porcentaje algo superior al 71,79% obtenido para el total de las empresas usuarias de ACV, dato que parece lógico dado que disponen de su matriz como fuente adicional. De hecho el 43,75% de las filiales reconoce recibir financiación de sus matrices para llevar a cabo estos estudios.

**Figura 6.44. Origen de los fondos externos obtenidos para los estudios de ACV**



Fuente: Elaboración Propia

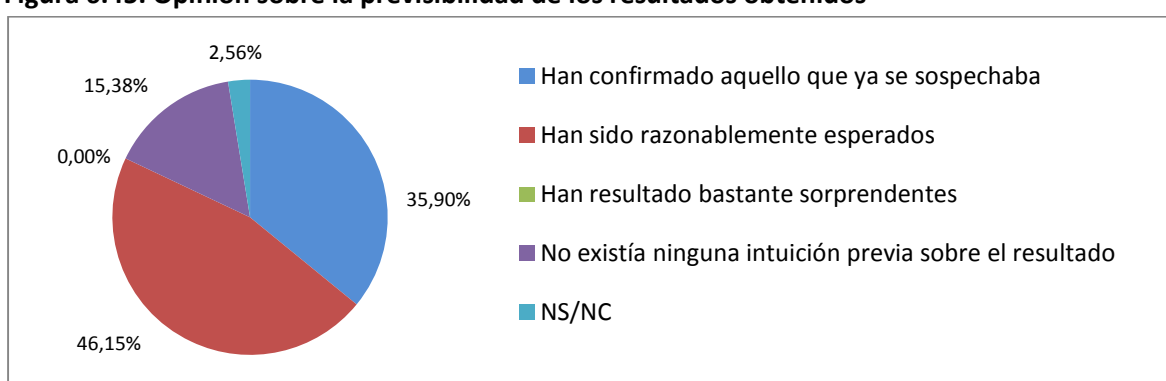
## 6.6. RESULTADOS OBTENIDOS Y VENTAJAS APORTADAS

Se presentan a continuación los resultados de la investigación relativos a los resultados obtenidos por las empresas con la realización de los estudios así como el uso que de ellos han hecho.

### 6.6.1. Previsibilidad de los resultados

La Figura 6.45 muestra como algo más de un tercio de las empresas, el 35,90%, asegura haber confirmado mediante esta metodología lo que ya presuponían. El 46,15% afirma que los resultados obtenidos eran esperados en alguna medida pero no completamente. Finalmente ni uno sólo de los encuestados manifiesta haberse sorprendido con los resultados aunque si existe un 15,38% que reconoce que no existían ideas preconcebidas en cuanto al resultado.

**Figura 6.45. Opinión sobre la previsibilidad de los resultados obtenidos**



Fuente: Elaboración Propia

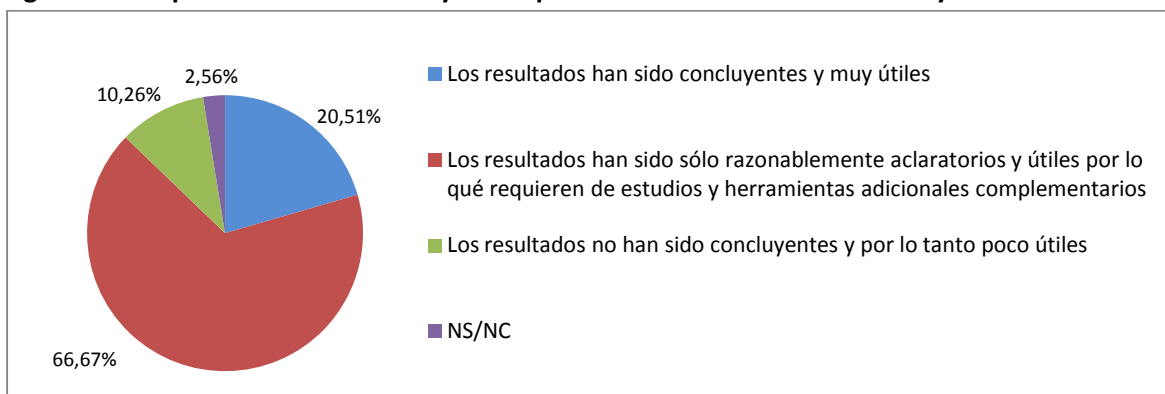
### 6.6.2. Robustez y utilidad de los resultados

Se preguntaba seguidamente a los encuestados por lo concluyentes que habían sido los resultados en su opinión y por lo tanto la utilidad de los mismos. Como se observa en la Figura 6.46 únicamente el 20% de las empresas afirma que los resultados fueron *Concluyentes y por lo tanto muy útiles*. Sin embargo, dos tercios de las empresas, aun admitiendo que los resultados fueron razonablemente útiles, reconocen que son precisos otros estudios complementarios. Ambas categorías conjuntamente suponen el 87,18% de las empresas de la muestra. En sentido negativo un 10,26% de las empresas respondió que los resultados no fueron concluyentes y en consecuencia no los consideraban de mucha utilidad.

Se exponen a continuación los intervalos de confianza del 95% para las proporciones de las diferentes opciones:

- Los resultados son concluyentes y muy útiles (7,84% - 33,19%).
- Los resultados son razonablemente concluyentes pero se necesitan estudios complementarios (51,87% - 81,46%).
- Los resultados no son concluyentes y por lo tanto son poco útiles (0,73% - 19,78%).

**Figura 6.46. Opinión sobre lo concluyentes que son los resultados obtenidos y su utilidad**



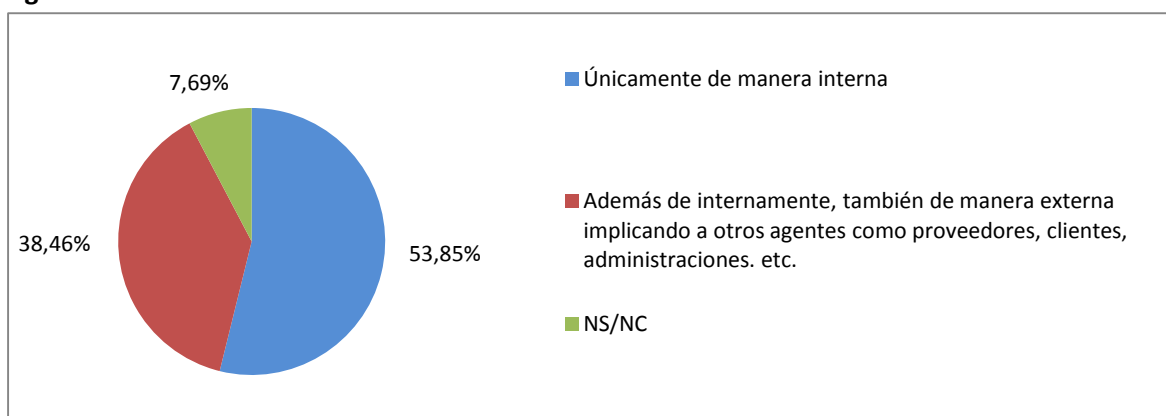
Fuente: Elaboración Propia

### 6.6.3. Ámbito de utilización de los resultados

En cuanto al ámbito en el que se utilizan los resultados, es de suponer que todas las empresas hagan uso de los resultados obtenidos de manera interna. Lo interesante en este caso es conocer la proporción de empresas que además ha hecho partícipe de los resultados a otros agentes como proveedores, clientes, administraciones públicas etc.

La Figura 6.47 muestra como sólo el 38,46% de las empresas, afirma haber utilizado los resultados de manera externa mientras que algo más de la mitad de las empresas, el 53,85%, reconoce haberlos utilizados exclusivamente de manera interna. El intervalo de confianza para la proporción de empresas que hace un uso externo de los resultados es (23,19% - 51,73%) mientras que el de aquellas empresas que hacen un uso exclusivamente de puertas hacia adentro es (38,20% - 68,49%).

Figura 6.47. Ámbito de utilización de los resultados



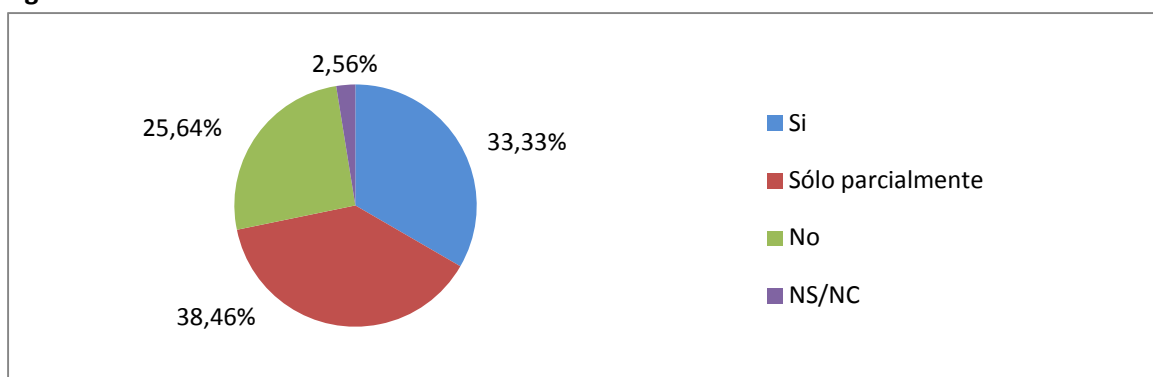
Fuente: Elaboración Propia

#### 6.6.4. Publicación de resultados

En cuanto a la publicación de los resultados destacar que la mayoría de empresas ha optado por hacerlo. La Figura 6.48 muestra que un 33,33% de las empresas ha hecho públicos los resultados a las que se les sumaría otro 38,46% que afirma haberlos hecho públicos aunque *Únicamente de modo parcial*. Frente a estas empresas, existe otro 25,64% de ellas que reconoce no haber hecho público sus resultados y de hecho su proporción se sitúa con un 95% de confianza entre un 11,94% y un 39,35%, lo cual indica una tendencia hacia la publicación de los resultados ya sea total o parcialmente.

Por su parte los motivos por los que las empresas habían optado por hacer públicos los resultados se muestran en la Tabla 6.23.

Figura 6.48. Publicación de los resultados



Fuente: Elaboración Propia

En general, tal y como se observa en la Tabla 6.23, *La mejora de la imagen de la compañía*, con un 60,71% de tasa respuestas, prevalece ligeramente sobre el *Deseo de informar a los consumidores acerca de los impactos ambientales del producto*, 57,14. *La búsqueda de prestigio* se sitúa al mismo nivel que el deseo de informar a los consumidores con otro 57,14% de respuestas. *Promover una opinión ya sea favorable o desfavorable sobre algún material* es otro de los motivos que persigue el 28,57% de las empresas para hacer públicos sus resultados, y por último señalar que ninguna empresa reconoce haberlo hecho con afán de *Comparar sus productos con productos alternativos o de la competencia*.

**Tabla 6.23. Motivos para la publicación de los resultados**

Motivos para hacer públicos los resultados.	%
Dar a conocer la preocupación de la empresa por los aspectos medioambientales y contribuir así a la mejora de la Imagen de la misma	60,71
Informar al consumidor del desempeño ambiental de sus productos	57,14
Dado que son de estudios complejos e innovadores, se busca prestigio y reconocimiento entre clientes, proveedores, instituciones públicas y sociedad en general	57,14
Impulsar una opinión favorable o desfavorable sobre algún material, producto o proceso.	28,57
Informar al consumidor sobre los resultados de estudios comparativos entre sus productos y otros productos alternativos y/o de la competencia	0
Otros	10,71
NS/NC	7,14

Fuente: Elaboración Propia

#### 6.6.5. Beneficios aportados por los estudios

Para terminar el análisis en cuanto a los resultados se aborda a continuación el impacto, que según la persona encuestada, los estudios han tenido sobre diferentes factores relacionados en su mayoría con la cuenta de resultados. Se solicitaba al encuestado que diese una puntuación según la escala siguiente para cada uno de los factores presentados: 1 nulo, 2 escaso, 3 moderado, 4 importante y 5 muy importante. Como se observa en la Tabla 6.24 los beneficios han resultado en opinión de los encuestados bastante moderados e incluso escasos.

El mayor impacto se ha producido en la *Percepción de la imagen de la compañía por parte de las instituciones públicas* que con un 3,97 de media roza la calificación de importante. Por su parte la *Percepción de los clientes* también se ve mejorada aunque en menor medida con una valoración de 3,49. Los encuestados han considerado además que la compañía se ha visto beneficiada moderadamente en lo que respecta a sus *Impactos ambientales*, 3,74 de valoración. En la parte menos positiva los estudios no parecen haber contribuido mucho a la mejora de la *Cifra de ventas* que con un 1,90 de calificación no alcanza ni tan siquiera la consideración de escasa. Tampoco el *Incremento de los beneficios* ni la *Disminución de costes* logran buenas valoraciones con un 2,33 y un 2,82 respectivamente.

**Tabla 6.24. Valoración del impacto de los estudios sobre diferentes aspectos**

Aspecto a valorar	Media	Varianza
La mejora en la percepción de la empresa por parte de las instituciones públicas	3,97	2,13
La mejora en el impacto medioambiental de la empresa	3,74	1,22
La mejora en la percepción de la empresa por parte de los clientes	3,49	1,95
La disminución de costes	2,82	1,34
La mejora en la satisfacción de los empleados	2,51	1,41
El aumenta del beneficio	2,33	1,75
El aumenta en ventas	1,90	1,09

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, se presentan también los Intervalos de confianza del 95% para las valoraciones medias de dichos aspectos, Tabla 6.25.

**Tabla 6.25. Intervalos de confianza del 95% para la valoración del efecto positivo de los estudios sobre diferentes aspectos**

Aspecto a valorar	Intervalo
La mejora en la percepción de la empresa por parte de las instituciones públicas	(3,50 – 4,42)
La mejora en el impacto medioambiental de la empresa	(3,40 – 4,10)
La mejora en la percepción de la empresa por parte de los clientes	(3,06 – 3,94)
La disminución de costes	(2,44 – 3,16)
La mejora en la satisfacción de los empleados	(2,13 – 2,87)
El aumenta del beneficio	(1,92 – 2,75)
Ventas	(1,55 – 2,20)

Fuente: Elaboración Propia

## 6.7. CONSIDERACIONES SOBRE EL USO FUTURO DE LA METODOLOGÍA

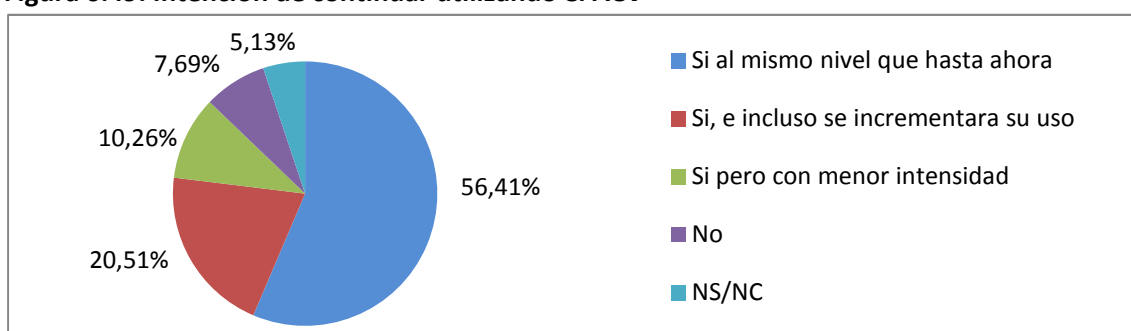
### 6.7.1. Intención de seguir utilizando el ACV

A la vista de los resultados y habiendo valorado también los inconvenientes y las ventajas de la metodología, la encuesta continuaba con la intención de las empresas de seguir o no utilizándola.

La Figura 6.49 muestra una gran mayoría de empresas, 87,18%, que piensa seguir utilizando la herramienta frente a únicamente un 7,69% que afirma no continuará usándola. En cuanto a la intensidad en el uso del ACV, más de la mitad de las empresas, el 56,41%, afirman que mantendrán la misma línea mientras que un 20,51% manifiesta su intención de incrementar su uso y otro 10,26% reconoce que reducirá su intensidad.

La proporción de empresas que manifiesta la voluntad de continuar usando el ACV al mismo nivel que hasta ahora o con mayor intensidad se sitúa con un 95% de confianza entre el 63,70% y el 90,15%.

**Figura 6.49. Intención de continuar utilizando el ACV**



Fuente: Elaboración Propia

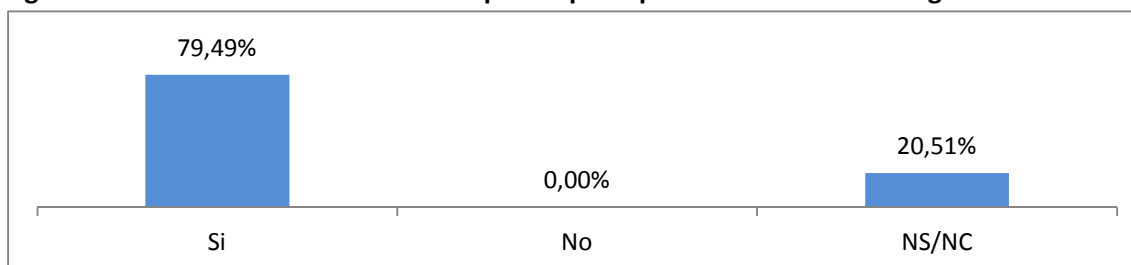
### 6.7.2. Recomendación de utilización del ACV

A la pregunta sobre si recomendarían el uso de la metodología del ACV a las empresas que no la utilizan, Figura 6.50, los resultados son bastante elocuentes, el 79,49% contestó de manera afirmativa frente a un 20,51% que marcó la opción NS/NC.



Es reseñable que ni una sola de las empresas se manifestó directamente en contra de recomendar la metodología.

**Figura 6.50. Recomendación a otras empresas para que utilicen la metodología del ACV**

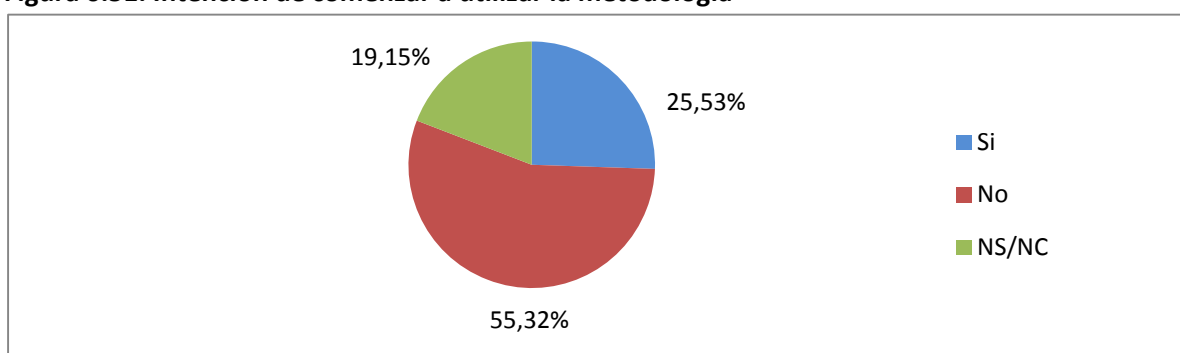


Fuente: Elaboración Propia

### 6.7.3. Intención de comenzar a utilizar el ACV

Se presentan seguidamente los resultados sobre la intención de las empresas que aun conociendo la metodología no la han usado de comenzar a utilizar la misma en un futuro próximo. En la Figura 6.51 se observa que únicamente un cuarto de las mismas afirma tener intención de comenzar a realizar estudios de ACV frente a un 55,32% que reconoce abiertamente que no tiene dicha intención. Po último existe también casi un 20% de empresas que o no sabe o prefiere no contestar a la pregunta.

**Figura 6.51. Intención de comenzar a utilizar la metodología**



Fuente: Elaboración Propia

Al preguntar a las empresas que afirmaron tener la intención de comenzar a utilizar la metodología sobre sus motivos para hacerlo, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 6.26.

Tabla 6.26. Motivos para comenzar a utilizar la metodología

Motivos para comenzar a usar el ACV en un futuro próximo por las empresas no usuarias y por los que en su día comenzaron a hacerlo las que ya lo utilizan	No usuarias	Usuarias
Estímulo de la sociedad matriz	50%	17,95%
Cumplir de manera más eficaz con la legislación ambiental	50%	28,21%
Evitar costes debido a obligaciones futuras en materia medio ambiental	50%	5,13%
Exigencias de los Cliente	25%	25,64%
Presión de los competidores que ya lo utilizan	25%	25,64%
Dar solución a problemas relacionados con el medio ambiente	25%	12,82%
Por compromiso de la dirección ante la problemática ambiental	25%	51,28%
Obtención algún tipo de certificado: Ecodiseño, ecoetiquetas etc.	25%	38,46%
Otros	25%	25,64%

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar la mitad de estas empresas señalan a sus *Matrices*, a la *Legislación* y al *Ahorro de futuros costes* mientras que el resto de motivos que se presentaban en la encuesta fueron señalados todos ellos únicamente por un 25% de los consultados.

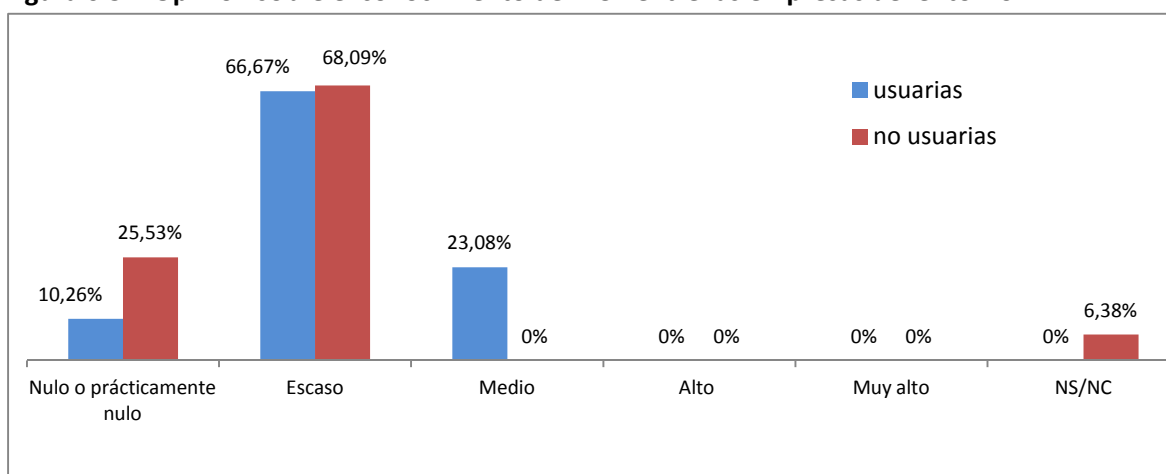
En la misma tabla se han incluido también con fines comparativos los motivos indicados por las empresas que usan el ACV. Los resultados de este ejercicio de comparación serían:

- *El Compromiso de la Dirección y la Obtención de Certificados Ambientales* están más presentes entre las empresas usuarias.
- *El Ahorro de Costes Futuros, La Exigencia de las Empresas Matrices, Ser más Eficaces en el Cumplimiento de Legislación y La Resolución de Problemas Ambientales* tienen más peso entre las empresas con intención de comenzar su andadura con el ACV.
- Ambos grupos señalan en proporciones similares a sus *Cientes y Proveedores* como factores motivadores.

#### 6.7.4. Opinión sobre el nivel de conocimiento del ACV entre las empresas

En la Figura 6.52 se presentan la opinión de las empresas usuarias de ACV y de aquellas que no lo utilizan acerca del nivel de conocimiento de ACV que creen existe entre las empresas de su entorno. Aunque ambos grupos consideran mayormente que este conocimiento es *Escaso*, por encima del 65% en ambos casos, la opinión de las usuarias es algo más positiva: un 23,08% de las empresas usuarias consideran *Medio* este conocimiento, calificación no otorgada por ninguna de las empresas no usuarias, y únicamente un 10,26% de ellas lo considera *Nulo o prácticamente nulo* mientras que entre las no usuarias el porcentaje asciende al 25,53%.

**Figura 6.52. Opinión sobre el conocimiento del ACV entre las empresas del entorno**



Fuente: Elaboración Propia

#### 6.7.5. Opinión sobre la generalización del uso del ACV en el futuro

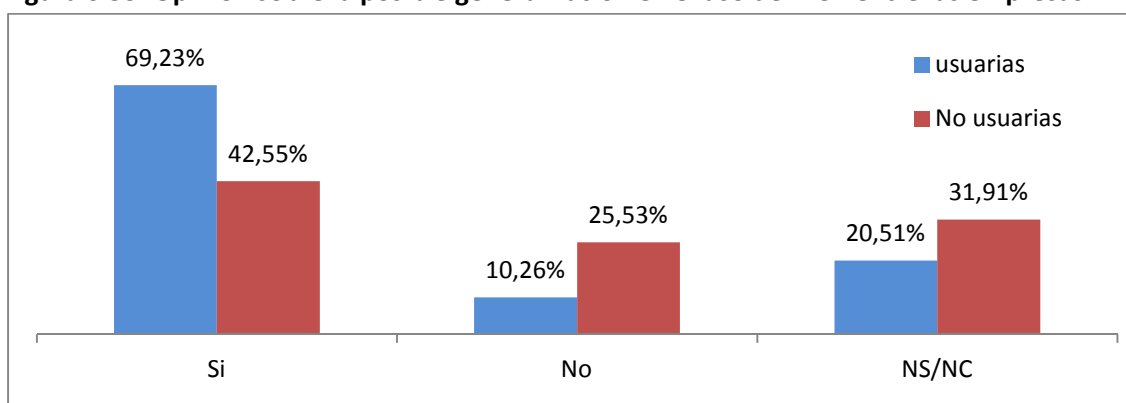
En cuanto al futuro de la metodología se preguntó a los encuestados si consideraban el uso de la metodología se generalizaría entre las empresas. También en este caso se presentan en la Figura 6.53 la opinión de las empresas usuarias frente a la de las no usuarias.

Una gran mayoría de empresas usuarias, prácticamente el 70%, opina que la metodología será utilizada de manera general por las empresas mientras que tan sólo un 10,26% de las mismas opina que no ocurrirá así. La proporción de empresas

usuarias que considera que la metodología se generalizará con el paso del tiempo se encuentra con un 95% de confianza entre el 54,75% y el 83,72%. Las empresas no usuarias sin embargo no son tan optimistas aunque siguen siendo más aquellas que opinan que su uso se generalizará, un 42,55% frente a un 25,53% que opina lo contrario.

Por su parte la proporción de empresas que ha optado en esta pregunta por la opción NS/NC es sensiblemente superior a la obtenida en la mayoría de preguntas del cuestionario, lo cual indica la existencia de un grado de incertidumbre importante al respecto.

**Figura 6.53. Opinión sobre la posible generalización en el uso del ACV entre las empresas**

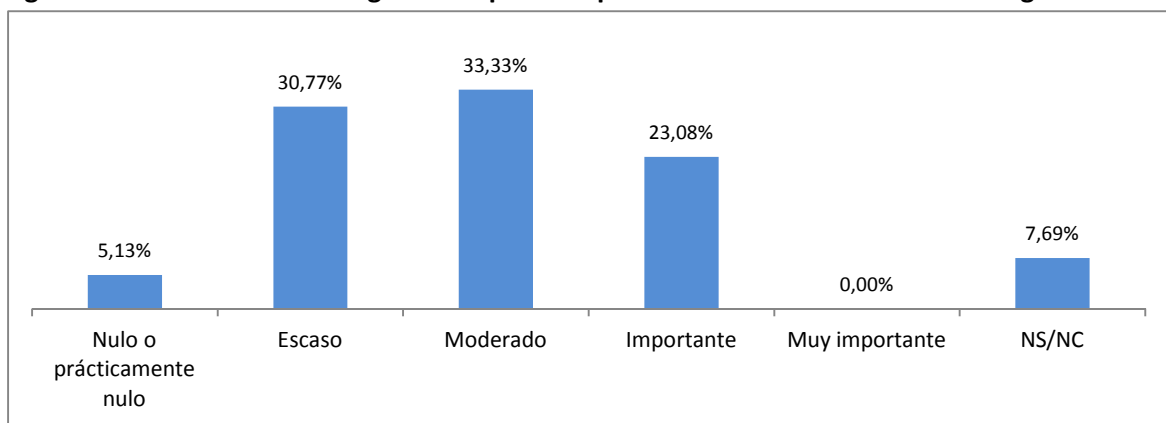


Fuente: Elaboración Propia

#### 6.7.6. Opinión sobre el esfuerzo de las instituciones públicas en favor del ACV

Finalmente se solicitaba a las empresas que utilizan el ACV dieran su opinión sobre el esfuerzo que desde los organismos públicos se realiza para facilitar el uso de la metodología. Los resultados de la Figura 6.54 muestran que existe variedad en la opinión de las empresas al respecto. El grupo más numeroso con un tercio de las empresas, considera este esfuerzo *Moderado* mientras que a ambos lados de este grupo encontramos un 30,77% que lo considera *Escaso* y otro 23,08% que lo califica de *Importante*. Destacar finalmente que ninguna empresa ha calificado el esfuerzo como *Muy importante* mientras que un 5,13% si lo considera *Nulo o prácticamente nulo*.

Figura 6.54. Esfuerzo de los organismos públicos para facilitar el uso de la metodología



Fuente: Elaboración Propia





---

## 7. CONCLUSIONES

---

---





Este capítulo tiene como objetivo sintetizar los aspectos más importantes del trabajo de investigación llevado a cabo. En primer lugar y mediante la comprobación de las hipótesis enunciadas se exponen las principales conclusiones de la investigación. Se expondrán seguidamente las aportaciones que esta investigación realiza al campo del ACV en particular y a la gestión ambiental de las empresas en general. Finalmente se describen las principales limitaciones que presenta la investigación y se proponen algunas posibles líneas de investigación a desarrollar que permitirían avanzar en el campo de conocimiento del ACV.

### **7.1. COMPROBACIÓN DE LAS HIPOTESIS ENUNCIADAS**

Se trata en este apartado de comprobar si las hipótesis planteadas son confirmadas o rechazadas por los resultados obtenidos. Las 23 hipótesis enunciadas se habían agrupado en 5 grupos en función del objetivo que ayudaban a alcanzar. Ese mismo orden y esquema será ahora el utilizado de cara a extraer las conclusiones de la investigación.

#### **Hipótesis ligadas al objetivo nº 1. Conocer la tipología de empresa usuaria del ACV**

- **H1: La mayoría de empresas que realizan estudios de ACV son grandes empresas.**  
Esta hipótesis no ha podido ser rechazada a tenor de los datos obtenidos, ni en relación a su número de empleados ni a su volumen de facturación. Se admite por lo tanto que el ACV está, al menos de momento, extendido principalmente entre las empresas de mayor tamaño.

En cuanto al número de empleados se ha demostrado que existe una relación lineal estadísticamente significativa entre el número de empleados y el uso de la metodología, p-valor 0,0024 y CC 0,2705. Por su parte, la proporción de empresas usuarias del ACV entre las empresas de más de 250 empleados es, con un 95% de confianza, entre un 10,65% y un 43,05% superior a la existente entre empresas con

menos de 250 trabajadores, situándose el porcentaje de usuarias entre las grandes empresas entre el 29,93% y el 58,96% con un 95% de confianza.

Un análisis análogo respecto a la facturación confirma también la existencia de una relación lineal estadísticamente significativa entre el volumen de facturación y el uso del ACV, p-valor 0,0078 y un CC 0,3259. Así mismo la proporción de empresas que usa el ACV entre las empresas que facturan más de 50 Millones de Euros es, con un 95% de confianza, entre un 13,76% y un 47,60% superior a la que existe entre las empresas que facturan menos de esa cantidad. Concretamente entre las empresas que facturan por encima de 50 Millones de Euros la proporción de usuarias se sitúa con un 95% de confianza entre el 35,23% y el 64,77%.

Por otra parte se ha comprobado también que las empresas usuarias tienen niveles de exportación e implantación en el exterior por encima de las no usuarias.

Estas conclusiones están en línea con las obtenidas por (Lewandowska et al., 2013a) en un estudio similar realizado entre empresas polacas, suecas y alemanas. También existe cierta coincidencia con el estudio (Huang and Hunkeler, 1995) realizado entre las empresas de la lista Fortune 500 (Grandes Corporaciones) que afirma que más de la mitad de ellas utiliza el ACV. Por su parte, algunos autores afirman que a pesar de que las grandes compañías son líderes en el uso del ACV cada vez son más las empresas de menor tamaño que comienzan a utilizarlo (Green Research, 2011).

- **H2: Existen diferencias sectoriales en cuanto a la intensidad en el uso del ACV.** Los resultados obtenidos no han podido rechazar esta hipótesis por lo que se acepta que existen diferencias en el grado de utilización de la metodología en función del sector de actividad de la empresa.

Para poder contrastar esta hipótesis se han identificado primeramente tres grupos sectoriales con niveles diferentes de utilización del ACV. El análisis de independencia revela la existencia de una relación lineal estadísticamente muy

relevante, p-valor 0,00002, entre el uso de la metodología y la pertenencia a cada uno de los tres grupos sectoriales mencionados.

Los sectores de aeronáutica, mobiliario, máquina herramienta y energía son los más activos en este campo con proporciones de empresas usuarias de ACV por encima del 50%. Sectores como la siderurgia, la transformación metálica, la automoción, la construcción y los materiales de construcción, el equipamiento eléctrico y electrónico, las telecomunicaciones, el sector naval y el sector petroquímico cuentan con pocas empresas que utilicen el ACV aun cuando la metodología es bastante conocida. Por último sectores como la industria papelera, los tratamientos térmicos y recubrimientos superficiales, los gestores de residuos y la industria agroalimentaria hacen un uso prácticamente nulo e incluso el conocimiento de la misma es muy limitado.

Existen estudios que confirman también la existencia de diferencias en el uso del ACV entre los diferentes sectores (Green Research, 2011), sin embargo no existe una coincidencia plena en cuanto a los sectores concretos y su nivel de utilización del ACV, ejercicio de comparación que se ve dificultado además por las distintas clasificaciones sectoriales empleadas por ambos trabajos.

- **H3: Existen diferencias en el tipo de organización de la gestión medioambiental escogida por las empresas usuarias de la metodología del ACV y por las no usuarias.**

Los resultados confirman efectivamente la existencia de diferencias en el modo de organizar la gestión ambiental en función de si hacen o no uso de la metodología, la prueba de independencia para los factores *Uso del ACV* y *Tipo de organización* resuelve que ambos están relacionados linealmente con valores p-valor 0,0413 y CC 0,3184.

Sin embargo se rechaza la idea de que la mayoría de las empresas usuarias del ACV cuente con un *Departamento específico de medioambiente*, los resultados indican que lo más común es que cuenten con lo que se ha denominado *Departamento*

*integrado* (departamento que engloba también otras áreas como la calidad o la prevención de riesgos laborales). Entre las empresas usuarias del ACV, la proporción de las que cuentan con el *Departamento específico de medio ambiente* se sitúa entre el 11,94% y el 39,35%, mientras que en el caso del *Departamento Integrado* la proporción se sitúa entre el 35,59% y el 66,97%, en ambos casos con una confianza del 95%. En cualquier caso sí ha quedado contrastado, con un 89,72% de confianza, que el *Departamento específico de medio ambiente* es más común entre las empresas usuarias que entre las no usuarias.

**Hipótesis ligadas al Objetivo número 2: Conocer las motivaciones para usar el ACV así como los objetivos perseguidos.**

- **H4: Los estudios de ACV se realizan principalmente a los nuevos productos que se pretenden incorporar al catálogo.** Aunque pueda existir la percepción de que el ACV es una herramienta utilizada principalmente en la fase de diseño de nuevos productos, lo cierto es que los resultados de este trabajo no permiten aceptar dicha hipótesis. La proporción de empresas que afirma aplicar estos estudios a algunos o a todos sus productos nuevos se sitúa cerca del 40% frente al 80% que afirma aplicarlos a algunos o a todos sus productos tradicionales. De hecho la diferencia entre estas dos proporciones estaría entre un 24,44% y un 62,73% con un 95% de confianza a favor de los segundos.
- **H5: Las motivaciones internas tienen mayor relevancia que las externas en la decisión de llevar a cabo este tipo de estudios.** Los resultados aunque con algún matiz confirman esta hipótesis. *El compromiso de la dirección con la problemática ambiental* es el motivo más señalado por las empresas, muy por encima de los motivos relacionados con el cliente, la competencia o el cumplimiento de la legislación que en cualquier caso también tienen su peso. Se ha contrastado con un 95% de confianza que los motivos internos son señalados por una proporción de empresas que se situaría entre un 7,69% y un 48,72% por encima de las que señalan motivos externos, por lo que la hipótesis queda aceptada.

Esta conclusión guarda coherencia, con otros resultados (ver Hipótesis H6), que señalan como principal objetivo de los estudios a obtención de información para mejorar el desempeño ambiental de los productos que (en principio) sería un objetivo de carácter interno. Paradójicamente, al analizar los beneficios obtenidos con la realización de los estudios (ver Hipótesis H10, H11 y H12), la mejora de la imagen (carácter externo) aparece como uno de los beneficios más notables por encima de los beneficios económicos (carácter interno).

Por otra parte, este resultado no coincide con los obtenidos por Berkhout y Howes quienes afirman que las motivaciones principales para realizar estudios de ACV son la legislación y la presión del mercado (1997). Sin embargo otros estudios similares no son tan concluyentes al respecto y citan motivos tanto internos como externos sin llegar a determinar una preponderancia clara de unos sobre otros (Huang and Hunkeler, 1995; Franckl and Rubik, 1999).

- **H6: El objetivo principal de los estudios realizados es la mejora del desempeño ambiental de los productos por encima de otros como la comparación de diferentes alternativas, la compra pública o la obtención de etiquetas.** Los resultados de la investigación permiten aceptar esta hipótesis aunque es importante señalar también que las empresas citan un número relativamente alto de objetivos diferentes, hasta el punto de que la media es de 4,64 objetivos por empresa.

*La identificación y evaluación de los impactos ambientales del producto para mejorar el desempeño ambiental del mismo* es el objetivo señalado con mayor frecuencia por las empresas de la muestra, casi el 80%, mientras que *El apoyo que el ACV presta a los proyectos de Ecodiseño* con algo más del 55% se sitúa en segundo lugar. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre la proporción de empresas que ha señalado cada objetivo es (3,01% - 43,15%) lo cual evidencia la preponderancia del primero de ellos.

(Cooper and Fava, 2006) y (Green Research, 2011) coinciden con esta Tesis al señalar al interés por la mejora del producto y los procesos por encima de otras consideraciones (2006) Ambos estudios coinciden también entre ellos al destacar el alto interés de las empresas por informar a los clientes (aunque en el caso del primero de ellos lo relacionan con aquellas empresas con negocios *Business to Bolsines*). Sin embargo, en la presente investigación, este último objetivo, aun obteniendo una representación significativa, no alcanza el 40% de respuestas.

### **Hipótesis ligadas al Objetivo número 3: Conocer el uso que hacen las empresas de los resultados de los estudios de ACV realizados**

- **H7: En la mayoría de los casos, los resultados de los estudios son considerados concluyentes.** Esta hipótesis queda descartada aunque con matices. Es cierto que existe un 20% de empresas, intervalo de confianza del 95% (7,84% - 33,19%), que considera los resultados concluyentes y por lo tanto muy útiles, sin embargo también existe cerca de otro 10%, intervalo de confianza del 95% (0,73% - 19,78%), que opina exactamente lo contrario. La mayoría de las empresas sin embargo, se sitúa en un término medio, dos tercios de las empresas, aun admitiendo que los resultados fueron razonablemente útiles, reconocen que son precisos otros estudios complementarios.

Otro aspecto de los resultados que resulta interesante es su aparente previsibilidad a ojos de los encuestados, de hecho, un 35,90% de ellos afirma que los resultados obtenidos coinciden en gran medida con la intuición existente anterior al estudio, y otro 46,5% dice que los resultados coinciden razonablemente con dicha intuición.

- **H8: Los resultados de los estudios se usan principalmente de manera interna y no tanto involucrando a agentes externos como proveedores, clientes etc.** Los resultados han refrendado la hipótesis de que son minoría aquellas empresas que hacen partícipe de los resultados de sus estudios de ACV a otros agentes como proveedores, clientes, administraciones públicas etc. Sólo el 38,46% de las empresas, afirma haber utilizado los resultados de manera externa, intervalo de

confianza del 95% (23,19% - 51,73%) además de internamente. En contraposición, algo más de la mitad de las empresas encuestadas reconoce haberlos utilizados exclusivamente de manera interna, intervalo de confianza del 95% (38,20% - 68,49%).

- **H9: Las empresas son en general reacias a publicar los resultados de los estudios.**

Este enunciado ha resultado rechazado por la investigación ya que únicamente el 25,64% de las empresas de la muestra afirma no haber hecho públicos sus resultados, intervalo de confianza del 95% (11,94% - 39,35%). En sentido contrario, casi un 72% de las empresas afirma haber hecho públicos sus resultados, aunque algo más de la mitad de ellas únicamente de manera parcial. Los datos muestran por tanto una tendencia hacia la publicación de los resultados, ya sea total o parcial, en contra de la hipótesis establecida al inicio de la investigación. En cuanto a los motivos, la mejora de la imagen de la compañía, la búsqueda del prestigio que otorgan este tipo de estudios complejos y el deseo de informar a los consumidores acerca de los impactos ambientales de sus productos son los más citados.

En relación a las dos últimas hipótesis H8 y H9, Berkhout y Howes sin dar datos cuantitativos concretos, afirman que los estudios realizados de manera individual por las empresas tienen un carácter más confidencial que aquellos estudios colaborativos realizados a nivel sectorial donde precisamente la visibilidad de los resultados y la búsqueda de posibles sinergias son aspectos fundamentales (1997).

#### **Hipótesis ligadas al Objetivo número 4: Conocer los beneficios obtenidos gracias a los estudios de ACV realizados**

- **H10: La realización de estudios de ACV mejora aquellas magnitudes económicas ligadas a la rentabilidad tales como el ahorro de costes, el aumento de ventas o el aumento de beneficios.** Lamentablemente hay que reconocer que los resultados obtenidos en este trabajo no permiten aceptar esta hipótesis.

En opinión de los encuestados, los estudios de ACV realizados no han contribuido significativamente a la mejora de las cuentas de resultados de sus empresas. Sobre

un máximo de 5 puntos, la mejora de la cifra de ventas consigue de valoración un escaso 1,90, el incremento de los beneficios, aunque mejora ligeramente se queda en un 2,33 y únicamente la disminución de costes obtiene algo más de reconocimiento con un 2,82.

Estos resultados se muestran en línea con las conclusiones del estudio (Green Reseach, 2011) en el que la contribución de los estudios de ACV al aumento de los ingresos y a la reducción de de los costes fue valorada positivamente únicamente por el 13% y el 26% de los encuestados respectivamente.

- **H11: La realización de estudios de ACV mejora la percepción de la empresa por parte de los clientes y las administraciones públicas.** La hipótesis no ha podido ser descartada a tenor de los resultados obtenidos. De hecho, la mejora de la imagen de la compañía obtiene la mayor puntuación entre los diferentes tipos de beneficios que se presentaban en el cuestionario como atribuibles a los estudios de ACV. En una escala del 1 al 5 *La mejora en la percepción de la imagen de la compañía por parte de las instituciones públicas* obtiene un 3,97 de media, mientras que por su parte, *La mejora en la percepción de la compañía por parte de los clientes* también se ve positivamente valorada, aunque en menor medida, con un 3,49 de puntuación.

Este resultado difiere ligeramente con los obtenidos por (Green Research, 2011), aunque debido a la diferente manera de realizar la pregunta no son perfectamente comparables. En dicho estudio únicamente el 44% de los encuestados afirma que los estudios de ACV mejoran la imagen de la compañía, aunque no llega a especificar a ojos de quién.

- **H12. Los resultados permiten mejorar el desempeño ambiental de los productos.** A la luz de los resultados obtenidos no se puede rechazar la hipótesis plantada. Los encuestados han valorado con un 3,74 en una escala del 1 al 5, la aportación de los estudios de ACV a la mejora del desempeño ambiental de sus productos.



De modo relativamente similar (ya se ha comentado la distinta formulación de las preguntas) en el estudio de Green Research un 61% de los encuestados señalaba esta ventaja, resultando además la categoría más escogida (Green Research, 2011).

Por otro lado, un último aspecto que merece apuntarse en relación a los beneficios (Hipótesis H10, H11 y H12) es el señalado por Franckl y Rubik que afirman en uno de sus trabajos que los beneficios del ACV son apreciables a medio y largo plazo (1999). Este aspecto concreto no se ha analizado en esta Tesis pero merece considerarse a la hora de valorar las conclusiones recién señaladas.

- **H13: La intención de las empresas que ya utilizan el ACV es continuar utilizándolo.**

Los resultados son bastante concluyentes en este sentido y se acepta la hipótesis planteada. Una gran mayoría de empresas, casi el 90% de las empresas manifiesta su intención de seguir utilizando la herramienta frente a únicamente algo menos del 8% que reconoce dejará de utilizarla. A ello se une el hecho de que entre las que seguirán usando la metodología, el 22% incrementará su uso frente un 11% que lo reducirá, el resto espera mantener el mismo grado de utilización.

Se puede concluir por tanto que la experiencia es por lo general positiva, conclusión que se muestra en la línea de los resultados del estudio de Green Research en el que el 82% de los encuestados pensaba realizar por lo menos un estudio de ACV en el año siguiente (2011).

#### **Hipótesis ligadas al Objetivo número 5: Conocer los aspectos relacionados con la metodología del ACV y con el proceso de realización de los estudios.**

- **H14: Los estudios realizados son en su mayoría estudios de ACV completos y no tanto estudios simplificados o exploratorios.** Los resultados obtenidos no permiten rechazar la hipótesis de partida. Los estudios completos son los más comunes, por encima del 60% de respuestas, y muy superiores en número a los estudios simplificados que se sitúan en segundo lugar con una tasa de respuestas por debajo del 40%. De hecho el intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre las proporciones de empresas que han realizado estudios completos y estudios

simplificados es (1,44% - 44,67%) a favor de los estudios completos, lo cual da una idea bastante clara de su preponderancia. A destacar también que no se ha señalado ni tan siquiera un solo estudio de tipo *Screening* o exploratorio y que sólo una de cada diez empresas usa el ACV como herramienta auxiliar para otro tipo de estudios.

(Green Research, 2011) coincide razonablemente con esta Tesis en cuanto a la proporción de empresas que afirman realizar estudios completos pero difiere de manera ostensible respecto a los estudios exploratorios ya que en este trabajo aparecen en primer lugar con un 61% de empresas encuestadas que afirman realizarlos. También discrepa con los resultados aquí obtenidos (Huang and Hunkeler, 1995) en el que más de la mitad de las empresas reconocía realizar únicamente estudios parciales. Sin embargo hay que considerar que este último estudio mencionado se llevo a cabo en el año 1995 cuando la metodología no se encontraba aun demasiado desarrollada (cabe recordar que la primera Norma ISO 14040 se publicó en 1997).

- **H15: La mayoría de los estudios se realizan al amparo de normas internacionales en el ámbito del ACV.** Esta hipótesis ha sido refrendada por una amplia mayoría de las empresas encuestadas por lo que cabe concluir que se acepta la misma. Casi un 85% de las empresas confirma la utilización de alguna norma del ámbito del ACV como soporte para la realización de los estudio. En cuanto a la norma concreta utilizada, cerca del 60% afirma utilizar la Norma ISO 14040, siendo el intervalo de confianza del 95% para dicha proporción (43,53% - 74,41%). El resto de normas presentan tasas de utilización significativamente menores.

Este hecho es más evidente aun entre las empresas que realizan estudios completos de ACV, ya que el porcentaje de las que utilizan la Norma ISO 14040 se eleva hasta el 82,25% y de hecho los resultados confirman la existencia de una relación lineal estadísticamente importante entre los factores *Realización de Estudio Completos* y *Uso de la Norma ISO 14040*, prueba de independencia para dichos factores significativamente negativa con un p-valor 0,0003.

Por su parte señalar que el 80% de las empresas encuestadas en el trabajo (Cooper and Fava, 2006) reconocía utilizar metodologías reconocidas internacionalmente y citaban en primer lugar a la familia de Normas ISO 14040 (2006) coincidiendo con los resultados de esta Tesis en los dos aspectos.

- **H16: La mayoría de los estudios no considera todas las fases del ciclo de vida dentro de su alcance.** Los resultados confirman esta hipótesis, las empresas que consideran en sus estudios todas las etapas del ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta su reciclaje o deposición final suponen únicamente el 35,90% del total de empresas. Dicho a la inversa, el intervalo de confianza del 95% para la proporción de empresas que no considera todas las etapas del ciclo de vida en sus estudios es (49,05% - 79,16%).

Sin embargo a la hora de conocer las etapas consideradas con mayor frecuencia el resultado es algo sorprendente, salvo el proceso llevado a cabo por la propia empresa, que lógicamente es considerado en todos los casos, el resto de fases presentan proporciones similares en torno al 70%.

(Huang and Hunkeler, 1995) coinciden al señalar que son minoría las empresas que consideran todas las etapas del ciclo de vida, pero no lo hacen cuando afirman que son pocas las empresas que consideran la adquisición de materias primas o las diferentes etapas de transporte.

- **H17: Las empresas no realizan en su mayoría la fase de la Revisión Crítica.** No se puede rechazar la hipótesis dado que efectivamente entre las empresas consultadas son pocas las que afirman realizar esta fase del ACV. Los datos indican que únicamente el 15,38% realiza la revisión crítica a todos sus estudios a las que cabría añadir otro 7,69% que afirma realizarla únicamente en algunos de los estudios. Sumando ambos grupos, el intervalo de confianza del 95% para la proporción de empresas que realiza la revisión crítica, ya sea a todos o a algunos de sus estudios, es (9,85% - 36,30%).

Por otra parte, todas las empresas con obligación de realizar la Revisión Crítica (aquellos casos en los que el estudio se realiza de acuerdo con la Norma ISO 14040, su objetivo es comparar dos alternativas que compiten en el mercado y se pretende publicar los resultados), afirman haberla realizado, existiendo también un pequeño grupo de empresas, algo más del 10%, que la habría realizado de forma voluntaria lo cual es sin duda un aspecto positivo.

Los resultados del trabajo de Green Research difieren sensiblemente de los aquí presentados ya que el 52% de las empresas consideradas en aquel estudio afirmaba realizar la Revisión Crítica, aunque no se indicaba si era de modo voluntario o debido a la naturaleza del estudio en cuestión (2011).

- **H18: El departamento responsable de los estudios es en la mayoría de los casos el de Investigación y Desarrollo de Producto por delante del de Medio Ambiente.** Los resultados concluyen que la hipótesis es aceptable. Algo más del 60% de los estudios, intervalo de confianza del 95% (46,27% - 76,81%), se coordina desde el área de Investigación y Desarrollo de Producto mientras que el departamento de Medio Ambiente o quién realiza sus funciones se encarga únicamente de algo más del 30%. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia entre las proporciones existentes entre los dos departamentos mencionados se sitúa entre el 6,94% y el 49,47% a favor del primero lo cual confirma la hipótesis planteada.

Estos resultados no coinciden sin embargo con los obtenidos en el trabajo de la consultora Green Research donde el departamento que los autores denominan *de Sostenibilidad*, el equivalente al de Medio Ambiente de esta Tesis, aparece como responsable del 46% de los trabajos frente a un 16% que quedaría en manos del departamento que realiza las tareas de investigación y desarrollo de producto (Green Research, 2011).

- **H19: Los principales obstáculos que presentan estos estudios son aquellos relacionados con su coste y la necesidad de recursos en general.** Esta hipótesis ha quedado rechazada a la vista de los resultados obtenidos. La dificultad para la

recogida de datos es considerada la principal dificultad con una valoración por encima del 4 en una escala del 1 al 5. En general todo lo concerniente con la obtención y la fiabilidad de los datos es visto como fuente de dificultades. Del mismo modo, los aspectos propios de la metodología, el establecimiento de los límites del sistema, la interpretación de los resultados etc. están identificados como complicados por encima de 3,5 de valoración. Por su parte los aspectos relacionados con la necesidad de recursos como la formación del personal, el coste de la mano de obra y del Software aparecen como menos importantes con valoraciones entre el 3 y el 3,5.

Tal es así, que la valoración media conjunta de los obstáculos relacionados con los datos y la metodología es de un 4,21 frente al 3,44 de valoración media que obtienen conjuntamente las dificultades asociadas a la necesidad de recursos. De hecho el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de valoración entre ambos grupos de obstáculos es (0,77 - 1,07) lo cual refleja lo erróneo de la hipótesis inicial.

Coinciden con esta conclusión (Huang and Hunkeler, 1995) cuando afirman que el principal inconveniente de los estudios de ACV es todo lo relacionado con la falta de calidad de los datos (obsoletos, incompletos etc.). En el mismo sentido, (Cooper and Fava, 2006) citan en su estudio la complejidad de la metodología como una de las barreras más importantes para el desarrollo de la metodología. Aunque cabe señalar que estos dos estudios, al profundizar un poco más, llegan a relacionar los dos tipos de obstáculos mencionados y afirman que la recolección de datos y su validación supone la parte más importante del coste total del estudio.

- **H20: Las empresas optan en su mayoría por contratar la ayuda de alguna asesoría o consultoría experta para la realización de los estudios.** Esta hipótesis se ha visto ampliamente refrendada por los resultados de esta investigación. Prácticamente cuatro de cada cinco empresas, intervalo de confianza del 95% (66,81% - 92,16%), reconocen haber contratado servicios de asesoría y/o consultoría para llevar a cabo

los estudios. (No se incluyen en este dato los servicios de formación que pudieran haber sido también contratados).

Por su parte destacar también que la mayoría de empresas, casi el 90%, afirma también haber colaborado con agentes externos a la empresa tales como universidades, centros de I+D+i etc.

Finalmente respecto a las necesidades de formación en ACV, cerca del 90% de las empresas reconoce haber realizado acciones formativas para llevar a cabo los estudios. La mayoría de ellas, más del 80%, realizaron estas acciones mediante formadores externos frente a casi un 15% que las organizó de manera interna. En cuanto al tipo de formación requerida, en la inmensa mayoría de los casos se abordaron aspectos relativos a la propia metodología y no tanto sobre el manejo del Software o sobre aspectos relacionados con los materiales y los procesos.

- **H21: Las empresas en su mayoría han obtenido para la realización de los estudios algún tipo de financiación externa.** No es posible rechazar esta hipótesis a la luz de los resultados obtenidos, de hecho, casi tres cuartas partes de las empresas, Intervalo de confianza del 95% (57,67% - 85,92%), reconocen haber recibido financiación externa específica en el marco del proyecto de ACV para la compra de software, la formación del personal o para gastos de consultoría.

En cuanto a los orígenes de los fondos recibidos, las entidades financiadoras son en la mayoría de los casos organismos públicos locales, provinciales o autonómicos, casi el 85%, mientras que los organismos nacionales y los de la Unión Europea financian cada uno a otro 10%. Por su parte, puede sorprender que entre las empresas pertenecientes a corporaciones o grupos empresariales sólo el 43,75% reconozca haber recibido fondos de sus matrices para este propósito.

- **H22: Los usuarios de la metodología opinan en su mayoría que las instituciones públicas realizan un esfuerzo importante para promover su uso entre las empresas.** En ningún modo se puede aceptar la presente hipótesis atendiendo a la opinión expresada por los encuestados. Únicamente un 23% de los mismos, índice

de confianza del 95% (9,85% - 36,30%), califica de *importante* dicho esfuerzo y ni uno solo de los encuestados lo considera *muy importante*. Y aunque es cierto que otro tercio de los encuestados lo percibe como *moderado*, prácticamente otro tercio lo tilda de *escaso* e incluso existe un 5% que lo considera *nulo o prácticamente nulo*, lo cual deja patente que la opinión de los encuestados al respecto no es muy positiva.

Sin ánimo de establecer una relación causa efecto directa señalar también que los encuestados califican de *escaso* el nivel de conocimiento del ACV que existe entre las empresas de su entorno.

- **H23: Los usuarios de la metodología opinan en su mayoría que el uso del ACV se generalizará en un futuro cercano.** Los resultados obtenidos, no permiten rechazar esta hipótesis dado que entre las empresas usuarias del ACV, cerca del 70% de los encuestados, intervalo de confianza del 95% (54,75% - 83,72%), opina que en el futuro el ACV será utilizado de manera general por las empresas, aunque también es cierto que existe un 10% de ellas que opina justo lo contrario.

Entre las empresas que no utilizan el ACV sin embargo, sólo el 42,55% opina que se generalizará su uso, mientras que el 25,53% opina que no ocurrirá así. Cabe destacar que el 31,92% restante no se decanta por ninguna de las opciones, probablemente debido a que no son conocedoras de primera mano de los beneficios e inconvenientes que presenta el ACV al no ser sus empresas usuarias del mismo.

En consonancia con estos resultados Franckl y Rubik concluyen en su estudio que la mayoría de las empresas son optimistas respecto al futuro del ACV (1999). Por su parte, otros estudios también dejan entrever indirectamente que su uso se incrementará dando razones para ello, así (Fava et al., 2009) afirman que los grandes distribuidores exigirán cada vez más a sus proveedores el cumplimiento de requisitos de ACV y que este será fundamental para realizar las mediciones de emisiones de CO<sub>2</sub> en aplicación de los protocolos internacionales. Finalmente

(Frischknecht et al., 2009) señalan en la misma dirección al afirmar que el ACV será una herramienta imprescindible para la evaluación ambiental de las nuevas tecnologías en el sector energético.

## 7.2. COMENTARIOS A LAS CONCLUSIONES Y APORTACIONES REALIZADAS.

Sin duda alguna, siempre según el autor, una de las principales virtudes de la presente Tesis es su punto de vista dado que son muy pocos los estudios a nivel nacional e incluso internacional los que han abordado el ACV desde un punto de vista de gestión. La gran mayoría de trabajos se han centrado en los aspectos metodológicos o han presentado directamente los resultados de los estudios de ACV realizados. Hay que tener en consideración que mientras que en el mundo del ACV es habitual encontrar profesionales de áreas como la química, la ingeniería ambiental, los materiales etc., esta Tesis se enmarca en el programa de doctorado *Promoción y Desarrollo de Empresas* de la EHU/UPV y que tanto su autor como sus Codirectores son miembros del Departamento de Organización de Empresas en dicha universidad,

La investigación ofrece una exposición ordenada del marco conceptual sobre el ACV y una importante revisión de la literatura empírica sobre el tema que se espera sirva de ayuda para conocer y comprender como gestionan las empresas los impactos ambientales generados por su actividad mediante esta potente herramienta.

Es destacable que se ha conseguido el objetivo planteado al inicio de este viaje y que en definitiva no era otro que presentar una radiografía de la situación en la que la metodología del ACV se encuentra entre las empresas de la CAPV. Radiografía que se presenta a continuación y que ha confirmado en algunos casos ideas preconcebidas y sin embargo ha obtenido el resultado contrario en otros.

Dado que trabajos anteriores ya destacaban por un lado las dificultades que presenta esta metodología y el hecho de que es relativamente moderna, no resulta sorprendente que la empresa tipo usuaria del ACV sea una empresa de tamaño



grande, tanto en personal como en facturación y con fuerte presencia internacional tanto por el nivel de sus exportaciones como por la implantación en diferentes países del mundo. Por lo general además estas empresas forman parte de grupos empresariales (aunque esta es una característica que se da mayoritariamente también en el colectivo estudiado y no solo entre las usuarias de la metodología).

Queda claro también que el uso del ACV no es homogéneo entre los diferentes sectores lo cual exige la debida reflexión a la hora de implementar acciones, planes y políticas públicas en general encaminadas a divulgar esta metodología. Esta reflexión cobra aun mayor importancia si se considera que los encuestados han calificado en general la ayuda aportada por las instituciones en este campo como insuficientes. Es cierto que el nivel de recursos destinados para este propósito viene condicionado por muchos otros factores, (presupuestos, otras necesidades etc.), sin embargo la eficaz canalización de los recursos efectivamente disponibles si debería ser una prioridad.

Entre las empresas que no utilizan la metodología es común argumentar la falta de recursos para ello, sin embargo, el trabajo aquí expuesto, en consonancia con otros trabajos anteriores realizados en otras regiones, deja al descubierto que las principales dificultades surgen a la hora de aplicar la metodología, debido a su complejidad y sobre todo a la dificultad para la obtención de datos correctos y fiables. Es fundamental por tanto para atenuar estas dificultades, que el ACV se desarrolle en las siguientes dos dimensiones, por un lado geográficamente (1kw producido en España no tiene el mismo impacto ambiental que otro producido en Islandia o en México) y por otro lado, respecto a la cantidad de materiales y productos cuya información está accesible en las bases de datos.

Otros aspecto que ha quedado de manifiesto y ayuda a contextualizar también la situación es el hecho de que son los departamentos de I+D+i y Desarrollo de Producto los principales encargados de coordinar estos trabajos por encima incluso del departamento de Medio Ambiente. Este hecho encaja con lo expresado por los encuestados en relación a las motivaciones y objetivos perseguidos por las empresas para realizar los estudios y que apuntan principalmente a la mejora de los productos.

Es decir, lo que en principio parecía ser una amenaza, el impacto ambiental negativo de sus productos, gracias a esta herramienta puede pasar a convertirse en una oportunidad para la empresa. Con el objetivo de rebajar los impactos ambientales de los productos, interés principal del Departamento de Medio Ambiente, se termina en el departamento de I+D+i tratando de lograr nuevos productos, o productos mejorados, más amigables con el entorno. Esto, además de proporcionar un extra a la percepción del producto por parte de los clientes, mejora también la percepción de la propia compañía en su conjunto por parte de las instituciones tal y como reconocen los encuestados.

Sin embargo (en cierto modo de manera sorprendente) a pesar de la dificultad de la metodología y de los aparentemente escasos beneficios económicos que reporta, lo cierto es que se le intuye un futuro prometedor al ACV a la vista de que la mayoría de los encuestados opina que su uso se generalizará en el futuro y manifiesta también la intención de sus empresas de seguir utilizándola.

Por otra parte, la investigación ha permitido generar una serie de ideas para la apertura de futuras líneas de investigación que se describen en el apartado 7.5 de este mismo capítulo y que se espera sirvan de ayuda para el desarrollo de la metodología entre nuestras empresas.

Finalmente para terminar con las aportaciones realizadas, cabría mencionar la publicación de artículos de investigación en revistas científicas internacionales sometidas a proceso de *peer review*. De hecho el artículo *Two Decades of Publishing on Life Cycle Assessment in Spain. Main issues, key agents and a comparison with other countries* (Basañez eta al., 2014) fue publicado en 2014 en la revista *Polish Journal of Environmental Studies* (Indexada en *Journal Citation Reports JCR*) y se espera publicar algunos otros basados principalmente en los resultados y conclusiones de la Tesis ya en elaboración.

### 7.3. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se enumeran las principales limitaciones encontradas en la realización de la presente investigación:

- La primera limitación parte de la metodología empleada, puramente cuantitativa y mediante un cuestionario con preguntas casi exclusivamente categóricas. De cara a profundizar o matizar algunos conceptos sería conveniente desarrollar algunos de los resultados obtenidos con entrevistas personales o a través de cuestionarios con preguntas abiertas. Sin embargo los resultados aquí obtenidos servirían de base precisamente para estructurar estos estudios posteriores de carácter más cualitativo.
- El análisis realizado aunque incluye aspectos técnicos y metodológicos, (categorías de impacto, metodologías de evaluación de impactos, bases de datos, etc.), presenta un punto de vista de gestión, de hecho, el más interesante desde el punto de vista de los objetivos de la Tesis. Este hecho provoca que el cuestionario contenga preguntas relacionadas con diferentes áreas de actividad de la empresa, lo que a su vez exigiría que idealmente el cuestionario fuese completado por varias personas diferentes en función de los conocimientos de cada uno, extremo no confirmado y que probablemente no haya ocurrido. El técnico conocedor de la metodología es posible que desconozca los beneficios económicos obtenidos gracias a la misma o incluso la decisión que motivo su realización, al contrario las personas conocedoras de estos aspectos probablemente desconozcan sus aspectos más técnicos. (Las preguntas relacionadas con los aspectos más técnicos de la investigación han recibido mayor porcentaje de respuestas del tipo NS/NC lo que indica que probablemente en algunos casos las personas que completaron el cuestionario no realizaron por si mismos dichos estudios sino que se situarían en un escalón más alto, participando en toma de decisiones y en el uso de los resultados.)
- A la luz de los resultados obtenidos se puede pensar que los cuestionarios quizás debieron ser enviados a los responsables de las áreas de I+D+i o Desarrollo de

producto en lugar de a la de Medio Ambiente ya que los primeros mencionados coordinaron casi dos tercios de los estudios. Sin embargo casi el 45% de los encuestados del colectivo de empresas que sí utilizan el ACV, pertenece a dichas áreas, lo cual indicaría que por lo menos en algunos casos el cuestionario ha sido redirigido de manera interna a la persona considerada más adecuada.

- Respecto a la formulación de hipótesis, al existir pocos estudios anteriores con el punto de vista de gestión que esta tesis presenta, no existía una idea inicial clara del resultado de algunas de las hipótesis y lógicamente tampoco se han podido posteriormente comparar la totalidad de los resultados obtenidos.
- El objetivo de la tesis es conocer aspectos concretos de las empresas en relación con el ACV, aspectos que en algunos casos presentan múltiples alternativas. No se trata en esos casos de contrastar si algún hecho o aspecto concreto se da o no de un modo determinado establecido con antelación. Sin embargo, de cara a mantener la estructura de la tesis (basada en el contraste de hipótesis) estos casos se han tenido que desdoblar en varias hipótesis aumentando de esta forma el número de las mismas. En sentido contrario y para no incrementar en demasía el número de hipótesis, en otros casos se ha decidido agrupar categorías. Aunque se ha tratado que los criterios de agrupación sean lo más objetivos posibles, puede existir un punto de subjetividad e incluso cierta ambigüedad en algunos casos (por ejemplo, al analizar las motivaciones para la realización de los estudios se han agrupado las de tipo interno por un lado y las externas por otro).
- Aunque el análisis sectorial de la muestra obtenida presenta cierta similitud con el colectivo de estudio, es cierto que en algunos sectores existen diferencias, el sector de la Máquina Herramienta por ejemplo se ve sobrerrepresentado en la muestra mientras que los de Construcción y Petroquímico están infrarrepresentados.
- A pesar de la validación del cuestionario llevada a cabo antes de su lanzamiento, al realizar el tratamiento y análisis de los datos obtenidos por un lado y gracias también a algunos comentarios recibidos de los propios encuestados por otro, se llega a la conclusión de que este es mejorable. Un ejemplo de ello, ya comentado en

el capítulo de resultados, es la problemática surgida en cuanto a los departamentos de I+D+I y Desarrollo de Producto que se categorizaban por separado en la encuesta mientras que su tratamiento final ha sido conjunto ya que algunos encuestados manifestaron su dificultad para diferenciarlos.

- El hecho de que la fase de recogida de encuestas tuviese lugar durante la crisis probablemente haya afectado por un lado al número de encuestas recibidas, y por otro, al estado de ánimo de los encuestados. A la hora de valorar la metodología en general y sus beneficios en particular es probable que exista cierto aire pesimista, a lo que habría que añadir que resultaría difícil argumentar que los estudios han tenido un impacto positivo en la cuenta de resultado si ésta ha sido negativa.

#### 7.4. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Se presentan a continuación algunas propuestas de investigación futuras con un doble propósito, profundizar en los resultados obtenidos y desarrollar nuevas líneas a partir de los mismos.

- Estudios, que compartiendo los objetivos de esta tesis, se lleven a cabo mediante la utilización de metodologías cualitativas de cara a profundizar en los resultados ya obtenidos atendiendo más al *porqué* y al *cómo* y no tanto al *qué*, al *cuántos* o al *cuándo*.
- Estudios similares en el futuro de algunas de las empresas encuestadas completarían los análisis longitudinales que darían conocer la evolución de la relación de dichas empresas con el ACV. En particular resultaría interesante conocer su opinión sobre los resultados transcurridos unos años desde la realización de los estudios, dado que tal y como ya se ha comentado los beneficios de los estudios que el ACV proporciona a las empresas son apreciables a medio y largo plazo.
- Una vez conocida la situación del ACV en las empresas, sería interesante conocer también el punto de vista del resto de agentes involucrados como consultorías ambientales, centros tecnológicos, universidades y otras instituciones públicas.

- Puesto que los resultados demuestran que existen diferentes velocidades en cuanto a la utilización de esta metodología según sectores, estudios de carácter sectorial en las actividades más avanzadas podrían servir de Benchmarking para tratar de promover el ACV entre los sectores más rezagados.
- Dado que la mayoría de empresas usuarias del ACV identificadas y analizadas en la Tesis son de tamaño grande y sin embargo el tejido industrial vasco se compone mayoritariamente de pymes, estudios concretos entre estas últimas serían de utilidad para conocer la situación del ACV en este colectivo y desarrollar estrategias de promoción del mismo adaptadas a su realidad y por lo tanto más eficaces.
- Resultaría de interés extender el alcance geográfico de la investigación a otras comunidades autónomas.
- Investigaciones que midan la eficacia de las políticas públicas existentes destinadas a impulsar la metodología. (Se recuerda en este punto que la ayuda ofrecida por las instituciones ha sido valorada escasamente por las empresas de la muestra).
- Dado que el diseño es una de las fases que aporta mayor valor añadido al producto y a la vista de que las empresas afirman utilizar el ACV para mejorar sus productos, resultaría interesante analizar la relación, entre el análisis del ciclo de vida y la creación de nuevos productos, el logro de patentes o incluso la aparición de nuevos nichos de negocio.
- En otro orden de cosas resultaría interesante un trabajo que valorase el impacto de la metodología para la economía de la región a través de su contribución al PIB o los puestos de trabajos que genera entre otros aspectos.
- En cuanto a la propia metodología del ACV convendría comenzar a investigar la situación entre nuestras empresas de las últimas tendencias en ACV como la medición de los impactos sociales vía el SLCA, o los impactos económicos a través del LCC.

---

## **8. REFERENCIAS**

---

---





## REFERENCIAS

- ACLIMA (2016): <http://www.aclima.net> (Acceso 25/04/2016)
- AGROLCA MANAGER (2016): <http://www.agrolcamanager.com> (Acceso 25/06/2016)
- AIDO (2015): *Guía de Ecodiseño para un diseñador. Instituto Tecnológico de óptica color e imagen.* [http://www.eco-diseño.net/script/photo/13246415720\\_20101105\\_guia-aido-2005.pdf](http://www.eco-diseño.net/script/photo/13246415720_20101105_guia-aido-2005.pdf) (Acceso 25/08/2015)
- AMANI, P. (2012): *Regional Environmental Life Cycle Assessment for Improving Food Chain sustainability.* Tesis Doctoral Universidad de Bonn.
- AMMENBERG, J., SUNDIN, E. (2005) "Products in environmental management systems: drivers, barriers and experiences", *Journal of Cleaner Production*, vol. 13, no. 4, pp. 405-415.
- ANSEMS, A., VAN LEEUWEN, S., GUINEÉ, J., FRANCKL, P. (2005): *Making Life cycle Information and interpretative tools available.* TNO Report B&O R 2005/36. TNO Built Environment and Geosciences.
- ANSUATEGI, A., ESCAPA, M., GALARRAGA, I., GONZÁLEZ-EGUINO, M.G. (2014): "Impacto económico de la ecoinnovación en Euskadi. Una aproximación cuantitativa", *Ekonomiaz*, no 86, pp. 247-273.
- ANTÓN VALLEJO, M.A. (2004): *Metodología del análisis del ciclo de vida, en Utilización del Análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo.* Tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Cataluña.
- ARANA, G., HERAS, I. (2011) "Paving the way for the ISO 14006 Ecodesign standard: an exploratory study in Spanish companies", *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, pp. 1007-1015.
- ARANGUREN, M.J., ITURRIOZ, C. (2010): *Evaluación de políticas clúster. El caso del país vasco.* Orkestra, Instituto vasco de competitividad. Fundación Deusto.
- ARRIETA, L., BARANDIARAN, M., MUJICA, A., RODRÍGUEZ RANZ J.A. (1998): *El Movimiento Cooperativo en Euskadi 1884-1936.* Fundación Sabino Arana. Bilbao.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN AENOR (1994): *Sistemas de gestión medioambiental UNE 77801:1994*
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN AENOR (2003): *Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño UNE 150.301:2003.*
- ASSIES, J. A. (1992): "State of the Art". SETAC-Europe workshop on environmental life cycle analysis of products, December 2-3, Leiden (Netherlands), pp. 1-20.
- AYRES, R. (1995): "Life-cycle analysis: A critique", *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 14, pp. 199-224.
- AYRES, R., AYRES, L. (2002): *A handbook of Industrial Ecology.* Cheltenham, Edward Elgar.
- AYUSO, S., FULLANA, P., MILÁ, LL., RIERADEVALL, J. (1997): "First LCA Workshop in Spain. "LCA 2000": Preliminary Results". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 2, issue 4, pp. 250.
- AZTI (2016): <http://www.azti.es> (Acceso 25/04/2016)
- BABAKRI, K., BENNETT, R., FRANCHETTI, M., (2003): "Critical factors for implementing ISO 14001 standard in United States industrial companies". *Journal of Cleaner Production*, vol. 11, no. 7, pp. 749-755.
- BABBIE, E. (2004): *The Practice of social research.* Belmont, CA, London. Thomson/Wadsworth.
- BACCINI, P., BADER H.P. (1996): *Regionaler Stoffhaushalt (Regional metabolism).* Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (Germany).
- BACCINI, P., BRUNNER P.H. (2012): *Metabolism of the Anthroposphere, Analysis, Evaluation, Design.* The MIT Press, Cambridge, MA.

- BANSAL, P., ROTH, K. (2000): "Why Companies Go Green: A Model of Ecological Responsiveness". *Academy of Management Journal*, vol. 43, no. 4, pp. 717-736.
- BARE, J., HOFSTETTER, P., PENNINGTON, D., HAES, H. (2000): "Life Cycle Impact Assessment Workshop Summary- Midpoints versus Endpoints: The Sacrifices and Benefits". *International Journal of LCA*, vol. 5, no. 6, pp. 319-326.
- BARE, J.C., NORRIS, G.A., PENNINGTON, D.W., MCKONE, T. (2003): "TRACI—the tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 6, pp. 49-78.
- BASAÑEZ, A., MARTINEZ DE ALEGRÍA, I., DIAZ DE BASURTO, P., RUIZ DE ARBULO, P. (2014): "Two Decades of Publishing on Life Cycle Assessment in Spain. Main Issues, key agents, and a comparison with other countries". *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 23, no. 5, pp. 1455-1463.
- BAUER, C., BUCHGEISTER, J., SCHEBEK, L. (2004): "German Network on Life Cycle Inventory Data". *International Journal of LCA*, vol. 9, no. 6, pp. 360-364.
- BAUMAN, H. (1996): "LCA Use in Swedish Industry". *International Journal of LCA*, vol. 3 pp. 122-126.
- BAUMANN, H. (2000): "Introduction and organisation of LCA activities in Industry". *International Journal of LCA*, vol. 5, no. 6, pp. 363-368.
- BECKEIKH, N., LANDRY, R., AMARA, N. (2006): "Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: a systematic review of the literature from 1993-2003". *Technovation*, vol. 26, pp. 644-664.
- BEREND, I. (2006): *An Economic History of Twentieth-Century Europe Economic Regimes from Laissez-Faire to Globalization*. University of California, Los Angeles. Cambridge University Press, (UK).
- BERKHOUT, F., HOWES, R. (1997): "The adoption of life-cycle approaches by industry: patterns and impacts". *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 20, pp. 71-94.
- BERMEJO, R. (2011): *Manual para una economía sostenible*. Madrid: Catarata.
- BERNEMAN, C., LANOIE, P., PLOUFFE, S., VERNIER M.F. (2009): *L'Éco-conception: Quels retours économiques pour l'entreprise?* Working paper (Discussion paper IEA-09-03) HEC Montréal, (Canada).
- BEY, N., HAUSCHILD, M.Z., McALOONE, T.C., (2013): "Drivers and barriers for implementation of environmental strategies in manufacturing companies". *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, vol. 62, no. 1, pp. 43-46.
- BICKEL, P., FRIEDRICH, R. (2004): *ExternE. Externalities of Energy. Methodology Update*. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung IER Universität Stuttgart, (Germany).
- BLANCHARD, B. (1978): *Design and manage to life cycle cost*. M/A Press, Portland, (USA).
- BOUSTEAD, I. (1992): "The Relevance of Re-use and Recycling Activities for the LCA Profile of Products". Proceedings of the Third CESIO International Surfactants Congress and Exhibition, London, 1-5 June, pp. 218-226.
- BOWLEY, A. (1936): "The Application of Sampling to Economic and Sociological Problems". *Journal of the American Statistical Association*, vol. 31, no. 195, pp. 474-480.
- BRENT, A., LABUSCHAGNE, C. (2006): "Social Indicators for Sustainable Project and Technology Life Cycle Management in the Process Industry". *The International Journal of LCA*, vol. 11, no. 1, pp. 3-15.
- BRETZ, R. (1998): "Spold". *International Journal of LCA*, vol.3, no. 3, pp 119-120.
- BREZET, H., VAN HEMEL, C. (1997): *Ecodesign. A promising Approach to Sustainable Production and Consumption*. UNEP, Paris, (France).
- BREZET, J.C., HORST, T.V.D., RIELE, H.T. (1994): *PROMISE Handleiding voor milieugerichte productontwikkeling*, Den Haag, (The Netherlands).

- BRITISH STANDARDS INSTITUTION-BSI (1992): *Specification for environmental management systems BS 7750*.
- BRØBERG, O., CHRISTENSEN, P. (1999) "LCA experiences in Danish industry. Results of a survey". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 4, no. 5, pp. 257-261.
- BSI GROUP (2015): *Pasando de ISO 14001:2004 a ISO 14001:2015*.  
[www.bsigroup.com/LocalFiles/es-ES/Documentos%20tecnicos/Revisiones%20ISO/ISO%2014001/ISO-14001-guia-de%20transicion.pdf](http://www.bsigroup.com/LocalFiles/es-ES/Documentos%20tecnicos/Revisiones%20ISO/ISO%2014001/ISO-14001-guia-de%20transicion.pdf) (Acceso 25/06/2016)
- CANGA CABAÑÉS, J.L. (2012): "Herramientas de gestión ambiental de productos". Jornada Técnica. Gestión ambiental de producto. Instituto Superior de Medioambiente.
- CAPPELLARO, F., SCALBI, S., MASONI P., (2008): "The Italian network on LCA". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 13, no. 7, pp. 523-525.
- CARLSON, R., HÄGGSTRÖM, S., PÅLSSON, A. (2003): *LCA training package for users of LCA data and results*. CASCADE project.
- CASADESÚS, M., HERAS, I., KARAPETROVIC, S. (2007): *Las 9000 de la 9000: Análisis del impacto de la normativa ISO 9000 en Cataluña*. Col·lecció Estudis, CIDEM, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- CASADESÚS, M., HERAS, I., MERINO, J. (2005): *Calidad práctica*. Prentice Hall-Financial Times, Madrid.
- CASCIO, J., WOODSIDE, G., MITCHELL, P. (1996): *ISO 14000 Guide: The New International Environmental Management Standards*. Environmental engineering books. McGraw-Hill Professional.
- CASTELLS, X., CASTELLS, E. (2009): *Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de de depuradora*. Díaz de Santos. España.
- CEE (1973): Primer Programa de Acción Medioambiental 1973-1976. Diario oficial de las Comunidades Europeas Nº C 112 del 20 de diciembre de 1973.
- CHACÓN, J.R. (2008a): "Métodos de apoyo para una gestión ambiental en las organizaciones". *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, Abril 2008.
- CHACÓN, J.R. (2008b): "Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV)". *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, Octubre de 2008.
- CHAMBERS, R., HERENDEEN, R., JOYCE, J. AND PENNER, P. (1979): "Gasohol: Does It or Doesn't It Produce Positive Net Energy?" *Science*, vol. 206, no. 4420, pp. 789-795.
- CHAN, E.S.W., WONG, S.C.K. (2006): "Motivations for ISO 14001 in the hotel industry". *Tourism Management*, vol. 27, pp. 481-492.
- CHRISTENSEN, T., (2011): *Solid Waste Technology and Management*. Wiley Publishers. ISBN: 978-1-119-95502-3.
- CHRISTIANSEN, K., (1997): *Simplifying LCA: Just a Cut?* SETAC Press, Pensacola, (USA).
- CHRISTMANN, P., TAYLOR, G. (2006): "Firm self-regulation through international certifiable standards: determinants of symbolic versus substantive implementation". *Journal of International Business Studies*, vol. 37, no. 6, pp. 863-883.
- CIROTH, A., (2009): "Cost data quality considerations for eco-efficiency measures". *Ecological Economics*, vol. 68, no. 6, pp. 1583-1590.
- CLARK, G., DE LEEUW, B., (1999): "How to improve adoption of LCA". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 4 no. 4, pp. 184-187
- CLAUSEN, J., KEIL, M., JUNGWIRTH, M., (2002): *The State of EMAS in the EU. Eco-Management as a Tool for Sustainable Development*. Literature Study, Institute for Ecological Economy Research (IÖW), Berlin, (Germany).

## Referencias

---

- CLAVER, E., MOLINA, J.F., TARÍ, J.J., (2004): *Gestión de la Calidad y Gestión Medioambiental. Fundamentos, herramientas, normas ISO y relaciones*. Ediciones Pirámide, Madrid.
- COMISIÓN EUROPEA (1995): *ExterneE. Externalities of Energy Vol. 1*. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- COMISIÓN EUROPEA (2001a): *Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos. COM(2001) 31*. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones, de 24 de enero de 2001, sobre el sexto programa de acción de la Comunidad Europea en materia de medio ambiente. Bruselas, (Bélgica).
- COMISIÓN EUROPEA (2001b): *Desarrollo sostenible en Europa para un mundo mejor: estrategia de la Unión Europea en favor del desarrollo sostenible, COM(2001)264 final*. Bruselas, (Bélgica).
- COMISIÓN EUROPEA (2003a): *Recomendación C (2003) 422 aprobada el 6 de mayo de 2003*. Bruselas, (Bélgica).
- COMISIÓN EUROPEA (2003b): *Integrated Product Policy. Building on Environmental Life Cycle Thinking, IPP COM(2003a) 302 final*. Brussels, (Belgium).
- COMISIÓN EUROPEA (2005a): *Taking sustainable use of resources forward: A Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste, COM(2005) 666 final*. Brussels, (Belgium).
- COMISIÓN EUROPEA (2005b): *Thematic strategy on the sustainable use of natural resources. COM(2005) 670 final*. Brussels, (Belgium).
- COMISIÓN EUROPEA (2008): *Public procurement for a better environment, COM(2008)400 final*. Brussels, (Belgium).
- COMISIÓN EUROPEA (2010): *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook. General guide for Life Cycle Assessment. Detailed guidance*. EC. JRC Institute for environment and sustainability. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- COMISIÓN EUROPEA (2015): *Innovation Union Scoreboard 2015*. EC- Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs.
- CONSEJO SUPERIOR DE COOPERATIVAS DE EUSKADI CSCE (2009): *Historia del consejo superior de cooperativas de Euskadi, 1983-2008*.
- CONSOLI, F., (1993): *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice*. SETAC-Europe. Sesimbra, (Portugal).
- CONTRERAS W, CLOQUELL V., OWEN M.E., (2007): "Alcances y limitaciones del uso del método de ACV para la evolución de impactos medioambientales en la industria forestal". *Boletín de Información Técnica*, vol. 249.
- COOPER, J.S., FAVA, J., (1999): "Teaching Life-Cycle Assessment at Universities in North America". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 3, no. 2-3.
- COOPER, J.S., FAVA, J., (2006): "Life-Cycle Assessment Practitioner Survey. Summary of Results". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 10, no. 4, pp. 12-14.
- COSTANZA, R., ALPEROVITZ, G., DALY, H., FARLEY, J., FRANCO, C., JACKSON, T., KUBISZEWSKI, I., SCHOR, J., VICTOR, P., (2013): *Construir una economía sostenible y deseable, integrada en la sociedad y en la naturaleza*. En Worldwatch Institute, The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible? New York, (USA).
- CURRAN, M.A., (1999): "The status of LCA in USA". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 4, no.3, pp. 123-124.
- CURRAN, M.A., (2001): "Developing a tool for environmentally preferable purchasing". *Environmental Management and Health*, vol.12, no.3, pp.244-53.

- DA SILVA, L.V., (2007): *Life cycle assessment and its use in BASF: integrating economic, environmental and social concerns*. Master Thesis. Technische Universität Bergakademie Freiberg, (Germany).
- DE BAKKER, F., FISSCHER, O., BRACK, A., (2002): "Organizing product-oriented environmental management from a firm's perspective". *Journal of Cleaner Production*, vol. 10, no. 5, pp.455-464.
- DE BENEDETTO, L., KLEMES, J., (2009): "The Environmental Performance Strategy Map: an integrated LCA approach to support the strategic decision-making process". *Journal of Cleaner Production*, vol.17, no. 10, pp. 900-906.
- DE LA FUENTE, D., GRANDE R., LÓPEZ, P., LOZANO, P., PERERO, A., DE SOTO, B., TERESA, J., (2011): *Ecodiseño y sistemas de fabricación respetuosos con el medio ambiente*. Tendencias.
- DE SMET, B., (1990): "Life-cycle analysis for packaging environmental assessment". Proceedings of the specialized workshop, 24-25 September 1990, Leuven, (Belgium).
- Decreto 260/2010, de 19 de octubre, por el que se regula la concesión de subvenciones a empresas para la realización de inversiones destinadas a la protección del medio ambiente
- Decreto 64/ 2006 de 14 de marzo por el que se establece la regulación del Listado Vasco de Tecnologías.
- DEL BORGHI, A., GALLO, M., DEL BORGHI, M., (2009): "A survey of life cycle approaches in waste management". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 14 no. 7, pp. 597-610.
- DEL BRÍO, J., JUNQUERA, B. (2002): "Factores de éxito en la implantación de la ISO 14001: Un análisis empírico para las empresas industriales españolas". *Revista Asturiana de Economía*, vol. 24, pp. 131-151.
- DIAZ DE JUNGUITU A., (2013): *Regulación empresarial voluntaria y medio ambiente: análisis de la adopción de ISO 14001 en las organizaciones de la CAPV*. Tesis Doctoral. Departamento de Economía Aplicada I de la Universidad del país Vasco (EHU-UPV).
- DÍAZ DE RADA, V., (2001): *Diseño y elaboración de cuestionarios para la investigación comercial*. Editorial ESIC, Madrid.
- Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de julio de 2005 que establecen los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía.
- Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases
- Directiva CE 1985 de la Comunidad Económica Europea sobre Envases de Alimentos líquidos.
- DOMÉNECH, X., FULLANA, P., (1996): "LCA association in Spain". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 1, no. 4, pp. 207.
- DONNELLY, K., BECKETT-FURNELL, Z., TRAEGER, S., OKRASINSKI, T., HOLMAN, S., (2006): "Eco-design implemented through a product-based environmental management system". *Journal of Cleaner Production*, vol.14, no. 15-16, pp. 1357-1367.
- DREYERS, L.C., HAUSCHILD, M.Z., SCHIERBECK, J., (2006). "A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol.11, no. 2, pp. 88-97.
- DUVERGER, M., (1981): *Métodos de las ciencias sociales*. Editorial Ariel, Barcelona.
- ECOBILAN (2002): *Life Cycle Assessment History*. [www.ecobilan.com/uk\\_lca02.php](http://www.ecobilan.com/uk_lca02.php). (Acceso 25/06/2014)
- EHRENFELD, J.R., (1998): "The Importance of LCAs-Warts and All". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 1, no. 2, pp. 41-50.
- EISENBERGER, I., LORDEN, G., (1977): *Life-Cycle Costing: Practical Considerations*. DSN Progress Report 42-44.
- EKVALL, T., FINNVEDEN, G., (2001): "Allocation in ISO 1041 a critical review". *Journal of Cleaner Production*, vol. 9, no. 3, pp. 197-208.

## Referencias

---

- ELKINGTON, J., (1998): "Accounting for the triple bottom line". *Measuring Business Excellence*, vol. 2, no. 3, pp. 18-22.
- ENAC (2016): <https://www.enac.es> (Acceso 14/09/2016)
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA (1995): *Guidelines for Assessing the Quality of Life Cycle Inventory Analysis*. EPA 530-R-95-010.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA (1997): Streamlining life cycle assessment: concepts, evaluation of methods, and recommendations. Draft report. Office of Research and Development.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY EPA (2006): *Life cycle assessment: principles and practice*. EPA/600/R-60/060. Office of Research and Development. Cincinnati, Ohio, (USA).
- EPA (2016): <https://www3.epa.gov> (Acceso 25/04/2016)
- ERCIN, A.E. HOEKSTRA, A.Y. (2012): *Carbon and Water Footprints. Concepts, Methodologies and Policy Responses*. United Nations world water assessment programme.
- ERICKSON, J., (1993): *Un mundo en desequilibrio. Contaminación de nuestro planeta*. McGraw-Hill / Interamericana de España.
- ERNST & YOUNG/SPRU (1998): *Integrated product policy*. London: Study on behalf of DG Environment.
- ESTEBAN, J.M., (2009): *Clusters y Competitividad: el caso del País Vasco*. The Competitiveness Institute (TCI). Conferencia regional latinoamericana Mendoza, 19 de noviembre de 2009. [www.tci-network.org/media/download/3998](http://www.tci-network.org/media/download/3998)
- EUROSTAT (2015): *Economy-wide material accounts and derived indicators. A methodological guide*. Office for Official Publications of the European Countries. Luxemburg.
- EUSTAT (2015a): *La C.A. de Euskadi se sitúa al nivel de los países con alta innovación en 2015 según el Índice Europeo de Innovación IUS*. Panel de Indicadores de Innovación (IUS). Nota de prensa 18/06/2015.
- EUSTAT (2015b): *Panorama de la Industria Vasca 2015*. Instituto Vasco de Estadística. Gobierno Vasco.
- EUSTAT (2016a): *Panorama industria vasca 2016*. Instituto Vasco de Estadística. Gobierno Vasco.
- EUSTAT (2016b): *Definiciones*. [https://www.eustat.eus/documentos/elem\\_1698/definicion.html](https://www.eustat.eus/documentos/elem_1698/definicion.html) (Acceso 25/04/2016)
- EXTERNE (2006): *Definition of external Costs*. [http://www.externe.info/externe\\_2006/](http://www.externe.info/externe_2006/) (Acceso 25/04/2016)
- FAVA, J., BAER, S., COOPER, J., (2009): "Increasing demands for Life Cycle Assessments in North America". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 13, no. 4, pp. 491-494.
- Fava, J., Cooper, J., (2002): "Alignment of North American Activities to the UBEP/SETAC Life-Cycle Initiative". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 5, no. 4, pp. 3-5.
- FAVA, J., DENISON, R., JONES B., CURRAN M., VIGON, B., SELKE, S., BARNUM, J. (1991): *A technical framework for life-cycle assessments*. Setac. Washington, DC.
- FAVA, J.A., SETAC, SETAC FOUNDATION FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION (1993): "A conceptual framework for life-cycle impact assessment". Life-cycle impact assessment workshop, February 1-7, 1992, Pensacola, (USA).
- FECKER, I., (1992): *Was ist eine Ökobilanz?* EMPA Bericht Report Nr. 222. St. Gallen, (Switzerland).
- FELBER, C. (2012): *La economía del bien común*. Barcelona: Deusto
- FERNÁNDEZ, J.M., (2007): "ECODISEÑO: Integración de criterios ambientales en la sistemática del diseño de productos industriales". *DYNA Ingeniería e Industria*, vol. 82, pp. 351-360.
- FERNÁNDEZ, J.M., (2002): "La administración vasca y el ecodiseño". *Fundación Ecología y Desarrollo. Apuntes para la sostenibilidad*, no. 2.

- FERNÁNDEZ, J.M., (2015): *Mondragon. Un viaje por los hitos de la historia del grupo cooperativo 1956 - 2014*. [www.mondragon-corporation.com/.../mondragon/.../History-MONDRAGON-1956-2014.pdf](http://www.mondragon-corporation.com/.../mondragon/.../History-MONDRAGON-1956-2014.pdf) (Acceso 25/04/2016)
- FERNÁNDEZ, R., (2005): *Sistemas de gestión de la calidad, ambiente y prevención de riesgos laborales. Su integración*. Ed. Club Universitario San Vicente Alicante.
- FERRER, A., MUÑOA, A., (2010): *Sistemas de Gestión Ambiental. Guía para la intervención de los trabajadores*. Instituto Sindical del Trabajo y salud.
- FIDA (2010): *Análisis del ciclo de vida del producto como herramienta de gestión ambiental*. Fundación para la investigación y el desarrollo ambiental. <http://www.fida.es:8001/fida/> (Acceso 25/04/2016)
- FIELD, F.R., EHRENFELD, J.R., (1999): *Life-Cycle Analysis: The Role of Evaluation and Strategy*. Schulze, P.C., ed. Measures of Environmental Performance and Ecosystem Condition. National Academy Press, Washington, D.C.
- FILIMONAU, V., (2016): *Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Analysis in Tourism*. Springer International Publishing, Switzerland.
- FINKBEINER, M., (2013): "From the 40s to the 70s- the future of LCA in the ISO 14000 family". *The international Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 18, no. 1, pp. 1-4.
- FINKBEINER, M., INABA, A., TAN, R.B.H., CHRISTIANSEN, K., KLÜPPEL, H.J., (2006): "The New International Standards for Life Cycle Assessment: ISO 14040 and ISO 14044". *International Journal of LCA*, vol. 11, no. 2, pp. 80-85.
- FINNVEDEN, G., (2000): "On the Limitations of Life Cycle Assessment and Environmental Systems Analysis Tools in General". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 5, no. 4, pp. 229-238.
- FISHER-KOWALSKI, M., HÜTTLER, W., (1999): "Society's Metabolism. The Intellectual History of Material Flow Analysis, Part II. 1970-1998". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 2, no. 4, pp. 61-78.
- FORZA, C., (2002): "Survey Research in operations management: A process-based perspective". *International journal of operations and production management*, vol. 22, no. 2, pp. 152-194.
- FRANCKL, P., RUBIK, F., (1999): "Life-cycle assessment (LCA) in business an overview on drivers, applications, issues and future perspectives". *Global Nest: the International Journal*, vol. 1, no.3, pp. 185-194.
- FRANKL, P., RUBIK, F., (2000): *Life cycle assessment in industry and business: adoption patterns, applications and implications*. Springer, Berlin, (Germany).
- FRISCHKNECHT, R., BÜSSER, S., KREWITT, W., (2009): "Environmental assessment of future technologies: how to trim LCA to fit this goal?" *The international Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 14, no. 6, pp. 584-588.
- FRISCHKNECHT, R., REBITZER, G., (2005): "The Ecoinvent database system: A comprehensive web-based LCA database". *Journal of Cleaner Production*, vol. 13, no. 13-14, pp.1337-1344.
- FUJII, H., KIMBARA, T., (2012): "Environmental Management Mechanisms in U.S. and Japanese Manufacturing Firms". *International Journal of Business Administration*, vol. 3, no. 6, pp. 13-24.
- FULLANA, P., PUIG, R., (1997): *Análisis de Ciclo de Vida*. Cuadernos de Medio Ambiente, pub. Rubes Editorial, S.L., Barcelona.
- GAIKER (2016): <http://www.gaiker.es/> (Acceso 25/04/2016)
- GALLEGRO, A., (2008): *Diferenciación espacial en la metodología de Análisis del Ciclo de Vida: desarrollo de factores regionales para eutrofización acuática y terrestre*. Tesis Doctoral de la Universidad de Santiago de Compostela.

- GALLI, A., WIEDMANN, T., ERCIN, E., KNOBLAUCH, D., EWING, B., GILJUM, S., (2012): "Integrating ecological, carbon and water footprint into a 'footprint family' of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet". *Ecological Indicators*, vol. 16, pp. 100–112.
- GALLOWAY, J.N., TOWNSEND, A.R., ERISMAN, J.W., BEKUNDA, M., CAI, Z., FRENEY, J.R., MARTINELLI, L.A., SEITZINGER, S.P., SUTTON, M.A., (2008): "Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions and potential solutions". *Science*, vol. 320, pp. 889-892.
- GAO, T., LIU Q., WANG, J., (2013): "A comparative study of carbon footprint and assessment standards". *International Journal of Low-Carbon Technologies*, vol. 0, pp. 1-7.
- GARCÍA, E.J., (2008): "Ventajas de la implantación de un sistema de gestión ambiental". *Técnica Industrial*, vol. 273.
- GAVARREL, X., (2013): Ecotech-Sudoe: an international network in life-cycle analysis and eco-design of innovative environmental technologies.  
[http://icta.uab.cat/ecotech/sudoe/seminari\\_2013/Ecotech\\_presentacion\\_2013.pdf](http://icta.uab.cat/ecotech/sudoe/seminari_2013/Ecotech_presentacion_2013.pdf)  
(Acceso 25/04/2016)
- GERDE, V., LOGSDON, J.M., (2001): "Measuring environmental performance: use of the toxics release inventory (TRI) and other US environmental databases". *Business Strategy and the Environment*, vol. 10, no. 5, pp. 269-285.
- GIUDICE, F., LA ROSA, G., RISITANO, A., (2006): *Product Design for the Environment. A Life Cycle Approach*. Taylor & Francis Group.
- GLOBAL ECOLABELLING NETWORK (2016): *What is ecolabelling?*  
<http://www.globalecolabelling.net/what-is-eco-labelling/> (Acceso 25/04/2016)
- GOBIERNO VASCO (2002): *Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020. Programa Marco Ambiental. 2002-2006*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Ihobe, Bilbao.
- GOBIERNO VASCO (2003): *El camino hacia la sostenibilidad. Estrategia ambiental Vasca de desarrollo sostenible 2002-2020*.  
[www.euskadi.eus/contenidos/plan/eavds\\_pma/es\\_9688/adjuntos/folleto\\_eavds.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/plan/eavds_pma/es_9688/adjuntos/folleto_eavds.pdf)  
(Acceso 25/04/2016)
- GOBIERNO VASCO (2011a): *Más de 100 empresas vascas mejoran su competitividad gracias al Programa Ecoeficiencia*.  
[http://www.irekia.euskadi.eus/es/news/5673-mas-100-empresas-vascas-mejoran-competividad-gracias-programa-ecoeficiencia?criterio\\_id=856417&track=1](http://www.irekia.euskadi.eus/es/news/5673-mas-100-empresas-vascas-mejoran-competividad-gracias-programa-ecoeficiencia?criterio_id=856417&track=1) (Acceso 25/04/2016)
- GOBIERNO VASCO (2011b): *Ecobarómetro industrial*.  
[http://www.inqurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-3172/es/contenidos/libro/ecobarometro\\_industrial/es\\_pub/indice.html](http://www.inqurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-3172/es/contenidos/libro/ecobarometro_industrial/es_pub/indice.html) (Acceso 25/04/2016)
- GOBIERNO VASCO (2012): *Una aproximación a la Nueva Industria Vasca La contribución de la Industria y los servicios relacionados con la producción a la economía vasca*. Dirección de Planificación y Estrategia.
- GOBIERNO VASCO (2014): *PCTI 2020 Una estrategia de especialización inteligente*.  
[www.spri.eus/euskadinnova/documentos/2697.aspx](http://www.spri.eus/euskadinnova/documentos/2697.aspx) (Acceso 25/04/2016)
- GOBIERNO VASCO (2016a): *Euskadi ocupa el 5º puesto en Europa en número de certificaciones ambientales EMAS por delante de Francia, Reino Unido o Portugal*  
[www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/contenidos/noticia/2016\\_02\\_02\\_30620/es\\_30620/30620.html20](http://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/contenidos/noticia/2016_02_02_30620/es_30620/30620.html20)  
(Acceso 25/04/2016)
- GOBIERNO VASCO (2016b): *Los principales clusters del País Vasco se incorporan a Basque Ecodesign Center para integrar el ecodiseño entre sus empresas y mejorar su posicionamiento internacional*.  
<http://www.irekia.euskadi.eus/es/news/31893-los-principales-clusters-del-pais-vasco-incorporan-basque-ecodesign-center-para-integrar-ecodisenio-entre-sus-empresas-mejorar-posicionamiento-internacional> (Acceso 25/04/2016)



- GOEDKOOP, M., SPRIENSMA, R., (2000): *The eco-indicator 99. A damage-oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology report, 2nd edition 17 april 2000*. Pré Consultants, Amersfoort, (The Netherlands)
- GOICOLEA, J., (2010): *El País Vasco: Una política basada en la innovación y el apoyo a la industria*. [http://www.dgfc.sepg.minhap.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp0713/c/ac/oac/Documents/JUAN\\_GOICOLEA.pdf](http://www.dgfc.sepg.minhap.gob.es/sitios/dgfc/es-ES/ipr/fcp0713/c/ac/oac/Documents/JUAN_GOICOLEA.pdf) (Acceso 21/06/2016)
- GONZÁLEZ-BENITO, J. (2006): "Un análisis empírico de la interrelación entre la certificación ISO 14001 y las prácticas desarrolladas en la función de producción", X Congreso de Ingeniería de Organización, 7 y 8 de septiembre de 2006, Valencia.
- GRAEDEL, T., (1998): *Streamlined Life Cycle Assessment*. Prentice-Hall, Inc. ISBN-13: 978-0136074250.
- GRANDE, I., ABASCAL E., (2000): *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*. Editorial ESIC. Madrid.
- GRANERO, J., SANCHEZ, M.F., (2007): *Cómo implantar un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001:2004*. FC Editorial, Madrid.
- GREEN RESEARCH (2011): *Life Cycle Assessment. An Executive Overview of applications, Market Drivers and Business Benefits*. <https://www.2degreesnetwork.com/groups/2degrees-community/resources/life-cycle-assessment-executive-overview-applications-market-drivers-and-business-benefits/> (Acceso 21/06/2016)
- GRIEBHAMMER, R., BUCHERT, M., GENSCHE, C.O., HOCHFELD, C., MANHART, A., REISCH, L., RÜDENAUER, I., (2007): *PROSA Product Sustainability Assessment Guideline*. Öko Institut, Freiburg, (Germany).
- GROSSMAN, G.M., HELPMAN, E., (1991): *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press, Cambridge, MA.
- GROTZ, S., SCHOLL, G., (1996): "Application of LCA in German industry. Results of a survey". *International Journal of LCA*, vol. 1, pp. 226-230.
- GUINÉE J.B., HEIJUNGS, R., HUPPES, G., ZAMAGNI, A., MASONI, P., BUONAMICI, R., EKVAL, T., RYDBERG, T., (2011): "Life Cycle Assessment: Past Present and Future". *Environmental Science & Technology*, vol. 45, no. 1, pp. 90-96.
- GUINÉE, J.B., GORRÉE, M., HEIJUNGS, R., HUPPES, G., KLEIJN, R., DE KONING, A., VAN OERS, L., WEGENER SLEESWIJK, A., SUH, S., UDO DE HAES, H.A., DE BRUIJN, H., VAN DUIN, R., HUIJBREGTS, M.A.J., (2002): *Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, (Netherlands)
- GUINÉE, J.B., UDO DE HAES H.A., HUPPES, G., (1993): "Quantitative Life Cycle Assessment of Products. 1: Goal definition and Inventory". *Journal of Cleaner Production*, vol. 1, no. 1, pp. 3-13.
- HANSEN, O.J., (1999): "Status of Life Cycle Assessment (LCA) activities in the Nordic Region". *International Journal of LCA*, vol. 4, no. 6, pp. 315-320.
- HART, S. (1995): "A natural resource-based view of the firm". *Academy of Management Review*, vol. 20, pp. no. 4, pp. 874-907.
- HAUSCHILD, M., (2006): "From Pressures to Impacts - Life Cycle Impact Assessment". ISWA Annual Congress 2006. Waste site stories, 1-5 October, Copenhagen, (Denmark)
- HAUSCHILD, M., JESWIET, J., ALTING, L., (2005): "From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 54, no. 2, pp. 1-21.
- HAUSCHILD, M., POTTING, J., (2005): "Spatial differentiation in life cycle impact assessment: The EDIP2003 methodology". *Environmental news*, vol. 80.
- HAYASHI, K., GAILLARD, G., NEMECEK, T., (2005): "Life Cycle Assessment of Agricultural Production Systems: Current Issues and Future Perspectives". International Seminar on Technology Development for Good Agriculture Practice in Asia and Oceania, 25-26 October, Epochal Tsukuba, (Japan).

## Referencias

---

- HEIJUNGS, R., GUINÉE, J.B., HUPPES, G., LANKREIJER, R.M., ANSEMS, A.M., EGGELS, P.G., VAN DUIN, R., DE GOEDE, H.P., (1991): *Environmental life cycle assessment of products: guide and backgrounds*. Ed. CML Center of Environmental Science, Leiden (Netherlands).
- HEIJUNGS, R., HUPPES, G., GUINÉE, J. (2010): "Life cycle assessment and sustainability analysis of products, materials and technologies. Towards a scientific framework for sustainability life cycle analysis". *Polymer Degradation and Stability*, vol. 95, no. 3, pp. 422-8.
- HEIJUNGS, R., HUPPES, G., UDO DE HAES, H.A., VAN DEN BERG, N.W., DUTILH, C.E. (1996): *Life cycle assessment: what it is and how to do it*. United Nations Environment Programme. Paris, (France).
- HENDRICKSON, C., HORVATH, A., JOSHI, S., LAVE, L.B., (1998): "Use of Economic Input-Output Models for Environmental Life Cycle Assessment". *Environmental Science & Technology*, vol. 32, no. 7 pp. 184-191.
- HERAS, I., ARANA, G., (2010): "Alternative models for environmental management in SMEs: the case of Ekoscan vs. ISO 14001". *Journal of Cleaner Production*, vol. 18, no. 8, pp. 726-735
- HERAS, I., (2001): *La Gestión de la Calidad en las empresas vascas: estudio de la aplicación de ISO 9000 en las empresas de la CAPV*. Tesis doctoral de la Universidad del País Vasco.
- HERAS, I., ARANA, G., DÍAZ DE JUNGUITU, A., ESPÍ, M., MOLINA, J.F., (2008): *Los Sistemas de Gestión Medioambiental y la competitividad de las empresas de la CAPV*. Orkestra - Instituto Vasco de Competitividad. Fundación Deusto.
- HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P., (2006): *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana Editores. México, DF, (México).
- HERTWICH, E. (2002): *Epilog to 'The areas of protection in life cycle impact assessment' Dissenting opinion*. Gate to EHS. Global LCA Village. Ecomed Publishers Landsberg. pp 1-2.
- Hoekstra, A.Y., (2003): "Virtual water trade". Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, 12-13 December, IHE Delft, (The Netherlands).
- HOEKSTRA, A.Y., CHAPAGAIN, A.K., ALDAYA, M.M., MEKONNEN, M.M., (2011): *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Earthscan, London, (UK).
- HOFSTETTER, P., (1998): *Perspectives in Life Cycle Impact Assessment a Structured Approach to Combine Models of the Technosphere, Ecosphere and Valuesphere*. ETH Zurich-Swiss Federal Institute of Technology.
- HOFSTETTER, P., METTIER, T.M., (2003): "What Users Want and May Need. Insights from a Survey of Users of a Life-Cycle Tool". *Journal of Industrial Ecology*, vol. 7, no. 2, pp. 79-101.
- HUANG, E.A., HUNKELER D.J., (1995): "Using life-cycle assessments in large corporations: A survey of current practices". *Environmental Quality Management*, vol. 5, no. 2, pp. 35-47.
- HUELLAS PROJECT LIFE (2016): [www.life-huellas.eu](http://www.life-huellas.eu) (Acceso 25/04/2016)
- HUNKELER, D., REBITZER, G., (2003): "Life cycle costing: paving the road to sustainable development?" *International journal of LCA*, vol.8, no. 2, pp. 109-110.
- HUNKELER, D., REBITZER, G., JENSEN, A.A., MARGNI, M., (2001): "Life Cycle Management: Bridging the Gap between Science and Application. Report from LCM 2001 First International Conference on Life Cycle Management". *International journal of LC*, vol. 6, no. 6, pp. 384-390.
- HUNKELER, D., SAUR, K., REBITZER, G., SCHMIDT, W.P., JENSEN, A.A., STRANDORF, H., CHRISTIANSEN, K., (2004): *Life Cycle Management*. Pensacola, FL, USA, SETAC Press
- HUNKELER, D., VANAKARI, E., (2000). "EcoDesign and LCA survey of current uses of environmental attributes in product and process development". *International journal of LCA* vol. 5, no. 3, pp. 145-151.
- HUNKELER, D.J., HUANG. E.A., (1996): "LCA in Japan: A survey of current practices and legislative trends and comparison to the United States". *Environmental Quality Management*, vol. 6, no. 1, pp. 81-91.

- HUNT, R.G., FRANKLIN, W.E., (1996): "LCA How it came about: Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 1, no. 1, pp. 4-7.
- HUTCHINS, M.J., SUTHERLAND, J.W., (2008): "An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions". *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, no. 15, pp. 1688-1698.
- IHOBE (2000): *Manual práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental - Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2004a): *Guía de Evaluación de Aspectos Ambientales de Producto. Desarrollo de la norma Certificable de Ecodiseño UNE 150301*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2004b): *Norma Ekoskan*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2007a). *Ekoskan: la experiencia de Ecoeficiencia de la empresa vasca*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental - Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2007b): *II Programa Marco Ambiental 2007-2010*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2009): *Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono. Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2011a): *Primer programa de compra y contratación pública verde del País Vasco 2020*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental - Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2011b): *Ecobarómetro industrial 2011*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2011c): *III Programa Marco Ambiental 2011-2015*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2011d): *Mercados y empleos verdes 2020. El papel de la industria vasca hacia una economía sostenible*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2012): *10 años del Aula de Ecodiseño del País Vasco*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2014a): *Perfil Ambiental de Euskadi 2013*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2014b): *Programa de ecoeficiencia en la empresa vasca. Memoria 2011-2013. Resultados*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2014c): *Ecodesign made in Euskadi. 15 años de innovación ambiental de producto*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2014d): *IV Programa Marco Ambiental 2020*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2016a): *Segundo programa de compra y contratación pública verde del País Vasco 2020*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2016b): *Basque Ecodesign Center. Memoria de actividades 2012-2015*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2016c): *Fabricación Verde 6. Diagnóstico de la ecoinnovación en el País Vasco*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.
- IHOBE (2016d): *V Informe de sostenibilidad local del País Vasco 2012-2014*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental Ihobe, S.A. (ed.), Bilbao.

## Referencias

---

IHOBE (2016e): Listado Vasco de Tecnologías Limpias. Ventajas fiscales con la adquisición de tecnologías limpias.

[www.ihobe.eus/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=d3fb298c-cca4-422a-8f79-3162af7a0141&Idioma=es-ES](http://www.ihobe.eus/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=d3fb298c-cca4-422a-8f79-3162af7a0141&Idioma=es-ES) (Acceso 25/04/2016)

IHOBE (2016f): [www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus) (Acceso 25/04/2016)

IK4 (2016): [www.ik4.es](http://www.ik4.es) (Acceso 25/04/2016)

INFOCALIDAD (2000): Análisis de ciclo de vida (ACV): la herramienta de gestión ambiental del nuevo milenio. [www.infocalidad.net/wp-content/uploads/300600t.doc](http://www.infocalidad.net/wp-content/uploads/300600t.doc) (Acceso 25/04/2016)

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (1996): *Sistemas de Gestión Medioambiental: Especificaciones y Directrices. ISO 14001.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (1997a): *Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework. ISO 14040.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (1998): *Environmental management. Life cycle assessment. Goal and scope definition and inventory analysis. ISO 14041*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2000): *Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle interpretation. ISO 14043.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2000a): *Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle impact assessment. ISO 14042.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2006a): *International Standard. Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework ISO 14040*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2006b): *International Standard. Environmental management. Life-cycle assessment. Requirements and guidelines ISO 14044*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2008): *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. ISO 9001.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2010): *Standard on social responsibility. ISO 26000.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2011): *Environmental management systems. Guidelines for incorporating ecodesign. ISO 14006.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2012): *Environmental management. Life cycle assessment: Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to impact assessment situations. ISO/TR 14047.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2013): *Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación. ISO/TS 14067.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2014): *Gestión Ambiental. Huella Hídrica. Principios, requisitos y directrices. ISO 14046.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2015): *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso ISO. 14001.*

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ISO (2016): [www.iso.org](http://www.iso.org) (Acceso 25/04/2016)

ITSUBO, N., INABA, A., (2003): "A new LCIA method: LIME has been completed". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 8, no. 5, pp. 305.

JENSEN, A., POSTLETHWAITE, D., (2008): "SETAC Europe LCA Steering Committee. The Early Years". *The International Journal of LCA*, vol. 13, no. 1, pp. 1-6.

- JENSEN, A.A., (2007): "The LCM Conferences. How They Came About". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 12, special issue 1, pp. 2-3.
- JENSEN, A.A., HOFFMAN, L., MØLLER, B.T., SCHMIDT., A., CHRISTIANSEN, K., ELKINGTON, J., VAN DIJK, F., (1997): *A guide to approaches, experiences and information sources Life Cycle Assessment*. European Environment Agency. Environmental Issues Series, no. 6.
- JÖNBRINK, A.K., WOLF-WATS, C., ERIXON, M., OLSSON, P., WALLÉN, E. (2000): *LCA Software Survey*. IVL report No B 1390. SIK research publication SR 672. IVF Research publication 00824. Stockholm.
- JØRGENSEN, A., LE BOCQ, A., NAZARKINA, L., HAUSCHILD, M., (2008): "Methodologies for social life cycle assessment". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 13, no. 2, pp. 96-103.
- JUNQUERA, B., DEL BRÍO, J.A., (1999): "La implantación de un sistema de gestión medioambiental ISO 14001 en la empresa española: Un análisis de casos. La gestión de la diversidad" XIII Congreso Nacional, IX Congreso Hispano-Francés, Logroño (La Rioja), 16-18 de junio, pp. 1065-1074.
- KING, A.A.; LENOX, M.J., TERLAAK, A.K., (2005): "The strategic use of decentralized institutions: Exploring certification with the ISO 14001 management standard". *Academy of Management Journal*, vol. 48, no. 6, pp. 1091-1106.
- KIÖPFFER, W., HEINRICH, A.B., (2002): "Life Cycle Management (LCM)". *International journal of LCA*, vol. 7, no. 3, pp. 133.
- KLÖPFFER, W., (2003): "Life-Cycle Based Methods for Sustainable Product Development". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 8, no. 3, pp. 157-160.
- KLÖPFFER, W., (2006): "The Role of SETAC in the Development of LCA". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 11, Supplement 1, pp. 116-122.
- KLÖPFFER, W., (2008): "Life cycle sustainability assessment of products". *International journal of LCA*, vol. 13, no. 2, pp. 89-94.
- KLÖPFFER, W., (2012): "The critical review of life cycle assessment studies according to ISO 14040 and 14044. Origin, purpose and practical performance". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 17, no. 9, pp. 1087-1093.
- KLÖPFFER, W., HEINRICH, A.B., (2005): "Publications in onlinefirst". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 10, no. 2, pp. 95-96.
- KROZER, J., VIS, J.C., (1998): "How to get LCA in the right direction?" *Journal of Cleaner Production*, vol. 6, no. 1, pp. 53-62.
- KUHRKE, B., FEICKERT, S., ABELE, E., (2006): "LCA and EcoDesign in the German Electronics Industries". Proceedings of the 13th CIRP international conference on Life Cycle Engineering. Mai 31st - June 2nd, Katholieke Universiteit Leuven, (Belgium).
- LCIP (2016): [www.lifelcip.eu](http://www.lifelcip.eu) (Acceso 25/04/2016)
- LEACH, A.M., GALLOWAY, J.N., BLEEKER, A., ERISMAN, J.W., KOHN, R., KITZES, J., (2012): "A nitrogen footprint model to help consumers understand their role in nitrogen losses to the environment". *Environmental development*, vol. 1, no. 1, pp. 40-66.
- LEGRAND, E., (2004): *¿Reciclaje? ¿ACV? ¿Eco-eficiencia? ¡Herramientas para una evaluación en la complejidad! Comprender los ACV y sus límites*. Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon, (Belgica).
- LEONTIEF, W.W., (1986): *Input-Output Economics*. New York: Oxford University Press.
- LEWANDOWSKA, A., KURCZEWSKI, P., KULCZYCKA, J., JOACHIMIAK, K., MATUSZAK-FLEJSZMAN, A., BAUMANN, H., CIROTH, A., (2013a): "LCA as an element in environmental management systems - comparison of conditions in selected organizations in Poland, Sweden and Germany. Part 2: Results of survey research". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 18, no. 2, pp. 481-489.

- LEWANDOWSKA, A., KURCZEWSKI, P., KULCZYCKA, J., JOACHIMIAK, K., MATUSZAK-FLEJSZMAN, A., BAUMANN, H., CIROTH, A., (2013b): "LCA as an element in environmental management systems. Comparison of conditions in selected organisations in Poland, Sweden and Germany. Part 1: Background and initial assumptions". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 18, no. 2, pp. 472-480.
- LEWANDOWSKA, A., MATUSZAK-FLEJSZMAN, A., JOACHIMIAK, K., CIROTH A., (2011): "Environmental life cycle assessment as a tool for the identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS). Part 2: Case studies". *The International Journal of Life Cycle Assessment* vol. 16, no. 3, pp. 247-257.
- LEWIS, C., (1980): "Energy Considerations of Biofuels Production". *Biochemical and Photosynthetic Aspects of Energy Production*. San Pietro, A., ed. Academic Press, New York, (USA).
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- LINDFORS, L.G., (1995): *Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment*. Ed. TSO. Series Nord: 1995:20.
- LLANES, E.A., SARRIA, B., LÓPEZ, E., (2006): "Metodología para la determinación de los impactos ambientales en procesos productivos". *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 15, no. 3.
- LUDWIG, B., (1997): "The Concept of Technology Assessment. An Entire Process to Sustainable Development". *Sustainable Development*, vol. 5, no. 3, pp.111-117.
- LUNDBERG, K., BALFORS, B., FOLKESON, L., (2007): "Identification of environmental aspect in an EMS context: a methodological framework for the Swedish National Rail Administration". *Journal of cleaner production*, vol. 15, no. 5, pp. 385-394.
- MAPAMA (2016). *Red natura 2000*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. [www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/red\\_natura\\_2000\\_inf\\_disp.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/red_natura_2000_inf_disp.aspx) (Acceso 25/04/2016)
- MASERA, D., (1999): "Sustainable product development: a key factor for small enterprise development – the case of furniture production in the Purépecha region, Mexico". *The Journal of Sustainable Product Design*, issue. 8, pp. 28-39.
- MATHIEUX, F., REBITZER, G., FERRENDIER, S., SIMON, M., FROELICH, D., (2001): "Ecodesign in the European Electr(on)ics Industry: an analysis of the current practices based on case studies". *The Journal of Sustainable Product Design*, vol. 1, no. 4, pp. 233-245.
- MATSUNO, Y., ITSUBO, N., NAKANO, K., (2012): "LCA in Japan in the twenty-first century". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 18, no. 1, pp. 278-284.
- MATTHEWS, E., AMANN, C., BRINGEZU, S., FISCHER-KOWALSKI, M., HÜTTLER, W., KLEIJN, R., MORIGUCHI, Y., RODENBURG, E., ROGICH, D., SCHANDL, H., SCHÜTZ, H., VAN DER VOET, E., WEISZ, H., (2000): *The Weight of Nations. Material Outflows From Industrial Economies*. World Resources Institute. Washington D.C., (USA).
- MAZIIN, B., (1994a): "Another impact category relevant to LCA?" SETAC-Congress 'Towards Sustainable Environmental Management', Brussels, (Belgium).
- MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L.; RANDERS, J; BEHRENS, W., (1972): *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad*. Fondo de Cultura Económica, Volumen 116 de Colección popular.
- MEDINA, L. (2006): *Anàlisi de la viabilitat econòmica i de la sostenibilitat de l'ús d'armadures corrugades d'acer inoxidable en elements de formigó armat sotmesos a classes generals d'exposició agressives. Aplicació als elements en contacte amb aigües residuals agressives*. Tesis de la Universidad politécnica de Catalunya.
- MENKE D.M., DAVIS, G.A., VIGON, B.W. (1996): *Evaluation of Life Cycle Assessment Tools. Final Report*. Hazardous Waste Branch, Ottawa, (Canada).

- MOLINA-MURILLO, S.A., SMITH, T.M., (2009): "Exploring the use and impact of LCA-based information in corporate communications". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 14, no. 2 pp.184-194.
- MONDRAGON (2013): *Mondragon reafirma su confianza plena en el modelo cooperativo*. <http://www.mondragon-corporation.com/mondragon-reafirma-su-confianza-plena-en-el-modelo-cooperativo/> (Acceso 25/04/2016)
- MONDRAGON (2016): *Informe Anual 2015*. <http://www.mondragon-corporation.com/sobre-nosotros/magnitudes-economicas/informe-anual/> (Acceso 25/04/2016)
- MOREIRA, J. R., GOLDEMBERG, J., (1999): "The Alcohol Program". *Energy Policy*, vol. 27, no. 4, pp. 229-245.
- MUNGKUNG, R., DE HAES, H., CLIFT, R., (2006): "Potentials and Limitations of Life Cycle Assessment in Setting Ecolabelling Criteria: A Case Study of Thai Shrimp Aquaculture Product". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 11, no. 1, pp. 55-59.
- MUÑOYA, A., SOTO, E., (1999): "Sistemas de gestión medioambiental: Un nuevo escenario para la próxima década". *Daphnia*, vol. 19.
- MURPHY, R., (2004): "La madera y el círculo de la vida". *Revista Actualidad Forestal Tropical*, vol. 12, no. 3, pp. 12-14.
- MURRAY, C.J., (1994): "Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years". *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 72, no. 3, pp. 429-45.
- NACIONES UNIDAS (1972): *Declaración de la conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Humano*. Estocolmo, (Suecia), 5 al 16 de junio de 1972.
- NACIONES UNIDAS (1987): *Nuestro futuro común*. Informe de la Comisión Mundial sobre el medio Ambiente y el Desarrollo.
- NACIONES UNIDAS (1992): *Agenda 21*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, (Brasil), 3-14 de junio de 1992.
- NACIONES UNIDAS (1998): *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. 11 de diciembre de 1997, Kyoto, (Japón).
- NAVARRO, V., TORRES LÓPEZ, J., GARZÓN ESPINOSA, A., (2011): *Hay Alternativas*. Madrid: Sequitur.
- NEUMAYER, E., PERKINS, R., (2005): "Uneven geographies of organizational practice: explaining the cross-national transfer and adoption of ISO 9000". *Economic Geography*, vol. 81, no.3, pp. 237-259.
- NISSINEN, A, GRÖNROOS, J., HEISKANEN, E., HONKANEN, A., KATAJAJUURI, J.M., KURPPA, S., MÄKINEN, T., MÄENPÄÄ, I., SEPPÄLÄ, J., TIMONEN, P., USVA, K., VIRTANEN, Y., VOUTILAINEN, P., (2007): "Developing benchmarks for consumer-oriented life cycle assessment-based environmental information on products, services and consumption patterns". *Journal of cleaner production*, vol. 15, no. 6, pp. 538-549.
- NORDIC COOPERATION (2016): [www.norden.org/en/nordic-council-of-ministers](http://www.norden.org/en/nordic-council-of-ministers) (Acceso 14/09/2016)
- NORRIS, G.A., (2001): "Integrating life cycle cost analysis and LCA". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 6, no. 2, pp. 118-120
- NYGREN, J., ANTIKAINEN, R., (2010): *Use of life cycle assessment in global companies*. Reports of the Finnish Environment Institute. Helsinki, (Finland)
- O'BRIEN, M., DOIG, A., CLIFT, R., (1996): "Social and Environmental Life Cycle Assessment (SELCA)". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 1, no. 4, pp. 231-237.
- OECD (2007): *Competitive Regional Clusters: National Policy Approaches*. ISBN 9789264031821.
- OECD, EUROSTAT (2005): *Manual de Oslo guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. 3era edición. Traducción española, Grupo Tragsa.

## Referencias

---

- OLSEN, S.I., (1999): "Survey on the Use of LCA in European Chemical Industry". AIChE Annual Meeting, November 13-18, San Francisco, (USA).
- OOSTERHUIS, F., RUBIK, F., SCHOLL, G., (1996): *Product Policy in Europe: New environmental perspectives*. Kluwer Academic Publishers. AH Dordrecht, (The Netherlands).
- Orden de 13 de julio de 2016, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial, por la que se actualiza y aprueba el Listado Vasco de Tecnologías Limpias.
- OWEN, M., CLOQUELL, V., CONTRERAS, W., (2004): *Propuesta de caracterización de Indicadores para evaluación del comportamiento ambiental de la industria de puertas y ventanas de madera*. AEIPRO, Bilbao.
- PAP, N., (2004): *Introduction to Life Cycle Assessment (LCA)*. Industrial Ecology and Recycling Course. University of Oulu, (Finland).
- PE INTERNATIONAL (2015): *Life Cycle Assessment LCA methodology*. [www.PE-international.com/topics/life-cycle-assessment-LCA-methodology](http://www.PE-international.com/topics/life-cycle-assessment-LCA-methodology) (Acceso 12/01/2015)
- PLOUFFE, S., LANOIE, P., BERNEMAN, C., VERNIER, M.F., (2011): "Economic benefits tied to ecodesign". *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, no. 6-7, pp. 573-579.
- PORTER M.E., (1990): "The Competitive Advantage of Nations." *Harvard Business Review*, vol. 68. no. 2, pp. 73-93.
- PORTER M.E., (1998). *Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions*. Harvard Business School Working Paper, no. 98-80.
- POULIKIDOU, S., BJÖRKLUND, A., TYSKENG, S., (2014): "Empirical study on integration of environmental aspects into product development: processes, requirements and the use of tools in vehicle manufacturing companies in Sweden". *Journal of Cleaner Production*, vol. 81, pp. 34-45.
- POWELL, W.W., DIMAGGIO, P.J., (1991): *The New Institutionalism and Organizational Analysis*. University of Chicago Press. Chicago, (USA).
- PROYECTO LIFE + ECOEDICIÓN (2016): [www.ecoedicion.eu](http://www.ecoedicion.eu) (Acceso 25/04/2016)
- PUGA, J.L., (2004): *Desarrollo e implantación de un sistema de gestión ambiental en un centro de estudios superiores de carácter experimental*. Tesis Doctoral. Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Granada.
- PUJARI, D., PEATTIE, K., WRIGHT G., (2004): "Organizational antecedents of environmental responsiveness in industrial new product development" *Industrial Marketing Management*, vol. 33, no. 5, pp. 381-391.
- QUINTANA, I., IBARRA, G., (2013): *El concepto y la herramienta Life Cycle Costing (LCC)*. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco.
- RAGWITZ, M., SCHADE, W., BREITSCHOPF, B., WALZ, R., HELFRICH, N., RATHMANN, M., RESCH, G., PANZER, C., FABER, T., HAAS, R., NATHANI, C., HOLZHEY, M., KONSTANTINAVICIUTE, I., ZAGAME, P., FOUGEYROLLAS, A., LE HIR, B., (2009): *EmployRES. The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union*. Final report. Directorate-General Energy and Transport, European Commission, Brussels (Belgium).
- REBITZER, G., BUXMANN, K., (2005): "The role and implementation of LCA within life cycle management at Alcan". *Journal of Cleaner Production*, vol. 13, no. 13-14, pp. 1327-1335.
- REES, W.E., (1992): "Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out". *Environment and Urbanization*, vol. 4, no. 2, pp. 121-130.
- REMMEN, A., JENSEN, A.A., FRYDENDAL, J., (2007): *Life Cycle Management. A Business Guide to Sustainability*. Unep-Setac Life Cycle Initiative. Unep DTIE Sustainable Consumption and Production Branch.



- RENNER, M. (2012): *Poner la economía verde al servicio de todas las personas*. En Worldwatch Institute, La situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible. Barcelona: Icaria.
- REX, E., BAUMANN, H., (2004): *Expanding the green practice of LCA: The first decade of life cycle assessment activity in the Swedish forest products industry*. The Swedish Life Cycle Centre, CPM report 2004:1.
- ROBSON, C., (2002): *Real world research: a resource for social scientists and practitioners-researchers*. Oxford, UK Madden, Mass. Blackwell Publishers.
- ROCHA, C., BREZET, H., (1999): "Product-oriented environmental management systems: a case study". *Journal of Sustainable Product Design*, vol. 10: pp. 30-42.
- ROSS, S., EVANS, D., WEBBER, M., (2002): "How LCA studies deal with uncertainty". *The International Journal of Life Cycle Assessment* vol. 7, no. 1, 47-53.
- ROUSSEL, R., ALBONIGA, N., (1994): *Historia de las cooperativas de consumo vascas*. Federación de Cooperativas de trabajo asociado de Euskadi.
- RUBIK, F., SCHOLL, G., (2002): "Integrated Product Policy (IPP) in Europe, a development model and some impressions". *Journal of Cleaner Production*, vol. 10, no. 5, pp. 507-516.
- RUDELLE, S., STEVENS, J.A., (1998): "The adoption of ISO 9000, ISO 14001, and the demand for certified wood products in the business and institutional furniture industry". *Forest Products Journal*, vol. 48, no. 3, pp. 19-26.
- SANTESMASES, M., MERINO, M.J., SÁNCHEZ, J., PINTADO, T., (2009): *Fundamentos de marketing*. Editorial Pirámide, Madrid.
- SCHYLANDER, E., MARTINUZZI, A., (2006): "ISO 14001. Experiences, Effects and Future Challenges: a National Study in Austria", *Business Strategy and the Environment*, vol. 16, no. 2, pp. 133-147.
- SEKARAN, U., (2003): *Research methods for business: a skill-building approach 4<sup>th</sup> edition*. John Wiley & Sons Inc.
- SENDRA, C., (1996): "El análisis de los flujos de materiales en la ecología industrial". *Ingeniería química*, no. 435, pp. 115-121.
- SENDRA, C., GABARRELL, X., VICENT, T., (2006): "Análisis de los flujos de materiales de una región: Cataluña (1996-2000)". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, vol. 4: pp. 43-54.
- SETAC (1997): *Life cycle assessment and conceptually related programmes*. Setac Europe working Group.
- SETAC (2003): *Life-Cycle Assessment and Setac, 1991-1999 Multimedia CD*. Ed. Setac
- SIERRA, R., (2001): *Técnicas de Investigación social. Teoría y ejercicios*. Paraninfo, Madrid.
- SKONE, T.J., (2004): "What is the Cycle Interpretation?" *Environmental Progress*, vol. 19, no. 2, pp. 92-100.
- SOCIETY FOR THE PROMOTION OF LCA DEVELOPMENT SPOLD (1993): *The LCA Sourcebook*. 1993. Sustainability Ltd., London, (UK)
- SONNEMAN, G., TSANG, M., CASTELLS, F., SCHUHMACHER, M., (2003): *Integrated Life-Cycle and Risk Assessment for Industrial Processes*. CRC Press.
- SONNEMANN, G., (2011): "Process on global guidance for LCA databases". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 16, no. 1, pp. 95-97.
- STEEN, B., (1999): *A Systematic Approach to Environmental Priority Strategies in Product Development (EPS): Version 2000. General System Characteristics*. CPM Report 1999:4, Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems. Chalmers University of Technology, Gothenburg, (Sweden).

## Referencias

---

- SULLIVAN, M.S., EHRENFELD, J.R., (1992): "Reducing life-cycle environmental impacts: An industry survey of emerging tools and programs". *Environmental Quality Management*, vol. 2, no. 2, pp. 143-157.
- SUMMERS, S., (2002): "Implementing ISO 14001. An International Survey Assessing the Benefits of Certification". *Corporate Environmental Strategy*, vol. 9, no. 4, pp. 418-427.
- SWARR, T.E., HUNKELER, D., KLÖPFER, W., PESONEN, H.L., CIROTH, A., BRENT, A.C., PAGAN, R., (2011): *Environmental life cycle costing: a code of practice*. Society of Environmental Chemistry and Toxicology (SETAC), Pensacola, (USA).
- TAN, R., CULABA, A., (2008). *Environmental Life-Cycle Assessment: A Tool for Public and Corporate Policy Development*. De la Salle University Manila (Philippines).
- TECNALIA (2016): [www.tecnalia.com](http://www.tecnalia.com) (Acceso 15/06/2016)
- TISCHNER, U., NICKEL, R., (2003): "Eco-design in the printing industry. Life-cycle thinking: implementation of Eco-design concepts and tools into the routine procedures of companies". *The Journal of Sustainable Product Design*, vol. 3, no. 1-2, pp. 19-27.
- TODD, J.A., CURRAN, M.A., (1999): *Streamlined Life-Cycle Assessment: A Final Report from the SETAC North America Streamlines LCA Workgroup*. Setac North America Office, Pensacola, (USA).
- TOFFEL, M., (2006): *Resolving Information Asymmetries in Markets: The Role of Certified Management Programs*. Harvard Business School, Cambridge, (USA).
- TÖPFER, K., (2002): "The Launch of the UNEP-SETAC Life Cycle Initiative". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 7, no. 4, pp. 191.
- TUKKER, A., EDER P., (2000): *Eco-design: European State of the Art. Part II: Specific Studies*. EUR Number: S.P.S. 00.140. European Commission-JRC. Institute Prospective Technological Studies, Seville, (Spain).
- TUKKER, A., HAAG, E., EDER, P., (2000): *Eco-Design: European State of the Art - Part I: Comparative analysis and conclusions*. EUR Number: EUR 19583 EN. European Commission-JRC. Institute Prospective Technological Studies, Seville, (Spain).
- TÜV SÜD IBERIA (2015): *ISO 14001:2015 La revisión en resumen*. [www.tuv-sud.es/certificacion-sistemas](http://www.tuv-sud.es/certificacion-sistemas) (Acceso 15/06/2016)
- UCHIDA, T., FERRARO, P.J., (2007): "Voluntary development of environmental management systems: motivations and regulatory implications". *Journal of Regulatory Economics*, vol. 32, no. 1, pp. 37-65.
- UDO DE HAES, H.A., (1993): "Applications of life-cycle assessment: expectations, drawbacks and perspectives". *Journal of Cleaner Production*, vol. 1, no. 3-4, pp. 131-137.
- UDO DE HAES, H.A., (1996): *Towards a methodology for life cycle impact assessment*. SETAC Europe. Brussels, (Belgium).
- UDO DE HAES, H.A., JOLLIET, O., FINNVEDEN, G., HAUSCHILD, M.Z., KREWITT, W., MUELLER-WENK, R., (1999): "Best available practice regarding impact categories and category indicators in life cycle impact assessment / Background document for the second working group on life cycle impact assessment of SETAC Europe (WIA-2)". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 4, no. 2, pp. 66-74 and vol. 4, no. 3, pp. 67-174.
- UNEP (1996): *Life Cycle Assessment: What it is, and what to do about it*. UNEP Paris, (France).
- UNEP (2000): *Declaración de Malmö del 31 de mayo de 2000*. I Foro Global Ministerial de Medio Ambiente. Malmo (Suecia), del 29 al 31 de mayo de 2000.
- UNEP (2009): *Guidelines for social life cycle assessment of products*. UNEP SETAC Life Cycle Initiative ISBN: 978-92-807-3021-0
- UNEP (2011): *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products*. Unep/Setac Life Cycle Initiative.
- UNIÓN EUROPEA (1993): Reglamento (CEE) nº 1836/1993, Reglamento de Ecogestión y Ecoauditoría.

UNIÓN EUROPEA (2001): Reglamento CE 761/2001 del parlamento europeo y del consejo de 19 de marzo de 2001 por el que se permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS).

UNIÓN EUROPEA (2009): Reglamento CE 1221/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009 relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), y por el que se derogan el Reglamento (CE) no 761/2001 y las Decisiones 2001/681/CE y 2006/193/CE de la Comisión.

VALDES J.L., ALONSO M.C., MORALES, N., NOVO, M., (2016): *Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 14001:2015*. Aenor Ediciones. Madrid.

VAN DER VOET, E., KLEIJNA ,R., HUELEA ,R., ISHIKAWAB, M., VERKUIJLEN, E., (2002): "Predicting future emissions based on characteristics of stocks". *Ecological Economics*, vol. 41, no. 2, pp.223-234.

VAN HEMEL, C.G., (1997): "The IC EcoDesign Project: results and lessons from a Dutch initiative to implement eco-design in small and medium-sized companies". *The Journal of Sustainable Product Design*, vol. 2, pp. 7-18.

VAN ROSSEM, C., TOJO, N., LINDHQVIST, T., (2006): *Extended Producer Responsibility-An Examination of its impact on innovation and greening products*. International Institute for Industrial Environmental Economics. Report commissioned by Green Peace International, Friends of the Earth and European Environmental Bureau.

VERSCHOOR, A.H., REIJNDERS, L., (1999): "The use of LCA by 7 major companies". *Journal of Cleaner Production*, vol. 7, pp. 375-382.

VIGON, B.W., JENSEN, A., (1995): "Life cycle assessment: data quality and databases practitioner survey". *Journal of Cleaner Production*, vol. 3, no. 3, pp. 135-141.

VIGON, B.W., TOLLE, D.A., CORNARY, B.W., (1993): *Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles*. US EPA, Document EPA/600/R-92/245, Cincinnati, (USA).

VILCHES, A., GIL, D., TOSCANO, J.C., MACÍAS, O., (2014): *Economía y Sostenibilidad*. OEI, Organización de Estados Iberoamericanos ISBN 978-84-7666-213-7.

<http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=3> (Acceso 15/06/2016)

VILLANUEVA, A., WENZEL, H., (2004): *Review of existing LCA studies on the recycling and disposal of paper and cardboard*. European Topic Centre on Waste and Material Flows, Copenhagen, (Denmark).

VISAUTA, B., (1989): *Técnicas de investigación social: recogida de datos*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias.

VON BAHR, B., (2001): *The relevance aspect of Life Cycle Inventory Data Quality*. Doctoral Thesis. Department of Environmental Systems Analysis. Chalmers University of Technology. Gothenburg, (Sweden).

WACKERNAGEL, M., REES, W., (1996): *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. PA: New Society publishers. Philadelphia (USA).

WEIDEMA, B., (2006): "The integration of economic and social aspects in life cycle impact assessment". *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 11, no. 1, pp. 89-96.

WEITZ, K.A., TODD, J.A., CURRAN, M.A., MALKIN, M.J., (1996): "Streamlining life cycle assessment: consideration and a report on the state of practice". *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 1, no. 2, pp. 79-84.

WENZEL, H., HAUSCHILD, M., ALTING, L., (1997): *Environmental Assessment of Products. Vol. 1: Methodology, Tools and Case Studies in Product Development*. Chapman & Hall, London, (UK).

WIEDMANN, T., MINX, J., (2008): "A definition of carbon footprint". *Ecological economics research trends*, vol. 1, pp. 1-11.

## Referencias

---

WILFRIED, K., (2005): "Product oriented ecological information systems and life cycle management. Quantitative and qualitative analyses in the German chemical and electrical industries". *Progress in industrial ecology*, vol. 2, no. 1, pp. 89-106.

WORLDWATCH INSTITUTE (2008): *La situación del mundo 2008. Innovaciones para una economía sostenible*. Barcelona: Icaria.

WORLDWATCH INSTITUTE (2012): *La situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible*. Barcelona: Icaria.

ZACKRISSON, M., ROCHA, M., CHRISTIANSEN, C., JARNEHAMMAR, K., (2008): "A. Stepwise environmental product declarations: ten SME case studies". *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, no. 17, pp. 1872-1886.

ZAYAS, P., (2014): *Metodología de ecodiseño siguiendo la Norma 14006*. La ecoinnovación cruza fronteras. Iniciativa enec02.

[http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/067/066/novotec\\_1.pdf](http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/067/066/novotec_1.pdf) (Acceso 15/06/2016)

ZOBEL, T., ALMROTH, C., BRESKY, J., BURMAN, J.O., (2002): "Identification and assessment of environmental aspects in EMS context: an approach to a new reproducible method based on LCA methodology". *Journal of Cleaner Production*, vol. 10, no. 4, pp. 381-396

ZOBEL, T., BURMAN, J.O., (2004): "Factors of importance in identification and assessment of environmental aspects in EMS context: experiences in Swedish organizations". *Journal of Cleaner Production*, vol. 12, no. 1, pp. 13-27.

---

## 9. ANEXOS

---

---



ANEXO A. CUESTIONARIO

1	<b>¿En qué ámbito desarrolla usted su actividad principal?</b>	<b>Marque con una X</b>
	Medio ambiente	
	Calidad	
	Gerencia	
	Producción	
	Ingeniería y desarrollo de producto	
	I+D+i	
	Recursos humanos	
	Administración y/o finanzas	
	Prevención de riesgos laborales	
	Comercial y/o marketing	
	Suministros y/o logística	
	Otros	
	NS/NC	
2	<b>¿Con qué frecuencia realiza usted tareas relacionadas con la gestión del medio ambiente en su empresa?</b>	<b>Marque con una X</b>
	Nunca	
	Esporádicamente	
	Suponen una parte importante de mi actividad	
	Es mi actividad principal	
NS/NC		
3	<b>Indique la opción que mejor describe el tipo de organización que tiene su empresa en materia de gestión ambiental</b>	<b>Marque con una X</b>
	Existe un departamento específico de Medio Ambiente que ocupa a 2 o más personas	
	Existe una persona responsable de los temas medioambientales	
	Las cuestiones medioambientales se tratan en un departamento que gestiona también otras áreas como la Calidad o la Prevención de Riesgos Laborales	
	Otros	
	NS/NC	
4	<b>Indique el nº aproximado de trabajadores que tiene su empresa en la actualidad</b>	<b>Marque con una X</b>
	Menos de 10	
	Entre 10 y 50	
	Entre 50 y 250	
	Más de 250	
NS/NC		

5	<b>Indique la facturación anual aproximada de su empresa</b>	<b>Marque con una X</b>
	Menos de 500.000 €	
	entre 500.000 y 1.000.000 de €	
	entre 1.000.000 y 2.500.000 de €	
	entre 2.500.000 y 5.000.000 de €	
	entre 5.000.000 y 10.000.000 de €	
	entre 10.000.000 y 25.000.000 de €	
	entre 25.000.000 y 50.000.000 de €	
	más de 50.000.000 de €	
	NS/NC	
6	<b>¿Pertenece su empresa a algún grupo empresarial?</b>	<b>Marque con una X</b>
	Si, de hecho nuestra empresa es la matriz de dicho grupo	
	Si, a un grupo cuya matriz es nacional	
	Si, a un grupo cuya matriz es extranjera	
	No	
	NS/NC	
7	<b>Indique el sector que mejor representa la actividad de su empresa</b>	<b>Marque con una X</b>
	Agricultura y pesca	
	Automoción	
	Construcción o materiales de construcción	
	Equipamiento eléctrico	
	Equipamiento electrónico	
	Forestal	
	Gestión de residuos	
	Máquina herramienta	
	Minería	
	Mobiliario	
	Recubrimientos y tratamientos térmicos	
	Sectores químico, petroquímico y/o plásticos	
	Servicios	
	Servicios a la industria	
	Transformación metálica	
	Transporte y/o logística	
Otros		
	NS/NC	
8	<b>Indique el tipo de cliente principal de su empresa</b>	<b>Marque con una X</b>
	Empresas	
	Instituciones y organismos públicos	
	Consumidor o usuario particular	
		NS/NC



<b>9</b>	<b>Indique el carácter de su mercado principal</b>	<b>Marque con una X</b>
	Local y/o autonómico	
	Nacional	
	Internacional	
	NS/NC	
<b>10</b>	<b>Indique el nivel aproximado de sus exportaciones</b>	<b>Marque con una X</b>
	No se exporta	
	Se exporta menos del 10% de la facturación	
	Se exporta entre el 10% y el 25% de la facturación	
	Se exporta entre el 25% y el 50% de la facturación	
	Se exporta más del 50% de la facturación	
	NS/NC	
<b>11</b>	<b>Indique si tiene su empresa algún tipo de "Implantación" en el extranjero (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
	Si, delegaciones comerciales	
	Si, plantas productivas	
	Si a través de colaboraciones con socios locales	
	Otros	
	No	
	NS/NC	
<b>12</b>	<b>Indique aquellas Certificaciones de Carácter Ambiental de las que dispone su empresa (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
	No dispone de certificaciones en el ámbito medioambiental	
	ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental	
	EMAS, Sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales	
	Norma Ekoscan de IHOBE	
	UNE-EN ISO 14006, Directrices para la incorporación del Ecodiseño (Antigua UNE 150301)	
	ISO 50001, Certificación del Sistema de Gestión Energética	
	ISO 14021, 14024 y 14025 Ecoetiquetas y/o Declaraciones Ambientales de Producto	
	Huella de Carbono. Marca AENOR Medio Ambiente de Emisiones de CO2	
	ISO 14064 a 14069 Verificación voluntaria Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	
Otras		
	NS/NC	
<b>13</b>	<b>Indique el año aproximado de obtención del primero de dichos certificados</b>	<b>Marque con una X</b>
	Antes de 1995	
	Entre 1995 y 2000	
	Entre 2001-2005	
	Entre 2006-2010	
	Después de 2010	
	NS/NC	

<b>Indique si su empresa tiene además certificación en alguno de los siguientes ámbitos (Marque tantas casillas como considere)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>14</b>	Calidad	
	Seguridad y Salud Laboral (Prevención de Riesgos Laborales)	
	Investigación y desarrollo e innovación	
	Responsabilidad Social Corporativa	
	Otros	
	No dispone de certificaciones fuera del ámbito medioambiental	
	NS/NC	
<b>¿Conoce usted la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV)? (Life Cycle Assessment, LCA, en inglés)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>15</b>	Si	
	No	
	NS/NC	

Si respondió No o NS/NC a la última pregunta (15) finalice aquí el cuestionario, no es necesario que responda más preguntas. Muchas gracias por su tiempo y colaboración.

Si respondió SI, por favor continúe con el cuestionario

<b>¿Han utilizado alguna vez en su empresa, en alguna medida, la metodología del Análisis del Ciclo de Vida? (Aunque haya sido únicamente de manera auxiliar o esporádica)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>16</b>	Si	
	No	
	NS/NC	

Si respondió No o NS/NC a la pregunta anterior (16) por favor conteste únicamente a las preguntas comprendidas entre la 17 y la 21 ambas incluidas.

Si respondió SI salte por favor a la pregunta 22 y continúe hasta el final.

<b>¿Cuál cree usted que es el nivel de conocimiento de la metodología del ACV por parte de las empresas de su entorno?</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>17</b>	Nulo o prácticamente nulo	
	Escaso	
	Medio	
	Alto	
	Muy alto	
	NS/NC	
<b>¿Está su empresa pensando en utilizar la metodología del ACV en el futuro?</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>18</b>	Si	
	No	
	NS/NC	

<b>Si ha contestado SI a la última pregunta indique la motivación para ello (Marque tantas casillas como considere)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>18</b>	Estímulo de la sociedad matriz	
	Exigencias de los Cliente	
	Cumplir con la legislación ambiental	
	Presión de los competidores que ya lo utilizan	
	Obtención algún tipo de certificado: Ecodiseño, ecoetiquetas etc.	
	Dar solución a problemas relacionados con el medio ambiente	
	Diseñar o rediseñar productos o procesos considerando aspectos medioambientales	
	Para evitar costes debido a obligaciones futuras en materia medio ambiental	
	Por compromiso de la dirección ante la problemática ambiental	
	Otros	
	NS/NC	
<b>De entre los beneficios y ventajas que se atribuyen a la metodología y que se describen a continuación, escoja los más interesantes desde su punto de vista. (Marque 3 casillas como máximo)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>19</b>	Es una metodología sistemática y objetiva	
	La metodología está soportada por Normas Internacionales	
	Proporciona ventajas competitivas al facilitar la certificación de los productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas	
	Permite conocer y comprender los impactos medio ambientales generados facilitando así el cumplimiento de las responsabilidades legales	
	Proporciona una base sólida para la toma de decisiones técnicas adecuadas sobre el lanzamiento de un nuevo producto o la modificación de productos existentes, para hacerlos más eficientes en cuanto a su desempeño ambiental	
	Sirve como herramienta para la reducción de costes en la medida que el nuevo diseño y los nuevos procesos de fabricación, transporte y distribución promueven una mayor eficiencia en la asignación y el empleo de materias primas, insumos y energía.	
	Contribuye a la mejora de la imagen de la empresa	
	Otros	
	No presenta beneficios	
	NS/NC	

<b>De entre los inconvenientes que se achacan a la metodología y que se describen a continuación, escoja los más importantes a su entender. (Marque 4 casillas como máximo)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>20</b>	La complejidad de la propia metodología	
	La dificultad para definir los límites del sistema a estudiar	
	La dificultad para incluir todos los impactos ambientales	
	La dificultad para incluir todas las etapas del ciclo de vida	
	La dificultad de la recogida de los datos	
	La calidad de los datos	
	La falta de bases de datos y la actualización de las existentes	
	La dificultad para valorar e interpretar los resultados	
	El excesivo tiempo necesario	
	El elevado coste de la mano de obra	
	El elevado coste del software necesario	
	La falta de formación del personal	
	La falta de expertos	
	No presenta inconvenientes	
	Otros	
NS/NC		
<b>¿Considera usted que en el futuro se generalizará el uso de este tipo de estudios?</b>	<b>Marque con una X</b>	
<b>21</b>	Si	
	No	
	NS/NC	

Finalice aquí el cuestionario si contestó NO o NS/NC a la pregunta nº 16.  
 Muchas gracias por su tiempo y colaboración.

Continúe aquí por favor si contestó SI a la pregunta nº 16.

<b>Indique los motivos que llevaron a su empresa a realizar estudios de ACV (Marque tantas casillas como considere)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>22</b>	Por estímulo o exigencia de la sociedad matriz	
	Por exigencias de los Clientes	
	Para cumplir con mayor eficacia con la legislación ambiental	
	Debido a que los competidores comenzaron a realizarlos	
	Para dar solución a problemas detectados relacionados con el medio ambiente	
	Para evitar costes debido a obligaciones futuras en materia medio ambiental	
	Por compromiso de la dirección ante la problemática ambiental	
	Otros	
	NS/NC	

<b>Indique los objetivos perseguidos con su utilización (Marque tantas casillas como considere)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>23</b>	Estudio comparativo entre diferentes materias prima	
	Estudio comparativo de sus productos con los de la competencia	
	Estudio comparativo de productos ya existentes con propuestas de nuevos productos alternativas	
	Estudio comparativo de diferentes procesos o fases de proceso	
	Como parte del proceso de Rediseño del producto	
	Información y formación a los consumidores y otras partes interesadas	
	Colaborar con las políticas de publicidad y marketing	
	Identificar y evaluar los impactos ambientales para mejorar el desempeño ambiental general del producto	
	Identificar oportunidades de ahorro energético	
	Servir de soporte en el marco del Ecodiseño	
	Servir de soporte en cálculos de Huella de Carbono	
	La obtención de algún tipo de Ecoetiqueta o Declaración Ambiental de Producto	
	Cumplir con los criterios de Compra Pública Verde de las administraciones y poder así participar en las licitaciones públicas	
	Determinar especificaciones de compra y criterios para selección de proveedores	
	Asignación de costes ambientales	
	Otros	
NS/NC		
<b>¿Cuántos estudios diferentes han realizado? Estudios de ACV propiamente dichos o de algún otro tipo pero que hayan necesitado de la utilización del ACV en un momento determinado o para algún aspecto concreto.</b>	<b>Marque con una X</b>	
<b>24</b>	1 o 2	
	Entre 3 y 5	
	Entre 5 y 9	
	Más de 9	
	NS/NC	
<b>Indique aproximadamente cuando utilizaron por primera vez la metodología del ACV</b>	<b>Marque con una X</b>	
<b>25</b>	Antes del año 2000	
	Entre los años 2000 y 2005	
	Entre los años 2005 y 2010	
	Después del año 2010	
	NS/NC	

26	<b>¿A qué tipo de productos le han aplicado la metodología del ACV?</b>	<b>Marque con una X</b>
	A algunos productos nuevos	
	A todos los productos nuevos	
	A algunos productos ya existentes	
	A todos los productos existentes	
	Otros	
	NS/NC	
27	<b>El equipo encargado del estudio está coordinado o dirigido desde</b>	<b>Marque con una X</b>
	El departamento de medioambiente (o quién realiza sus funciones)	
	El departamento de producción	
	El departamento de diseño o desarrollo de producto	
	El departamento de I+D+i	
	Dirección	
	Otros	
	NS/NC	
28	<b>¿En su opinión los máximos dirigentes de su compañía son conscientes de los beneficios que esta metodología puede aportar a la compañía?</b>	<b>Marque con una X</b>
	Son plenamente conscientes	
	Son ligeramente conscientes	
	No	
	NS/NC	
29	<b>¿Según su opinión, los resultados obtenidos han sido los esperados?</b>	<b>Marque con una X</b>
	Si, los resultados han confirmado aquello que ya se sospechaba	
	Los resultados han sido razonablemente esperados	
	No, han resultado bastante sorprendentes	
	No existía ninguna intuición previa sobre el resultado	
	NS/NC	
30	<b>Indique su opinión sobre los resultados obtenidos</b>	<b>Marque con una X</b>
	Los resultados han sido concluyentes y muy útiles	
	Los resultados no han sido concluyentes y por lo tanto han sido poco útiles	
	Los resultados han sido sólo razonablemente aclaratorios y útiles pero requieren de estudios y herramientas adicionales complementarios	
	NS/NC	
31	<b>Indique cómo se han utilizado los resultados obtenidos</b>	<b>Marque con una X</b>
	Únicamente de manera interna	
	Además de internamente, también de manera externa implicando a otros agentes como proveedores, clientes, administraciones públicas etc.	
	NS/NC	

	<b>Indique si han hecho públicos los resultados</b>	<b>Marque con una X</b>
	Si	
	No	
	Sólo parcialmente	
	NS/NC	
	<b>En caso de haber hecho públicos los resultados, ya sea total o parcialmente, indique con qué finalidad se ha hecho: (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
32	Para informar al consumidor del desempeño ambiental de sus productos	
	Para informar al consumidor sobre los resultados de estudios comparativos entre sus productos y otros productos alternativos y/o de la competencia	
	Para dar a conocer la preocupación de la empresa por los aspectos medioambientales y contribuir así a la mejora de la Imagen de la misma	
	Para impulsar una opinión favorable o desfavorable en la sociedad sobre algún material, producto o proceso	
	Dado que se trata de estudios complejos e innovadores, se busca el prestigio y reconocimiento entre clientes, proveedores, instituciones públicas y sociedad en general	
	Otros	
	NS/NC	
	<b>Indique que tipo de estudio han realizado (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
33	Estudio ACV completo de un producto	
	Estudio de ACV simplificado de un producto	
	Estudio de ACV exploratorio (Scan o Screening)	
	Únicamente como herramienta auxiliar en el marco de otro estudio principal	
	Otros	
	NS/NC	
	<b>Indique si ha utilizado durante su estudio alguna de las siguientes normas (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
34	ISO 14040 e ISO14044 Análisis del Ciclo de Vida	
	ISO 14045 Ecoeficiencia	
	ISO 14046 Huella Hídrica	
	UNE-EN ISO 14006 Ecodiseño (Antigua UNE 150301)	
	ISO 14067 Huella de Carbono	
	ISO 14064 Gases de Efecto Invernadero	
	ISO 14021, 14024 y 14025 Ecoetiquetas y Declaraciones Ambientales de Producto	
	Otras	
NS/NC		

<b>Indique las etapas que hayan sido consideradas para el estudio</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>35</b>	Extracción de materias primas	
	Transporte de las materias primas y los componentes hasta su empresa	
	Transporte del producto final desde su empresa hasta el cliente	
	Proceso de fabricación realizado por su empresa	
	Uso por parte del usuario final	
	Reciclaje	
	Deposición final en vertedero o similar	
	Otras	
	NS/NC	
<b>Indique las categorías de impacto consideradas en sus estudios (Marque tantas casillas como considere)</b>		<b>Marque con una X</b>
<b>36</b>	Agotamiento de Recursos	
	Calentamiento Global o efecto invernadero	
	Reducción de la Capa de Ozono	
	Toxicidad humana	
	Ecotoxicidad	
	Acidificación	
	Eutrofización	
	Formación de oxidantes fotoquímicas	
	Generación de residuos	
	Uso del suelo	
	Ruido	
	Consumo de energía	
	Emisión de metales	
	Uso del agua	
	Impactos de carácter Social	
Otros		
NS/NC		



	<b>Indique aquellas metodologías que hayan utilizado para la Evaluación de Impactos (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
<b>37</b>	BEES	
	CML 2001	
	ECO-INDICATOR 99	
	ECOPOINTS 97	
	EDIP UMIP 96	
	EPS 2000	
	ILCD	
	IMPACT 2002+	
	IPCC	
	RECIPE	
	US EPA METHODOLOGY TRACI	
	<b>Indique aquellas Bases de Datos que hayan utilizado para la fase de Inventario (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
<b>38</b>	BUWAL	
	E3IOT	
	EARTHSTER	
	ECOINVENT DATA	
	ECO-IT	
	EIO-LCA CMU DATABASE	
	ELCD CORE DATABASE	
	ETH ESU 96	
	FEFCO	
	FRANKLIN US LCI	
	IDEMAT	
	IVAM 1350 LCA DATA	
	PE INTERNACIONAL	
	SOURCEMAP	
	SPINE@CPM	
	SPOLD DATA EXCHANGE SOFTWARE	
	THE ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS IN EUROPE, APME	
	THE UNEP/SETAC DATABASE REGISTRY	
	US LIFE-CYCLE INVENTORY DATABASE, US LCI DATA	
	OTRAS	
NS/NC		

	Indique aquellos Software que hayan utilizado para la Evaluación de Impactos (Marque tantas casillas como considere)	Marque con una X
	BILAN CARBONE	
	BOUSTEAD MODEL	
	BEES	
	CARBONOSTICS	
	CML 2 BASELINE METHOD	
	CMLCA	
	DUBOCALC	
	ECO IT	
	ECO-QUANTUM	
	ECOSCAN	
	EDIP	
	EIO-LCA	
	ENVIRONMENTAL IMPACT INDICATOR ATHENA	
39	EPS	
	EXCEL	
	GABI	
	GEMIS	
	GREET	
	KCL-ECO	
	LCAIT	
	LCA MANAGER	
	LCAPIX.	
	MIET	
	REGIS	
	SIMAPRO	
	TEAM 4.0 ECOBALANCE	
	UMBERTO	
	WISARD	
	OTROS	
	NS/NC	
	<b>¿Han realizado la Revisión Crítica por Pares a sus estudios de ACV?</b>	<b>Marque con una X</b>
40	Si a todos los estudios	
	Si pero sólo a alguno de los estudios	
	No nunca	
	NS/NC	

41	<b>Indique si utilizan algunas de las siguientes metodologías además del ACV (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
	Análisis de riesgo ambiental	
	Análisis del flujo de materiales	
	Estudio del Impacto ambiental	
	Auditoria Ambiental	
	Análisis de la Huella de Carbono	
	Análisis de la Externalidades	
	Otros	
	Ninguna	
NS/NC		
42	<b>Indique aproximadamente el tiempo que les ha llevado la realización de los estudios realizados</b>	<b>Marque con una X</b>
	Menos de 3 meses	
	entre 3 y 6 meses	
	entre 9 y 12 meses	
	Mas de un año	
	Mas de dos años	
NS/NC		
43	<b>Valore, según la escala de la celda contigua, el impacto positivo que los estudios realizados por su empresa han tenido sobre los siguientes aspectos de la misma:</b>	<b>0 = Nulo 1 = Escaso 2 = Moderado 4 = Importante 5 = NS/NC</b>
	El aumenta en ventas	
	El aumenta del beneficio	
	La disminución de costes	
	La mejora en la satisfacción de los empleados	
	La mejora en la percepción de la empresa por parte de los clientes	
	La mejora en el impacto medioambiental de la empresa	
	La mejora en la percepción de la empresa por parte de las instituciones públicas	

	<b>Se exponen a continuación una serie de obstáculos e inconvenientes tradicionalmente achacados a la metodología. Valore, de acuerdo a la escala de la celda contigua, el nivel con el que se han presentado en su caso dichos obstáculos al realizar los estudios.</b>	<b>0 = Nulo 1 = Escaso 2 = Moderado 4 = Importante 5 = NS/NC</b>
44	La complejidad de la propia metodología	
	La dificultad para definir los límites del sistema a estudiar	
	La dificultad para incluir todos los impactos ambientales	
	La dificultad para incluir todas las etapas del ciclo de vida	
	La dificultad de la recogida de los datos	
	La calidad de los datos	
	La falta de bases de datos y la actualización de las existentes	
	La dificultad para valorar e interpretar los resultados	
	El excesivo tiempo necesario	
	El elevado coste de la mano de obra	
	El elevado coste del software necesario	
	La falta de formación del personal	
	La falta de expertos	
	<b>¿Han conseguido algún tipo de financiación externa específica para la realización de los estudios incluidas la formación o la adquisición de software? (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
45	No ninguna	
	Si por parte de nuestro grupo matriz	
	Si de organismos públicos locales, provinciales o autonómicos	
	Si de organismos públicos nacionales	
	Si de alguna asociación sectorial o similar	
	Si por parte de la UE	
	Si de otros	
NS/NC		
	<b>Indique si han precisado algún tipo de formación para poder llevar a cabo el estudio.</b>	<b>Marque con una X</b>
46	No se ha requerido formación de ningún tipo ya que se contaba con conocimientos suficientes	
	Se ha requerido formación sobre la metodología en sí misma	
	Se ha requerido formación para la utilización del software	
	Se ha requerido formación en otros temas	
	NS/NC	
	<b>Si efectivamente han realizado tareas de formación indique de qué tipo (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
	Mediante formadores externos	
	Se ha realizado internamente	
	Otros	
	NS/NC	

	<b>¿Excluyendo la formación, han precisado los servicios de alguna asesoría o consultoría especializada para la realización de los estudios?</b>	<b>Marque con una X</b>
47	Si	
	No	
	NS/NC	
	<b>Indique si han trabajado en colaboración con algún agente externo a la empresa. (Marque tantas casillas como considere)</b>	<b>Marque con una X</b>
48	Con la Universidad	
	Con centros de investigación y/o innovación	
	Con asociaciones u organizaciones sectoriales	
	Con otros agentes externos	
	No se colaborado con ningún agente externo	
	NS/NC	
	<b>Se exponen a continuación una serie de ventajas tradicionalmente atribuidas a la metodología. Valore la importancia de las mismas según la escala de la celda contigua.</b>	<b>1 = Nula 2 = Escasa 3 = Moderada 4 = Importante 5 = Muy Importante 6 = NS/NC</b>
49	Es sistemática y objetiva	
	Está soportada por una Norma Internacional	
	Goza de buena reputación entre expertos	
	Proporciona ventajas competitivas al facilitar la certificación de los productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas	
	Facilita el flujo de información entre las diferentes partes interesadas, industria, clientes, investigadores, administraciones públicas etc.	
	Ayuda a la comercialización aportando argumentos de carácter medioambiental a la promoción de los productos.	
	Mejora la imagen de la compañía	
	Permite la mejora de procesos y la selección de la tecnología más adecuada	
	Permite conocer y comprender los impactos medio ambientales facilitando el cumplimiento de las responsabilidades legales	
	Mejora las relaciones con la Administración al ser considerada como empresa responsable y comprometida con el medioambiente	
	Proporciona una base sólida para la toma de decisiones sobre el lanzamiento de un nuevo producto o la modificación de productos existentes	
	Posibilita la reducción de costes en la medida que el nuevo diseño y los nuevos procesos de fabricación, transporte y distribución promueven una mayor eficiencia en la asignación y el empleo de materias primas, insumos y energía.	

	<b>¿Cómo es a su entender el esfuerzo que desde los organismos públicos se está realizando para facilitar el uso de la metodología?</b>	<b>Marque con una X</b>
50	Nulo o prácticamente nulo	
	Escaso	
	Moderado	
	Importante	
	Muy importante	
	NS/NC	
	<b>¿Esperan continuar utilizando esta metodología?</b>	<b>Marque con una X</b>
51	Si al mismo nivel que hasta ahora	
	Si, e incluso se incrementara su uso	
	Si pero con menor intensidad	
	No	
	NS/NC	
	<b>¿Recomendaría a otras empresas que utilizarán la metodología del ACV?</b>	<b>Marque con una X</b>
52	Si	
	No	
	NS/NC	
	<b>¿Cuál cree usted que es el nivel de conocimiento de la metodología del ACV por parte de las empresas de su entorno?</b>	<b>Marque con una X</b>
53	Nulo o prácticamente nulo	
	Escaso	
	Medio	
	Alto	
	Muy alto	
	NS/NC	
	<b>¿Considera usted que en el futuro se generalizará el uso de esta metodología?</b>	<b>Marque con una X</b>
54	Si	
	No	
	NS/NC	

Muchas gracias por su tiempo y colaboración.







