

# ADOPCIÓN DE ESTÁNDARES DE GESTIÓN ENERGÉTICA E INTEGRACIÓN CON ESTÁNDARES DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

**Iker Laskurain Iturbe**

Dipòsit legal: Gi. 1347-2015

<http://hdl.handle.net/10803/300901>

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

**WARNING.** Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



**TESIS DOCTORAL**

**ADOPCIÓN DE ESTÁNDARES DE GESTIÓN ENERGÉTICA E INTEGRACIÓN CON ESTÁNDARES DE GESTIÓN  
MEDIOAMBIENTAL**

D. Iker Laskurain Iturbe  
Memoria presentada para optar al título de Doctor por la Universidad de Girona

2015

Programa de doctorado en turismo, derecho y empresa de la Universitat de Girona

ESCUELA DE DOCTORADO

Dirigida por:  
Dr. Iñaki Heras Saizarbitoria  
Dr. Martí Casadesús Fa





El Dr. Martí Casadesús Fa de la Universitat de Girona y el Dr. Iñaki Heras Saizarbitoria de la Universitat del País Vasco,

**DECLARAMOS:**

que el trabajo titulado ADOPCIÓN DE ESTÁNDARES DE GESTIÓN ENERGÉTICA E INTEGRACIÓN CON ESTÁNDARES DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL , que presenta D. Iker Laskurain Iturbe para la obtención del título de doctor, se ha realizado bajo nuestra dirección.

Y para que así conste y tenga los efectos oportunos, firmamos el presente documento.

Dr. Martí Casadesús Fa

Dr. Iñaki Heras Saizarbitoria

Girona, a 20 de febrero de 2015



## Otras contribuciones

En el periodo de elaboración de la presente Tesis Doctoral, el doctorando de manera adicional ha presentado la siguiente producción científica relacionada con esta línea de investigación:

- Laskurain, I.; Heras-Saizarbitoria, I., Casadesús, M. & Wulandari, M. (2013): "ISO 50001 and Energy Efficiency in Sustainable Building", 4th European Conference on Energy Efficiency and Sustainability in Architecture and Planning, University of the Basque Country, Donostia-San Sebastian, Spain, 13-14 January.
- Laskurain, I.; Wulandari, M.; Heras-Saizarbitoria, I., & Casadesús, M. (2014): "ISO 50001 como tema de investigación en el área de operaciones: resultados preliminares de un estudio empírico en las empresas españolas", V Workshop in Operations Management and Technology, ACEDEDOT OMTech, 3-4 Abril 2014, Pamplona.
- Wulandari, M., Laskurain, I., Fa, M. C., & Heras-Saizarbitoria, I. (2015): Early Adoption of ISO 50001 Standard: An Empirical Study. In Sustainable Operations Management (pp. 183-202). Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-14002-5.
- Wulandari, M., Laskurain, I., Casadesús M. (2014): Impact of ISO 50001 Standard: An Empirical study. Documenta Universitaria, Girona.

Por otra parte, dentro de la actividad investigadora del doctorando, cabe destacar su participación en el siguiente proyecto de investigación:

Grupo de Investigación del Sistema Universitario Vasco IT763-13 / GIC12-158 titulado "Grupo de investigación sobre estándares, certificaciones, auditorías y otras tecnologías de autorregulación, clasificación y monitorización del ámbito de la gestión de empresas ", financiado por el Gobierno Vasco (2013-2015) y dirigido por el profesor Dr. D. Iñaki Heras-Saizarbitoria.



## Agradecimientos

En el primer lugar, quiero mostrar mi más sincero agradecimiento a *D. Iñaki Heras-Saizarbitoria* y *D. Martí Casadesús Fa* por la oportunidad que me han brindado para realizar esta Tesis Doctoral bajo su dirección. Así como por el placer de poder entender y aprender cómo se debe realizar una investigación empírica, desde las recomendaciones del inicio, hasta la materialización del trabajo. He de resaltar su capacidad de motivación, cuando las cosas no salen como se esperan y por enseñarme a entender que el esfuerzo, junto con la constancia y un trabajo riguroso, resultan fructíferos. También les agradezco el haberme facilitado en todo momento los medios necesarios para llevar a cabo todas las actividades propuestas para el desarrollo de esta Tesis Doctoral. Sin ellos, tanto este trabajo, como otros proyectos que me han permitido compartir, hubieran sido imposibles de realizar. Por ello, les estaré eternamente agradecido. Debo mencionar también a la investigadora Dña. Maria Wulandari, ha sido un placer trabajar junto a ella en el proyecto y le estaré siempre agradecido.

En segundo lugar, desearía hacer extensiva este agradecimiento a los compañeros del Departamento de Organización de Empresas de la Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, así como al Departamento de Organització, Gestió Empresarial i Disseny del Producte de la Universitat de Girona. De igual manera quisiera agradecer a la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, tanto al personal docente, como al de administración y servicios, por todo el apoyo que me han dado.

Y en último lugar a las personas que más quiero, a mi madre, padre, familia y todas esas personas que me apoyan en el día a día. Les agradezco de todo corazón su cariño y amor, desde que tengo uso de razón, han aportado su granito de arena en mi forma de ser para entender que la humildad y la constancia dan sus frutos en la vida. Tampoco puedo dejar sin nombrar a la persona que me apoya en los momentos de saturación, por tener que hacer diversos trabajos en paralelo, así como su colaboración en este trabajo, *zuretzako maitia*.



*Ama, aita eta bihotzean daramatzadan guzti horiei*



*“La energía más ‘limpia’ es la energía que no se consume” (Bondoni, 2012)*



## **Presentació**

En aquest document es sintetitza la tasca de recerca duta a terme sota el títol “Adopció d'estàndards de gestió energètica i integració amb estàndards de gestió mediambiental”. Es tracta d'una tesi doctoral realitzada en la modalitat de Tesi Doctoral per articles, amb l'objectiu d'analitzar, en una perspectiva comparativa amb relació als Sistemes de Gestió Mediambiental, què són i quins objectius tenen els Sistemes de Gestió Energètica basats en l'estàndard ISO 50001, quines són les motivacions que porten a les organitzacions empresarials a implantar i certificar aquests sistemes, i quins són els principals beneficis que aquestes organitzacions empresarials obtenen de l'adopció d'aquests sistemes. Entenem que es tracta d'un tema de rellevància i interès per als diferents agents involucrats en l'adopció del paradigma de la gestió de la qualitat, gestió mediambiental i de les empreses sostenibles i socialment responsables. Aquest treball s'ha dut a terme en el marc del Grup de Recerca Consolidat del Sistema Universitari Basc IT763-13 / GIC12-158 i el Grup de recerca en Enginyeria de Procés, Producte i Producció de la Universitat de Girona.

## **Presentación**

En este documento se sintetiza la labor de investigación llevada a cabo bajo el título “Adopción de estándares de gestión energética e integración con estándares de gestión medioambiental”. Se trata de una Tesis Doctoral realizada en la modalidad de Tesis Doctoral por artículos, con el objetivo de analizar, en una perspectiva comparada con relación a los Sistemas de Gestión Medioambiental, qué son y qué objetivos tienen los Sistemas de Gestión Energética basados en el estándar ISO 50001, cuáles son las motivaciones que llevan a las organizaciones empresariales a implantar y certificar estos sistemas, y cuáles son los principales beneficios que dichas organizaciones empresariales obtienen de la adopción de los Sistemas de Gestión Energética basados en el estándar ISO 50001. Se entiende que se trata de un tema de relevancia e interés para los distintos agentes involucrados en la adopción del paradigma de la gestión medioambiental y de la empresa sostenible y socialmente responsable. Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del Grupo de Investigación Consolidado del Sistema Universitario Vasco IT763-13 / GIC12-158 y el Grup de recerca en Enginyeria de Procés, Producte i Producció de la Universitat de Girona

## **Presentation**

This paper summarises the research work carried out under the title "Adoption of standards for energy management and integration with environmental management standards". It is a Doctoral Thesis carried out as an article-style dissertation with the aim of undertaking research aimed clearly at contributing its grain of sand to the specific line of research in which it is framed. The articles that make up this Doctoral Thesis fall within the ambit of work which, as reflected in this paper, is aimed at analyzing, in a comparative perspective in relation to the Environmental Management Systems , what are the goals of Energy Management Systems based on the ISO 50001 standard, the motivations that lead to business organizations to implement and certify these systems and what are the main benefits of these organizations with the adoption of Energy Management Systems based based on ISO 50001 standard are. We understand that the theme is of relevance and interest for the different players involved in adopting the paradigm of quality management, and was carried out with this aim in mind. This work was conducted under the Consolidated Research Group of the Basque University System IT763 / GIC12-158 and the Research Group in Process Engineering, Product and Production of the University of Girona.

## Índice de la Tesis Doctoral

<b>1. Objetivos y estructura de la Tesis Doctoral .....</b>	<b>21</b>
<b>2. La gestión energética en las organizaciones .....</b>	<b>27</b>
2.1. Introducción.....	27
2.2. La gestión energética.....	30
2.3. Legislación y marco normativo .....	34
<b>3. Marco teórico-conceptual y metodología .....</b>	<b>37</b>
3.1. ISO y la promulgación de estándares internacionales de gestión.....	37
3.2. Funciones de una Norma.....	38
3.3. Tipos de Normas .....	39
3.4. Los Sistemas de Gestión basados en estándares internacionales.....	40
3.5. Metodología de investigación aplicada .....	46
<b>4. La sistematización y estandarización de la gestión medioambiental y energética .....</b>	<b>57</b>
4.1. Introducción.....	57
4.2. Sistematización y estandarización de la gestión medioambiental .....	59
4.2.1. ISO 14001 .....	59
4.2.2. El Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS).....	62
4.3. Estándares de gestión energética .....	65
4.4. ISO 50001:2011 .....	68
4.4.1. Introducción .....	68
4.4.2. Evolución de ISO 50001 .....	70
4.4.3. Metodología y objetivos de la norma ISO 50001 .....	72
4.4.4. Las actividades y requisitos de ISO 50001.....	73
4.4.5. ¿Certificar o no ISO 50001? .....	88
<b>5. El diseño de los estándares de gestión energética vs. el diseño de Los estándares de gestión medioambiental .....</b>	<b>93</b>
5.1. Introducción.....	93
5.2. Principales diferencias teóricas o de diseño.....	95

5.3. Diferencias en la aplicación práctica de los estándares .....	102
5.4. Artículo 1: <i>Fostering Renewable Energy Sources by Standards for Environmental and Energy Management</i> .....	111
<b>6. El proceso de adopción de estándares de gestión energética vs. estándares de gestión medioambiental .....</b>	<b>139</b>
6.1. Introducción.....	139
6.2. Adopción de sistemas de gestión energética y sistemas de gestión medioambiental.....	140
6.3. Obstáculos, beneficios y valor añadido de integrar ISO 14001 e ISO 50001 .....	143
6.4. Artículo 2: <i>Do Energy Management Systems add value to firm with Environmental Management Systems?</i> .....	147
<b>7. Integración y beneficios de la adopción de estándares de gestión energética.....</b>	<b>175</b>
7.1. Introducción.....	175
7.2. La integración y los beneficios operativos, medioambientales y económicos.....	176
7.3. Artículo 3: <i>Energy management systems: do they pay off?</i> .....	191
<b>8. Conclusiones generales de las investigaciones llevadas a cabo y nuevas líneas de trabajo a futuro.....</b>	<b>207</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>219</b>
<b>10. Anexos.....</b>	<b>235</b>
10.1. Anexo I: Guión de las entrevistas semiestructuradas del estudio cualitativo .....	235
10.2. Anexo II: Cuestionario para la investigación cuantitativa. ....	239

Tal y como se recoge en el Acuerdo del Comité de Dirección de la Escuela de Doctorado de la Universidad de Girona, adoptado en la sesión 10/2012, de 12 de diciembre de 2012, y modificado por acuerdo del Comité de Dirección de la Escuela de Doctorado de 20 de diciembre de 2013, en la siguiente tabla se recogen los tres artículos que conforman esta Tesis Doctoral como compendio de publicaciones; así mismo, se indica el estado actual de cada uno ellos en relación al proceso de publicación. Concretamente se cumplen los requisitos mínimos establecidos en el Programa de Doctorado en Turismo, Derecho y Empresa de la Universitat de Girona, es decir, que al menos se realicen y se remitan para su publicación tres artículos, y que al menos se acepte uno de ellos que cumpla los siguientes requisitos: “Articles en revistes del primer quartil del JCR o de l’SCOPUS, o dels dos primers quartils de l’IN-RECS o ERIH, o del catàleg Latindex (30/33 per a revistes impreses i 32/36 per a les electròniques)”.

*Tabla 0. Estado de los artículos presentados en la Tesis Doctoral*

	<i>Estado</i>	<i>Revista</i>	<i>Impacto-índice</i>
<b>Artículo 1</b> Fostering Renewable Energies by Standards for Environmental and Energy Management	En revisión	Renewable and Sustanaible Energy Reviews	5,510 (2013, ISI-JCR)
<b>Artículo 2</b> Do Energy Management Systems add value to firms with Environmental Management Systems?	En revisión	Environmental Engineering and Management Journal	1,258 (2014, ISI-JCR)
<b>Artículo 3</b> Energy management systems: do they pay off?	Aceptado, Publicado online	DYNA, Revista de Ingeniería	0,200 (2013, ISI-JCR) Latindex 32/33

Fuente: elaboración propia.



## **1. Objetivos y estructura de la Tesis Doctoral**



## 1. Objetivos y estructura de la Tesis Doctoral

En este apartado introductorio, se van a plantear cuáles son los objetivos generales de la presente Tesis Doctoral. Asimismo, se describirá la estructura del trabajo que si bien se presenta a modo de compendio de tres artículos académicos de investigación, sí que cuenta con una estructuración más compleja donde dichos artículos se imbrican en una serie de apartados que, a su vez, están relacionados con los distintos objetivos generales de una sublínea de investigación de un proyecto de carácter más amplio llevado a cabo por quien suscribe este trabajo en el seno de un equipo de investigadores.

En cuanto a los objetivos generales, cabe destacar, que la presente Tesis Doctoral se enmarca en un programa de investigación más amplio, cuyos primeros pasos fueron establecidos por los profesores de la Universitat de Girona Martí Casadesús y Gerusa Giménez hace ya cerca de dos décadas (ver por ejemplo al respecto Casadesús y Giménez, 2000; Casadesús y Heras, 2001; Giménez *et al.*, 2003). Se trata de un programa que tenía, y tiene, como objetivo analizar el proceso de adopción de los principales estándares internacionales de gestión tomados como referencia para implantar Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) y los Sistemas de Gestión Medioambiental (SGM). Se trata de un programa de investigación que ha obtenido, a lo largo de estas dos últimas décadas, unos resultados muy fructíferos, tanto en la producción científica especializada como en lo que a la divulgación se refiere.

En lo que respecta a los objetivos de la sublínea de investigación en la que se inscribe esta Tesis Doctoral, cabe señalar que no son otros que realizar un análisis integrador, pormenorizado y comparativo de la adopción de Sistemas de Gestión Energética (SGE) y de SGM basados en los principales estándares de referencia internacionales. Se trata del estudio de dos ámbitos de la gestión empresarial, distintos pero interrelacionados. El primer ámbito incluye los SGM basados en estándares internacionales, mientras que el segundo se basa en la adopción de SGE basados en estándares internacionales. La adopción de los SGM ha poseído una amplia atención en la literatura académica especializada (ver por ejemplo al respecto, Giménez *et al.*, 2003; Heras *et al.*, 2008), mientras que la de los SGE posee una atención más limitada, ya que ha comenzado a analizarse en detalle muy recientemente, por este motivo, este tema será analizado en este trabajo.

Más concretamente, la presente Tesis Doctoral posee como objetivos específicos, analizar, desde una perspectiva comparada con relación a los SGM, qué son y qué objetivos tienen los SGE basados en el estándar ISO 50001, cuáles son las motivaciones que llevan a las organizaciones empresariales a implantar y certificar estos sistemas, y cuáles son los principales beneficios que dichas organizaciones empresariales obtienen de la adopción de SGE basados en el estándar ISO 50001.

En definitiva, estos objetivos específicos de análisis de la sublínea de investigación en la que se enmarca esta Tesis Doctoral, y los artículos que la estructuran, se encuadran en un cruce de sendas bien definidas. Por una parte está la senda o vertiente de estudio de los Sistemas de Gestión basados

en estándares internacionales, que, como queda dicho, constituye el programa o proyecto de investigación global puesto en marcha por los directores de esta Tesis Doctoral y otros investigadores entre los que cabe mencionar al Catedrático Doctor D. Frederic Marimón y al Profesor Doctor D. German Arana. Por otro lado, se encuentra la senda de investigación relacionada con el estudio de la sostenibilidad medioambiental de las organizaciones empresariales.

En lo que atañe a la imbricación de los tres artículos que componen esta Tesis Doctoral en el proceso de investigación, cabe referirse al hecho de que si bien en estos tres artículos se analizan o se trata de contrastar directa o indirectamente todos los objetivos específicos planteados, los tres se centran, sobre todo, en los beneficios que los SGE aportan a las organizaciones empresariales que las adoptan. Ahora bien, estos beneficios se analizan desde tres ópticas bien diferenciadas, lo que, desde la perspectiva de los autores, supone una contribución relevante de este trabajo de investigación.

*Tabla 1. Resumen de los principales objetivos planteados en los artículos*

	<i>Principal objetivo</i>
<b>Artículo 1</b> Fostering Renewable Energies by Standards for Environmental and Energy Management	Analizar si los principales estándares de referencia para SGM y SGE promocionan el uso de fuentes de energía sostenibles, como las Energías Renovables (ERs), las Tecnologías Energéticas Renovables (TERs), y la implantación de tecnologías de producción limpia.
<b>Artículo 2</b> Do Energy Management Systems add value to firms with Environmental Management Systems?	Analizar qué valor aporta la adopción de un SGE a las organizaciones que ya disponen de un SGM.
<b>Artículo 3</b> Energy management systems: do they pay off?	Analizar la rentabilidad de la implementación de un SGE basado en el estándar ISO 50001.

Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, como sucede en toda investigación académica, se realizó una profunda revisión de la literatura académica existente sobre la adopción de SGM y de SGE en las organizaciones empresariales. Según esta revisión –que aflorará de forma transversal en los distintos sub-apartados de revisión teórico-conceptual que se recogen en este documento–, los aspectos principales de los beneficios de la adopción de SGM y SGE habían sido analizados anteriormente. Así, uno de ellos, que desde nuestra perspectiva contaba con un claro *gap* de análisis en la literatura, estaba relacionado con la vinculación existente entre los SGM y los SGE, y la promoción de recursos y tecnologías para la producción limpia. En concreto, en la revisión realizada se constató que gran parte de la literatura académica se centraba en analizar cuáles eran las motivaciones, los obstáculos y los beneficios de la adopción de SGM y SGE. Como señalan Heras-Saizarbitoria y Boiral (2013), en la literatura no se había

analizado en profundidad hasta qué punto los principales estándares de referencia para SGM y SGE promocionan el uso de fuentes de energía sostenibles, como las Energías Renovables (ERs), las Tecnologías Energéticas Renovables (TERs) y la implantación de tecnologías de producción limpia.

Tal y como señalan Lozano y Huisinigh (2011), editores de la revista *Journal of Cleaner Production*, una de las revistas académicas de referencia en el ámbito de investigación en el que se circunscribe esta Tesis Doctoral, no se sabe si la adopción de un SGM fomenta prácticas ambientales como el reciclaje o el uso de las energías renovables. Como ya se ha comentado, el potencial de estas normas para promover la adopción de las ERs en las empresas certificadas, no ha sido estudiado, siendo una cuestión sorprendente, ya que, según la literatura científica existen numerosos estudios que destacan el papel de las ERs y las TERs para el reverdecimiento corporativo (Abdelaziz *et al.*, 2011; Panwar *et al.*, 2011). Hoy en día, por ejemplo, no se sabe nada acerca de cómo afecta, la norma ISO 50001 al uso de ERs. En esta línea, Choudhury (2012) señaló hace unos años que resultaba interesante analizar en qué medida las empresas que cuentan con un SGM o un SGE certificado, sustitúan el uso de la energía primaria como el carbón, el petróleo o el gas por las ERs. Es en el marco de esta reflexión sobre los potenciales beneficios de los SGM y SGE para la sostenibilidad donde se imbrica el **artículo 1**, un artículo basado en un profundo análisis teórico-conceptual de los principales estándares de referencia para los SGM y los SGE y que aporta también evidencia empírica de gran interés, siendo éste un trabajo completo que cubre una laguna existente.

Por otra parte, como subrayaron recientemente Böttcher y Müller (2014), la comunidad académica apenas ha comenzado a analizar los SGE de forma conceptual y empírica en lo que a la adecuación y la eficacia de este tipo de normas se refiere, en especial, al valor añadido que ofrecen en su integración o interiorización junto con otros Sistemas de Gestión (SG). Interesa precisar en este punto que, al referirse a la integración de estas normas de SGE con las normas previas de SGM o incluso de Sistemas de Gestión de Calidad (SGC), no se hace referencia al concepto de integración de sistemas planteado en otra sub-línea de investigación, concepto y línea de trabajo desarrollada de forma prolífica por diversos autores que pertenecen al equipo de trabajo (ver, por ejemplo, Bernardo *et al.*, 2009, Simon *et al.*, 2011; Bernardo, 2014) de este programa de investigación, sino que se hace referencia al concepto de integración en sentido laxo, como sinónimos generales del concepto de adopción y del concepto de interiorización (ver al respecto, Heras-Saizarbitoria y Boiral, 2013). Por todo ello, tras el proceso de revisión en profundidad de la literatura, y dando continuidad a toda una línea de investigación ya consolidada por el equipo de investigación liderado por los directores del doctorado (ver, por ejemplo, Casadesús y Heras, 2001; Heras *et al.*, 2002; Casadesús *et al.*, 2005; Casadesús *et al.*, 2008), se planteó la realización de sendos estudios empíricos cuantitativos y cualitativos destinados a analizar los beneficios concretos (además de las motivaciones y obstáculos) que las empresas que cuentan con un SGM experimentan en el proceso de adopción de un SGE basado en ISO 50001. Se entiende que este tipo de trabajos de investigación resultan importantes no sólo para los estudiosos,

sino también para las empresas, los responsables políticos y los organismos de normalización que están promoviendo cada vez más la adopción de este tipo de sistemas (por ejemplo NSAI, 2014).

En este ámbito de estudio, entre muchas otras cuestiones que han atraído la atención de los profesionales (por ejemplo, Levinson, 2012) y los responsables políticos (por ejemplo, US Departamento de Energía, 2014), se encuentra si la adopción de un SGE por organizaciones que ya tienen un SGM certificado (en este trabajo, la norma ISO 14001) merece la pena y si dicha integración, interiorización o adopción se encuentra plenamente justificada. Esta cuestión ha sido raramente abordada en la literatura académica especializada, si bien existe en las empresas –así se ha constatado al menos– un claro interés por esta cuestión tan sustantiva. De hecho, en la etapa de difusión temprana de la norma ISO 14001, Amundsen (2000) afirmó que la gestión de la energía debe ser un elemento central de la gestión del medioambiente pero, como subrayan Böttcher y Müller (2014), la interrelación de los SGM y SGE no se ha estudiado adecuadamente hasta la fecha. Es en este ámbito concreto de estudio donde se imbrica el **artículo 2**, que trata de responder, por tanto, a otra laguna importante de la literatura académica.

Por último, la escasa literatura académica internacional existente (Chiu, 2012; Castrillon *et al.*, 2013), así como la más extensa literatura de tipo profesional e institucional señala, de forma un tanto genérica, que uno de los estándares internacionales para adoptar SGE que mayor impacto ha generado en los últimos años y que, de hecho, ha puesto en valor a los SGE, el estándar ISO 50001, es claramente rentable para las empresas; dicho de otra forma, que tiene un retorno económico positivo. Así, por ejemplo, en su reciente trabajo, Macdonald y Skaggs (2012) señalan que ISO 50001 puede ofrecer una rentabilidad media de 6,5-17% en un plazo aproximado de tiempo de 1-2 años. Sea como fuere, el tema se trata sin una clara base de evidencia empírica y con análisis no enfocados al estudio de la rentabilidad. Es en este ámbito de estudio donde se imbrica, por tanto, el **artículo 3**, trabajo que ha tenido como objetivo determinar cuál es la rentabilidad económica de las inversiones en mejora de la gestión energética en las empresas. Para tal fin, se analiza el caso de una serie de empresas industriales, así como de otras organizaciones de diversos sectores que han adoptado un SGE basado en el estándar internacional ISO 50001.

## **2. La gestión energética en las organizaciones**



## 2. La gestión energética en las organizaciones

Este capítulo, comienza analizando la problemática que existía en lo referente al consumo energético mundial, antes de que el estándar global para implantar y certificar un SGE, el estándar ISO 50001, fuese aprobado. De la misma manera, se explica qué es y para qué sirve la gestión energética, además de otros aspectos significativos como los objetivos y los problemas derivados de su implantación.

### 2.1. Introducción

La energía es un elemento clave en cualquier actividad, siendo necesaria tanto para los procesos industriales como para las actividades auxiliares, además de constituir una parte importante de los costes.

El consumo responsable y el uso eficiente de la energía, son dos de los factores clave para tratar de lograr un futuro sostenible. Por lo tanto, una de las preocupaciones actuales se centra en el ahorro energético y el impacto ambiental que su generación ocasiona. La energía es fundamental para el conjunto de las operaciones de una organización y puede representar un coste realmente importante, independientemente de su actividad. El uso de la energía a través de la cadena de suministro de una empresa se puede entender desde las materias primas hasta el reciclaje (ISO, 2011b).

Además de los costes económicos propios de la adquisición de la energía, ésta puede suponer a las organizaciones costos ambientales y sociales, por el agotamiento de los recursos y por contribuir a problemas como el cambio climático. En 1954, el Dr. King Hubbert realizó un trabajo donde explicaba que la producción de petróleo seguiría una "curva en forma de campana estadística". Según su teoría, la disponibilidad de la producción de petróleo en una región es finita y por ello, en algún momento se va a agotar. Además, se cree que la producción de petróleo puede estar ya en el pico máximo por lo que se prevé que en el futuro el precio de la electricidad seguirá subiendo (Eccleston *et al.*, 2011). Además, la ciudadanía parece estar a favor de lo "verde", es decir, cada vez se tiene más conciencia sobre el problema de la energía y el medioambiente. De hecho, se dice que el ser humano es una de las causas del calentamiento global y, también, quien puede llevar a cabo acciones y tomar decisiones para tratar de "solucionar" este problema trascendente (Gore, 2006).

Los combustibles fósiles representan, aproximadamente, el 80% del consumo mundial de energía primaria, siendo sus mayores consumidores el transporte y el sector industrial. Además, el uso de combustibles fósiles en los sistemas de transformación de energía, producen emisiones de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> es el Gas de Efecto Invernadero (GEI) más importante, ya que representa alrededor

del 75% de las concentraciones totales de todos los GEI. Por otra parte, un estudio publicado en 2007 por el “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC) muestra que las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> aumentaron aproximadamente un 80% entre los años 1970 y 2004 (IPCC, 2007). La energía se produce mediante diferentes procesos provenientes, por ejemplo, del consumo del gas, del petróleo, del vapor o de las renovables, siendo un recurso utilizado por las organizaciones de todo el mundo. Debido a que la energía cada vez posee un mayor costo y que los recursos no renovables de la tierra se agotan, si una organización es capaz de reducir el consumo energético, aparte de reducir los costos, también ayudará a reducir su huella de carbono, y por consiguiente, a reducir el impacto medioambiental.

Esta situación llevó a las industrias a la búsqueda de alternativas con las que se redujesen las emisiones de gases de efecto invernadero, permitiendo así el control del cambio climático. Por este motivo, varios países han desarrollado acciones encaminadas a la implementación de sistemas de gestión energética en las organizaciones destinados a reducir el consumo energético y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Aunque hoy en día la gestión energética y la eficiencia energética están en auge, ya en el año 1979, Dashiell *et al.* (1979) diseñaron un sistema de control de la energía capaz de monitorizar el consumo, proporcionando señales indicativas del estado del mismo.

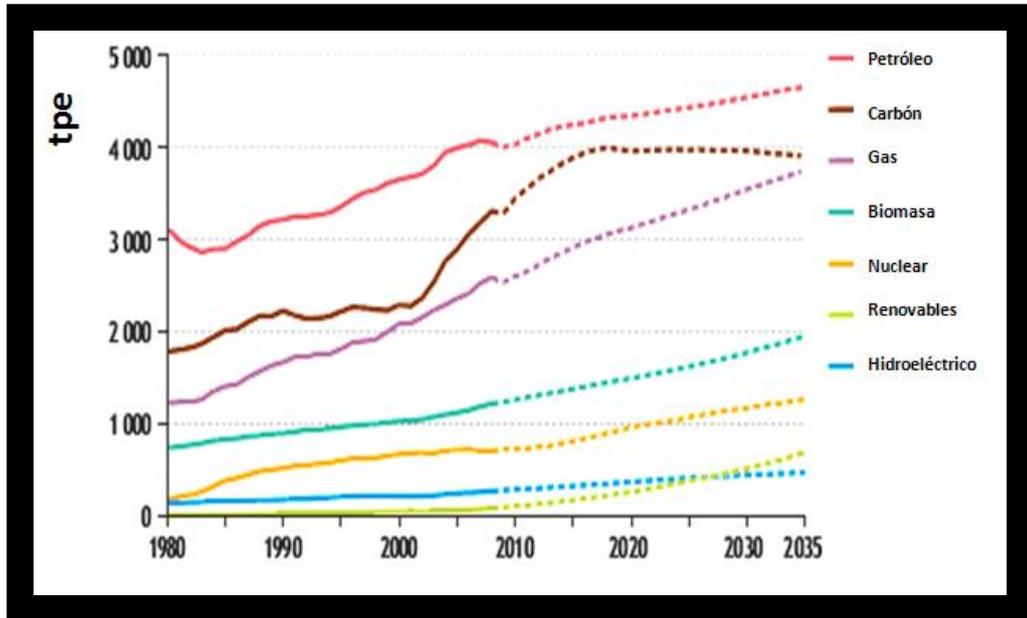
Los SGE son herramientas para aumentar la eficiencia energética de los procesos industriales y que han sido aplicados con éxito desde 1980 en muchos países (Capehart, 2008). En este contexto, el alto impacto potencial que puede ejercer la aplicación de los SGE en el incremento de la eficiencia energética industrial, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático, hizo que la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) estuviese de acuerdo con el desarrollo de la norma ISO sobre sistemas de gestión de energía.

Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas del gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma en la que gestionan la energía. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con ella, lo que reduce tanto el costo de la energía como su consumo. La organización también contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de la energía en todo el mundo, por ejemplo el calentamiento global (ISO, 2011b).

Como se puede apreciar en las figuras 1, 2 y 3, datos mostrados en tpe (tonelada equivalente de petróleo), se auguraba un problema realmente importante, debido a la demanda energética a nivel mundial y a los escenarios de cambio climático antes de que se aprobase la

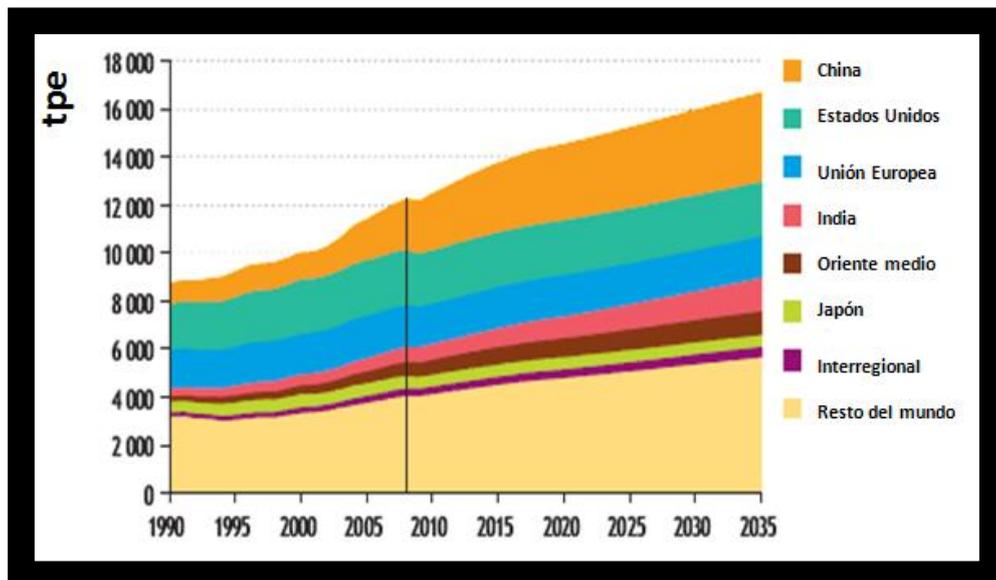
Norma ISO 50001 en el año 2011. Exactamente, IEA (2010) auguraba que entre el periodo 2008 y 2035, anualmente se iba a incrementar el consumo de la energía en un 1,2%. Para dar solución a esto, como comentaba Campos (2011), las mayores esperanzas para la reducción de emisiones CO<sub>2</sub> estaban puestas en la eficiencia energética y la introducción de fuentes de bajo carbono.

Figura 1. Prospectiva de la demanda de energía primaria por combustible

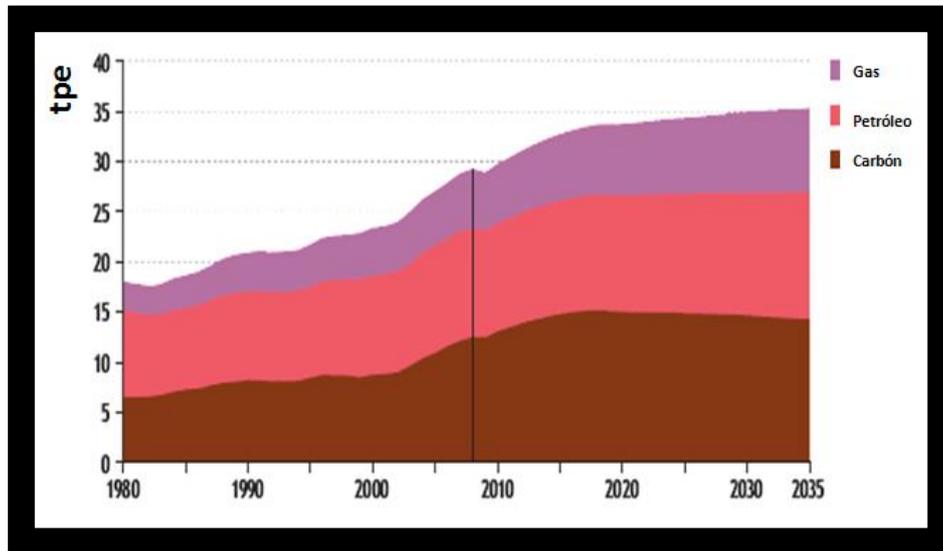


Fuente: adaptada de IEA (2010).

Figura 2. Prospectiva de la demanda de energía primaria por región



Fuente: adaptada de IEA (2010).

Figura 3. Prospectiva de las emisiones de CO<sub>2</sub> por combustible

Fuente: adaptada de IEA (2010).

El desafío energético se centra en cortar el vínculo que persiste entre el crecimiento, el consumo energético y las emisiones. Tal y como señala Bondoni (2012), las principales soluciones para combatir este problema son: el uso de la eficiencia energética, reduciendo la relación entre el crecimiento económico y el consumo energético, y la utilización de las fuentes renovables, reduciendo la relación entre el consumo energético y las emisiones.

Por otra parte, para un crecimiento sostenible de la economía mundial resulta primordial tener un posicionamiento ético. Es necesario llevar a cabo un desarrollo sostenible, protegiendo el medioambiente en medida de lo posible y llevando a cabo una explotación responsable de los recursos naturales.

## 2.2. La gestión energética

Tal y como se subraya en SENA (2011), los SGE facilitan a las organizaciones el establecimiento de los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, aumentando su eficiencia energética y reduciendo sus consumos. Además, los SGE contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, de los costos de energía y de otros impactos ambientales relacionados. Por otra parte, resulta muy importante que la organización

realice un cambio cultural, siendo difícil de implementar si no existe una decisión estratégica de la empresa.

La gestión de la energía o gestión energética se centra en la optimización del uso de la energía teniendo como objetivo un uso racional y eficiente sin que disminuya el nivel de prestaciones. A través de la gestión energética, una organización puede detectar oportunidades de mejora en diversos aspectos como, la calidad y seguridad de los sistemas energéticos, identificando los puntos altos de consumo para implantar mejoras y así poder alcanzar niveles elevados de eficiencia energética.

La gestión energética deberá contribuir al establecimiento de objetivos a corto, medio y largo plazo encaminados a conseguir la optimización en el uso de los recursos energéticos y de sus técnicas:

- Uso de fuentes de energías renovables.
- Sustitución de algunas fuentes de energía.
- Análisis del ahorro energético de las acciones realizadas.
- Aislamiento térmico.
- Aprovechamiento de residuos.
- Análisis del entorno ambiental.
- Estudio de técnicas nuevas de producir y ahorrar energía.
- Análisis económico de la gestión.

Desde hace tiempo, la eficiencia energética posee gran relevancia en las políticas institucionales de la mayoría de los países desarrollados. La importancia de la eficiencia energética está vinculada a la competitividad comercial, industrial y a los beneficios de la seguridad energética, así como al ahorro obtenido por la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Patterson, 1996).

Según Bondoni (2012), la gestión de la energía se entiende como un uso sensato y efectivo de la energía para minimizar costos (maximizar ganancias) y mejorar la posición competitiva, siendo una estrategia para ajustar y optimizar la energía, utilizando para ello sistemas y procedimientos que permitan reducir los requerimientos energéticos por unidad de producción mientras se mantienen constantes o se reducen otros costes de producción. Según este autor las *acciones necesarias para la implementación de un SGE* serían las siguientes:

- Estudiar la norma (en su caso, en su país no existía ni suficiente información ni oferta de capacitación).

- Realizar un profundo trabajo de investigación en el tema.
- Analizar las instalaciones propias desde la comprensión de la norma.
- Desarrollar los procedimientos necesarios: auditoría energética, línea de base, indicadores de desempeño energético, mecanismo de seguimiento y control de la energía y auditoría interna del sistema.
- Concienciar y capacitar al personal propio y a los contratistas en su caso.

Según Acoltzi y Pérez (2011), la gestión de la energía debe conceptualizarse como “un buen negocio económico, ambiental y de seguridad energética”.

Los *objetivos* de implantar un SGE, según Bondoni (2012), en el caso de una organización empresarial son los siguientes:

- Mitigar los problemas de falta de oferta energética permitiendo a la sociedad diferir inversiones.
- Descargar los sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica para aumentar los niveles de reserva y la frecuencia de mantenimiento con la consecuente mejora en la disponibilidad.
- Disminuir la emisión de gases efecto invernadero.
- Crear una conciencia más responsable en los empleados de la compañía y en los contratistas respecto al uso de la energía y fomentar el efecto multiplicador a través de sus familias.
- Disminuir los costos de energía para las empresas (costos directos) y para la sociedad (subsidios).

Hoy en día, muchas organizaciones poseen diversos *problemas relativos al consumo energético*, como indicaba SENA (2011), los que se mencionan a continuación pueden ser algunos de los inconvenientes que puede encontrar una organización al implantar un SGE:

- El desconocimiento del impacto de los costes energéticos en los costes de producción.
- La no consideración de la energía como un insumo sino como un gasto.
- La falta de planificación del consumo de la energía en la empresa.
- La no utilización de indicadores de control de la energía (EnPIs), o en su caso, el uso de un único indicador general como puede ser el consumo de la energía en kWh/tonelada producida.
- La falta de instrumentación necesaria para el control energético.
- La dificultad existente a la hora de encontrar financiación necesaria para llevar a cabo inversiones relacionadas con la implementación de medidas y programas de ahorro.

- La no realización de Benchmarking<sup>1</sup> del consumo de energía ni de la eficiencia.
- Las acciones de mantenimiento predominante de tipo correctivo.

Los *pasos importantes* que se deberían dar para la gestión de la energética básica serían los siguientes según SENA (2011) y Bondoni (2012):

1) *Conocer el gasto en energía*

- Cuantificar la cantidad total de energía utilizada.
- Cuantificar el pico de consumo en el intervalo de medición.
- Tarifas diferenciales.
- Otros costos.

2) *Tomar el control del uso de la energía especificando la línea base o el estudio de base, siendo esta la primera medición de todos los indicadores contemplados y estableciendo el "punto de partida" del proyecto o intervención. Esta línea base permite realizar comparaciones posteriores por los cambios cometidos.*

- Clasificar los procesos por su consumo.
- Saber cuánta energía utilizan las máquinas y las instalaciones.
- Iniciativas de eficiencia energética.
- Detectar casos fáciles y rápidos de mejora para generar impulso.

3) *Encontrar la tecnología apropiada.*

- El desafío es encontrar la tecnología adecuada.
- Una solución probada y establecida utilizada por muchos usuarios minimiza el riesgo (por ejemplo, la velocidad variable en ventiladores).
- Entender cómo contribuyen las actualizaciones tecnológicas en el resultado.

4) *Aprovechar iniciativas favorables*

- Auditorías de energía.
- Financiación para proyectos de eficiencia energética.

En cuanto a las empresas que no tienen una cultura organizacional con relación a la implantación y certificación de estándares ISO de gestión (ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001, etc.), es más complejo llegar a la implementación del sistema de Gestión de Energía ISO 50001 (SENA, 2011).

---

<sup>1</sup> El benchmarking es un proceso sistemático y continuo de evaluación de los productos, servicios y procedimientos de trabajo de las empresas que se reconocen como representantes de las mejores prácticas y el propósito es el mejora organizacional" (Spendolini, 1992)

La propuesta de SENA (2011) es comenzar un poco más abajo, “organizando la casa”, esto es, comenzando por actividades de documentación y correctivos básicos que permitan mejorar aspectos de tipo organizacional, para mejorar inicialmente la confiabilidad operativa, la seguridad operativa, y luego entrar en los esquemas de eficiencia energética y posteriormente en los sistemas de gestión de la energía.

### **2.3. Legislación y marco normativo**

En el ámbito europeo, los estados miembro se comprometieron a reducir para el año 2020 el consumo de energía primaria y las emisiones de GEI en un 20% respecto al año 1990. La Comisión Europea en su comunicado del 13 de noviembre de 2008 sobre eficiencia energética (Comisión Europea, 2008) indicaba cómo el aumento de la eficiencia energética es la forma más rentable de reducir el consumo de energía, manteniendo un nivel equivalente de actividad económica (AENOR, 2011).

En España, en el año 2003 se aprobó la Estrategia Española de Eficiencia Energética 2004-2012 de la que se derivaron los Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012 de Ahorro y Eficiencia Energética, cuyos objetivos principales son la disminución de la elevada dependencia energética exterior y las emisiones atmosféricas con consecuencias en el cambio climático global. Esta estrategia resulta incluso más exigente con esos compromisos y se reafirma, tras el establecimiento de medidas urgentes y activas, en los planes de activación del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 01/08/2008 y de la eficiencia energética en los edificios de la Administración General del Estado del 14/01/2010 (AENOR, 2011).

Además la ley de Economía Sostenible establece en 16 artículos la necesidad de reducir la intensidad energética y de potenciar la eficiencia y el ahorro energético.

Este capítulo ha sido introductorio y ha pretendido que el lector comprenda qué son y por qué son importantes los SGE. En los siguientes capítulos, se va a profundizar en el SGE más importante hasta la fecha, ISO 50001, desde diferentes vertientes, para ello será imprescindible comparar su estructura respecto a la de otros sistemas de gestión, por ejemplo ISO 14001, así como analizar otro SGM, el EMAS.

### **3. Marco teórico-conceptual y metodología**



### 3. Marco teórico-conceptual y metodología

Este capítulo comienza explicando el proceso de creación de ISO, una de las organizaciones internacionales de normalización más importantes hasta la fecha, mostrando los diferentes sistemas de gestión existentes y la evolución en el tiempo de los distintos estándares de gestión. Además, se describe brevemente los estándares de gestión ISO más representativos por sectores. Por otra parte, el capítulo continúa describiendo cuál es la metodología utilizada en la Tesis Doctoral, primero explicando la metodología general empleada y luego la utilizada en cada artículo.

#### 3.1. ISO y la promulgación de estándares internacionales de gestión

La *International Organization for Standardization* o la Organización Internacional de Normalización (conocida por el acrónimo ISO) se constituyó en el año 1947. Hoy en día está compuesta por más de 100 países miembros y su principal objetivo es el de favorecer el desarrollo de la normalización para facilitar el intercambio de servicios y productos entre los diferentes países. Han publicado más de 15.000 normas internacionales y algunas de ellas son estándares de gestión.

La mayoría de estas normas nacionales e internacionales se han realizado para estandarizar las normas técnicas de los procesos o productos. La primera norma ISO se promulgó en el año 1951, fue una referencia para medir diferentes longitudes en la industria, a partir de ahí, han creado normas de todo tipo, desde normas para la medición de la sensibilidad de la luz en fotografía, hasta estándares para determinar el dimensionamiento de los formatos de papel que se utilizan en el día a día.

En general el área tradicional de ISO ha sido el entorno de las normas de producto, aunque hoy en día se puede decir que los estándares de más éxito que ha creado el organismo han sido los estándares de gestión de la calidad (ISO 9001) y de medioambiente (ISO 14001). Después de estos dos primeros sistemas de gestión, ISO creó, en el año 2011, el estándar para la gestión de la energía (ISO 50001), el cual es el pilar de esta Tesis Doctoral.

Todas estas normas ISO han contribuido positivamente al comercio, puesto que han aportado conocimiento con avances innovadores en tecnología y han compartido las buenas prácticas para evaluar la conformidad. Las normas ISO proporcionan diferentes soluciones y aportan beneficios para casi todos los sectores de actividad, incluyendo agricultura, construcción, ingeniería mecánica, fabricación, distribución, transporte, dispositivos médicos, tecnologías de información y comunicación, medio ambiente, energía, gestión de calidad, evaluación de la conformidad y servicios (ISO, 2011b).

ISO suele desarrollar normas que tengan una indiscutible exigencia en el mercado. El trabajo es llevado a cabo por expertos en la materia que proceden directamente de los sectores industriales, técnicos y empresariales que hayan identificado la necesidad de la norma, y que posteriormente la aplicarán. A estos expertos se les suman otras personas con conocimientos relevantes, tales como representantes de organismos gubernamentales, de laboratorios de ensayo, de asociación de consumidores y académicos y organizaciones no gubernamentales. Una norma internacional ISO representa un consenso mundial sobre el estado del arte en el tema de esa norma (ISO, 2011b).

ISO (2004a) en la definición 3.2 define un estándar como:

"Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, encaminadas al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado."

Debe quedar claro que los estándares o normas de este tipo deben basarse en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia, y dirigidos a la promoción de los beneficios de la comunidad óptimos (ISO, 2004a).

### **3.2. Funciones de una Norma**

Tal y como se refleja en el estudio realizado por Hatto (2010), estudio que fue publicado por la Comisión Europea Dirección G - Tecnologías Industriales, las normas o estándares de referencia pueden realizar cualquiera de las cuatro funciones siguientes:

#### *1. Interoperabilidad / Compatibilidad:*

El objetivo de interoperabilidad o compatibilidad del estándar es proporcionar un cambio efectivo y eficiente entre los sistemas. Como, por ejemplo, que sirva para tuercas y tornillos, anchos de vía, enchufes eléctricos, estándares de interoperabilidad para las computadoras y sistemas de telecomunicaciones (por ejemplo, ISO 261: 1998: ISO, siendo su propósito general las métricas de las roscas de tornillo - Plan general).

#### *2. Calidad:*

Cuando los productos y servicios se ajustan a las normas, los consumidores pueden tener la seguridad de que son seguros, fiables y de buena calidad (por ejemplo la norma ISO 13485: 2003 - Equipamientos médicos).

*3. Reducción de la variedad / optimización:*

La norma está dando lugar a la producción en masa y la reducción de precios (por ejemplo, ISO 9407: 1991 - tamaños del zapato - sistema Mondopoint de dimensionamiento y marcado).

*4. Información / Medición:*

La norma es una prueba y medida de métodos para describir, cuantificar y evaluar los atributos del producto, tales como materiales, procesos y funciones (por ejemplo, ISO 11124-1: 1993 - Preparación de sustratos de acero antes de la aplicación de pinturas y productos afines - Especificaciones para la limpieza con chorros metálicos abrasivos - Parte 1: introducción general y clasificación).

### **3.3. Tipos de normas**

Existen 3 tipos de normas según Hatto (2010):

*1. Las normas formales:*

Las publicadas por:

- a. Organismos Nacionales de Normalización (ONN): por ejemplo, AFNOR (Francia), BSI (Reino Unido), DIN (Alemania), JISC (Japón), etc.
- b. Organismos de normalización regionales: CEN, CENELEC, ETSI (para Europa), el Congreso de Normalización del Área del Pacífico (PASC), la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), la Organización Africana de Normalización (ORAN), la organización árabe para el Desarrollo Industrial y la Minería (AIDMO), etc.
- c. Organismos de normalización internacionales: ISO, IEC e ITU

*2. Normas informales:*

Los publicados por ODN (SDO en inglés) (Organizaciones para el Desarrollo de las Normas), por ejemplo, ASTM, IEEE, SAE, SEMI, VDI, etc.

### 3. Las normas privadas

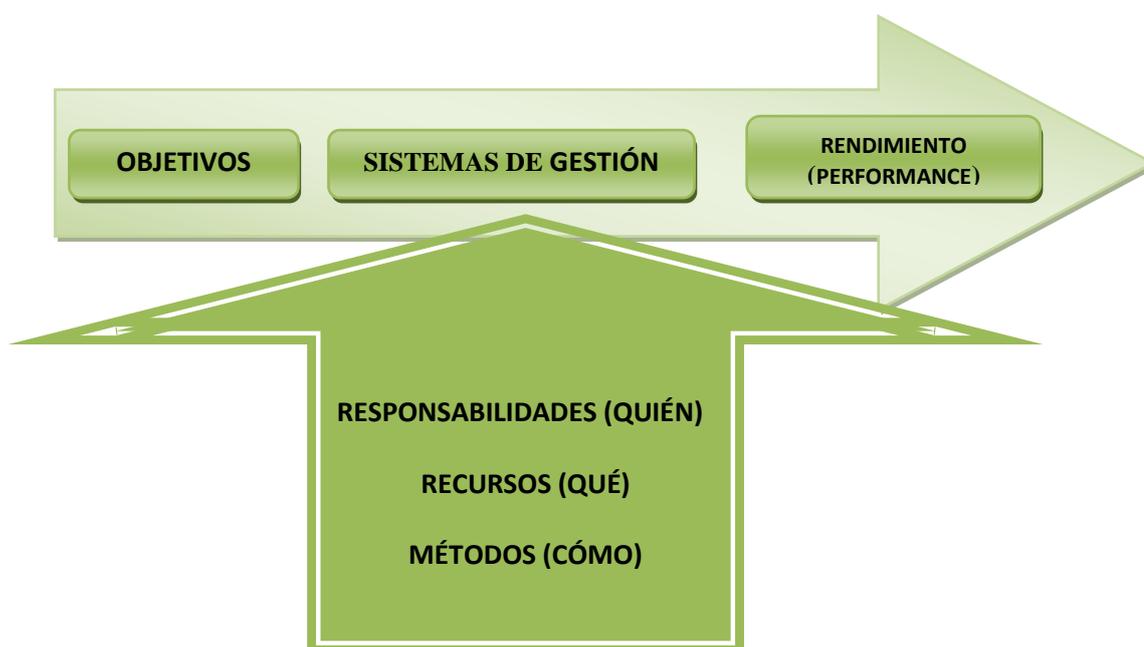
Estas son desarrolladas por una empresa o asociación comercial.

#### **3.4. Los Sistemas de Gestión basados en estándares internacionales**

Como indicaba Simon (2012), para que una organización sea competitiva, debe estar orientada a lograr el éxito empresarial. Por lo general, cuando se habla de resultados de negocio, se toman en consideración los datos de rendimiento de la organización como ingresos, ganancias, liquidez, endeudamiento, etc. Muchas veces estos conceptos son los que preocupan a cualquier organización, sin embargo, para lograr buenos resultados, tanto económicos, como financieros, resulta preciso tener en cuenta otras medidas que son necesarios para tener un éxito permanentemente como la satisfacción de los clientes con los productos, el rendimiento de los procesos, los resultados de negocio internos y la satisfacción de las personas que trabajan en la organización. Por eso, una organización debe conseguir buenos resultados de negocio, no sólo en lo referente a lo económico, sino también en lo referente a los otros factores mencionados anteriormente, puesto que influyen en ese objetivo principal. Además, para saber que una organización cumple con los requisitos aplicables (incluyendo legales y regulatorios), ésta necesita definir responsabilidades para gestionar sus actividades y recursos, establecer metodologías, programas o realizar una planificación entre otros. Estos conceptos se cubren con los llamados SG.

La Figura 4 muestra cómo un sistema de gestión responde a la pregunta, “¿cómo actuar y qué hacer para lograr “buenos resultados empresariales”?”

Figura 4. Sistemas de gestión como herramienta para lograr el rendimiento (performance) del negocio.



Fuente: adaptada de Simon (2012).

De acuerdo con la norma ISO 9000 (2005), un SG es un conjunto de elementos mutuamente relacionados que interactúan entre sí con el fin de establecer la política y los objetivos para conseguir dichos objetivos.

Dependiendo del tipo de resultado y objetivos que guían el sistema de gestión, se pueden distinguir diferentes tipos de sistemas de gestión (Simon, 2012), incluyendo:

- *Sistema de Gestión de Calidad (SGC)*: es un sistema de gestión para el control de la calidad de una organización, para satisfacer las expectativas y necesidades de los clientes con productos que cumplan sus requisitos (ISO, 2005).
- *Sistema de Gestión Medioambiental (SGM)*: es un sistema para gestionar y controlar una organización que respete el medio ambiente, para lograr buenos resultados en un contexto social a través de un buen comportamiento medioambiental (ISO, 2004b).
- *Salud y Seguridad Ocupacional en el Sistema de Gestión del trabajo (OHSAS)*: es un sistema para gestionar y controlar una organización que respete la seguridad y la salud en el trabajo, para conseguir buenos resultados en cuanto a la relación con los trabajadores mediante la eliminación o minimización de riesgos y daños ocupacionales (AENOR, 2012).

- *Sistema de Gestión de la Energía (SGE)*: es un sistema de gestión energética que permite a una organización desarrollar un sistema para la mejora continua del desempeño energético, que tenga en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, independientemente del tipo de energía (ISO, 2011c).

Para implementar estos SG, muchas organizaciones certifican estos estándares, como puede ser el caso de ISO 9001 (SGC), ISO 140001 y EMAS (SGM), como OHSAS 18001 o como ISO 50001 (SGE) entre otros, para ayudar a establecer, documentar y mantener los SG sistematizados y estructurados.

Las normas de gestión publicadas en los últimos años han aumentado considerablemente. El objetivo de estos SG es ayudar a las organizaciones a abordar de manera sistemática los requerimientos de los grupos de interés (stakeholders) (Asif *et al.*, 2009). La ISO tiene estándares desarrollados para algunos tipos de SG, como de la calidad, del medioambiente, de satisfacción del cliente, de responsabilidad social corporativa y de gestión de la energía, entre otros. Por lo tanto, hoy en día existen muchas empresas que se basan en más de una norma para establecer los criterios que quiere abordar una organización en el ámbito de los sistemas de gestión (Casadesus *et al.*, 2009). Sin embargo, cabe resaltar que los SG más populares en todo el mundo son las normas certificables ISO 9001 e ISO 14001 de calidad y gestión medioambiental, respectivamente (ISO, 2011a).

Entre los años 1960 y 1970, se crearon las primeras normas para la gestión de la calidad, tanto a nivel nacional como a nivel internacional, sobre la base de las normas de adquisiciones militares desarrolladas durante la Segunda Guerra Mundial. En 1979, la primera norma de gestión de la calidad comercial denominada BS 5750 fue publicada en el Reino Unido por el Instituto Británico de Normalización (BSI) (Zeng *et al.*, 2005). En 1987, la norma británica BS 5750 fue adoptada, con algunos cambios, como el estándar ISO 9000 (Pan, 2003). En ese mismo año, la normativa española UNE 66900 para ISO 9000 fue publicado por AENOR, la organización española para certificación. En 1994, se modificó la serie ISO 9000 y se produjeron actualizaciones de la norma en los años 2000 y 2008.

Tras el éxito de la serie ISO 9000 de SGC, en 1996, ISO comenzó a publicar la serie de la norma 14000 para la gestión medioambiental. El concepto de un SGM se había desarrollado en la década de los noventa y, para considerar cuestiones ambientales, muchos países comenzaron a implementar sus propias normas ambientales (Corbett y Kirsch, 2001). Por lo tanto, era necesario contar con un indicador universal para evaluar los esfuerzos de la organización con el fin de lograr una protección medioambiental confiable y adecuada. En 1992, el Grupo BSI, en el Reino Unido, publicó el primer SGM en el mundo, BS 7750 exactamente. Esta fue la plantilla para el posterior desarrollo de la serie ISO 14000 que se publicó en 1996. En España, la primera norma

estándar para la gestión ambiental fue UNE 77801, se publicó en 1994. En 1996, la norma internacional ISO 14001 fue reconocida y adaptada por AENOR, convirtiéndose en la norma UNE-EN-ISO 14001:1996. La última actualización de la norma ISO 14001 fue en 2004.

ISO también ha publicado una serie de normas relacionadas con la gestión de la calidad que se centran en la evaluación y mejora de la satisfacción del cliente, la serie ISO 10000. Otra norma publicada en 2009, fue la ISO 31000 para la gestión del riesgo que es cada vez más popular en el mercado mundial, aunque no sea una norma que se pueda certificar (ISO, 2009). ISO también ha publicado ISO 26000:2010, la norma sobre responsabilidad social (Castka y Balzarova, 2008; ISO, 2009). Por otra parte, se han desarrollado otras normas a partir de SG genéricos basados en ISO 9001 e ISO 14001 para sectores específicos (ISO, 2009). Por ejemplo, para los sectores de la automoción (ISO/TS 16949:2009), petróleo y gas (ISO/TS 29001:2007), reciclaje de buques (ISO 30000:2009) o para la seguridad de la cadena de suministro (ISO 28000:2007). La tabla 2 muestra las normas publicadas por ISO para sectores específicos.

Tabla 2. Estándares ISO de sectores específicos.

Sector	Estándar o serie de los estándares
Automoción	ISO/TS 16949:2009
Satisfacción del Cliente	ISO 10001:2007, ISO 10002:2004, ISO 10003:2007, ISO 10004:2010
Educación	IWA 2:2007
Energía	ISO 50001, TC 242
Seguridad de la comida	ISO 22000:2005
Seguridad de la información	ISO/IEC27001:2005
Cuidado de la salud	IWA 1:2005
Gobierno local	IWA4:2009
Dispositivos médicos	ISO 13485:2003
Petróleo y gas	ISO/TS 29001:2007
Riesgo	ISO 31000:2009
Reciclaje de buques	ISO 30000:2009
Requisitos y evaluación de la calidad de los productos software	ISO 25000:2005
Seguridad de la cadena de suministro	ISO 28000:2007

Fuente: adaptada de Simon (2012).

Como se puede apreciar en la tabla 2, uno de los estándares ISO más recientes es la dedicada a la energía (ISO 50001). Como ya se ha comentado, esta norma es el pilar de esta Tesis Doctoral y se analiza con más detalle en otros temas de este trabajo.

Además de ISO 50001, en este trabajo los SGM son también un claro objeto de atención. Se hace referencia, en concreto, a ISO 14001 y EMAS. Tal y como sucede con la implantación de Sistemas de Calidad, existen diferentes grados de desarrollo de los SGMs y diferentes alternativas para su implantación. Así, Heras *et al.* (2008), señalan que una empresa deberá valorar y decidir si lo que quiere es un SGM informal o no referenciado, no auditable y no certificable, planificado y estructurado ad hoc en función de las características de la empresa; o si por el contrario, necesita

un SGM formal, auditable por terceros y certificable, que tome como referencia algún estándar internacional o nacional de referencia.

En síntesis, se puede afirmar que son dos las alternativas para implantar y certificar un SGM: la norma internacional ISO 14001, el estándar de mayor difusión en el mundo, que especifica los requisitos para la certificación, registro y autoevaluación de un SGM, y el reglamento EMAS (EcoManagement and Audit Scheme), inspirado en la política preventiva contemplada en el V Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la Unión Europea, que permite que las organizaciones se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales. Estos dos modelos ofrecen un marco sistemático para incorporar aspectos y prácticas de gestión medioambiental en el día a día de la empresa, si bien existen muchos otros estándares de SGM de ámbito sectorial tales como el estándar Green Globe o ECOTEL para el sector hotelero, el Marine Stewardship Council para el pesquero o el Pan-European Forest Council (PEFC) en el sector forestal, así como un número destacado de estándares de SGM orientados a la pequeña y mediana empresa, tal y como lo analizan en profundidad Heras y Arana (2010).

### 3.5. Metodología de investigación aplicada

Como ya se ha citado, el presente trabajo de investigación está estructurado en torno a los tres artículos de investigación académica ya referidos. Como es habitual en todo artículo académico, se detalla la metodología adoptada y se realiza una presentación y un análisis más pormenorizado de los aspectos metodológicos relacionados con la planificación y el desarrollo de los estudios empíricos en los que se basan. En este apartado se tratarán de recoger, brevemente, los fundamentos metodológicos básicos de la presente investigación.

Cabe señalar desde un inicio, que la pretensión de estudiar pormenorizadamente un aspecto tan complejo como el metodológico, queda muy lejos del objetivo de este apartado. Con todo, se tratará de realizar una aportación al respecto, tratando de analizar aspectos que tienden a obviarse en este tipo de consideraciones introductorias a trabajos de naturaleza semejante.

Siguiendo a Heras (2012), se empieza realizando una adecuada precisión conceptual del ámbito, pues se tiende a utilizar conceptos muy complejos tales como metodología de investigación, métodos de investigación o técnicas de investigación sin suficiente propiedad y criterio. Así, tomando como base la conceptualización presentada por el referido profesor, con el término *metodología general* se hace referencia a la aproximación general al estudio de un objeto o proceso, es decir, el conjunto de medios teóricos, conceptuales y técnicos que una disciplina desarrolla para la obtención de sus fines. Con el término *método*, en cambio, se hace referencia a los caminos específicos que permiten acceder al análisis de los distintos objetos que se pretenden investigar. Así, el método engloba todas las operaciones y actividades que, regidas por normas específicas, posibilitan el conocimiento de los procesos sociales. Por último, se señalará que por *técnica* se entiende el conjunto de los procedimientos específicos de recogida de información. Como ha sido apuntado anteriormente, y tal y como es subrayado por Heras (2012), estos términos tienden a ser utilizados con cierta ligereza. Así, cabe señalar que el término de *metodología de investigación* se utiliza de forma frecuente con un sentido muy reduccionista al limitarlo al conjunto de técnicas utilizadas para obtener información en una investigación determinada, cuando el contenido de dicho término ha de conducirnos mucho más allá.

En este sentido, si se entiende el término metodología de investigación en su complejidad, es decir, como el conjunto de medios que pone en contacto a los sujetos que realizan una investigación con un objeto de investigación dado, es evidente que los aspectos que se han de considerar son muchos y muy complejos. Entre otros, cabría referirse al paradigma de investigación de las ciencias sociales con el que dicho término se imbrica, puesto que, aunque muchas veces se obvie, como señala oportunamente Heras (2012), su clarificación resulta a todas luces de gran trascendencia.

Sin entrar en mayores disquisiciones, esta investigación se situaría, en cuanto a su planteamiento metodológico general, en un punto intermedio entre el paradigma positivista y el fenomenologista (Heras, 2012). Asimismo, cabe señalar que esta investigación, teniendo en cuenta su finalidad, podría también ser considerada como integradora, ya que incluye aspectos descriptivos y exploratorios, teniendo como objetivo establecer conclusiones tentativas y explicativas, y tratando de contrastar, en algunos casos, la existencia de relaciones causales entre variables observadas. En lo que atañe a los métodos y técnicas de recogida de información utilizadas en el proceso de elaboración de los artículos en torno a los que se estructura esta Tesis Doctoral, se alude también a la perspectiva integradora, proponiendo una integración entre las dos clásicas metodologías: la cuantitativa y la cualitativa.

Dado que el objetivo genérico perseguido en esta Tesis Doctoral consiste en profundizar en el conocimiento sobre la adopción de sistemas de gestión en las organizaciones empresariales, se consideró adecuado, en lo que a los estudios empíricos se refiere, que el trabajo de campo se diseñara tomando como base una metodología de investigación, entendida en un sentido convencional o específico, de carácter híbrida o mixta. Esto supone que el presente trabajo empírico responde a un enfoque que incorpora y combina la aproximación cuantitativa y cualitativa para la recogida de información, persiguiendo el aprovechamiento de las fortalezas de ambas. En la actualidad, ambos métodos de investigación, propios de las ciencias sociales, el cuantitativo y el cualitativo, son considerados mutuamente complementarios.

Dada esta perspectiva y la cuestión objeto de estudio, es evidente que las fuentes de información existentes para su análisis son muy extensas. A grandes rasgos se diferencian cuatro fuentes de información secundarias: bases de datos especializadas, fuentes de información del ámbito profesional o *practitioner*, literatura gris de distintas entidades, fundamentalmente de tipo público (como por ejemplo el informe US Departamento de Energía, 2014, al que ya se ha hecho referencia) y, por último, literatura académica especializada.

En primer lugar, cabe destacar la información directamente accesible a través de bases de datos especializadas, como la base de datos de certificados mundiales mantenida por ISO, o como el servicio Emas-HelpDesk que la Comisión Europea mantiene para el conjunto de empresas adheridas al reglamento EMAS, o la información que de forma directa se ha obtenido sobre la certificación ISO 50001 por parte de los principales organismos certificadores españoles. Estas bases de datos resultarán, como se observa más adelante, de gran utilidad a la hora de realizar la investigación.

En lo que atañe a la literatura profesional, cabe señalar que la bibliografía existente en relación al ámbito específico de la gestión energética y medioambiental, los SGE y los SGM, es muy extensa. Esta bibliografía general se podría dividir, en primera instancia, en dos áreas diferenciadas. Por un lado, se contaría con la bibliografía relativa a la gestión energética y medioambiental, los SGE

y los SGM, que se puede extraer de los manuales introductorios a la materia; así como con la bibliografía que se extraería de los artículos publicados en revistas profesionales especializadas. En principio, estas fuentes pueden resultar interesantes para una primera aproximación a alguno de los temas objeto de estudio, pero resultarían claramente insuficientes como fuente bibliográfica básica para construir esta Tesis Doctoral.

En el ámbito de estudio planteado, la literatura gris, es decir, aquella que no es distribuida a través de los canales convencionales de edición (documentos tales como Tesis Doctorales, actas de congresos, informes de investigación y otros similares) resulta también muy importante. En especial cabe referirse a los informes emanados por organismos europeos, como la Comisión Europea, o los informes técnicos de diversos proyectos de investigación que han tenido como objetivo analizar la incidencia de los SGE y los SGM.

En cuanto a los artículos académicos especializados, dada la perspectiva de estudio adoptada, se ha de reseñar que la literatura existente al respecto es también muy amplia, sobre todo la referida al estudio de la adopción de SGM en las organizaciones, aunque no tanto, en lo que respecta a la adopción de SGE. Esta literatura se podría dividir en dos sub-apartados: literatura correspondiente a estudios o trabajos teóricos y la relativa a estudios empíricos. Cuantitativamente, la mayoría de los artículos publicados hacen referencia a trabajos de tipo teórico más que a trabajos de tipo empírico en lo que respecta a los SGM. En cambio, los trabajos existentes hasta la fecha sobre la adopción de SGE son de carácter mucho más empírico. Además, los artículos, por lo general, suelen presentar un carácter normativo, pues sugieren las formas en que deberían diseñar y desplegar los directivos la gestión energética en la empresa y la adopción de SGE en las organizaciones. Debido a la importancia de contar con una bibliografía actualizada, en especial en relación con los estudios empíricos, se han realizado diversas revisiones de la literatura durante la elaboración de esta Tesis Doctoral. Las revisiones se realizaron, como es lógico, de forma periódica con objeto de detectar la aparición de referencias de interés.

Tabla 3. Resumen de la metodología utilizada en los artículos.

	Metodología
<b>Artículo 1</b> Fostering Renewable Energies by Standards for Environmental and Energy Management	Híbrida: (a) Análisis mediante OCR de 13.800 páginas para detectar declaraciones sobre medioambiente; para el análisis del uso de EMAS. (b) Estudio de casos (6 casos) de empresas con ISO 50001 implementado.
<b>Artículo 2</b> Do Energy Management Systems add value to firms with Environmental Management Systems?	Cualitativa: Estudio de casos (8 casos) de empresas con ISO 14001 e ISO 50001 implementados .
<b>Artículo 3</b> Energy management systems: do they pay off?	Híbrida: (a) Encuesta a 57 empresas con ISO 50001 implantado. (b) Estudio de casos (6 casos) de empresas con ISO 50001 implementado.

Fuente: elaboración propia.

En lo que a la metodología del **artículo 1** se refiere, tras la intensa revisión bibliográfica realizada, se realizó una revisión teórico-conceptual en profundidad de las implicaciones que para la promoción de ERs suponen los principales estándares para adoptar SGE y SGM. De forma complementaria, se utilizaron datos de dos estudios empíricos. Dicho estudio se llevó a cabo en España, una de las regiones de la Unión Europea donde los certificados SGM y SGE han tenido mayor difusión en términos tanto absolutos como relativos (Testa *et al.*, 2014). Con el fin de analizar el uso de las energías renovables en las empresas que ya dispongan de SGM certificado, la investigación se centró en las empresas adheridas a EMAS, ya que, como se indica más adelante en este documento, este es el estándar más exigente en cuanto a la promoción de las energías renovables (véase el artículo 1). Mientras que para analizar un SGE certificado, la investigación se centró en organizaciones que tenían adoptado el estándar ISO 50001.

Tabla 4. Demografía de las organizaciones de las que se han obtenido declaraciones medioambientales EMAS.

	Porcentaje (%)
<b>Año de la primera certificación SGM</b>	
1991-1995	19
1996-1999	24
2000-2005	29
2006-2011	28
<b>Tamaño (número de trabajadores)</b>	
Pequeño <50	32
Mediano >50 y <250	61
Grande >250	7

Fuente: elaboración propia.

Para el caso de los SGM se utilizó el método de análisis de contenido cualitativo para analizar estas declaraciones EMAS. El análisis de contenido se basa en un proceso de clasificar sistemáticamente los datos recogidos (Kohlbacher, 2006; Hsieh y Shannon, 2005). Esta clasificación hace que sea posible procesar la estructura de datos a fin de facilitar el análisis en torno a temas similares e identificar tendencias explícitas o subyacentes. Más concretamente, fueron analizadas 308 declaraciones medioambientales EMAS publicadas por otras tantas empresas entre los años 2007 y 2013 (ver una breve demografía de las organizaciones analizadas en la Tabla 4). Los documentos de las empresas certificadas EMAS fueron proporcionados por el servicio EMAS Helpdesk de la Comisión Europea y las declaraciones fueron obtenidas por la biblioteca de este servicio y los sitios webs propios de las empresas. Las declaraciones están publicadas en documentos PDF y los autores los convirtieron en documentos de texto escaneándolos a través de un programa OCR. En total, fueron analizadas alrededor de 13.800 páginas. En principio esta información fue extraída, categorizada y analizada por dos investigadores. Más tarde, fue separado y supervisado por un tercer investigador con un protocolo de evaluación como se recomienda en la literatura especializada en el tema, con el fin de mejorar la validez y fiabilidad de los análisis realizados anteriormente.

Para abordar las cuestiones planteadas en el caso del SGE, fue diseñado un estudio empírico de naturaleza cualitativa, en base a estudios de caso. Esta metodología fue seleccionada

debido a su aptitud para analizar el complejo proceso de la adopción de ISO 50001 (Heras y Boiral, 2013). Se planeó un estudio descriptivo, principalmente exploratorio y natural, para facilitar una mayor comprensión de la materia, a fin de identificar proposiciones que son capaces de generalizar las prácticas observadas (Eisenhardt, 1989; Yin, 2003). El trabajo de campo se llevó a cabo en España, fue desarrollado entre septiembre de 2013 y mayo de 2014, y tuvo dos componentes principales. Primero, se realizaron una serie de entrevistas semiestructuradas en profundidad con los gerentes a cargo de la norma ISO 50001 en las organizaciones. Las entrevistas giraron en torno a un guión semiestructurado (ver Anexo 1), pero suficientemente abierto, de tal forma que fuera coherente con el método inductivo de análisis de la información elegido y que, por consiguiente, no distorsionara la obtención de evidencias. En segundo lugar, las organizaciones proporcionaron a los investigadores amplia documentación relacionada con el SGE. Se analizaron seis empresas en estos estudios de caso, siendo todas ellas las primeras compañías en sus respectivos sectores en la obtención de la ISO 50001 en España (con una población total de cerca de un centenar de empresas certificadas).

Para realizar el **artículo 2**, se utilizó el mismo estudio empírico de naturaleza cualitativa que se acaba de comentar en la metodología del artículo 1, si bien en este caso se analizaron más empresas. La metodología utilizada fue también una metodología de estudio de casos, basados en entrevistas personales en profundidad (Eisenhardt, 1989; Yin, 2003). Esta metodología exploratoria resulta especialmente aconsejable en situaciones como la de este artículo, como se pone de manifiesto en esta Tesis Doctoral, después de la revisión de la literatura sobre el tema, es evidente que existe muy poca literatura empírica en cuanto a la adopción de ISO 50001 (Yin, 2003).

Se estudiaron finalmente ocho empresas españolas. Los casos fueron seleccionados de una muestra amplia de todas las empresas españolas que en la fecha de planificación del estudio tenían un SGM certificado según la norma ISO 14001 y un SGE certificado según ISO 50001 (41 empresas). Los casos se seleccionaron teniendo en cuenta la disponibilidad a colaborar de los entrevistados y escogiéndolos aquellos que garantizaran mejor la comprensión del fenómeno estudiado (Yin, 2003). Se llevó a cabo un estudio preliminar (basado en entrevistas con los responsables de los sistemas de gestión) con 12 de esas empresas, pero, finalmente, se centró el estudio en profundidad en ocho casos, que fueron elegidos para representar a varias industrias con diferentes productos o servicios, procesos de producción y ubicaciones.

Como se acaba de señalar, todas las entrevistas personales se basaron en un guión semiestructurado, demostrando ser lo suficientemente abierto y consistente con el método inductivo para el análisis de la información elegida y, en consecuencia, no distorsionando la obtención de evidencias (Yin, 2003). Más específicamente, se utilizó el método de la teoría

fundamentada o anclada en la interpretación, para comparar los procesos de adopción entre los casos para inferir las respuestas relacionadas con las preguntas de investigación, que pueden integrarse adecuadamente con la metodología general de estudios exploratorios (Binder y Edwards, 2010). El guión semiestructurado utilizado en las entrevistas se recoge en el Anexo 1 de esta Tesis Doctoral.

Las empresas aportaron una amplia gama de documentación para la investigación relacionada con sus SGM y SGE, por ejemplo, documentos sobre sus políticas, sus procedimientos, sus registros, así como registros sobre su rendimiento (performance). Como se recomienda en la literatura especializada sobre el tema (por ejemplo, Yin, 2003), la validez de los factores fue apoyada en el curso de la investigación mediante el uso de diversas fuentes de información (observación directa, consultas, entrevistas y la información documental interna y externa). La validez interna estaba garantizada por la búsqueda de patrones comunes que explicasen los fenómenos, mientras que la fiabilidad fue asegurada por medio de entrevistas semi-estructuradas del mismo tipo y con un protocolo de evaluación de casos en contra de cada factor.

En lo que respecta al **artículo 3**, de cara a realizar el análisis empírico comparativo señalado, se utilizó una metodología híbrida de recogida de información (Molina-Azorín, 2007). Por una parte se realizó una investigación cuantitativa mediante encuesta (que también se recoge en el Anexo 2 de esta Tesis Doctoral) a organizaciones que tienen implantado el sistema de gestión de la energía ISO 50001 en España, mientras que por otra parte se ha llevado un estudio de casos exploratorios (Yin, 2003) para complementar dicho estudio.

El análisis inicial se centró en organizaciones de diferentes sectores, con la idea de ir descifrando la importancia de un SGE, en concreto ISO 50001, para las empresas. La encuesta se diseñó teniendo en cuenta la amplia literatura académica internacional existente sobre el estudio de la adopción de estándares internacionales de gestión (ver, para una reciente revisión, Heras y Boiral, 2013). La población de empresas certificadas españolas (con fecha de cierre del año 2013) se obtuvo de AENOR; dicha población ascendía a 87 empresas certificadas. La encuesta se realizó a través de una página web. Tras un intenso seguimiento realizado a través de correo electrónico y llamadas telefónicas, se consiguieron un total de 57 cuestionarios válidos cumplimentados por otras tantas empresas, lo que supuso una tasa de respuesta del 65%, tal y como se puede apreciar en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos del estudio cuantitativo realizado a empresas que ostentan ISO 50001 en España.

<i>Data de estudio</i>	<i>Octubre de 2013 – Enero de 2014</i>
<b>Población estudiada</b>	87 empresas certificadas con ISO 50001:2011 en España (Noviembre de 2013)
<b>Número de respuestas</b>	57 organizaciones
<b>Porcentaje de respuesta</b>	65%

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, los motivos para seleccionar las organizaciones del estudio cualitativo fueron, principalmente, de accesibilidad, es decir, por cercanía y por disponibilidad, dos criterios básicos a la hora de seleccionar empresas para estudios de caso (Yin, 2003). Más en concreto, se contactó con las 12 empresas comentadas en la metodología del artículo 2 para luego realizar la entrevista a 6 de ellas para este artículo. Las entrevistas giraron en torno a un guión semiestructurado que ya se ha comentado en la metodología de los artículos 1 y 2. Las personas entrevistadas pertenecían al departamento de medioambiente, calidad o mantenimiento; en todos los casos estas personas aparte de este sistema de gestión se encargan de llevar a cabo el control y mantenimiento de otros sistemas de gestión.

Este capítulo ha especificado el origen de los SG, así como los diferentes estándares de gestión que existen. Por otra parte, se ha justificado la metodología llevada a cabo para desarrollar los tres artículos que componen el presente trabajo. Como se ha podido observar, los tres artículos comparten, en parte, las entrevistas realizadas. En el caso de los artículos 1 y 3, se complementó la información con otras fuentes cualitativas y cuantitativas.



## **4. La sistematización y estandarización de la gestión medioambiental y energética**



#### 4. La sistematización y estandarización de la gestión medioambiental y energética

Después de analizar los diferentes estándares que han existido y existen, este capítulo profundiza en los dos tipos de estándares más importantes de esta Tesis Doctoral, los SGM y los SGE. En primer lugar, este capítulo trata de aclarar el concepto general de sistematización y estandarización de los SG. Más adelante, analiza la trayectoria de la sistematización y estandarización de los SGM de forma general, para luego concretar los casos específicos de ISO 14001 y EMAS. Posteriormente, continúa con los estándares de SGE, mostrando los anteriores a ISO 50001 y realizando una comparación de sus estructuras. Finalmente, se analiza en profundidad el estándar de más relevancia de esta Tesis Doctoral, la norma ISO 50001.

##### 4.1. Introducción

Como es destacado por el profesor Heras en sus distintas publicaciones relacionadas con la estandarización en el ámbito de la gestión de empresas (entre otras Heras, 2006 y Heras-Saizarbitoria, 2011), en los últimos años se ha acelerado el proceso de normalización relacionado con la gestión empresarial en un entorno económico caracterizado por el marcado proceso de globalización e integración económica de los mercados. La actividad de estandarización o normalización se puede definir como la actividad encaminada a poner orden en aplicaciones repetitivas que se desarrollan en diferentes ámbitos como la industria, la tecnología, la ciencia y la economía. A principios del siglo XX, para facilitar la producción en serie y la reparación y mantenimiento de los productos y servicios, nació la normalización, con el objetivo de limitar la diversidad antieconómica de componentes, piezas y suministros, para favorecer su intercambiabilidad. Si no existiese la normalización, los intercambios entre diferentes países debidos a la globalización serían difíciles de llevar a cabo.

Con la normalización se fomenta el comercio internacional puesto que, se consigue superar los diferentes obstáculos que existirían en las diferentes prácticas nacionales. Pero como indicaba el profesor Heras, en muchas ocasiones estas normas, al no ser verdaderamente globales, se convierten en barreras no arancelarias para las relaciones comerciales internacionales, es decir, mientras las barreras arancelarias son cada vez menores, las barreras no arancelarias —las normas técnicas y las regulaciones que afectan a los requisitos de los productos, servicios, e indirectamente, a los procesos de producción— cobran una mayor importancia (Heras, 2006). Debido a ello, los estándares de gestión empresarial favorecen que exista cierta homogeneidad en la manera de funcionar en diferentes lugares del mundo.

El término “estándar de gestión” o “estándar de sistema de gestión” (en inglés *management system standard*), se puede definir como “un conjunto de directrices y pautas promulgadas por un organismo, por lo general no-gubernamental y sin ánimo de lucro, que hacen

referencia, de forma más o menos concreta, a preceptos relativos a la gestión de una organización” (Heras, 2006; p 14). En la literatura académica, a estos estándares de sistemas de gestión se les denomina como metaestándares (metastandards en inglés; ver, por ejemplo, Corbett, 2005; Heras-Saizarbitoria y Boiral, 2013).

Todos estos estándares tienen características comunes en lo que se refiere a su estructura, contenido, terminología o a la posibilidad de que los certifique una tercera parte (third-party certification). Estas normas de gestión son diferentes a las especificaciones que deben cumplir, por ejemplo, un producto o un proceso, aunque es verdad que con frecuencia se tiende a confundirlos. Estas normas no buscan un resultado u objetivo determinado (performance standards), sino que pretenden encontrar un correcto funcionamiento de todo el sistema, mediante una sistematización por procedimientos.

Por ejemplo, siguiendo a Heras (2006), un estándar del ámbito de la seguridad en el trabajo no tiene que ver con las características del entorno de trabajo, sino con la planificación y los procedimientos que la organización debería desarrollar para tratar los temas relativos a dicho ámbito. Si una empresa implanta esta norma y una empresa auditora independiente valida la concesión de un certificado, se da por hecho que esta empresa tiene sistematizadas y documentadas todas las actividades que la norma dicta. Debido a ello, en muchas ocasiones, desde el ámbito de la gestión, estos estándares son criticados por su tendencia a la burocratización y rigidez excesiva (Boiral, 2011).

La normalización de los sistemas de gestión se ha estudiado desde diferentes vertientes, tal y como lo señala el profesor Heras (2006, 2011). Por ejemplo, algunos autores comparan la normalización con otros instrumentos que existen en la vida cotidiana, como la regulación pública, los mercados o las jerarquías u organizaciones formales (Brunsson y Jacobsson, 2000). Por otra parte, otros la estudian desde la perspectiva del fenómeno de autoregulación de las empresas (ver, por ejemplo, King y Toffel, 2007). Mientras que O’Rourke (2006) y Christmann y Taylor (2001) resaltan la incapacidad de ciertos países para llevar a cabo una regulación pública en ámbitos como el medioambiental o el que se refiere a los derechos de los trabajadores entre otros, Mendel (2002) definió la estandarización como una forma de coordinación y gobernanza híbrida en auge.

En los países más desarrollados, la labor reguladora corresponde a la administración pública. Esta puede sancionar o incentivar a las organizaciones dependiendo de sus actos, o a otros organismos como la Unión Europea, las Naciones Unidas o la OCDE. Estas últimas no pueden sancionar de la misma manera, por lo que surgen otras instituciones reguladoras que no pertenecen al ámbito público. Siguiendo a Heras-Saizarbitoria y Boiral (2013), desde esta

perspectiva se analiza la estandarización como una nueva forma de regulación alternativa a la regulación pública tradicional. El razonamiento de la existencia de estas nuevas instituciones reguladoras no pertenecientes a las instituciones públicas podría ser la causa comentada por Switzer y Ehrenfeld (1999), miembros del grupo de investigación relacionado con Empresa y Medio Ambiente del MIT. Ellos creen que para las Administraciones Públicas los estándares medioambientales creados por estas nuevas instituciones reguladoras y el esquema de auditoría, suponen en realidad una forma de externalizar la regulación medioambiental y de gastar menos dinero en los procedimientos de inspección y en poder identificar a las empresas con un mejor desempeño medioambiental.

De estas nuevas instituciones, las más importantes son la Organización Internacional de Estandarización, conocida por su acrónimo ISO (International Organization for Standardization), ya analizada previamente en esta Tesis Doctoral, el organismo IEC (International Electrotechnical Commission) y el organismo ITU (International Telecommunication Union). Las tres han creado una alianza estratégica junto con la OMC (Organización Mundial del Comercio) para promover la creación de un sistema de comercio global libre y justo. A este acuerdo se le denominó Technical Barriers to Trade (Barreras técnicas al comercio), con el fin de que no existiera la discriminación entre los diferentes estándares, es más, intentando que existiese armonización con el siguiente objetivo: evitar que los estándares internacionales se conviertan en unas barreras técnicas innecesarias al libre comercio (Heras, 2006).

#### **4.2. Sistematización y estandarización de la gestión medioambiental**

En los años 80 y 90 del siglo XX, comenzó a popularizarse la adopción de los SGM. Haufler (1999) creía que las empresas implantaron los SGM para evitar que estableciesen una regulación pública mayor, para responder a las críticas de los activistas medioambientales o simplemente para promover la sostenibilidad empresarial y la eficiencia. Cabe señalar, que los grupos ecologistas y los reguladores públicos, inicialmente aceptaron la implantación de los SGM en las diversas organizaciones con un elevado grado de escepticismo, puesto que no sabían con exactitud qué iba a suponer para una empresa tener implantado un SGM en lo relativo al desempeño medioambiental (Heras *et al.*, 2008).

##### **4.2.1. ISO 14001**

ISO 14001 se creó en 1996 pero tuvo su origen en 1992, cuando tras la celebración de la cumbre de Río, dicho foro solicitó a ISO la creación de un estándar de SGM (Mendel, 2002). Previamente, la actividad de los grupos ecologistas y medioambientales sensibilizó a los líderes empresariales internacionales para que desarrollasen mejores políticas medioambientales. Estos representantes de diferentes organizaciones de todo el mundo,

apostaron por la promoción de medidas voluntarias (un SGM por ejemplo) como una solución para lograr algunos de los objetivos medioambientales acordados en la cumbre. Creyeron que estos SGM podían ser compatibles con la desregularización de la economía y el desarrollo de incentivos que existían en el mercado.

Tal y como señalan Heras *et al.* (2008), para mediados de los 90 ya existían diferentes códigos de conducta medioambientales, etiquetas o labels ecológicos y estándares nacionales, además de las aportaciones de diferentes Organizaciones No Gubernamentales (ONGs). Tras el foro de Río, varios países empezaron a desarrollar estándares medioambientales, por ejemplo, en 1995 en el Reino Unido empezaron a desarrollar la BS 7750 y el reglamento EMAS en la Unión Europea. En la administración de los Estados Unidos empezaron a temer que EMAS se expandiera internacionalmente, siendo obstáculo europeo para el libre comercio como lo fue ISO 9000 en sus inicios. Por ello, Clinton apoyó con fuerza un SGM desarrollado por la ISO, aunque esta organización era reacia a desarrollar un estándar de estas características (Haufler, 1999).

Internacionalmente, algunas asociaciones empresariales no estaban a favor de esta norma ISO, aunque empezaron a apreciar la oportunidad de que un estándar de este tipo relajara la regulación pública en el ámbito medioambiental, según destacan Heras *et al.* (2008).

Tal y como destaca Haufler (1999), tras un polémico y complejo proceso de creación en el que los representantes de los grandes grupos de consultoría empresarial y otros grupos transnacionales tuvieron gran capacidad de influencia, la norma ISO 14001 fue promulgada en septiembre de 1996. Este estándar se basó en otras normas ya existentes, principalmente en la citada BS 7750. Esta serie ISO 14000 fue bastante polémica, puesto que la organización mundial de estandarización no tenía ni legitimidad ni autoridad sobre estas cuestiones. Aparte de eso, ISO 14001 ha sido criticada en la literatura por su contenido o por el procedimiento que se establece para su certificación (Haufler, 1999). Sobre todo, se critica que la norma no está enfocada a la mejora del desempeño medioambiental, esto es, que no requiere que las organizaciones logren determinados resultados medioambientales (Heras *et al.*, 2008). Como indicaba el profesor de Harvard Michael Toffel (2006), ISO 14001 solamente se acerca a este objetivo por la necesidad de tener que incluir un compromiso de mejora continua, además esta mejora continua es relativa al SGM en vez de estar directamente enfocada a la mejora del desempeño medioambiental.

En palabras del profesor González-Benito (2006), la certificación ISO 14001 requiere que la empresa establezca una serie de objetivos y programas medioambientales, pero no existe una referencia concreta a prácticas o iniciativas de rendimiento, da tanta libertad en la aplicación que no implica que sean los más adecuados, o que sean ambiciosos en este ámbito. Por otra parte, es de destacar que tampoco se establece el requisito de que se hagan públicos los resultados de las auditorías o las evaluaciones del sistema. Además, para algunos, es una debilidad que cada empresa pueda elegir si certifica toda la empresa o una planta determinada. Otra de las críticas usuales, es la limitación inherente a la consistencia del servicio de auditoría externa, que es contratado y pagado por la empresa que se desea certificar, lo que puede crear problemas de exigencias adecuadas y de veracidad (Heras *et al.* 2008). Así, Switzer y Ehrenfeld (1999), Boiral y Gendron (2011) y Heras Saizarbitoria *et al.* (2013) constataron, en este sentido, que existen serios conflictos de interés que limitan la capacidad sancionadora y la consistencia de aplicación e interpretación del estándar. Uno de ellos, es la diversidad de formas de interpretar los requisitos que exige la norma, por ejemplo, para la mejora continua o las acciones correctivas.

En definitiva, a pesar de que el “mainstream” investigador no cuestiona la validez monolítica de ISO 14001 (Heras Saizarbitoria *et al.*, 2013), para diversos autores críticos se trata de un estándar de referencia poco exigente en muchos contextos nacionales y regionales como los de muchos de los países de la UE. En resumen, la crítica a la serie de normas ISO 14000 se podría resumir, en la línea a lo señalado por Krut y Gleckman (1998) en su monografía crítica sobre el estándar internacional, como “compromiso con el cumplimiento (de la legislación y la normativa vigente), desempeño, verificación externa, información pública (public reporting) y participación pública” (Krut y Gleckman, 1998).

Tal y como detallan Heras *et al.* (2008), la norma ISO 14001, como ocurría con la norma ISO 9000, no es simplemente una norma o un estándar aislado, sino que forma parte de una familia de normas que se refieren a la gestión ambiental aplicada a la empresa, cuyo objetivo consiste en la formalización y sistematización de aquellos procesos y tareas que repercuten directa o indirectamente en el medio ambiente.

La familia de normas de la serie 14000 se dividió en seis grupos diferentes: los estándares ISO 14001 e ISO 14004 relacionados con el SGM; los estándares ISO 14010, ISO 14011 e ISO 14012 de auditoría medioambiental; los estándares ISO de etiquetado medioambiental, del 14020 al 14025 (Environmental Labeling); el estándar ISO 14031 de evaluación del desempeño medioambiental; los estándares ISO del 14040 al 14043 dedicados a la evaluación del ciclo de vida, y, por último, el estándar ISO 14060, relacionado con los aspectos medioambientales de los estándares de productos (Heras *et*

*al.*, 2008). De ellos, sólo ISO 14001 era el único que se podía certificar, el resto de los estándares eran soportes de esta, con el objetivo de optimizar la efectividad de la principal.

Como ya se ha comentado, ISO 14001 no fija resultados medioambientales a cumplir ni unas metas medioambientales, sino que sólo establece unos requisitos mínimos sobre la sistemática de trabajo a cumplir en la empresa respecto a las actividades que generan el impacto ambiental. En definitiva, este modelo ofrece un marco sistemático para incorporar los aspectos medioambientales en el día a día de la empresa (Heras *et al.*, 2008)

Hoy en día, ISO 14001 se ha convertido en el estándar internacional más popular a nivel mundial para la implementación de los SGM. Desde su lanzamiento en 1996, la certificación ISO 14001 ha experimentado un crecimiento intensivo en la escena internacional; a finales de 2012, se habían emitido 285.844 certificados en 167 países (ISO, 2013).

#### **4.2.2. El Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS)**

Otro de los estándares más conocidos para implantar un SGM es el Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría, más conocido por sus siglas en inglés como EMAS. Se puede adherir a EMAS cualquier organización pública o privada que desee mejorar su comportamiento medioambiental. Inicialmente se inspiró en la política preventiva contemplada en el V Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la Unión Europea y permite a las organizaciones, que lo implanten de manera voluntaria, de disponer de un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales, regulado por el Reglamento (CE) núm. 761/2001, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de marzo de 2001.

La primera versión de EMAS data de 1993 mediante el Reglamento (CEE) núm. 1836/1993. Al ser el mismo año que el de la irrupción de ISO 14001, y para evitar duplicidades, se adoptaron los requisitos del estándar ISO 14001 en cuanto al Sistema de Gestión Medioambiental a implantar, lo que supuso un fuerte impulso a este estándar.

Una organización que quiera adherirse al reglamento EMAS, ha de cumplir los siguientes requisitos generales (adaptado de Heras *et al.*, 2008):

- Realizar un Análisis Medioambiental de sus actividades. Se debe realizar una evaluación global preliminar de los diferentes aspectos, impactos y comportamientos en materia de medio ambiente, de cara a conocer cuál es la situación de partida de la empresa.

- La fase central del proceso, implantar un Sistema de Gestión Medioambiental.
- Se deben llevar a cabo auditorías medioambientales. Es un instrumento de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización, el sistema de gestión y procedimientos para la protección del medio ambiente.
- Se debe elaborar una declaración medioambiental. Es un documento mediante el cual las empresas que implantan un SGM dan a conocer al público y a todas las partes interesadas información clara y coherente relativa al impacto y comportamiento medioambiental de la empresa, así como respecto a la mejora continua de dicho impacto y comportamiento. Se debe presentar esta Declaración en el momento en que la organización se registre por primera vez y luego se debe renovar cada tres años.
- Es necesario verificar el análisis medioambiental, el SGM, el Procedimiento de Auditoría y la Declaración Medioambiental, para luego validar la Declaración Medioambiental. Este proceso incluye el examen de la documentación del SGM, la visita a la organización, incluyendo entrevistas con el personal, la preparación de un informe a la dirección de la organización y, la solución propuesta por la organización a los problemas planteados en el informe.
- Presentar la Declaración validada al órgano competente y ponerla a disposición del público.

El punto 2, referente a la implantación del SGM, es uno de los puntos más importantes. El SGM debe incluir el Manual de Gestión Medioambiental, los Procedimientos Operativos y las Instrucciones de Trabajo o Instrucciones Técnicas. Exactamente, los procedimientos que, como mínimo, se recomiendan integrar en la Base Documental de un SGM conforme al reglamento EMAS son los siguientes (adaptado de Heras *et al.*, 2008):

- Procedimiento para la identificación y acceso a los requisitos legales y otros requisitos similares.
- Procedimiento para la identificación y evaluación de aspectos medioambientales de las actividades y servicios.
- Procedimiento para la información y comunicación con las partes externas.
- Procedimiento para la elaboración, control, distribución, archivo y revisión de la documentación medioambiental.
- Procedimiento para el control operacional.

- Procedimiento para la prevención y el control de las situaciones de Procedimiento para la medición y seguimiento medioambiental.
- Procedimiento general de verificación.
- Procedimiento para el control y gestión de no conformidades, acciones correctoras y preventivas.
- Procedimiento para el control de los registros medioambientales.
- Procedimiento de auditorías medioambientales.
- Procedimiento para la elaboración de la Declaración Medioambiental.

Después de que una organización implante el SGM, debe ser examinada por un Verificador Medioambiental Acreditado para adherirse al reglamento EMAS. Éste debe aprobar que el SGM, el Procedimiento de Auditoría y la Declaración Medioambiental se encuentran correctamente adoptados. Este proceso para verificar el SGM, está constituido por la visita a la empresa, entrevistas al personal, preparación de un informe a la dirección de la empresa y la propuesta de una solución por la organización para resolver los problemas que se hayan planteado (Heras *et al.*, 2008). Esta verificación en España la realiza una entidad acreditada, exactamente la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC).

Desde 1993, el reglamento comunitario se ha revisado dos veces. La primera de las revisiones se hizo en el año 2001, estableciéndose una nueva versión conocida como EMAS II. Esta revisión se hizo para adaptarlo a todo tipo de organizaciones que quisiesen mejorar su rendimiento medioambiental, esto es, para todos los sectores (el EMAS anterior estaba enfocado solamente al sector industrial). Por otra parte, EMAS II integró procedimientos de ISO 14001, por lo que existe la opción de implantar EMAS a partir de un sistema ISO 14001 implantado anteriormente. Por último, en el año 2009, se publicó la última versión basada en el Reglamento (CE) número 1221/2009, que entro en vigor el 16 de diciembre de 2009. , este reglamento se conoce como EMAS III. Según los promotores Los objetivos principales que se establecieron para la revisión del modelo fueron los siguientes (Iraldo *et al.*, 2009):

- Se trata de promover la mejora continua en la acción ambiental de las actividades industriales mediante políticas, programas y sistemas de gestión.
- Difundir la información sobre el comportamiento ambiental, y el diálogo abierto con el público y las partes interesadas.
- Crear una Declaración Ambiental de acceso público.

- Evaluar de forma periódica su funcionamiento.
- Fomento de una formación adecuada del personal en las organizaciones, así como su implicación activa.

Realizando una comparativa entre el último EMAS III y los dos reglamentos EMAS anteriores que estuvieron en vigor, es notable el refuerzo del cumplimiento legal, mediante la promoción del dialogo entre organizaciones y las autoridades. Se trató de potenciar el papel del verificador para asegurar que se cumple la legislación. También se amplió el alcance de la adhesión al modelo europeo. Además, con el cambio pueden participar organizaciones de cualquier sector y tamaño, tanto dentro como fuera de la Unión Europea (Heras *et al.*, 2008). Con esto se intentó reforzar la información relacionada con el comportamiento de las organizaciones, sobre todo con las guías de buenas prácticas ambientales por parte de la Comisión Europea.

Con la última versión, las PYMES, en vez de los tres años que imponían anteriormente, pasaron a actualizar el registro cada cuatro años. La declaración ambiental pueden presentarla cada dos años en vez de año a año. Eso sí, las PYMES deben de demostrar que no existen riesgos ambientales significativos. Por último, se armonizaron las reglas de validación y verificación de los estados de la unión mediante una serie de acciones, como por ejemplo, simplificando el proceso de registro o reduciendo la carga administrativa de dicho registro (Heras *et al.*, 2008).

Desde que se puso en marcha el Sistema Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS) hasta diciembre de 2014, 3.721 organizaciones europeas correspondientes a 10.826 sitios habían adoptado la norma, sobre todo en Alemania, España e Italia (Comisión Europea, 2014a).

### **4.3. Estándares de gestión energética**

El lanzamiento de la norma ISO 50001 en junio de 2011, fue un hito para el fomento de los SGE. ISO 50001 tiene reconocimiento internacional y es considerado como el principal referente internacional en todo el mundo para implementar y certificar un SGE. Sin embargo, es importante subrayar que ISO 50001 no es la primera norma de gestión de la energía en el mundo. Anteriormente existían unas cuantas normas de gestión de energía que se comentan a continuación:

- AS 3595: 1990 y AS 3596: 1992 Programas de Gestión de la Energía (Australia)
- SS 627750: 2003 (Suecia)
- SenterNovem: 2004 (Países Bajos)

- VDI 4602-1 Gestión de la energía (Alemania)
- DS 2403: 2001 (Dinamarca)
- IS 293: 2005 (Irlanda)
- ANSI / MSE 2000: 2008 (EE.UU.)
- PAS 99: 2006 (Reino Unido)
- KSA 400: 2007 (Corea)
- SANS 879: 2009 (Sudáfrica)
- China GB / T-xxx 2000x ICS 03.120.10
- STB 1777-2009 (Bielorrusia)
- EN 16001: 2009 (Europa, sustituida por la norma ISO 50001 y fue retirado en abril de 2012)
- BIP 2187: 2009 Principios de Gestión de Energía y Práctica: Un compañero de la norma BS EN 16001: 2009 (British Standard Institution (BSI))

Todas las normas SGE tienen un objetivo común; integrar la gestión de la energía en la cultura organizacional. Anisimova (2013) realizó una comparación de las normas de gestión de la energía y sus tareas relevantes, ésta puede ser observada en la Tabla 6. La investigación llevada a cabo por Anisimova (2013) llegó a la conclusión de que las normas anteriores de gestión de energía tienen muchas características en común. Esto no es casual, ya que todas las normas anteriores de gestión de la energía, por ejemplo las anteriores a ISO 50001, fueron desarrolladas por personas que trabajan en el modelo de gestión ISO para la mejora continua (McKane *et al.*, 2008).

Para cada una de las tareas que se enumeran en la Tabla 6, se establece una correlación cruzada. Si esa tarea se encuentra en la mayoría de los estándares (alta correlación cruzada), el nivel de adecuación es alto, mientras que si la correlación entre los diferentes estándares es baja, significa que solamente se encuentra en uno o dos estándares de gestión energética.

Tabla 6. Evaluación del nivel de adecuación de las normas nacionales SGE.

<i>Categorías</i>	<i>Elementos</i>	<i>Nivel de adecuación entre las normas</i>
PLAN/PLANEAR	-Registros	<i>Alto</i>
	- Compromiso de gestión	<i>Bajo</i>
	- Política Energética	<i>Alto</i>
	- Responsabilidad y autoridad	<i>Medio</i>
	- Planificación estratégica	<i>Bajo</i>
	- Gestión de datos de energía, el perfil de energía	<i>Bajo-Medio</i>
	- Legales y otros	<i>Alto</i>
	- Objetivos, metas y proyectos	<i>Alto</i>
DO/HACER	- Compras	<i>Bajo</i>
	- Diseño	<i>Bajo</i>
	- Comunicación	<i>Alto</i>
	- Competencia, formación y sensibilización	<i>Alto</i>
	- Equipos, sistemas y control de procesos	<i>Medio</i>
	- Implementación de proyectos energéticos	<i>Bajo</i>
	- Calibración	<i>Medio</i>
	- Planificación contingente	<i>Bajo</i>
CHECK/REVISAR	- Monitoreo y medición	<i>Medio</i>
	- Evaluación de los requisitos legales	<i>Alto</i>
	- Auditoría interna	<i>Medio</i>
	- No conformidades, acciones correctivas, acciones preventivas	<i>Alto</i>
ACT/ACTUAR	- Revisión de la dirección	<i>Alto</i>

Fuente: adaptada de Anisimova (2013).

El estándar de Estados Unidos, desarrollado por Georgia Tech / ANSI, surgió de los principios de gestión ISO. El estándar danés, que se publicó un año más tarde, tiene principalmente las mismas características y va más allá, ya que hace referencias explícitas a la norma ISO 14001. Tanto las normas irlandesas como las suecas reconocen su similitud y la relación con el estándar danés, así como la norma china que se desarrolló basándose en la norma Georgiana Tech / norma ANSI.

Sin embargo, como se aprecia en la Tabla 6, ciertos elementos de las diferentes normas no coinciden en absoluto, como por ejemplo los puntos "compromiso de la dirección", "planificación estratégica", "gestión de datos de energía", "el perfil de energía", "compras", "diseño" y "ejecución de los proyectos de energía". Estas diferencias en ciertos elementos entre los diferentes SGE, pueden ser una razón importante para la puesta en marcha de una norma internacional común.

#### **4.4. ISO 50001:2011**

##### **4.4.1. Introducción**

ISO 50001 es el SG principal de esta Tesis Doctoral, por ello se va a analizar en profundidad esta norma. Nació en junio de 2011 y su objetivo era permitir a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético, incluida la eficiencia energética, el uso y el consumo. Con la aplicación de esta norma se pretendió obtener reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales, así como la reducción del costo de la energía a través de la gestión sistemática de la energía. De acuerdo con la norma ISO (2011b), ISO 50001 proporciona un marco de requisitos que ayudan a las organizaciones a:

- Desarrollar una política para el uso más eficiente de la energía.
- Conseguir las metas y objetivos para cumplir con la política energética marcada.
- Usar datos para comprender mejor y tomar decisiones sobre el uso y el consumo de energía.
- Medir los resultados.
- Examinar la eficacia de la política y mejorar continuamente la gestión energética.

ISO 50001:2011 es una Norma Internacional *voluntaria* desarrollada por ISO (ISO, 2011b). La norma ISO 50001 sustituyó a la norma UNE EN 16001 y que recogió algunos cambios sustanciales respecto a la misma. Esencialmente, esos cambios se referieron a la desaparición del concepto de "aspecto energético" para la aparición del concepto de revisión energética y cálculo de la línea base. Ese giro hace a la norma ISO 50001 más técnica en comparación con la norma EN 16001, acercándola al concepto de auditoría energética, equiparable con la revisión energética. Además, como se verá a continuación,

introdujo en el control operacional algunas especificaciones referidas a los requisitos en la compra de energía.

El propósito de esta Norma Internacional es ayudar a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para que puedan *mejorar su desempeño energético*, incluyendo la eficiencia energética y el uso y consumo de la energía. La implementación de esta Norma Internacional está destinada a conducir a la *reducción* de las emisiones de GEI y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los *costes* de la energía a través de una gestión sistemática (ISO, 2011c).

Esta norma se puede aplicar a todos tipo de organizaciones públicas y privadas, así como de todos los tamaños y actividades, independientemente si es productor de energía, consumidor o ambos a la vez (EQA, 2011).

La ISO 50001, establece un marco de referencia para la mejora y el ahorro de la energía para todo tipo de organizaciones. Debido a su amplio alcance, ya que es aplicable a todos los sectores económicos, se estimó que la norma podría influir hasta en un 60% del consumo energético mundial. Esta estimación se basa en la sección “demanda mundial de energía y perspectivas económicas” del IEO (2010). El cual manejó cifras del consumo global de energía por sectores del año 2007 e incluye el 7% del sector comercial (definido por Empresas, Instituciones y Organizaciones que prestan servicios), y el 51% del sector industrial (incluyendo la manufactura, agricultura, minería y construcción) (ISOTools, 2012).

Son varios los beneficios derivados de la implantación de la norma ISO 50001. La naturaleza de los mismos son claros desde un punto de vista medio ambiental, económico, operativo y de imagen. Una vez analizada la escasa literatura académica y profesional existente, se puede afirmar que los principales beneficios son:

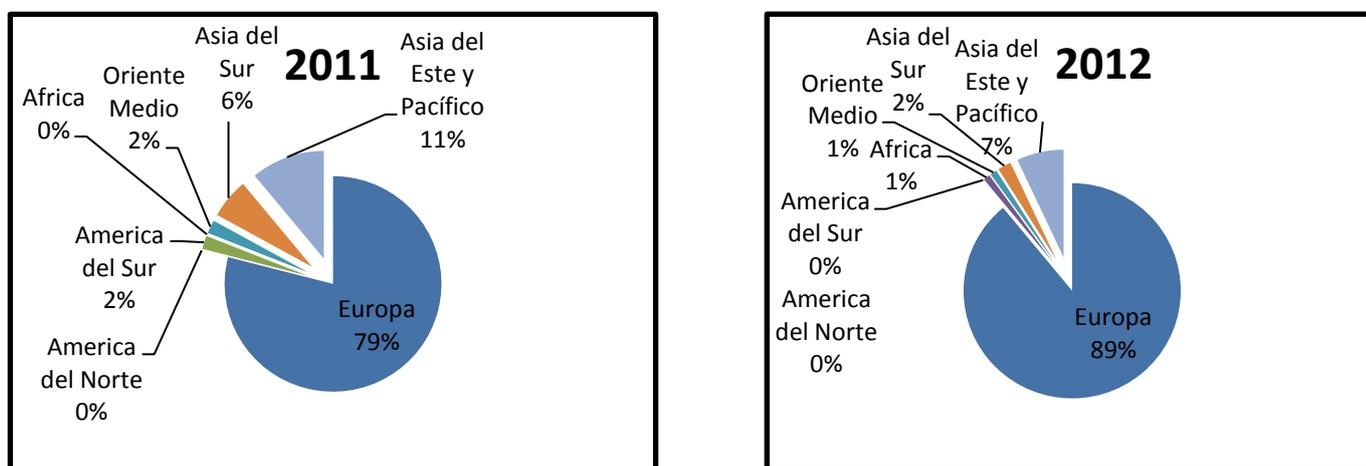
- Ahorro de energía en el corto, medio y largo plazo.
- Sistematización y control de la cantidad de energía consumida en cada proceso.
- Diagnóstico y análisis, estructurado y pormenorizado, de las medidas de ahorro energético para los procesos consumidores de energía en la organización.
- Reconocimiento e imagen de cara al exterior (clientes, proveedores, accionistas, opinión pública) de su compromiso con un consumo energético sostenible.

#### 4.4.2. Evolución de ISO 50001

ISO estableció la norma ISO 50001 con el fin de apoyar a las organizaciones en la idea de ahorrar dinero mediante el uso eficiente de la energía, así como de ayudar a conservar recursos naturales y hacer frente al cambio climático (Eccleston *et al.*, 2011). Se esperaba que la norma ISO 50001 tuviese un gran impacto en la gestión de la energía en el presente y en el futuro. Esta norma establece un marco, no sólo para las plantas industriales, sino también para instalaciones comerciales, institucionales gubernamentales y otras organizaciones para gestionar energía.

Desde el día de su creación, diversas actividades industriales y comerciales se han dotado de ISO 50001. La certificación de la norma ISO 50001 creció rápidamente en sólo un año, de 459 en 2011 a 1.981 en 2012, con un crecimiento anual de 332% (ISO, 2013). De acuerdo a la cantidad de certificaciones ISO 50001, en la Figura 5 se puede apreciar que Europa ostenta la mayoría de las certificaciones a nivel mundial seguida de Asia oriental y el Pacífico. Exactamente, Europa abarca el 79% y el 89% de las certificaciones en los años 2011 y 2012, respectivamente.

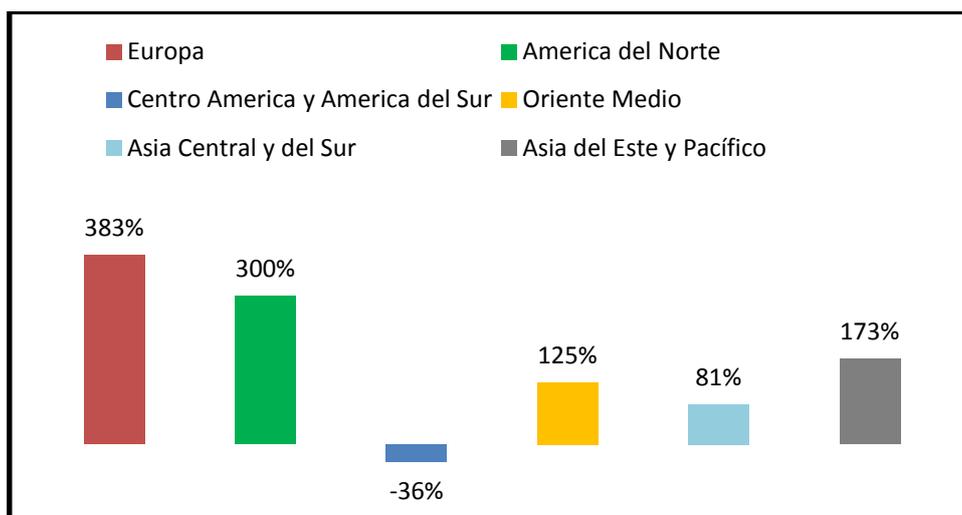
Figura 5. Certificaciones ISO 50001 en el mundo.



Fuente: adaptada de ISO Survey 2012 (ISO, 2013).

Además de poseer la mayor parte de las certificaciones del mundo, Europa también mostró un enorme crecimiento, del 383%, en la certificación ISO 50001, seguida de América del Norte, Asia Oriental y el Pacífico, (ver Figura 6).

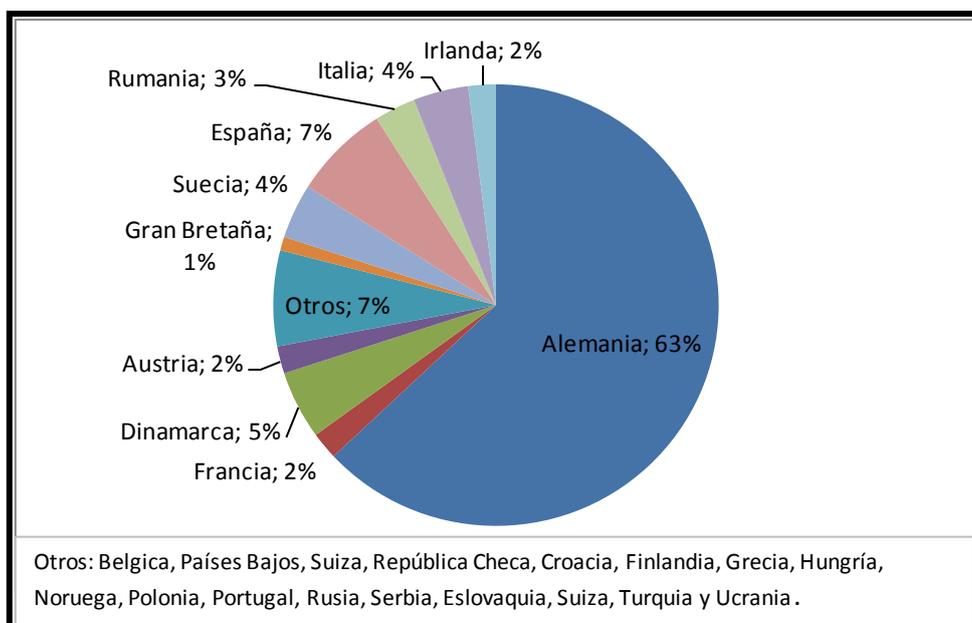
Figura 6. Crecimiento de las certificaciones ISO 50001 en el año 2012.



Fuente: adaptada de ISO Survey 2012 (ISO, 2013).

Dado que Europa es el principal actor de las certificaciones ISO 50001, en la Figura 7 se muestra la distribución de éstas en los diferentes países de la Unión Europea. El país que más certificaciones abarcaba en el año 2012 (últimos datos) era Alemania, con 1.115 certificaciones, seguido de España, Dinamarca, Suecia, Italia, Rumania, Francia, Irlanda, Austria y Reino Unido.

Figura 7. Porcentaje de certificaciones ISO 50001 por países.



Fuente: Adoptado de ISO Survey 2012 (ISO, 2013).

#### 4.4.3. Metodología y objetivos de la norma ISO 50001

La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. Las organizaciones multinacionales tienen acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras.

Una organización que certifica su SGE, demuestra la aplicación de su política energética hacia fuentes de energía limpia, ya sean renovables o excedentes, bajo el principal objetivo de sistematizar los procesos energéticos (gestionar sus aspectos energéticos, es decir, los elementos de su actividad, producto o servicio que interactúan con el uso de la energía) (EQA, 2011).

La política energética de una organización que está concienciada con el cambio climático, enfoca la mejora continua en el uso de la energía hacia un aseguramiento de la continuidad de la energía, la eficiencia energética, el ahorro del consumo y de los costes, el empleo de energía renovable, alternativa y limpia (EOA, 2011).

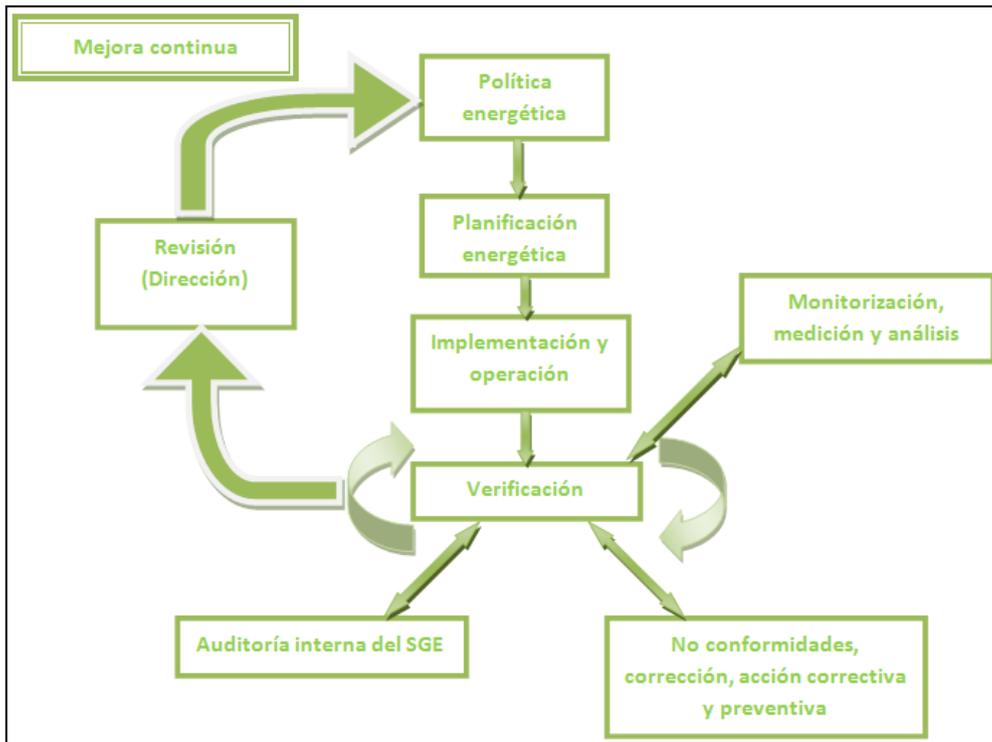
Esta Norma Internacional especifica los requisitos de un SGE a partir del cual la organización puede desarrollar e implementar una política energética y establecer objetivos, metas y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía. Un SGE permite a la organización alcanzar los compromisos derivados de su política, tomar las acciones necesarias para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta norma internacional. Ésta puede adecuarse a los requisitos específicos de la organización, incluyendo la complejidad del sistema, el grado de documentación y los recursos.

Esta norma internacional se basa en el ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) e incorporar la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la figura 8.

- *Plan/Planear*: llevar a cabo la revisión de la energía y establecer una línea de base, EnPIs, objetivos y planes de acción necesarias para conseguir resultados que mejoren la eficiencia energética de acuerdo con la política energética de la organización.
- *Do/Hacer*: implementar los planes de acción de gestión de la energía.

- *Check/Comprobar*: realizar un seguimiento y medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el rendimiento energético frente a la política energética y los objetivos, e informar sobre los resultados.
- *Act/Actuar*: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño energético y el sistema en general.

Figura 8. Modelo de sistema de gestión de la energía para ISO 50001



Fuente: Adaptado de ISO (2011b).

#### 4.4.4. Las actividades y requisitos de ISO 50001

Hay varias actividades que deben llevarse a cabo para implementar la norma ISO 50001. La lista de actividades del ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar de la norma ISO 50001 se muestra en la siguiente Tabla 7. Las nuevas actividades en la norma ISO 50001 se muestran en negra.

Tabla 7. La lista de actividades de ISO 50001.

No	Mejora continua	Actividades	Gestión energética Documentación Output	Persona a cargo
1	PLAN	Establecer la política energética	Política energética	Alta dirección
2		Nombrar al gestor energético	-	Alta dirección
3		Formar el equipo de energía	-	Gestor energético
4		<b>Realizar la revisión energética<sup>2</sup></b>	<b>Revisión energética<sup>2</sup></b>	Gestor energético y grupo de gestión de la energía
5		<b>Establecer la línea de base de energía<sup>2</sup></b>	<b>Línea de base de energía<sup>2</sup></b>	
6		<b>Establecer los indicadores de rendimiento energético (EnPIs)<sup>2</sup></b>	<b>EnPIs<sup>2</sup></b>	
7		Establecer los objetivos y metas de energía	Objetivos y metas	
8		Establecer planes de acción	Planes de acción	
9	DO	Asegurar formación y sensibilización	-	
10		Comunicación interna	-	
11		Documentación	Documentación SGE	
12		Control operacional	-	
13		<b>Diseño<sup>2</sup></b>	-	
14		<b>Adquisición de servicios, productos y equipamientos de energía<sup>2</sup></b>	-	
15	CHECK	Procesos de seguimiento, medición y características clave	-	
16		Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos	-	
17		Auditoria interna del SGE	-	
18		Revisar y hacer correcciones, acciones correctivas y acciones preventivas	-	
19		Establecer y mantener registros	-	
20		Revisión de la dirección	Cambios en la documentación del SGE	Alta dirección
21	ACT	Tomar acciones para la mejora continua del rendimiento (performance) energético		Gestor energético y el grupo de energía

Fuente: elaboración propia basada en la Norma ISO 50001 (ISO, 2011c).

<sup>2</sup> Las nuevas actividades de ISO 50001

Por otra parte, los puntos/requisitos que se deben abordar en la norma ISO 50001 se muestran en la Figura 9.

*Figura 9. Requisitos a abordar en la norma ISO 50001.*

- 1. Ámbito de aplicación/Alcance**
- 2. Referencias normativas**
- 3. Términos y definiciones**
- 4. Requisitos del sistema de gestión de la energía**
  - 4.1. Requisitos generales**
  - 4.2. Responsabilidad de la gestión**
    - 4.2.1. Alta dirección**
    - 4.2.2. Representante de la dirección**
  - 4.3. Política energética**
  - 4.4. Planificación energética**
    - 4.4.1. Generalidades**
    - 4.4.2. Requisitos legales y otros**
    - 4.4.3. Revisión de la energía**
    - 4.4.4. Línea de base de la energía**
    - 4.4.5. Indicadores de eficiencia energética**
    - 4.4.6. Objetivos de la energía, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía**
  - 4.5. Aplicación y funcionamiento**
    - 4.5.1. Generalidades**
    - 4.5.2. Competencia, formación y sensibilización**
    - 4.5.3. Comunicación**
    - 4.5.4. Documentación**
    - 4.5.5. Control operacional**
    - 4.5.6. Diseño**
    - 4.5.7. Contratación de servicios energéticos, productos, equipos y energía**
  - 4.6. Verificación**
    - 4.6.1. Monitorizar, medir y analizar**
    - 4.6.2. Evaluación de los requisitos legales y otros requisitos**
    - 4.6.3. Auditoría interna del SGen**
    - 4.6.4. No conformidades, acciones inmediatas, correctivas, y preventivas**
    - 4.6.5. Control de registros**
  - 4.7. Revisión por la dirección**

Fuente: elaboración propia basada en Norma ISO 50001 (ISO, 2011c).

Para entender mejor los requisitos comentados en la Figura 9, en base a los trabajos de LRQA (2012), BIS (2011) y AChEE (2012), a continuación se profundizan esos requisitos punto por punto:

### **1. *Ámbito de aplicación/ Alcance***

Esta norma internacional especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, cuyo objetivo es permitir a una organización poder continuar con un enfoque sistemático en la consecución de la mejora continua de la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo. Esta norma internacional especifica los requisitos aplicables a la utilización y el consumo de energía, incluyendo medición, documentación y presentación de informes, las prácticas de diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y el personal que contribuyen a la eficiencia energética.

Esta norma se aplica a todas las variables que afectan al rendimiento de energía que pueden ser monitorizados e influenciados por la organización. Esta norma internacional no establece criterios específicos de desempeño energético. Ha sido diseñada para ser utilizada de forma independiente, pero puede ser alineada o integrada con otros SG.

Esta norma internacional es aplicable a cualquier organización que desee asegurar el cumplimiento de su política energética y demostrar a terceros por medio de auto-evaluaciones y auto-declaraciones de conformidad, o mediante la certificación del sistema de gestión de energía por una organización externa.

### **2. *Referencias normativas***

No se citan referencias normativas. Este punto incluye los mismos puntos que otros sistemas gestión ISO.

### **3. *Términos y definiciones***

A los efectos de este documento, se deben aplicar los siguientes términos y definiciones.

#### **3.1. Límites**

Límites físicos o límites organizativos definidos por la organización. Ejemplo: un proceso, un grupo de procesos, etc.

#### **3.2. Mejora Continua**

Proceso recurrente que se traduce en la mejora de la eficiencia energética y del sistema de gestión de la energía en consonancia con la política energética de la organización.

#### **3.3. Corrección**

Acción para eliminar una no conformidad (3.21.). Adaptado de ISO 9000: 2005, definición 3.6.6.

#### 3.4. Acción correctiva

Acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada (3.21.). Adaptado de ISO 9000:2005, definición 3.6.5.

3.5. Energía (electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido y otros medios)

A efectos de esta norma, la energía se refiere a las distintas formas de energía, incluyendo las renovables.

#### 3.6. La línea de base de la energía

Referencia(s) cuantitativa(s) que proporcionan una base para la comparación de la eficiencia energética. Una línea de base refleja un período de tiempo específico y se puede normalizar mediante la utilización de variables que afectan al uso y/o consumo de energía, como por ejemplo el nivel de producción, días-grado (temperatura exterior), etc. La línea de base de energía también se utiliza para el cálculo del ahorro energético, tomándola como referencia después de la implantación de acciones de mejora de eficiencia energética.

#### 3.7. Consumo de energía

Cantidad de energía aplicada.

#### 3.8. La eficiencia energética

Ratio u otra relación cuantitativa entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía y un input de energía. Por ejemplo, energía necesaria/energía utilizada, salida/entrada de energía, energía teórica utilizada/ energía utilizada.

#### 3.9. Sistema de Gestión de la Energía (SGE)

Conjunto de elementos, interrelacionados o que interactúan junto con procedimientos para establecer una política energética y objetivos energéticos, con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos.

#### 3.10. Equipo de gestión de la energía

Persona(s) responsable(s) de la aplicación efectiva de las actividades del sistema de gestión de la energía y de realizar mejoras de rendimiento energético. El tamaño y la naturaleza de la organización y los recursos disponibles, determinarán el tamaño del equipo.

#### 3.11. Objetivo energético

Resultado o logro específico establecido para cumplir con la política energética de la organización relacionada con la mejora del rendimiento (performance) de la energía.

#### 3.12. Rendimiento (performance) energético

Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética (3.8.), el uso de energía (3.18.) y el consumo de energía (3.7.). En el contexto de los sistemas de gestión de la

energía, los resultados se pueden medir contra la política energética, objetivos, metas u otros requisitos de la organización.

### 3.13. Indicador de eficiencia energética (EnPI)

Valor o medida de la eficiencia energética cuantitativa, según la definición de la organización. Los EnPIs podrían expresarse como una simple métrica, relación o un modelo más complejo.

### 3.14. La política energética

Declaración de la organización de sus intenciones globales y orientación de una organización relacionada con su rendimiento de la energía, tal y como es expresado formalmente por la alta dirección. La política energética proporciona un marco para la acción y para la fijación de los objetivos de la energía y los objetivos de energía.

### 3.15. Revisión de la energía

Determinación de la eficiencia energética de la organización sobre la base de datos y demás información, esto conlleva la identificación de oportunidades de mejora. En otras normas regionales o nacionales, los conceptos como la identificación y revisión de los aspectos energéticos o de energía se incluyen en el concepto de revisión de la energía.

### 3.16. Servicios energéticos

Actividades y sus resultados relacionados con el suministro y/o uso de la energía.

### 3.17. Objetivo de energía

Requisito de desempeño energético detallado y cuantificable, aplicable a la organización o sus partes, que surge del objetivo energético y que es preciso establecer y cumplir para alcanzar este objetivo.

### 3.18. El uso de energía

Forma o tipo de aplicación de la energía. Por ejemplo: ventilación, iluminación, calentamiento, enfriamiento, transporte, procesos, líneas de producción, etc.

### 3.19. Partes interesadas

Persona o grupo interesado en, o afectados por, la eficiencia energética de la organización.

### 3.20. Auditoría interna

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener pruebas y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los requisitos.

### 3.21. Disconformidad

El no cumplimiento de un requisito (ISO 9000:2005, definición 3.6.2.).

### 3.22. Organización

Compañía, sociedad, firma, empresa autoridad o institución, o parte o combinación de los mismos, ya sea incorporada o no, públicos o privados, que tiene sus propias funciones y administración y que tiene la autoridad para controlar su uso y consumo de energía. Una organización puede ser una persona o un grupo de personas.

### 3.23. Acción preventiva

Acción para eliminar la causa de una no conformidad potencial (3.21.). Puede haber más de una causa para una no conformidad potencial. Se toma la acción preventiva para evitar la ocurrencia, mientras que se toman medidas correctivas para prevenir la repetición. Adaptado de ISO 9000:2005, definición 3.6.4.

### 3.24. Procedimiento

Especifica la manera de llevar a cabo una actividad o un proceso. Los procedimientos pueden estar documentados o no. Cuando un procedimiento está documentado, se utiliza con frecuencia el término “procedimiento escrito” o “procedimiento documentado”. Adaptado de ISO 9000:2005, definición 3.4.5.

### 3.25. Registro

Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas. Los registros pueden utilizarse, por ejemplo, para documentar la trazabilidad y para proporcionar evidencias de verificaciones, prevenciones y acciones correctivas.

### 3.26. Alcance

Extensión de actividades, instalaciones y decisiones que la organización aborda a través de un SGE, lo que puede incluir varios límites. El alcance puede incluir la energía relacionada con el transporte.

### 3.27. El uso de energía significativa

El uso de energía que representa el consumo de energía sustancial y/u ofrece un considerable potencial de mejora del rendimiento de energía.

### 3.28. Alta dirección

Persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel. La alta dirección controla la organización definida dentro del alcance y los límites del SGE. Adaptado de ISO 9000:2005, definición 3.2.7.

## **4. Requisitos del sistema de gestión de la energía**

### 4.1. Requisitos generales

Como punto de partida de la norma, requiere una rigurosa organización para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGE. La organización debe

asegurarse de que su sistema está correctamente documentado en lo que a los requerimientos de ISO 50001 respecta.

Una de las primeras cosas que hay que decidir como organización es el alcance de su sistema, es decir, hasta dónde puede llegar teniendo en cuenta la limitación que pudiese tener la organización. Sus límites para llevar a cabo diferentes inversiones en lo relativo a la energía pueden ser tanto físicos como económicos. Al establecer claramente sus diferentes límites y el alcance, tanto los pertenecientes a la empresa como otros grupos interesados, e también conocidos como “stakeholders”, podrán entender la extensión del SGE.

La parte final del punto 4.1. requiere determinar cómo se quiere cumplir con los requisitos de la norma ISO 50001; en otras palabras, la planificación que va a llevar a cabo la organización. Las organizaciones planean de diferente manera el SGE, pero como se puede apreciar en el ejemplo indicado por LRQA (2012), el plan contiene el uso de un sistema de gestión de proyectos, diagramas de flujo simples o acciones derivadas de diferentes reuniones.

#### 4.2. Gestión de las responsabilidades

ISO 50001 establece claramente los requisitos tanto para la dirección (4.2.1.) como para el representante o responsable de la gestión (4.2.2.). Los requerimientos y responsabilidades de estas dos figuras son más importantes, entrando en más detalle que en otras normas, tales como ISO 9001 e ISO 14001. Su principal cometido es garantizar un acercamiento permanente a través de la organización para asegurar que se cumplen todos los requisitos de la norma eficazmente. Para cumplir estos requisitos, es necesario que se establezcan acuerdos de compromiso (como se indica en los puntos de la A a la J del apartado 4.2.1.) entre los responsables y la alta dirección con el fin de asegurarse del correcto funcionamiento una vez establecido el sistema.

El responsable de gestión debe ser nombrado por la dirección de la empresa. Éste responsable debe ser una persona que tenga las habilidades y competencias precisas para llevar a cabo las tareas requeridas. Su papel en la gestión de la energía debe estar claramente definido para cubrir los puntos de la A a la H del apartado 4.4.2.

Una vez más, el sistema debe ser capaz de demostrar que estos compromisos se cumplen constantemente, aunque no se especifique como requisito documentado dentro de la norma. Puede ser el caso de descripciones de trabajo, actas de reuniones, ciertos procedimientos, etc. para demostrar que se cumplen los requisitos.

El punto 4.2.1. incluye también la obligación de la dirección de formar un equipo de gestión de la energía. Mientras que el siguiente punto, 4.2.2., incluye como requisito la inclusión de una persona como apoyo para las actividades de gestión de la energía. Para elegir el equipo, la organización deberá tener en cuenta el tamaño y la complejidad de su empresa. En el caso de las pequeñas empresas, el equipo constará de una única persona, siendo ésta la representante de la dirección.

#### 4.3. Política Energética

Al igual que con todos los estándares de gestión, ISO 50001 requiere que la organización cumplimente una política energética. Este debe estar definido por la alta dirección y debe estar adecuada al uso y consumo de la energía en la organización.

Existen ciertos compromisos que debe aclarar la organización dentro de la política energética:

- Compromiso con la mejora continua del rendimiento (performance) energético.
- Compromiso para asegurar la disponibilidad de información y de recursos para alcanzar objetivos y metas.
- Compromiso de cumplir con las regulaciones y otros requisitos suscritos por la organización en lo relacionado al uso, consumo y eficiencia de la energía.

Además de estos compromisos, la política energética debe cumplir los demás requisitos marcados de los puntos de la A a la H del punto 4.3. Estos incluyen la necesidad de asegurar que la compañía va a apoyar la compra de productos y servicios energéticos eficientes, para mejorar el rendimiento (“performance”) de la empresa. Estos conceptos se deben especificar en el punto sobre el diseño (4.5.6.) y en el punto sobre las adquisiciones (4.5.7.).

La empresa necesitará tener la política energética bien documentada y comunicada a todos los niveles dentro de la organización. A diferencia de otras normas comunes, se

puede decidir si esta política estará disponible externamente. La política energética es la piedra angular del sistema y debe mostrar claramente los compromisos, objetivos y expectativas del sistema de gestión energético.

#### *4.4. Planificación energética*

Una vez de que la base esté establecida en el sistema, se debe empezar a planificar la norma. Antes de establecer un sistema de gestión de la energía, la organización deberá recopilar datos sobre los antecedentes de su uso y consumo de energía para que pueda determinar su línea de base. Sin esta información, la organización no será capaz de completar el requisito de la sección de planificación energética de la norma ISO 50001. Algunas líneas de base se pueden obtener en línea desde sus proveedores según LRQA (2012). Campos (2011) utilizó el diagrama de Pareto para identificar los mayores consumos energéticos primarios y secundarios. Para ello, identificó las operaciones que abarcaban el 80% del consumo total de la energía en la organización. Así, se dio cuenta de que con menos de la mitad de las operaciones estaba abarcando el 80% del consumo energético total.

En este punto se debe documentar un proceso de planificación energética. Este debe ser coherente con los requisitos de la política, asegurando la mejora continua del rendimiento energético. También se debe realizar una revisión de las actividades que pueden afectar el rendimiento energético (similar a la evaluación de los aspectos ambientales en ISO 14001). Los requisitos legales del uso de la energía, el consumo y la eficiencia deben estar identificados en el punto 4.4.2. Estos pueden formar parte del SGM como ISO 14001, puesto que poseen requisitos similares, tanto medioambientales como otros, y como la energía, generalmente, es tratada como un aspecto medioambiental, no existe la necesidad de duplicar la información.

El siguiente paso se centra en llevar a cabo la revisión de la energía (punto 4.4.3). Esto requiere, entre otras cosas, la realización de mediciones de consumos y la identificación de las fuentes de energía para realizar una evaluación del uso y consumo actual.

Una vez que el análisis se haya completado, se deben identificar las áreas de uso energético más significativas (instalaciones, equipos, sistemas, procesos, etc.). También se deberá identificar cualquier-variable del uso significativo de la energía, tales como los niveles de temperatura o de producción. A continuación se debe

estimar la utilización y consumo futuro de la energía partiendo del rendimiento energético actual (performance).

Por último, la organización está obligada a identificar, priorizar y guardar en registro las oportunidades de rendimiento (performance) energético que hayan sido detectados. Estas oportunidades pueden incluir el uso de fuentes de energía, por lo que es posible que la organización pueda considerar la oportunidad de utilizar energías renovables como la eólica o la solar.

La línea de base de la energía debe estar establecida mediante la información de la revisión inicial. Esta debe cubrir un periodo de tiempo adecuado para la organización. La cantidad de energía contabilizada en la línea de base depende del tamaño y la complejidad de la organización, además se deberá decidir hasta qué punto se quiere dividir el consumo de la energía en diferentes puntos de consumo para monitorizar y llevar a cabo su correspondiente seguimiento.

Estas líneas base se utilizarán para determinar las mejoras en el rendimiento energético por el desarrollo del sistema. Para ello, se debe decidir cuáles son los EnPIs apropiados para monitorizar y medir el rendimiento (performance) energético. Los EnPIs podrán indicar las mejoras que se están dando mediante su comparación con la línea de base.

Al igual que con otros sistemas de gestión, la parte final de la planificación del sistema consiste en la fijación de objetivos y metas. Se debe intentar que los objetivos de mejora de rendimiento no sean ni demasiado fáciles ni muy difíciles de conseguir. Dentro los requisitos de la norma ISO 50001, también es preciso documentar los planes de acción establecidos, implementados y los que se van a llevar a cabo para mostrar cómo se van a conseguir. Los planes de acción deben incluir la asignación de responsabilidades, plazos y declaraciones sobre cómo se va a verificar el rendimiento (performance) de la energía.

#### 4.5. Implementación y operación

En este apartado se “hace” la norma. ISO 50001 requiere que la organización utilice los planes de acción y otros outputs para implementar y operar la planificación del proceso en el sistema.

De nuevo, como en otras normas, ISO 50001 requiere que la organización asegure la formación a todas las personas que trabajan en relación al uso de la energía, bien sean empleados directos o indirectos, como puede ser el caso de los contratistas. Estos deben estar perfectamente preparados, educados y formados, y la empresa tiene que asegurar que dispongan de las habilidades necesarias para ello. El punto 4.5.2. contiene los requisitos específicos que cualquier persona que trabaja en la organización debe saber, exactamente se especifican entre los puntos A y D. Se subraya la importancia de la conformidad con las responsabilidades, los beneficios de la mejora del rendimiento energético y el impacto de las actividades. El propósito de estos requisitos es asegurar que todo el mundo juegue un papel activo en la gestión de la energía y sea consciente de su papel y del potencial de los beneficios que puede aportar una mejora del rendimiento (performance) energético.

Las comunicaciones internas deberían de utilizarse para que los trabajadores sean conscientes de las mejoras que se están llevando a cabo y para que puedan contribuir positivamente mediante comentarios o sugerencias de mejoras en el SGE. Por ejemplo, se podría realizar mediante el uso de tarjetas, cajas de sugerencias o mediante una intranet, es decir, mediante medios que se encuentre disponibles para todos. Por otra parte, la organización debe decidir si quiere comunicar externamente sus políticas de energía y su rendimiento energético. ISO 50001 es diferente a otros sistemas de gestión, no es necesario hacer pública la política energética de la compañía. Esta decisión tiene que documentarse y, si se decide que sea público, de debe establecer un método.

En el punto 4.5.4.1. se enumera la documentación mínima necesaria para ISO 50001. Mientras que en el punto 4.5.4.2. es similar a otras normas, tales como ISO 90001, ISO 14001 Y OSHAS 18001. Esto requiere que se tenga que garantizar, entre otros requisitos, que los documentos están controlados y los cambios realizados verificados.

Similar a la norma ISO 14001, ISO 50001 incluye el punto 4.5.5. que abarca el control operacional. Sin embargo, las áreas de diseño y las adquisiciones se encuentran separados en diferentes puntos dentro de ISO 50001, dándole más importancia y con más detalle que en la norma ISO 14001 por ejemplo. El control operacional requiere identificar y planificar las operaciones y actividades de mantenimiento, además de asegurar su realización bajo condiciones específicas. Por ejemplo, actividades de mantenimiento que podrían minimizar las fugas de aire comprimido, mantenimiento

de trampas de vapor, revisiones de calderas, etc. No existe un punto específico dentro del control operacional de preparación para casos de emergencias, pero si existe un punto donde la organización puede optar por incluir el rendimiento (performance) energético, determinando cómo se va a reaccionar en las situaciones de emergencia.

El punto 4.5.6. se refiere al diseño de nuevas o renovadas instalaciones, equipos, sistemas y procesos que pueden tener un impacto significativo en el rendimiento (performance) energético. Cabe resaltar que no se incluye el diseño de los productos.

En su caso, es necesario incorporar los resultados de una evaluación del rendimiento energético en la especificación, diseño y actividades de adquisición de proyectos relevantes, llevando un registro de la actividad de diseño.

La organización tiene que informar a los proveedores que la contratación es en parte evaluada sobre la base de la eficiencia energética cuando realicen adquisiciones de los servicios, productos y equipos energéticos o cuando puedan tener un impacto significativo en el consumo de energía. También es necesario establecer y aplicar criterios para evaluar el uso, consumo y la eficiencia de la energía sobre el planeado anteriormente o el tiempo esperado, procurando usar para ello productos, equipos o servicios que tengan gran impacto en cuanto a la eficiencia. Las especificaciones de compra de la energía también deben estar definidas y documentadas.

La parte de orientación de la norma ISO 50001 establece que se puede proponer o exigir al proveedor de energía el lugar de proveniencia de ésta. Un buen ejemplo sería incluir que la organización priorizará comprar la energía que provenga de fuentes renovables en vez de los combustibles fósiles.

#### 4.6. Comprobación (Checking)

En este apartado, exactamente el punto 4.6.1., se requiere que la organización revise, mida y analice las características de las operaciones que determinen el rendimiento (performance) o eficiencia energética. Como mínimo, estas características clave deberán estar enumeradas entre los puntos A y E, incluyendo ENPIs y la eficacia de los planes de acción. Los resultados deben ser registrados y se tendrá que definir y aplicar un plan de medición de la energía.

El nivel de medición variará para cada organización y abarcará desde la lectura de medidores de servicios hasta completar el software aplicado en el sistema, consolidando datos de entrada y obteniendo un análisis automático. El nivel de medición debe ser apropiado para el tamaño de la empresa y la complejidad de la organización. También es necesario asegurarse de que los datos que se utilizan son exactos y repetibles, por lo que se tendrá que calibrar o verificar de otro modo el equipo de seguimiento y medición utilizado. Cualquier desviación significativa en el rendimiento energético (picos inesperados por ejemplo) deben ser investigados y solucionados, siendo necesario mantener los registros adecuados.

Al igual que con la norma ISO 14001 y OSHAS 18001, existe la necesidad de evaluar el cumplimiento de los requisitos legales y de otro tipo (punto 4.6.2.), esta vez focalizando en la energía. En línea con los requisitos de otras normas, se deberán planificar y llevar a cabo auditorías internas para asegurar que el sistema siga siendo eficaz (punto 4.6.3.). También se requiere gestionar incumplimientos, correcciones, acciones correctivas y medidas preventivas (punto 4.6.4.).

El último punto de esta sección de la norma abarca el control de registros (4.6.5.), siendo este similar a los requisitos en otros sistemas de gestión; deben estar establecidos y se deben mantener de una manera que permanezcan legibles, identificables y relacionados con la actividad correspondiente.

#### 4.7. Revisión por la dirección

Esta sección es similar a los requisitos de revisión de otras normas de sistemas de gestión, tales como ISO 9001, ISO 14001 Y OSHAS 18001. Las áreas a ser incluidas como insumos (inputs) deben estar claramente descritas dentro de la norma, junto con los resultados (outputs) esperados.

La revisión por la dirección es una parte esencial de un sistema eficaz. Esto permite a la alta dirección tener una visión general del sistema y no sólo para asegurar si se cumple con los requisitos de la norma, requisitos legales y de otro tipo, sino también para saber si es adecuado para su organización y para ver si se están consiguiendo las metas propuestas. Aunque no se especifique cómo se debe realizar esta revisión, la mayoría de las organizaciones debaten en reuniones periódicas sobre el funcionamiento del sistema y acuerdan las acciones necesarias a tomar para mejorarlo. La frecuencia de revisión del sistema varía de una compañía a otra, desde

revisiones mensuales a revisiones anuales. Cuando se establece el sistema por primera vez y el sistema está inmaduro, se recomienda que se realicen estas revisiones mensualmente o muy a tardar trimestralmente.

A medida que el sistema madura, se tiende a realizar sólo revisiones completas, pero son recomendables revisiones más frecuentes de algunos elementos del sistema, como la eficiencia energética, los resultados de auditorías, los resultados de la evaluación del cumplimiento legal y de otros requisitos del sistema. Del mismo modo, el equipo energético debe realizar informes para informar a la alta dirección si ésta no es parte de dicho equipo. Cada organización es única y es necesario encontrar la forma adecuada para que todo el sistema funcione correctamente.

Finalmente para *implantar con éxito* un sistema de Gestión energética (SGE), EQA (2011) indica que se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La organización debe reconocer la gestión energética como una de sus prioridades, reflejándola en su política energética.
- Se debe realizar un análisis inicial o diagnóstico de la situación de partida de la organización respecto a sus aspectos energéticos para planificar mejor la implantación del sistema.
- Se deben identificar todos los aspectos energéticos de la organización, productos y servicios y además, es necesario determinar cuáles son realmente significativos.
- Es primordial identificar y hacer cumplir tanto los requisitos legales como otros requisitos suscritos que estén relacionados con los aspectos energéticos.
- Los objetivos y metas que se hayan cuantificado deben ser exigentes pero alcanzables.
- La planificación energética se debe fomentar para mejorar el comportamiento a través del ciclo de vida del producto o servicio y el control de las operaciones, incluyendo también las políticas de compras y de mantenimiento.
- Es obligatorio evaluar el desempeño ambiental frente a la política, los indicadores, los objetivos y las prácticas y procedimientos de gestión energética.
- Se debe motivar a las subcontratas y proveedores para que establezcan un sistema de gestión energético.
- Se debe realizar una revisión del sistema.

- Es preciso establecer y mantener comunicaciones y relaciones constructivas abiertas con las partes interesadas, tanto internas como externas, fomentando especialmente la participación de los trabajadores.
- Hay que asegurar el compromiso de la dirección y de todo el personal, sea propio o no, que compone la organización, procurando su formación y sensibilización, así como asignando responsabilidades adecuadas.
- Se deben suministrar los medios necesarios para que se cumpla la legislación y se cumpla con los compromisos energéticos adquiridos.
- Redactar y distribuir un sistema documental que apoye el SGE.

#### **4.4.5. Certificar o no ISO 50001**

La certificación por un auditor independiente del SGE implantado no es un requisito de la norma. Certificar o no es una decisión que deberá tomar el usuario de ISO 50001, a menos que, por ejemplo, sea impuesto por las autoridades. Las alternativas a una certificación independiente (de tercera parte) son invitar a los clientes de la organización a verificar el cumplimiento de ISO 50001, de conformidad con la norma (verificación por una segunda parte), o auto-declarar su conformidad (ISO, 2011b).

Si una organización está interesada en certificar la norma, estos serían los pasos a dar para certificarse según EQA (2011):

- 1.- Implantar la norma ISO 50001:2011.
- 2.- Solicitar a una entidad de certificación independiente la certificación de su sistema.
- 3.- La empresa certificadora pedirá a la organización información suficiente para su análisis antes de la planificación de la realización de la auditoría externa en sus instalaciones. Esa auditoría será realizada por un auditor de forma independiente y rigurosa para elaborar un informe final reflejando las posibles desviaciones respecto a la norma de referencia.
- 4.- Si las desviaciones así lo requieren, la organización las deberá subsanar mediante el aporte de las acciones correctivas y sus evidencias.
- 5.- Una vez cerradas las desviaciones, la organización obtendrá el certificado para 3 años.
- 6.- Anualmente se realizarán auditorías de seguimiento para verificar la eficacia del sistema de gestión energética.

En este capítulo, se han explicado los conceptos de sistematización y estandarización desde su origen. Se ha explicado cómo surgieron los SG analizados en esta Tesis Doctoral (ISO 14001, EMAS e ISO 50001). Al final del capítulo, se han detallado todos los elementos que forman parte de la estructura de ISO 50001, el más importante de esta Tesis Doctoral, para finalizar con los pasos que habría que dar para certificarlo.



## **5. El diseño de los estándares de gestión energética vs. el diseño de los estándares de gestión medioambiental**



## 5. El diseño de los estándares de gestión energética vs. el diseño de los estándares de gestión medioambiental

Para desarrollar los artículos y comprender las diferencias existentes entre los estándares analizados, en este capítulo se realiza una comparación entre el diseño de los estándares de gestión energética (ISO 50001 y su antecesor UNE 16001) y el estándar medioambiental más común (ISO 14001). El capítulo continúa comparando la estructura de ISO 50001 e ISO 14001 y determinando el grado de referencia que hace cada uno de los tres estándares (ISO 50001, ISO 14001 y EMAS) al uso de las ERs. A partir de esa información, se construye el artículo 1 que se encuentra al final de este capítulo mediante dos investigaciones cualitativas en paralelo.

### 5.1. Introducción

La norma ISO 50001 fue diseñada exclusivamente para la gestión de energía e incluye una serie de requisitos no cubiertos por ISO 14001. Aunque el concepto de la energía ya está incluida en la mayoría de las organizaciones que tienen implantada la norma ISO 14001 de gestión ambiental, no se habla de ella de forma especial dentro de ISO 14001 (LRQA, 2012). Por esta razón, a menudo las organizaciones pasan por alto el apartado de la energía y se centran en los aspectos ambientales más evidentes, tales como productos químicos y desechos. La implementación de un sistema de gestión energética certificada con la norma ISO 50001 incluye la necesidad de establecer la línea de base de uso de la energía y los indicadores de eficiencia energética, así como los objetivos dentro de un SGM. También abarca cuestiones específicas dentro de la empresa (que cubre las instalaciones y líneas de producción, etc.), así como las adquisiciones, incluyendo especificar los requisitos de compra de energía.

La opinión general sostiene que un mayor uso de las ERs, en paralelo con iniciativas de eficiencia energética, ayudará a países y empresas en el camino hacia el cumplimiento de los compromisos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Lefebvre, 2011). En los últimos años, se han llevado a cabo una serie de iniciativas para la gestión de la energía en las industrias (Abdelaziz *et al.*, 2011; Agüero *et al.*, 2013), ya que se considera que tienen un papel importante a la hora de luchar contra el cambio climático y la contaminación ambiental.

Como se ha analizado previamente, entre las diferentes iniciativas que se han puesto en marcha en los últimos años, ha habido una gran cantidad de normas nacionales e internacionales para promover la gestión de la energía. Uno de los últimos hitos de este campo ha sido la puesta en marcha de la norma ISO 50001 como norma certificable en 2011.

Esta norma fue diseñada y puesta en marcha a raíz de la exitosa trayectoria establecida por un conjunto de normas para adoptar SGM; tales como ISO 14001 y EMAS (Eco-Management and Audit Scheme). Con ISO 50001 la adopción de los SGE está ganando impulso. La adopción de SGM y SGE conlleva realizar iniciativas como la adquisición de tecnologías limpias, la contemplación de criterios ambientales en la planificación de la producción, la implementación de sistemas de mantenimiento preventivo y el uso de los recursos energéticos renovables (González-Benito *et al.*, 2008).

Para Boiral y Heras-Saizarbitoria (2014), estas normas son códigos o directrices utilizados por las organizaciones para formalizar, sistematizar y legitimar un conjunto muy diverso de actividades empresariales o tareas como la gestión ambiental y la gestión de la energía de manera voluntaria. Estas normas tienden a utilizar una metodología muy similar en cuanto a su creación, estructura, proceso de implementación y seguimiento o auditoría por un tercero -que implica con frecuencia un proceso de certificación-, una tendencia que fue establecida por las exitosas ISO 9001 e ISO 14001. La mayor parte de este tipo de normas no se refiere al cumplimiento de un objetivo o con un resultado particular (Boiral y Heras-Saizarbitoria, 2014). Por ejemplo, ISO 14001 no fija directamente unos objetivos o metas medioambientales específicos que deben alcanzarse (por ejemplo, reducción de las emisiones de GEI, el reciclaje o el consumo de energía), más bien, la norma ISO 14001 define requisitos como; procedimientos a llevar a cabo sobre el tipo de políticas, planes, prácticas de organización y mecanismos de control que serán adoptadas por las empresas para mejorar la gestión de las actividades que pueden tener un impacto ambiental significativo.

Existe una extensa literatura académica que tiene como objetivo analizar los conductores, los riesgos y los resultados generales de la adopción de estándares en base a SGM y SGE, en particular, para el caso de la norma ISO 14001 (véase, para una revisión reciente, Boiral y Heras-Saizarbitoria 2014). Uno de los más relevantes, analiza la transformación ecológica del medio ambiente o el rendimiento (*performance*) medioambiental de las organizaciones certificadas, un tema que ha sido ampliamente debatido. Sin embargo, a pesar de la literatura académica y profesional existente, todavía hay grandes lagunas de conocimiento. Por ejemplo, como resaltaron Lozano y Huisingh (2011), no se sabe si la adopción de SGM fomenta prácticas ambientales como el reciclaje o el uso de las ERs. Por lo que se sabe, hasta ahora el potencial de estas normas para promover la adopción de las ERs en las empresas certificadas no ha sido estudiado. Esta laguna es sorprendente, ya que, según la literatura científica, existen numerosos estudios que hacen hincapié en el papel clave de las ERs y las TERs para el reverdecimiento corporativo (Abdelaziz *et al.*, 2011; Panwar *et al.*, 2011).

## 5.2. Principales diferencias teóricas o de diseño

De acuerdo con la norma ISO 14001, un SGM es "la parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, las actividades de planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, aplicar, alcanzar, revisar y mantener la política medioambiental" (ISO, 2004b).

Del mismo modo, de acuerdo con la norma ISO 50001, un SGE es un "conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política energética y objetivos energéticos, así como los procesos y procedimientos para alcanzar dichos objetivos" (ISO, 2011c). Un SGE requiere que las organizaciones realicen las siguientes acciones (NSAI, 2014):

- Mejora continua del rendimiento de energía, incluida la eficiencia energética, el uso y consumo de energía.
- Revisión del uso, consumo y la eficiencia de la energía en los intervalos definidos.
- Documentar o registrar la metodología y los criterios utilizados para desarrollar la revisión de energía considerando las instalaciones, equipos, sistemas o procesos de la organización.
- Establecer una línea de base de energía e identificar EnPIs adecuados para el seguimiento y la medición de su rendimiento energético.
- Establecer, implementar y mantener objetivos y metas de energía documentados.

La estructura de la norma ISO 50001 está diseñada de acuerdo con otras normas de sistemas de gestión ISO, en particular, la norma ISO 9001 (sistema de gestión de calidad) e ISO 14001 (sistemas de gestión medioambiental). Dado que los tres sistemas de gestión se basan en el ciclo PDCA, ISO 50001 puede ser fácilmente integrado a estos sistemas ISO, la temática de la integración se abarcará en los siguientes temas.

Duglio (2011) elaboró una comparación entre la antigua norma EN 16001 y la nueva norma ISO 50001. A la comparación entre la estructura de la norma ISO 50001 y la norma EN 16001 (Duglio, 2011), se le ha añadido la columna ISO 14001 para apreciar las diferencias existentes entre el SGE y el SGM en cuanto al diseño de la norma. Las partes novedosas de la norma ISO 50001 estándar en comparación con la norma EN 16001 e ISO 14001 se muestran en negrita en la Tabla 8.

Tabla 8. Comparación de la estructura de ISO 50001 con EN 16001 e ISO 14001.

Puntos	EN 16001	Puntos	ISO 50001	Puntos	ISO 14001
1	Alcance	1	Alcance	1	Alcance
		<b>2</b>	<b>Referencias normativas<sup>3</sup></b>	2	Referencias normativas
2	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones
3	Requisitos del SGE	4	Requisitos del SGE	4	Requisitos del sistema de gestión medioambiental
3.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales
		<b>4.2</b>	<b>Responsabilidades de gestión<sup>3</sup></b>		
		<b>4.2.1</b>	<b>Gestión Top<sup>3</sup></b>		
		<b>4.2.2</b>	<b>Gestión representativa<sup>3</sup></b>		
3.2	Política energética	4.3	Política energética	4.2	Política medioambiental
3.3	Planificación	4.4	Planificación energética	4.3	Planificación
3.3.1	Identificación y revisión de aspectos energéticos	<b>4.4.1</b>	<b>Requisitos generales<sup>3</sup></b>	4.3.1	Aspectos medioambientales
3.3.2	Obligaciones legales y otros requisitos	4.4.2	Requisitos legales y de otro tipo	4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos
3.3.3	Objetivos energéticos, metas y programas	<b>4.4.4</b>	<b>Revisión de energía<sup>3</sup></b>	4.3.3	Objetivos, metas y programas
		<b>4.4.5</b>	<b>Línea de base de energía<sup>3</sup></b>		
		4.4.6	<b>Indicadores de rendimiento energético<sup>3</sup></b>		
			Objetivos, metas y planes de acción energéticos		
3.4	Implementación y operación	4.5	Implementación y operación	4.4	Implementación y operación
3.4.1	Recursos, funciones, responsabilidades y autoridad,	4.5.1	General	4.4.1	Aspectos medioambientales
3.4.2	Sensibilización, formación y competencia	4.5.2	Competencia, formación y sensibilización	4.4.2	Requisitos legales y otros requisitos
3.4.3	Comunicación	4.5.3	Comunicación	4.4.3	Comunicación
3.4.4	Documentación del SGE	4.5.4	Documentación	4.4.4	Documentación
3.4.5	Control de documentos	4.5.5	Control operacional	4.4.5	Control de documentos
3.4.6	Control operacional	<b>4.5.6</b>	<b>Diseño<sup>3</sup></b>	4.4.6	Control operacional
		<b>4.5.7</b>	<b>Contratación de servicios, productos, y equipos energéticos<sup>3</sup></b>	4.4.7	Preparación y respuesta ante emergencias
3.5	Revisión	4.6	Revisión	4.5	Revisión y acciones correctivas
	Monitorización y medición	4.6.1	Monitorización, medición y	4.5.1	Monitorización y medición

<sup>3</sup> Nuevas partes del estándar ISO 50001

Puntos	EN 16001	Puntos	ISO 50001	Puntos	ISO 14001
3.5.1	Evaluación del cumplimiento	4.6.2	análisis Evaluación de los requisitos legales y otros requisitos	4.5.2	Evaluación del cumplimiento
3.5.2	No conformidades y acciones correctivas y preventivas	4.6.3	Auditoría interna del SGE	4.5.3	No conformidades y acciones correctivas y preventivas
3.5.3	Control de registros	4.6.4	No conformidades y acciones correctivas y preventivas	4.5.4	Registros
3.5.4	Auditoría interna del SGE	4.6.5	Control de registros	4.5.5	Auditoría interna
3.5.5					
3.6	Revisión del SGE de la dirección	4.7	Revisión de la dirección	4.6	Revisión de la dirección
3.6.1	General	4.7.1	General		
3.6.2	Entradas/Inputs para la revisión de la dirección	4.6.2	Entradas/Inputs para la revisión de la dirección		
3.6.3	Salidas/Outputs para la revisión de la dirección	4.6.3	Salidas/Outputs para la revisión de la dirección		

Fuente: elaborado a partir de Duglio (2011).

Como se puede observar, la norma ISO 50001 y la norma ISO 14001 tienen una estructura similar en lo relativo al alcance y a las referencias normativas, mientras que EN 16001 no incluye estas últimas. Sin embargo, entre EN 16001 e ISO 50001, se aprecian cuatro importantes diferencias:

1. El ámbito de aplicación de la norma ISO 50001 se refiere a la mejora continua del rendimiento (performance) energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo, mientras que EN 16001 sólo se centra en la eficiencia energética.

2. La responsabilidad de la gestión (en 4.2.) y las subsecciones correspondientes de la norma ISO 50001 se encuentran ausentes en las normas EN 16001 e ISO 14001. ISO 50001 hace hincapié en el papel fundamental de la llamada Alta Dirección. Es un actor estratégico, que define las políticas, objetivos y, en consecuencia, asigna recursos y define las funciones operativas (Duglio, 2011).

3. El tercer aspecto está presente en la fase del Plan, donde ISO 50001 añade algunos conceptos 4.4.3. – Revisión energética, 4.4.4. - Línea de base de la energía y 4.4.5. - Indicadores de eficiencia energética.

4. Por último, se añadieron a la fase Do/Hacer del sistema ISO 50001 dos nuevos elementos (4.5.6. - Diseño y 4.5.7. - Contratación de los servicios de energía, productos, equipos y energía). No está indicada la metodología para la selección de indicadores,

pero la organización puede definir el método durante la visita de la entidad de certificación.

Por otra parte, se ha realizado (Tabla 9) un análisis más profundo mediante comentarios sobre las diferencias más relevantes entre los principales estándares globales para adoptar un SGE y SGM, es decir, entre ISO 14001 e ISO 50001. Como se ha comentado, aunque ISO 50001 está estrechamente alineado con la norma ISO 14001, la nueva Norma Internacional pone más énfasis en la mejora continua del rendimiento (performance) energético, incluida la eficiencia energética, el uso y consumo de energía (NSAI, 2014).

Tabla 9. Comparación de la estructura ISO 50001 e ISO 14001.

ÍNDICE	ISO 50001	ÍNDICE	ISO 14001	COMENTARIOS
1	Alcance	1	Alcance	ISO 50001 se centra en el rendimiento (performance) energético, incluida la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo de energía.
2	Referencias normativas <sup>4</sup>	2	Referencias normativas	No citado en ISO 50001.
3	Términos y definiciones	3	Términos y definiciones	Las definiciones en ISO 50001 están enfocadas en la energía e introducen nuevos conceptos como: límites, correcciones, línea de base de energía, consumo de energía, el equipo de gestión de la energía, los indicadores de rendimiento energético (EnPIs), revisión de la energía, servicios de energía y el uso de energía.
4	Requisitos del SGE	4	Requisitos del SGM	ISO 50001 se centra en los sistemas de gestión de la energía
4.1	Requisitos generales	4.1	Requisitos generales	
4.2	Responsabilidad de gestión <sup>4</sup>			ISO 50001 aclara mejor las responsabilidades de la alta dirección; mueve Roles y responsabilidades "por delante"
4.2.1	Alta dirección <sup>4</sup>			
4.2.2	Representante de gestión <sup>4</sup>			
4.3	Política energética	4.2	Política medioambiental	La política de ISO 50001 es muy similar a la Política Medioambiental, los dos pueden ser fácilmente integrados. ISO 50001 se centra en la necesidad de una política específica en relación a la energía teniendo los recursos necesarios, documentados y revisados, con el objetivo de lograr una mejora de eficiencia energética en lugar de desempeño medioambiental y la prevención de la contaminación. Refleja la relación entre las actividades de la empresa y el consumo de energía relevante.
4.4	La planificación energética	4.3	Planificación	Revisión energética (auditoria) y línea de base de la energía.
4.4.1	Requisitos generales <sup>4</sup>	4.3.1	Aspectos medioambientales	

<sup>4</sup> Partes novedosas de ISO 50001

4.4.2	Requisitos legales y otros requerimientos	4.3.2	Requisitos legales y otros requerimientos	ISO 50001 hace hincapié en que un proceso de planificación energético deberá ser coherente con la política energética e implicará una revisión de las actividades de la organización que pueden afectar a su rendimiento (performance) energético. ISO 50001 proporciona un mayor nivel de detalles, incluye una revisión de la energía, incluyendo una revisión del pasado, el presente y el consumo de energía que se espera, concluyendo una línea de base de la energía y la identificación de indicadores de rendimiento energético (EnPIs).
4.4.3	Revisión de la energía <sup>4</sup>	4.3.3	Objetivos, metas y programa	
4.4.4	Línea de base de la energía <sup>4</sup>			
4.4.5	Indicadores de eficiencia energética <sup>4</sup>			
4.4.6	Objetivos de la energía, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía			
4.5	Implementación y funcionamiento	4.4	Implementación y funcionamiento	
4.5.1	Generalidades	4.4.1	Aspectos medioambientales	Los objetivos, metas y planes de gestión deben ser coherentes con la política energética, con el uso significativo de la energía y las oportunidades que ello aporta en relación con todos los aspectos medioambientales.
4.5.2	Competencia, formación y sensibilización	4.4.2	Requisitos legales y otros requerimientos	
4.5.3	Comunicación	4.4.3	Comunicación	
4.5.4	Documentación	4.4.4	Documentación	
4.5.5	Control operacional	4.4.5	Control de documentos	
4.5.6	Diseño <sup>4</sup>	4.4.6	Control operacional	
4.5.7	Contratación de servicios energéticos, productos, equipos y energía <sup>4</sup>	4.4.7	Preparación y respuesta ante emergencias	

4.6	Verificación	4.5	Verificación y acciones correctivas	ISO 50001 es más específico en este punto, exige unos requisitos mínimos para que estén supervisados, medidos y analizados, además incluye usos energéticos significativos y sus variables relevantes, como otros resultados (outputs) de revisión de la energía, EnPIs, eficacia de los planes de acción para lograr los objetivos y metas de la energía y la evaluación de la tasa de consumo real de la energía frente a la esperada.  ISO 50001 refuerza el requisito de la verificación de las medidas adoptadas (es decir, los objetivos y las metas de energía establecidas y el rendimiento energético mejorado) y exige informar de los resultados de la verificación.
4.6.1	Monitorizar, medir y analizar	4.5.1	Monitorizar y medir	
4.6.2	Evaluación de los requisitos legales y otros requisitos	4.5.2	Evaluación del cumplimiento	
4.6.3	Auditoría interna del SGE	4.5.3	No conformidades, acciones correctivas y preventivas	
4.6.4	No conformidades, acciones inmediatas, correctivas y preventivas	4.5.4	Registros	
4.6.5	Control de registros	4.5.5	Auditoría interna	
4.7	Revisión por la dirección	4.6	Revisión por la dirección	Esencialmente lo mismo, ISO 50001 aclara mejor los resultados (outputs) esperados por la revisión de la dirección, ISO 50001 se centra en el SGE y detalla más los outputs a obtener incluyendo rendimiento (performance) energético y los EnPIs relacionados.
4.7.1	Generalidades			
4.6.2	Entradas para revisión de la gestión (Inputs)			
4.6.3	Resultados del análisis de la gestión (outputs)			

Fuente: elaboración propia basada en BSI (2011), Duglio (2011), Welch (2014).

Welch (2014) subraya los beneficios adicionales de la norma ISO 50001 en comparación con la norma ISO 14001. Este autor resalta que ISO 14001 no ha sido capaz de participar plenamente en la gestión energética. ISO 14001 se centra en los impactos relacionados con el medio ambiente, sin una guía específica en el tema de la energía, por ello, no es tan fuerte como ISO 50001 en cuanto al rendimiento (performance) energético, tiene menos requisitos de documentación, y, por último, tiene un mayor enfoque en las métricas y mediciones (Piñero, 2009). En la misma línea Campbell (2012) subraya que la norma ISO 50001 está más especializada: se ha diseñado exclusivamente para la gestión de energía e incluye una serie de requisitos que no están cubiertos por la norma ISO 14001. Aunque la energía se incluye como un aspecto en la mayoría de las organizaciones con un SGM, en la norma ISO 14001 no se nombra de forma especial a la energía, haciendo que muchas veces las organizaciones pasen por alto este tema y se centren en otros aspectos ambientales. Como señala este autor, adoptar un SGE de acuerdo con la norma ISO 50001 incluye la necesidad de establecer la línea de base(s) de uso de la energía y los indicadores de rendimiento de energía, así como los objetivos y metas habituales que existen dentro de un SGM. Del mismo modo, existen términos específicos relativos al diseño (que cubre las instalaciones y líneas de producción, etc.) y las adquisiciones, incluyendo la especificación de requisitos de compra de energía. Pero no existen obligaciones como las exigidas en los indicadores de EMAS III. Aunque las normas ISO 14001 e ISO 50001 son normas de proceso, es obvio que en el caso de la norma ISO 50001 se le da más importancia al rendimiento (performance) (Welch, 2014).

### **5.3. Diferencias en la aplicación práctica de los estándares**

Este subapartado se refiere a las diferencias en la aplicación práctica de los estándares, es decir, a la orientación amplia vs. concreta, al hecho de contar con un mayor o menor enfoque a desempeño, mayor o menor promoción de producción limpia e insumos verdes, etc.

Los resultados y beneficios asociados a la implantación y certificación de los SGM basados en las normas ISO 14001 y EMAS han sido ampliamente analizados en la literatura académica (véase, para una revisión reciente Heras-Saizarbitoria y Boiral, 2013; Testa, 2014). Sin embargo, dentro de la literatura académica no existe mucha información sobre el estudio empírico y teórico de los efectos de estas normas (SGM) en la promoción de las ERs. En el caso de la norma ISO 50001, a pesar de la creciente adopción en todo el mundo, especialmente en el interior de Europa, la literatura sobre

la adopción de SGE es escasa. Existen varios estudios de casos que, de manera muy amplia, subrayan que la adopción de la norma ISO 50001 permite disminuir el consumo energético (Chiu *et al.*, 2012; Wessels, 2011; Velázquez *et al.*, 2013; Lambert, 2013; Straughan, 2013). Como se resume en la Tabla 10, revisando estos estudios pioneros sobre la adopción de la norma ISO 50001, se evidencia que sólo en uno de los estudios, realizado por Chiu *et al.* (2012), se destaca el uso de ERs en las organizaciones certificadas.

Tabla 10. Uso de las ERs y otras aproximaciones a la adopción de ISO 50001.

Implementación en la industria	Enfoque de los SGE implementados							
	Uso de ERs	Optimización del proceso	Layout de la planta	iluminación	HVAC <sup>5</sup>	Compromiso de los empleados	Formación	Datos
Wessels (2011)		√	√	√	√	√	√	
Chiu <i>et al.</i> (2012)	√	√		√	√			
Casanova (2012)		√		√	√			
Velazquez <i>et al.</i> (2014)		√				√		√
Lambert (2014)		√		√	√	√	√	
Straughan (2014)		√		√	√			

Fuente: elaboración propia basada en los autores citados.

Como subrayaron Waide y Gerundino (2007), al igual que en muchos otros campos, las normas internacionales, como otras técnicas, han tratado de hacer una contribución importante para el sector energético y ha habido un creciente reconocimiento de la gran oportunidad que estos aportan en el paso del uso de recursos fósiles al uso de ERs a largo plazo. Como subrayaron estos autores, las normas internacionales podrían proporcionar, entre muchos otros factores, un marco coherente y una clara descripción de tecnologías y buenas prácticas, incluyendo, entre otras cosas, la terminología, clasificación, métodos de prueba, las actuaciones y buenas prácticas de gestión (Waide y Gerundino, 2007).

Las iniciativas al respecto han sido muy diversas, desde las relacionadas con el estándar ISO / IEC 13273 sobre la terminología común para la eficiencia energética y ERs, las relacionadas con el trabajo de estandarización en el ámbito de la energía solar,

<sup>5</sup> HVAC : heating, ventilation and air conditioning (calefacción, ventilación y aire acondicionado)

la bioenergía y cajas de engranajes para turbinas eólicas (Gasiorowski, 2011), hasta las que ya se han comentado, relacionadas con los estándares SGM y SGE. En 2007, la ISO y la Agencia Internacional de Energía (AIE) reconocieron la necesidad de una norma internacional para promover la eficiencia energética y el cambio a fuentes renovables (Tienan y Pengcheng, 2011). Las dos organizaciones acordaron que la nueva norma debía especificar una terminología armonizada y unos métodos de cálculo para la eficiencia de la energía, el consumo y el ahorro, así como los métodos y los criterios para calcular el rendimiento de energía de las diversas fuentes de energía primaria. Durante las reuniones en 2007, la Asamblea General de la ISO discutió sobre las contribuciones que las normas internacionales pueden hacer para facilitar la eficiencia energética y el uso de ERs al progreso económico y social. Como resultado, se estableció un Grupo de Asesoramiento Estratégico (GAE) sobre eficiencia energética y las ERs (UNIDO, 2008). Este nuevo GAE está promoviendo el desarrollo de normas sobre las tecnologías renovables, la eficiencia en el uso final y el aumento del uso eficiente de los combustibles fósiles. Pero, ¿cuál es la situación en la materia de los diferentes sistemas de gestión, tales como ISO 14001, EMAS o ISO 50001?

En el caso de la norma ISO 14001 (SGM), hay que subrayar que ninguna de las versiones de las normas que se han puesto en marcha a partir de 1996 ha incluido ninguna referencia directa o indirecta a la utilización de ERs en las empresas certificadas. Ni en términos generales, como una posible alternativa para reducir el desempeño medioambiental de las empresas certificadas, ni como un indicador básico que debería ser o podría ser monitorizado con el fin de mejorar el rendimiento mencionado.

En el caso de EMAS, cabe señalar que ha habido una evolución interesante. Así como no lo ha habido en otras normas internacionales (por ejemplo, ISO 14001). El sistema EMAS ha sufrido varias modificaciones que en este caso han ido más allá de una simple “restyling” de la norma. La última versión de EMAS (exactamente, EMAS III) entró en vigor en 2010. Uno de los requisitos más importantes de esta norma es la necesidad de establecer un conjunto de indicadores básicos sobre el comportamiento ambiental de las organizaciones que tienen que ser reportados a los grupos de interés de las empresas certificadas. EMAS III, establece que los indicadores básicos se centran en el rendimiento de las siguientes seis áreas ambientales clave (Comisión Europea, 2009):

1. Eficiencia energética
2. Eficiencia material
3. Agua

4. Residuos

5. Biodiversidad

6. Emisiones

Respecto a la primera área ambiental clave, el régimen establece que las organizaciones certificadas, al menos, tienen que comunicar los siguientes dos indicadores: el consumo total anual de energía, expresada en MWh o GJ, referente al «consumo directo total de energía»; y en relación con el “uso total de energía renovable”, el porcentaje del consumo total anual de energía (electricidad y calor) producido por la organización de ERs.

Del mismo modo, en el EMAS III una de las mejoras más subrayadas y controvertidas ha sido la introducción de los Documentos de Referencia Sectoriales (DRSs), que incluyen la documentación y puntos de referencia de Buenas Prácticas de Gestión Medioambientales (BPGMs) para diferentes sectores. La introducción de estos DRS fue el resultado del proceso de revisión de EMAS III y adoptó el Reglamento (CE) nº 1221/2009, que entró en vigor el 11 de enero de 2010 (Comisión Europea, 2009). ONGs europeas como la ANEC –Asociación Europea para la Coordinación de la Representación de los Consumidores en la Normalización, también conocido como la voz de los consumidores europeos en estandarización- y ECOS –Organización Europea de Ciudadanos Ambientales para Estandarización- fueron criticados debido a su falta de ambición y la oportunidad que se perdió para transformar EMAS en un "verdadero sistema de excelencia" (ANEC, 2008).

Estos nuevos elementos de EMAS III están incluidos en el artículo 46 (1) del Reglamento define que "*los documentos de referencia sectoriales (DRSs) en las mejores prácticas de gestión medioambientales estarán desarrollados con las mejores prácticas de gestión ambiental, indicadores de desempeño ambientales en sectores específicos y con apropiados puntos de referencia de excelencia y sistemas de calificación que identifiquen los niveles de desempeño ambiental*" (Comisión Europea, 2009). En el futuro, los documentos de referencia mencionados serán elaborados para una amplia gama de sectores identificados como prioritarios para la regulación EMAS en relación a su impacto ambiental y/o su idoneidad para EMAS (IPTs, 2012). Hoy en día, están publicados en estrecha cooperación con las partes interesadas, cuatro DRSs con el fin de proponer las BPGMs para diferentes sectores, (IPTs, 2012). Como han subrayado las ONGs de consumidores, con el EMAS III y el nuevo enfoque DRSs, aunque no es un requisito obligatorio el poseer metas de desempeño ambiental en las empresas

registradas en EMAS, al menos se puede hacer una referencia a las BPGMs. La lista de los sectores prioritarios para los que se van a desarrollar DRSs se publicó finales de 2011 y son los siguientes (Comisión Europea, 2011):

- Comercio al por mayor y al por menor.
- Turismo.
- Construcción.
- Administración Pública.
- Agricultura - La producción de cultivos y la producción animal.
- Fabricación de equipos eléctricos y electrónicos.
- La fabricación de automóviles.
- Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipos.
- Alimentos y fabricación de bebidas.
- Gestión de residuos.
- Telecomunicaciones.

El conjunto completo de los DRSs aún no ha sido publicado. Como se ha comentado, hasta el momento, antes de septiembre de 2014, sólo se han publicado cuatro documentos con la versión final y las referencias para los siguientes sectores: Comercio al por mayor y al por menor, Turismo, Construcción y Administración Pública. Para los otros documentos sólo están disponibles los informes de antecedentes y algunos borradores iniciales. La Tabla 11 resume los principales aspectos relacionados de los DRSs con el uso de ERs y TERs.

Tabla 11. ERs en los SDRs de EMAS III.

<i>Sector</i>	<i>Indicadores medioambientales</i>	<i>Modelos de excelencia/Puntos de referencia específicos</i>	<i>Buenas prácticas específicas del sector</i>
<b>Turismo</b>	Porcentaje de ERs  Certificado de los créditos ER.	El equivalente a 50% del consumo anual de energía del establecimiento, es generado por fuentes renovables en el lugar, o por fuentes renovables en otro lugar.  El 100% de la electricidad proviene de fuentes renovables de electricidad identificables que no estén contabilizados por otra organización o en la media de generación mix eléctrica nacional, o que tenga menos de dos años.	Instalar en el sitio generación geotérmica, energía solar o eólica en su caso, y adquirir electricidad de un (adicional verificable) proveedor de electricidad renovable
<b>Administración pública</b>	Producción de ER por autoridades locales (kWh)  Fuentes renovables kWh producidos o comprados / kWh totales consumidos  ERs comprados por de autoridades locales ( kWh)	Las buenas prácticas para incrementar el uso de ERs dentro de los municipios urbanos	No considerado
<b>Comercio al por mayor y al por menor</b>	Porcentaje de energía de generación alternativa	Integrar ERs en las tiendas donde previamente se han aplicado medidas para reducir la demanda de energía y aumentar la eficiencia	Uso de un 20 % de ER en 2020
<b>Construcción</b>	Porcentaje de la demanda (ER) de energía final total, un 100% significa que el edificio es un edificio de energía neta cero	Edificio de energía zero debe ser considerada en la base anual.	No considerado

Fuente: Elaboración propia basada en los SDRs (Comisión Europea, 2011).

En el caso de la norma ISO 50001, es de recibo subrayar que sólo está incluida una pequeña referencia indirecta para el uso de ERs. En una de las principales secciones de la norma, exactamente en la sección de revisión de la Energía del apartado 4.4.3., el estándar especifica lo siguiente (ISO, 2011c):

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión de la energía. Se deberán documentar la metodología y los criterios utilizados para desarrollar la revisión de la energía. Para realizar el estudio energético, la organización deberá:

a) Analizar el uso y consumo de energía basado en la medición y otros datos como:

- Identificar las fuentes de energía actuales.
- Evaluar el uso y consumo de la energía en el pasado y en el presente.

b) Basado en el análisis del uso y consumo de energía, identificar las áreas significativas de uso de energía como:

- Identificar las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal de la organización que afectan significativamente al uso y el consumo de energía.

- Identificar otras variables relevantes que afecten de forma significativa a la energía.

- Determinar el rendimiento (performance) actual de energía de las instalaciones equipos, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.

- Estimar el uso y el consumo de la energía en el futuro.

c) Identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el rendimiento (performance) energético.

Después de estas oportunidades, se introduce una nota en la norma donde se establece que "las oportunidades se pueden relacionar con las posibles fuentes de energía, el uso de ERs, o de otras fuentes de energía alternativas, como la energía de residuos". Por lo tanto, el uso de ERs sólo se cita como una posible oportunidad para mejorar la eficiencia energética de las empresas, pero no se establece ninguna recomendación o requisito más específico.

Del mismo modo, en la sección de la norma ISO 50001 relacionado con la adquisición de servicios energéticos, productos, equipos y energía (sección 4.5.7.) se establece lo siguiente (ISO, 2011c): *"la adquisición es una oportunidad para mejorar la eficiencia energética a través de la utilización de productos y servicios más eficientes. También es una oportunidad para trabajar con la cadena de suministros e influir en su comportamiento energético. La aplicabilidad de las especificaciones de compra de energía puede variar de un mercado a otro. Los elementos de especificación de compra de energía podrían incluir la calidad de la energía, la disponibilidad, la estructura de costes, el impacto ambiental y las fuentes renovables. La organización puede utilizar la*

*especificación propuesta por un proveedor de energía, según corresponda*". De nuevo, en este punto, el uso de fuentes renovables sólo se incluye como un elemento potencial de la norma internacional.

Hoy en día no se sabe nada acerca de cómo afecta la norma ISO 50001 al uso de ERs. Por lo tanto, como mencionó Choudhury (2012) en el caso específico de India, sería interesante analizar en qué medida las empresas que estén certificadas con un SGM o SGE, sustituyen el uso de energía primaria como el carbón, el petróleo o el gas por ERs. Con el fin de contribuir a la comprensión de este tema, se confeccionó el siguiente artículo con un estudio empírico dirigido a analizar el uso de ERs en 314 empresas con un SGM o SGE certificado.



#### 5.4. Artículo 1:

##### **Fostering Renewable Energy Sources by Standards for Environmental and Energy Management**

Este artículo se encuentra en revisión a la fecha de depósito de esta Tesis Doctoral en la revista *Renewable & Sustainable Energy Reviews* que se encuentra indexada en ISI-JCR con un índice de impacto de 5,510 para 2013.

*Laskurain I., Heras-Saizarbitoria I. y Casadesús, M.*

##### **Abstract**

An increasing number of organizations are adopting third party certifiable Environmental Management Systems (EMSs) and certifiable Energy Management Systems (EnMSs). For that purpose the main international standards are ISO 14001 and the Eco-Management and Audit Scheme (EMAS), for EMSs, and ISO 50001 for EnMS. In both the scholarly and practitioner literature these standards have been linked to the corporate greening of the companies, but yet this relation remains controversial. Indeed, there are serious concerns about the ultimate impact of these standards, for the certified companies, on the adoption of green technologies and productive inputs such as the Renewable Energies (REs). In order to contribute to the understanding of this issue, this article reviews the implication for the use of REs suggested in the main international standards for EMS and EnMS. For this purpose, an in depth analysis of the content of those standards is carried out. Beyond this review, the article also includes a summary of a broad empirical analysis of the use of REs in 314 companies with a certified EMS or EnMS. The analysis evidenced a very low commitment to the fostering and the adoption of REs in the main schemes for EMSs and EnMS. Implications for policy makers, managers, consumers and other stakeholders are proposed.

**Key words:** Renewable energies, Renewable Technologies, Environmental Management, Energy Management.

##### **Contents**

1. Introduction
2. EMSs, EnMSs and its main international reference standards
3. Promotion of REs in the International Standards for EMSs and EnMSs
4. A Survey on the adoption of RE in Organizations with Certified EMSs and EnMSs

##### 4.1. Introduction



## **6. El proceso de adopción de estándares de gestión energética vs. estándares de gestión medioambiental**



## 6. El proceso de adopción de estándares de gestión energética vs. estándares de gestión medioambiental

Como afirmó Amundsen (2000), la gestión de la energía debe ser el elemento central en la gestión del medioambiente. Debido a que ISO 14001 ya abarca aspectos energéticos, en este capítulo se trata de analizar si a una organización que ya ostenta un SGM (ISO 14001) le merece la pena la adopción de un SGE (ISO 50001). Para ello, primero se realiza una comparación de las diferencias más relevantes no analizadas en el anterior capítulo, exactamente lo que se refiere al enfoque, objetivos y metas, responsabilidades, verificación y revisión de la dirección. Más adelante, se hace un análisis genérico de la literatura existente sobre los obstáculos, beneficios y el valor añadido de integrar ISO 14001 e ISO 50001. Por último, se muestra el artículo 2, que se realizó con base en un estudio de casos de 8 empresas que tenían implantados ISO 14001 e ISO 50001.

### 6.1. Introducción

En una clara analogía con la tendencia mundial a adoptar SGM en organizaciones de todos los sectores (Gavronski *et al.*, 2013; Testa *et al.*, 2014; Heras-Saizarbitoria *et al.*, 2013), uno de los principales enfoques relacionados con la implementación de las prácticas de gestión de la energía en las organizaciones, ha consistido, como ya se ha comentado previamente en esta Tesis Doctoral, en la adopción de SGE. Como queda dicho, el hito más importante en este sentido, fue el lanzamiento, en 2011, de la norma ISO 50001 para adoptar un SGE. Desde su promulgación, ISO 50001 ha sido adoptado en diversas actividades industriales y comerciales en todo el mundo.

Diversos aspectos relacionados con la gestión de la energía y de eficiencia energética, están consiguiendo cada vez más atención en la literatura académica relacionada con la gestión del medioambiente (Vikhorev *et al.*, 2013; Böttcher y Müller, 2014; Zhu *et al.*, 2014; Aughney y O'Donnell, 2015). Del mismo modo, en el campo profesional, la gestión de la energía se está convirtiendo en una prioridad. Así, las organizaciones se esfuerzan para reducir el desperdicio de energía ajustándose a los requisitos reglamentarios y a mejorar su imagen corporativa (Antunes *et al.*, 2014; Introna *et al.*, 2014).

Como subrayaron recientemente Böttcher y Müller (2014), los investigadores académicos apenas han comenzado a analizar los SGE conceptual, empíricamente, y en lo que se refiere a la adecuación y eficacia de este tipo de normas. Esta información es necesaria, no sólo para los estudiosos, sino también para las empresas, los responsables políticos y los organismos de normalización que están promoviendo cada vez más la adopción de este tipo de sistemas (por ejemplo NSAI, 2014). Entre muchas otras cuestiones que han atraído la atención de los profesionales (por ejemplo, Levinson, 2012) y los responsables políticos (por ejemplo, US Departamento de Energía, 2014), se encuentra si merece la pena la adopción de un SGE por organizaciones que ya tienen un SGM certificado (por ejemplo, la norma ISO 14001). Esta cuestión ha sido raramente

abordada en la literatura académica especializada. En la etapa de difusión temprana de la norma ISO 14001, Amundsen (2000), afirmó que la gestión de la energía debe ser un elemento central de la gestión del medioambiente, y junto con Böttcher y Müller (2014) comentaron que como la interrelación de los SGM y SGE no se ha abordado hasta la fecha, esta vía de investigación sería, sin duda, un terreno interesante para la investigación. Además, esta vía de investigación está relacionada con la línea de investigación que analiza el proceso de integración de los diferentes sistemas de gestión en un sistema único y más eficaz, denominado como Sistemas de Gestión Integrados (SGI). Los SGI han adquirido un aumento en su presencia en la literatura académica (Zeng *et al.*, 2007; Bernardo *et al.*, 2009, 2012; Zeng *et al.*, 2011; Simon *et al.*, 2011; Gianni y Gotzamani, 2014; Bernardo, 2014), debido a sus implicaciones relevantes y prácticas. El tema de los SGI se abordará más profundamente en el siguiente capítulo.

## **6.2. Adopción de sistemas de gestión energética y sistemas de gestión medioambiental**

La Gestión de la energía es un término que se utiliza de manera muy heterogénea en la literatura académica (Böttcher y Müller, 2014). Como ya se ha profundizado en este trabajo, el concepto se puede definir como "medición, seguimiento, control y mejora de las actividades de la energía, y la mejora de las emisiones de CO<sub>2</sub> para apoyar el logro de los objetivos generales de la empresa" (Böttcher y Müller, 2014; Pág. 2). Del mismo modo, un SGE se define en la norma ISO 50001 como "el conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política energética y los objetivos energéticos, así como los procesos y procedimientos, para lograr esos objetivos" (ISO, 2011c; pág. 2). Esta definición, se basa en la definición anterior de un SGM (ISO 14001 en este caso) como "la parte del sistema general de gestión que incluye la estructura organizativa, las actividades de planificación, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, aplicar, alcanzar, revisar y mantener la política medioambiental" (ISO, 2004b).

La gestión de la energía, es una de las actividades clave en la gestión del medio ambiente, y está presente, aunque sólo de forma limitada, en las líneas generales previstas para la aplicación de los SGM como ISO 14001. De acuerdo con la norma ISO 14001, la energía debe ser dirigida como uno de los principales aspectos ambientales. Más específicamente, la norma menciona los siguientes aspectos medioambientales que hay que considerar (ISO, 2004b):

- Emisiones a la atmósfera.
- Vertidos (agua).
- Contaminación del suelo.
- El uso de materias primas y recursos naturales.
- El uso de la energía.

- La energía emitida, por ejemplo: calor, radiación o vibración.
- Los residuos y subproductos.
- Los atributos físicos

ISO 50001 está estrechamente alineado con la norma ISO 14001. Al igual que sus principales predecesores (ISO 9001 e ISO 14001), ISO 5001 no es un estándar de rendimiento (performance), sino una norma de procedimiento. ISO 50001 requiere organización para desarrollar e implementar una política energética, identificar áreas significativas de consumo de energía y comprometerse a una mejora continua de la eficiencia energética, pero no especifica ningún criterio de desempeño particular y se centra en la identificación de los usos significativos de energía y la mejora continua en eficiencia energética (Gopalakrishnan *et al.*, 2014). Sin embargo, esta nueva norma internacional, pone más énfasis en la mejora continua de la eficiencia energética (NSAI, 2014). Algunos profesionales sostienen que si bien es un proceso estándar, hay un mayor enfoque en el rendimiento (performance) (por ejemplo, Welch, 2014). En la Tabla 12, se resumen las diferencias más relevantes entre los principales estándares globales para los SGM (ISO 14001) y SGE (ISO 50001).

Tabla 12. Comparación de ISO 14001 e ISO 50001.

<i>Cuestión</i>	<i>ISO 14001</i>	<i>ISO 50001</i>
<b>Enfoque</b>	Se centra en la gestión de los aspectos ambientales de la organización.	Se centra en la gestión de la energía, incluida la eficiencia energética, el uso y consumo de energía.
<b>Objetivos y metas</b>	Los objetivos para gestionar y mejorar los aspectos medioambientales no están muy detallados.	Los objetivos están más detallados. Proporciona un mayor nivel de detalle en lo que respecta a la revisión de energía, incluyendo una revisión del pasado, el presente y el consumo previsto, para concluir una línea de base de la energía y la identificación de indicadores de rendimiento energético (EnPIs).
<b>Responsabilidad</b>	Perspectiva general. Las responsabilidades de la dirección no están específicamente indicadas.	Pone más énfasis en las responsabilidades de la alta dirección, moviendo roles y responsabilidades “por adelantado”.
<b>Verificación</b>	Existe un enfoque general con el fin de establecer la obligación de monitorizar, medir y analizar.	Es más específico en este punto, incluyendo usos significativos de energía y las variables relevantes, así como otros outputs de revisión de la energía; indicadores energéticos (EnPIs); eficacia de los planes de acción para lograr objetivos y metas de la energía y la evaluación de la tasa de consumo real frente al consumo esperado de energía.
<b>Revisión de la dirección</b>	Planteamiento general de las revisiones por la dirección sin especificaciones concretas sobre productos (outputs) esperados.	Más claridad en los resultados esperados por las revisiones por la dirección. El requisito para la verificación de las medidas adoptadas, es decir, los objetivos y metas establecidos y la mejorada eficiencia energética y la notificación de los resultados verificados se fortalecen.

Fuente: Elaboración propia basada en BSI (2011).

### 6.3. Obstáculos, beneficios y valor añadido de integrar ISO 14001 e ISO 50001

Como han subrayado recientemente Antunes *et al.* (2014), a pesar del aumento del interés sobre las normas de gestión de la energía, sigue habiendo un desfase entre la literatura sobre la gestión de la energía y las prácticas de aplicación actuales. La investigación empírica previa en gestión de la energía en las empresas, muestra que las organizaciones rara vez abordan esta actividad sistemáticamente (Thollander y Ottosson, 2010; Böttcher y Müller, 2014) y en relación con SGE, existen unos pocos estudios de casos que sugieren que la adopción de la norma ISO 50001 resulta en una menor intensidad energética (por ejemplo, Wessels, 2011; Chiu *et al.*, 2012). En lo que respecta a la literatura más específica sobre resultados obtenidos por las organizaciones que tienen certificado un SGE ya teniendo anteriormente implantado un SGM, la brecha de investigación es aún más evidente.

En un estudio pionero realizado en diez empresas de alta intensidad energética en Noruega, Amundsen (2000), analizó la integración de los SGM y SGE, y encontró que, en la práctica, el primero no se suelen integrar con el último. Amundsen (2000) argumentó que, a priori, la adopción de un SGE debería proporcionar más beneficios a las empresas que ya dispongan de un SGM, ya que las empresas no se centran en la energía como parte integrada dentro de la gestión ambiental. Esta afirmación la realizó en una etapa muy temprana de la difusión de los principales estándares para los SGM (por ejemplo, ISO 14001). Las cosas pueden haber cambiado puesto que las empresas han podido mejorar sus SGM y los correspondientes resultados relacionados, debido a la madurez y al desarrollo de los SGM (Heras-Saizarbitoria *et al.*, 2014a). En el estudio empírico basado en la encuesta de 2001 del Barómetro de Negocios Europeos de Medioambiente (EBEB), con casi 2.100 empresas de la industria manufacturera, Wagner (2008) encontró una relación positiva y significativa entre la implantación de un SGM y actividades de gestión de energía. Pero esta evidencia no se centró en SGE certificados y tampoco se obtuvo mediante una encuesta específica, además lo realizaron a partir de datos de una encuesta general de opinión, y en la primera etapa de difusión de los SGM.

Más recientemente, Böttcher y Müller (2014) analizaron el efecto de la adopción de la norma ISO 50001 a partir de datos de proveedores de automoción alemanes que estaban certificados por ISO 14001, pero de los cuales sólo 31 (29%) declararon que no habían certificado el SGE y 14 (13%) que habían certificado un SGE. Los resultados del estudio indican que, en general, el SGE hizo una contribución positiva a la eficiencia energética o al rendimiento (performance) energético de las empresas. Además, se encontró con que el efecto que era más fuerte en el caso de los que tenían certificado el SGE. Los autores destacaron que el proceso de certificación podría ayudar a las empresas a integrar la eficiencia energética en las operaciones y a asegurar que las

funciones del SGE funcionan correctamente. Sin embargo, la naturaleza cuantitativa de la metodología utilizada por Böttcher y Müller (2014) no les permite asegurar que el proceso de adopción de un SGE certificado añade valor a un SGM. Hasta ahora ningún estudio empírico anterior ha abordado este problema específico. La verdad es que resulta sorprendente, puesto que el debate sobre si la adopción de una SGE en organizaciones que ya tienen un SGM certificado (por ejemplo, la norma ISO 14001) merece la pena, ha atraído la atención tanto de profesionales (por ejemplo, Levinson, 2012) como de responsables políticos (por ejemplo, US Departamento de Energía, 2014).

Además, esta vía de investigación es especialmente interesante ya que tanto en la literatura como en el campo profesional hay una creciente convicción de que la integración de múltiples sistemas de gestión aporta un valor añadido al desarrollo sostenible de las organizaciones (por ejemplo, Gianni y Gotzamani, 2014; Bernardo *et al.*, 2012). Como ha subrayado recientemente Bernardo (2014), la integración de los sistemas de gestión con el fin de obtener un SGI, es considerada como la mejor opción cuando una organización tiene que gestionar múltiples sistemas de gestión. Un SGI contribuye a beneficios sinérgicos para las organizaciones que lo adoptan (por ejemplo, Zeng *et al.*, 2011;.. Simon *et al.*, 2012). Por ejemplo, Zeng *et al.* (2011) encontraron los siguientes beneficios en la aplicación de un SGI: disminución de trámites, reducción de los costes de gestión, disminución de la complejidad de la gestión interna, proceso de certificación simplificado y la promoción de la mejora continua. Por lo tanto, teniendo en cuenta la falta de literatura sobre la integración de SGE y SGM, el presente estudio también quiere contribuir a resolver esta cuestión.

La integración de SGE y SGM fue sugerido por la literatura académica en la temprana fase de la difusión de la norma ISO 14001, como una forma potencial de mejorar del desempeño ambiental de las empresas. Sin embargo, existen pocos trabajos empíricos que exploren esta propuesta en profundidad; como puede ser el análisis del efecto adicional que aporta un SGE cuando un SGM ha sido previamente adoptado en la organización. Esta falta de investigación es más evidente a medida que la adopción de SGE está ganando impulso, después del lanzamiento de la norma ISO 50001 en el año 2011, siguiendo el ejemplo de la norma ISO 14001. El siguiente artículo pretende analizar y aclarar estas cuestiones mediante un estudio empírico exploratorio realizado en ocho organizaciones españolas. Los hallazgos permiten anticipar los beneficios y riesgos potenciales de la adopción de sistemas de gestión de energía en las empresas que ya cuentan con la certificación ambiental. Este artículo también discute las implicaciones de los gerentes, responsables políticos y otras partes interesadas.

Teniendo en cuenta la brecha existente, este artículo contribuye a analizar el proceso de adopción de SGE y, en concreto, el valor añadido que ofrece la adopción de un SGE basado en la

norma ISO 50001 para las empresas que ya cuentan con un SGM certificado, exactamente basados en la norma ISO 14001.



#### 6.4. Artículo 2:

##### **Do Energy Management Systems add value to firms with Environmental Management Systems?**

Este artículo se encuentra en revisión a la fecha de depósito de esta Tesis Doctoral en la revista *Environmental Engineering and Management Journal* que se encuentra indexada en ISI-JCR con un índice de impacto de 1,258 para 2013.

*Laskurain, I., Heras-Saizarbitoria, I., y Casadesús, M.*

##### **Abstract**

Integration of the management of energy and environmental systems was suggested by the scholarly literature in the early phase of dissemination of ISO 14001, as a potential way to improve the environmental performance of companies. Nevertheless, there has been little empirical work reported in the literature that explores this proposition in depth, or sheds light on relevant issues such as the additional effect of an Energy Management System when an Environmental Management Systems has previously been adopted. This lack of research is now even more evident as the adoption of Energy Management Systems is gaining momentum after the launch of ISO 50001 in 2011, following the example set by ISO 14001. The present work aims to shed light on these issues based on an in depth, empirical, exploratory study carried out in eight Spanish organizations. The findings make it possible to anticipate the benefits and potential pitfalls of the adoption of Energy Management Systems in companies that already have environmental certification. This article also discusses implications for managers, policy makers and other stakeholders.

*Keywords:* Energy Management Systems, Environmental Management Systems, Integrated Management Systems, ISO 14001, ISO 50001.

##### **1. Introduction**

Energy management and energy efficiency issues are attracting more and more attention in the scholarly literature related to environmental management (Vikhorev *et al.*, 2013; Böttcher and Müller, 2014; Zhu *et al.*, 2014; Aughney and O'Donnell, 2015). Similarly, in the practitioner field, energy management is becoming a priority as organizations strive to reduce energy waste, conform to regulatory requirements, and improve their corporate image (Antunes *et al.*, 2014; Introna *et al.*, 2014).

In a clear analogy to the worldwide trend to adopt Environmental Management Systems (EMSs) among organizations in all sectors (Dragomir, 2008; Herghiligiú *et al.*, 2014; Daddi *et al.*, 2014; Heras-Saizarbitoria *et al.*, 2013), one of the main approaches related to the implementation of energy management practices in organizations has been the adoption of Energy Management Systems (EnMSs).

## **7. Integración y beneficios de la adopción de estándares de gestión energética**



## 7. Integración y beneficios de la adopción de estándares de gestión energética

En este último capítulo, se analizan la integración y los beneficios operativos, medioambientales y económicos de un SGE. En primer lugar, se realiza una revisión de la literatura existente sobre los beneficios y dificultades que pueden existir al integrar un SGE con otros estándares con los que comparten objetivos y campo de actuación. Seguidamente, se comenta lo que aporta ISO 50001 a una organización, sus ventajas y beneficios, tanto internos como externos. En último lugar, con el artículo 3 con base en una investigación de metodología híbrida (cualitativa y cuantitativa), si resulta rentable para las organizaciones implementar ISO 50001.

### 7.1. Introducción

Como se ha subrayado de forma reiterada en este trabajo de investigación, las dificultades con las que se han tenido que enfrentar las organizaciones debido a la globalización y el cada vez mayor coste de la energía, obligan a que las empresas tengan que utilizar todas las herramientas que estén en su mano para convivir con ello. Es más, el precio de la electricidad y el gas para la industria subieron un 18% y un 4% respectivamente, en Europa entre el periodo 2008-2012 (Comisión Europea, 2014b). El consumo del gas también es importante, puesto que, muchas empresas lo usan para generar electricidad.

Como bien se puede apreciar en la literatura académica, durante los últimos años se ha analizado el impacto que tienen los Sistemas de Gestión en la competitividad de la empresa (Anderson *et al.*, 1999; Delmas, 2001; Correa y Gómez, 2010). En lo que se refiere a la energía, existen varias investigaciones que fortalecen la ideología de que un SGE ayuda a bajar el consumo energético (Chiu, 2012; Castrillon *et al.*, 2013) y, con ello, a mejorar la competitividad de la empresa.

Hoy en día se utiliza mucho el término de eficiencia energética, es decir, hacer lo mismo o más con menos energía, lo que significa que reducir el consumo energético no implica reducir la producción (Acoltzi y Pérez, 2011). También se ha demostrado en la literatura académica, que los SGE ayudan a las organizaciones a reducir costes ejecutando pequeñas acciones (Castrillón *et al.*, 2013); sin importar el tamaño de la empresa (Carrillo-Rojas *et al.*, 2014). Como bien indicaron Macdonald y Skaggs (2012), la ISO 50001 puede ofrecer una rentabilidad entre 6,5-17% en 1-2 años.

## 7.2. La integración y los beneficios operativos, medioambientales y económicos

La integración de los sistemas de gestión, se refiere a la acción y al efecto de la combinación, o la fusión de los elementos de los SG que se integran. Esto implica que las organizaciones deben tomar medidas para compartir herramientas, metodologías y gestión sistemática de las diferentes áreas, y, para cumplir con las diferentes normas o modelos que rigen los sistemas de gestión. Por ejemplo, cuando las empresas integran sistemas de gestión de calidad, medioambiente, salud y seguridad en el trabajo y energía, es posible identificar varios elementos comunes que se pueden acoplar.

Los diferentes sistemas de gestión (ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001) tienen muchas cosas en común (Simon, 2012):

- La existencia de principios o fundamentos de la gestión (basado en procesos de enfoque, se centran en la obtención de resultados y mejora continua).
- Una estructura similar en las normas, basado en el ciclo de mejora continua.
- La existencia de requisitos similares, en algunos casos, casi idénticos, que puede ser dirigida a la perfección.

Los sistemas de gestión (ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001), contienen los mismos principios básicos y una estructura general común (Fresner y Engelhardt, 2004). Todos ellos requieren la definición de roles y responsabilidades, capacitar al personal para definir los procedimientos escritos, controlar y llevar un registro de documentación, mejorar continuamente y realizar auditorías internas (Wright, 200; Zeng *et al.*, 2007). Según Jorgensen (2004), cerca del 80% del trabajo es común en las tres disciplinas: calidad, medio ambiente y seguridad y salud ocupacional. Las similitudes entre estos sistemas de gestión se refieren a:

- El compromiso de la alta dirección.
- Documentación y el control de registros.
- Definición de una política.
- Planificación de objetivos y metas.
- Procedimientos para la formación de los empleados.
- Los procedimientos de comunicación.
- Las auditorías.
- Control de la conformidad.
- Las acciones correctivas y preventivas.
- Revisión por la dirección.

En este sentido, las empresas que necesitan disponer de diferentes estándares, es probable que aumenten sus costos por el exceso de trámites que tienen que cumplir y por la demanda de cada estándar. Desde un punto de vista del sistema de gestión, sería más apropiado integrar todos los sistemas en uno sólo, ya que reduce el trabajo duplicado y la burocracia (Jorgensen, 2004).

Siguiendo a Simon (2012), debido a la presión que las organizaciones reciben de los diferentes grupos de interés, como cuerpos reguladores, comunidades, clientes, empleados, proveedores y gobiernos (Zutshi y Sohal, 2005), en los últimos años se ha incrementado la aplicación conjunta de estos estándares (Karapetrovic y Willborn, 1998; Bernardo *et al.*, 2009; Douglas y Glen, 2000; Karapetrovic *et al.*, 2006; Zeng *et al.*, 2007). Dependiendo del tamaño y la naturaleza de la empresa, así como de su cultura y los recursos disponibles, se pueden utilizar uno o más métodos para integrar sus sistemas de gestión (Zutshi y Sohal, 2005).

En la literatura son varios los autores que han analizado las dificultades y beneficios de un SGI, Simon (2012) los agrupó, identificando los desafíos, tanto internos como externos, a los que se tienen que enfrentar las organizaciones, así como los beneficios, tanto internos como externos, que pueden lograr (Zutshi y Sohal, 2005; Salomone, 2008; Asif *et al.*, 2009; Asif *et al.*, 2010 y Zeng *et al.*, 2011).

El contexto de un SGI es importante por factores internos y externos, relacionados con la implementación de un SGI, puesto que son cruciales para que la dirección decida llevar a cabo el proceso de integración o no. Los aspectos internos incluyen los recursos de las organizaciones, las capacidades o la cultura, mientras que el contexto externo se refiere a factores económicos, de negocios, política exterior y factores sociales (Asif *et al.*, 2009). Zeng *et al.* (2007) examinaron factores internos y externos que afectan a un SGI. Los factores internos (Zeng *et al.*, 2007) serían los siguientes:

- Recursos humanos.
- Estructura organizativa.
- Cultura de la empresa.
- Comprensión y percepción.
- Mientras que los factores externos sería los siguientes (Zeng *et al.*, 2007):
- Guía técnica.
- Organismo de certificación.
- Consumidores y grupos de interés (stakeholders)
- El entorno institucional.

Del mismo modo, Khanna *et al.* (2010) evidenciaron que la motivación para llevar a cabo un SGI se puede clasificar en dos categorías principales, internos y externos. Estos autores sugieren que los factores de motivación internos, en relación con el objetivo de lograr mejoras organizacionales, son más significativos que los factores externos. Estos últimos relacionados con los requisitos de gobiernos o clientes. Por otra parte, Salomone (2008) estudió, en particular, las motivaciones internas, fuerzas motrices y las presiones externas que las empresas encuentran a la hora de implementar un SGI.

Por otra parte, Tarí y Molina-Azorín (2010) afirman que las razones para adoptar conjuntamente SGC y SGM pueden ser internas; vinculadas al deseo del gerente de implementar un SGI o, externas; en relación con el cumplimiento de los requisitos de los clientes o de los grupos de interés (stakeholders). En cuanto a los beneficios, los SGC y SGM se pueden producir de dos maneras complementarias: beneficios internos a través de la reforma de los procesos de la compañía y beneficios externos en el mercado (Tarí y Molina-Azorín, 2010).

Por último, Zeng *et al.* (2011) que utilizaron ecuaciones estructurales para definir beneficios internos, llegaron a la conclusión de que obtenían una disminución del papeleo, de costes de gestión y de la complejidad de la gestión interna, así como simplificar la certificación y facilitando la mejora continua.

En su Tesis Doctoral, Simon (2012), clasificó las dificultades internas y externas de un SGI que se pueden apreciar a continuación:

Tabla 13. Dificultades internas de un SGI.

<i>Dificultades internas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Autores</i>
<b>Estratégicas (general, planificación, objetivos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Falta de planificación estratégica</li> <li>-Dificultades para organizar un SGI.</li> <li>-Riesgo de crear un ranking de los sistemas por las diferentes áreas de responsabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Zutshi y Sohal, 2005; Asif <i>et al</i>, 2009.</li> <li>-Zeng <i>et al.</i>, 2007; Salomone, 2008.</li> <li>-McDonald <i>et al.</i>, 2003; Jorgensen <i>et al.</i>, 2006; Salomone, 2008.</li> </ul>
<b>Tácticas (procesos y sistemas)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La combinación y eficaz integración de los diferentes sistemas no siempre es clara, a menudo carecen de una estructura real para construir un sistema integrado.</li> <li>-La falta de recursos.</li> <li>-Los altos costos de las múltiples auditorías.</li> <li>-Los problemas en la integración de los objetivos, procesos y recursos de los SGs.</li> <li>-Dificultades causadas por una ineficaz aplicación o diseño al implementar el SGI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Karapetrovic y Jonker, 2003; Griffith y Bhutto, 2009; Asif <i>et al.</i>, 2010.</li> <li>-Asif <i>et al.</i> 2009.</li> <li>-Karapetrovic, 2002.</li> <li>-Beckmerhagen <i>et al.</i>, 2003.</li> <li>-Asif <i>et al.</i>, 2009.</li> </ul>
<b>Operacional (documentación, procedimientos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aumento de la burocracia.</li> <li>-Las dificultades en la preparación de informes de los resultados de la integración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Matias y Coelho, 2002; McDonald <i>et al.</i>, 2003.</li> <li>-Zutshi y Sohal, 2005.</li> </ul>
<b>Recursos Humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El miedo a la pérdida de empleos.</li> <li>-Los problemas relacionados con la cultura de la organización.</li> <li>-La falta de conocimiento del proceso, lo que retrasa la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Beckmerhagen <i>et al.</i>, 2003.</li> <li>-Wilkinson y Dale, 1999a; Wilkinson y Dale, 2000; Zeng <i>et al.</i> 2007.</li> <li>-Wilkinson y Dale, 2000; Zutshi y Sohal , 2005; Zeng <i>et al.</i> 2007; Salomone,</li> </ul>

	<p>integración.</p> <p>-Conflictos inter-funcionales debido a los diferentes intereses y motivaciones.</p> <p>-Actitudes y comportamiento de la gente.</p> <p>-La pérdida de poder para algunos en la jerarquía de la organización.</p>	<p>2008.</p> <p>-Karapetrovic y Willborn, 1998.</p> <p>-Matias y Coelho, 2002; Zutshi y Sohal, 2005; Zeng <i>et al.</i>, 2007; Asif <i>et al.</i>, 2009.</p> <p>-Matias y Coelho, 2002; Karapetrovic, 2002.</p>
--	---	---

Fuente: adaptado de Simon (2012).

Tabla 14. Dificultades externas de un SGI.

<i>Dificultades externas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Autores</i>
<b>Entorno institucional</b>	-Los cambios en las reglas y directrices. -La falta de apoyo del gobierno.	-Zutshi y Sohal, 2005; Zeng <i>et al.</i> , 2007. -Karapetrovic y Willborn, 1998; Beckmerhagen <i>et al.</i> , 2003; Zeng <i>et al.</i> , 2007; Asif <i>et al.</i> , 2009.
<b>Participación de las partes interesadas (stakeholders)</b>	-Diferentes percepciones de quien es el “stakeholder” principal.	-Karapetrovic y Willborn, 1998; Beckmerhagen <i>et al.</i> , 2003; Zeng <i>et al.</i> , 2007; Asif <i>et al.</i> , 2009.
<b>Certificación</b>	-Armonización insuficiente de las normas de las series ISO 9000 e ISO 14000. -SGs basados en diferentes modelos. -Falta de apoyo de los organismos de certificación. -Diferencias en el alcance de los sistemas. -Diferencias en los elementos generales de las normas y en sus necesidades específicas. -La falta de experiencia, formación y uso de consultores. -Existencia de diferentes métodos de integración.	-Karapetrovic y Willborn, 1998. -Karapetrovic, 2002; McDonald <i>et al.</i> , 2003; Salomone, 2008. -Zeng <i>et al.</i> , 2007; Salomone, 2008. -Karapetrovic y Willborn, 1998; Wilkinson y Dale, 2000. -Matias y Coelho, 2002; Karapetrovic, 2002; Karapetrovic, 2003; Beckmerhagen <i>et al.</i> , 2003. -Zutshi y Sohal, 2005. -Karapetrovic y Willborn, 1998; Karapetrovic, 2002; Jorgensen <i>et al.</i> , 2006.

Fuente: adaptado de Simon (2012).

Por otra parte, Simon (2012) definió, aparte de las dificultades, los beneficios que puede aportar un SGI, basándose en la literatura académica existente hasta la fecha. Si bien la mayor parte de la literatura que esta autora revisa y sintetiza, se centra en la integración de estándares del ámbito de la calidad y del medio ambiente, se entiende que resulta muy interesante analizar los aspectos considerados para su aplicación en el análisis de este trabajo.

Tabla 15. Beneficios internos de un SGI.

<i>Beneficios internos</i>	<i>Descripción</i>	<i>Autores</i>
<b>Estratégicos (general, planificación, objetivos)</b>	-El logro de una visión holística y una mejor toma de decisiones.	-López-Fresno, 2010.
	-Comprensión global de la organización y el aumento de la eficiencia.	-Douglas y Glen, 2000; Zutshi y Sohal, 2005; Jorgensen <i>et al.</i> 2006; Pojasek, 2006; Karapetrovic y Casadesus, 2009; Tarí y Molina-Azorín, 2010; Asif <i>et al.</i> , 2010.
	-Facilita la mejora continua.	-Zeng <i>et al.</i> , 2011.
	-La creación de valor y la mejora de la ventaja competitiva y la planificación estratégica de la organización.	-Pun y Hui, 2002; Kirkby, 2002; Zutshi y Sohal, 2005; Salomone, 2008; Lopez-Fresno, 2010.
	-Disminución de costos de gestión.	-Zeng <i>et al.</i> , 2011.
	-Disminución de la complejidad interna de gestión.	-Kirkby, 2002.
	-Reducción del riesgo.	-Beckmerhagen <i>et al.</i> , 2003.
	-Mejor aceptación de la dirección de la compañía.	-Wilkinson y Dale, 1999a;
	-Más simple, un sistema de gestión más centrado en la	Douglas y Glen, 2000; Beckmerhagen <i>et al.</i> , 2003;

	<p>organización.</p> <p>-Mayor transparencia.</p>	<p>McDonald <i>et al.</i>, 2003; Zutshi y Sohal, 2005; Zeng <i>et al.</i>, 2005.</p> <p>-Khanna <i>et al.</i>, 2010.</p>
<p><b>Tácticos/Funcionales (procesos y sistemas)</b></p>	<p>-Una mejor comprensión y uso de sistemas de la organización.</p> <p>-Ahorro de tiempo para la adopción de diferentes sistemas como objetivo común de mejora continua.</p> <p>-Ahorro de costes y una re-ingeniería más eficiente.</p> <p>-Un mejor desarrollo y transparencia de la tecnología.</p> <p>-Una mayor flexibilidad y oportunidades para incluir a otros sistemas.</p> <p>-Optimización de recursos.</p>	<p>-Wilkinson y Dale, 1999b.</p> <p>-Renzi y Capeli, 2000; Zutshi y Sohal, 2005; Salomone, 2008; Khanna <i>et al.</i>, 2010.</p> <p>-Karapetrovic y Willborn, 1998; Wilkinson y Dale, 1999a; Wilkinson y Dale, 1999b; Renzi y Capeli, 2000; Griffith, 2000; Kirkby, 2002; McDonald <i>et al.</i>, 2003; Zutshi y Sohal, 2005; Lopez-Fresno, 2010; Tarí y Molina-Azorín, 2010; Khanna <i>et al.</i>, 2010.</p> <p>-Karapetrovic y Willborn, 1998.</p> <p>-Karapetrovic y Willborn, 1998; Griffith, 2000.</p> <p>-Karapetrovic y Willborn, 1998; Wright, 2000; McDonald <i>et al.</i>, 2003; Zutshi y Sohal, 2005; Renzi y Capelli, 2000; Jorgensen <i>et al.</i>, 2006; Salomone, 2008; Lopez-</p>

	<p>-Evitar la duplicación de esfuerzos.</p> <p>-Hacer un mayor uso de las sinergias entre las normas.</p>	<p>Fresno, 2010.</p> <p>-Wilkinson y Dale, 1999a; Wilkinson y Dale, 1999b; Griffith, 2000; Beckmerhagen <i>et al.</i>, 2003; Zutshi y Sohal, 2005.</p> <p>-Renzi y Capelli; 2000, Beckmerhagen <i>et al.</i>, 2003; Asif <i>et al.</i> 2010; Khanna <i>et al.</i>, 2010.</p>
<b>Operacionales (documentación, procedimientos)</b>	<p>-Mejora de múltiples auditorias.</p> <p>-Reducción de la duplicación de políticas, procedimientos y registros.</p> <p>-Mejora del rendimiento (performance) operacional.</p>	<p>-Karapetrovic y Willborn, 1998 y 2001; Wilkinson y Dale, 1999a; Wilkinson y Dale, 1999b; Douglas y Glen, 2000; Wright, 2000; Beckmerhagen <i>et al.</i>, 2003; Zutshi y Sohal, 2005; Jorgensen <i>et al.</i>, 2006; Salomone, 2008; Khanna <i>et al.</i>, 2010.</p> <p>-Renzi y Capeli, 2000; Griffith, 2000; Douglas y Glen, 2000; Beckmerhagen <i>et al.</i>, 2003; Zeng <i>et al.</i>, 2005; Jorgensen <i>et al.</i>, 2006; Salomone, 2008; Khanna <i>et al.</i>, 2010; Zeng <i>et al.</i>, 2011.</p> <p>-Karapetrovic y Willborn, 1998.</p>
<b>Recursos humanos</b>	<p>-Mejora de la cultura de la empresa.</p>	<p>-Wilkinson y Dale, 1999a; Wright, 2000; Lopez-Fresno, 2010.</p>

	<p>-Mayor motivación del personal, reducción de conflictos interfuncionales.</p> <p>-Mejora de la comunicación y compartir información a través de los diferentes niveles de la organización.</p> <p>-Una mejor definición de responsabilidades.</p> <p>-Optimización de actividades formativas.</p>	<p>-Karapetrovic y Willborn, 1998; Kirkby, 2002; Wright, 2000; Zutshi y Sohal, 2005; Lopez-Fresno, 2010.</p> <p>-Griffith, 2000; Douglas y Glen, 2000; Matias y Coelho, 2002; Zutshi y Sohal, 2005; Pojasek, 2006; Lopez-Fresno, 2010.</p> <p>-Salomone, 2008.</p> <p>-Renzi y Capelli, 2000; Salomone, 2008.</p>
--	--	---

Fuente: adaptado de Simon (2012).

Tabla 16. Beneficios externos de un SGI.

<i>Beneficios externos</i>	<i>Descripción</i>	<i>Autores</i>
<b>Entorno institucional</b>	-Respuesta más eficaz a los cambios en las condiciones externas que sistemas individuales.	-Jorgensen <i>et al.</i> , 2006; Zeng <i>et al.</i> , 2011
<b>Participación de las partes interesadas (stakeholders)</b>	-La mejora de la confianza del cliente e imagen positiva de la empresa.  -Una mejor orientación al cliente.  -Mejor alcance para la entrada de las partes interesadas (stakeholders)	-Karapetrovic y Willborn, 1998; Douglas y Glen, 2000; Zutshi y Sohal, 2005; Jorgensen <i>et al.</i> , 2006; Lopez-Fresno, 2010.  -Lopez-Fresno, 2010.  -Karapetrovic y Willborn, 1998; Zutshi y Sohal, 2005.
<b>Certificación</b>	-Proceso de certificación simplificado.  -Simplificación de las normas y de los requisitos de los SGs.	-Zeng <i>et al.</i> , 2011.  -Wilkinson y Dale, 1999a; Beckmerhagen <i>et al.</i> , 2003, McDonald <i>et al.</i> , 2003; Zutshi y Sohal, 2005.

Fuente: adaptado de Simon (2012).

Por otra parte, Campos (2011), dentro de la Revisión Energética de la Norma ISO 50001, identificaba unas medidas y planes para controlar las fuentes de incrementos de costos y pérdidas energéticas en Endesa. Por esa razón, llevando a cabo estas sugerencias, se pueden apreciar las *ventajas* que puede aportar un SGE, en este caso ISO 50001:

1. Realizar diagnósticos energéticos detallados; estáticos y dinámicos.
2. Identificar incrementos potenciales de eficiencia por parámetros operacionales, medidas de mantenimiento o cambios tecnológicos.
3. Identificar residuos energéticos y su posibilidad de uso en los procesos de la empresa.
4. Implementar un sistema de medición en sitios claves.
5. Elaborar líneas base e indicadores para el control del desempeño.
6. Identificar mediante líneas meta, las metas de reducción de consumo.
7. Identificar las variables de operación que controlan la variabilidad del consumo de energía.
8. Identificar las actividades de mantenimiento que controlan la variabilidad del consumo.
9. Estandarizar actividades de operación y mantenimiento.
10. Estandarizar actividades de control energético operacional y gerencial.
11. Reducir tiempos de cambios de productos.
12. Coordinar picos y valles de demanda entre servicios y producción.
13. Acomodos de carga con adopción adecuada de sistema tarifario.
14. Uso de equipos y líneas de producción de mayor eficiencia o menores reprocesos y rechazos.
15. Establecer secuencias de cambios de productos de mínimo consumo de energía.
16. Capacitar al personal clave del consumo energético de operación, mantenimiento y compras.
17. Establecimiento de métodos para elaborar, aprobar y hacer seguimiento del presupuesto de energía por áreas productivas.
18. Capacitar al área de comprar, jurídica, de producción y operación en eficiencia energética.
19. Planificar un plan de acción de reducción de costos y pérdidas energéticas.

Asimismo, se ha de señalar que la propia norma ISO 50001 tiene como objeto aportar los siguientes puntos a las organizaciones (ISO, 2011b):

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- Promover las mejoras prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía.
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Proporcionar un marco para promover la eficiencia energética a lo largo de la cadena de suministro.
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases efecto invernadero.
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como el de calidad, ambiental, y de salud y seguridad.

A continuación, tomando como base la revisión de la literatura que se ha llevado a cabo, se citan los beneficios que una organización puede obtener por implantar un SGE, diferenciándolos en dos grupos: internos y externos. Estos beneficios se han confeccionado en base a los trabajos de EQA (2011), Campos (2011), ISOTools (2012) y Carretero (2011).

***Internos:***

- Mejoras competitivas, puesto que permite reducir costos de producción relacionados con el consumo energético.
- Obtiene seguros a precios más razonables, debido a que el control que permite el sistema disminuye el riesgo de accidentes o averías.
- Proporciona a las organizaciones la forma de integrar la eficiencia energética a las prácticas actuales de gestión.
- Proporciona una metodología lógica y coherente para la identificación y aplicación de mejoras de la eficiencia energética que contribuyan a la mejora continua de las mismas en las instalaciones de la organización.
- Ofrece una orientación para definir la línea base, medir, documentar e informar las mejoras en los indicadores de desempeño energético y su impacto sobre las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Ofrece a las organizaciones con operaciones en más de un país, una sola norma para la aplicación armonizada en toda la organización.
- Facilita el acceso a mercados voluntarios de reducción de gases de efecto invernadero.
- Cultura energética de la organización (optimización y ajuste a la demanda).
- Aumento de la rentabilidad a través de reducción de los consumos y costos energéticos.
- Aumento de la competitividad de la empresa.

**Externos:**

- Las organizaciones que certifiquen un SGE serán valoradas positivamente en la contratación pública.
- Mejora de imagen de la empresa, porque permite demostrar a terceros el cumplimiento de un compromiso social organizacional con el medio ambiente.
- Demuestra el cumplimiento legal de la organización en materia energética.
- Demuestra a los clientes el compromiso demostrable con una gestión energética.

Por otra parte, las *dificultades* que se puede encontrar una organización para llevar a cabo un SGE, se citan a continuación (Carretero, 2011):

- Nueva norma
- Necesidad de actualizar balances de materia y energía.
- Analizar la idoneidad de los equipos de medición instalados.
- Dificultad en definir la unidad de producción de referencia (vinculado al factor energético).
- Instalaciones sometidas a diversas ampliaciones y/o cambio de equipamiento.
- Disparidad en el material de entrada e incluso en el flujo.
- Necesidad de realizar balances de materia y energía actualizados.
- Gran disparidad de procesos energéticos e instalaciones.

En conclusión, según IsoTools (2012), el Sistema de Gestión de la Energía (SGE) basado en la Norma ISO 50001:2011 constituye la base para la mejora de la eficiencia energética de las organizaciones, lo que puede ser extrapolado a nivel global. Uno de los efectos buscados en la implementación del SGE, es la bajada de costes y mejora de la

eficiencia energética, con la consiguiente mejora de productividad y ventaja competitiva de la organización. Asimismo, se señala que la Norma ISO 50001 es compatible con otros esquemas de gestión basados en normas ISO, por lo que su integración es un efecto que trae beneficios en la gestión de las organizaciones. Por último, cabe señalar que la incorporación de nuevas tecnologías vinculadas a los sistemas y procesos productivos, acarrea la consiguiente innovación tecnológica y ventaja competitiva.

Tras analizar en profundidad la estructura y el contenido tipo de un SGE conforme a ISO 50001, y analizado también su proceso de implementación y certificación, se ha constatado que esta herramienta no puede tener las mismas ventajas económicas para empresas de todos los sectores, por ello, se entendió que era necesario realizar una investigación donde se analizara cuál era el impacto económico de la adopción de ISO 50001 para las empresas industriales. Del mismo modo, se llegó a la conclusión de que resultaba interesante analizar si las empresas que adoptan dicha norma recuperan la inversión que les exige llevar a cabo, tanto la certificación, como las futuras inversiones, con el objeto de mejorar la eficiencia energética.

### 7.3. Artículo 3:

#### **Energy management systems: do they pay off?**

Este artículo ya ha sido aceptado para su publicación en la revista *DYNA*, que se encuentra indexada en ISI-JCR con un índice de impacto de 0,2 para 2013 (Artículo en prensa, publicado on-line DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7291> ).

*Laskurain, I., Wulandari, M., Heras-Saizarbitoria, I., y Casadesús, M.*

#### **ABSTRACT:**

This article aims to comparatively analyze the economic efficiency of investments in improving energy management that are made in industrial companies. To this end, the case of organizations that have adopted an ISO 50001-based Energy Management System is analyzed.

In order to carry out the research, field work based on hybrid methodology was used that combines, on the one hand, a quantitative study based on a survey of all ISO 50001 certified Spanish organizations and, on the other, a case study carried out in six Spanish companies.

The results evidenced the fact that most of the organizations that belong to industries with high energy consumption invest more in order to obtain ISO 50001 but also have a much clearer return on investment than companies from other sectors. Therefore, it would seem advisable for industrial companies to implement and develop an Energy Management System in order to improve competitiveness, as the costs associated with energy consumption are substantially reduced.

Keywords: competitiveness, industry, energy, investment, ISO 50001.

#### **1. INTRODUCTION**

The growing cost of energy that industrial companies have been experiencing in recent years is becoming an increasingly obvious hindrance to their competitive drive [1,2]. One of the tools that are gaining increasing relevance involves the implementation of an Energy Management System (EMS) based on an international management standard. To this end, the ISO 50001 standard, which was approved in 2011, has become a clear benchmark that has enabled the adoption of EMSs to take on ever-growing relevance. The limited international academic literature existing on the subject [3,4], as well as the more extensive literature of a



## **8. Conclusiones generales de las investigaciones llevadas a cabo y nuevas líneas de trabajo a futuro**



## **8. Conclusiones generales de las investigaciones llevadas a cabo y nuevas líneas de trabajo a futuro**

En este apartado se tratará de resumir, en primer lugar, las principales conclusiones de la investigación llevada a cabo. Estas conclusiones son fruto de las evidencias empíricas y de las aportaciones, ideas y reflexiones recogidas a lo largo del trabajo de investigación realizado. Lógicamente, éstas son matizadas y ponderadas con las opiniones y reflexiones del autor y del equipo investigador al que pertenece. Por último, se establecerán las principales líneas de investigación que permanecen abiertas en relación con esta Tesis Doctoral.

Las conclusiones de la investigación se encuadrarán en el marco de cada uno de los tres artículos que conforman la presente Tesis Doctoral. Sin embargo, antes de pasar a detallarlas, se señalará, a modo de conclusión general, que desde la perspectiva de los autores, los tres trabajos realizados dan una visión exploratoria ciertamente general, aunque de gran detalle en algunos aspectos concretos. Puesto que son estudios preliminares, realizados en un momento en el que las empresas que en la literatura académica son calificadas de pioneras —ver, por ejemplo, Allur *et al.*, 2014—, han implementado y certificado en sus organizaciones la norma ISO 50001. Cabe recordar que todavía no son muchas las empresas que han adoptado dicha norma y las que la han adoptado han sido las primeras en dar el paso.

En el contexto del fenómeno globalizador, y enmarcados también en el discurso de la sostenibilidad ambiental, en los últimos años han proliferado en el ámbito internacional diversas iniciativas de autorregulación o regulación voluntaria medioambiental entre las que destacan los estándares y modelos de referencia para adoptar SGM. Siguiendo la exitosa trayectoria de dichos estándares, en los años más recientes, han comenzado a desarrollarse los estándares y modelos de referencia para implantar SGE, entre los que destaca, sobremanera, el estándar promulgado por ISO en 2011, el estándar ISO 50001. Esta norma ha tenido una difusión escasa a nivel global, sin embargo, en varios países ha crecido con fuerza, en especial en países como España, donde existe una enorme tendencia a la certificación de SGM, tal y como ha quedado de reflejo en diversos estudios (Casadesús *et al.*, 2008; Heras *et al.*, 2008; Marimon *et al.*, 2010; Marimon *et al.*, 2011).

De los distintos estudios empíricos realizados, se ha constatado el importante peso otorgado por las empresas a las motivaciones de tipo externo a la hora de referirse a las razones que las han llevado a implantar y certificar un SGE conforme a ISO 50001. Con todo, las motivaciones de tipo interno también tienen su presencia. Desde nuestra perspectiva, se trata de un tema de interés que tendría que ser analizado con mayor profundidad en sucesivos estudios puesto que, tal y como recientemente han constatado los profesores Allur *et al.*

(2014), el factor motivacional puede tener un efecto directo relevante en la adopción e interiorización de SG basados en estándares internacionales.

Los beneficios derivados de la implantación y certificación de SGE, aspecto general donde esta Tesis Doctoral ha tratado de establecer su foco, son de diversa índole. Los más mencionados por las empresas y a los que otorgan una mayor valoración, están relacionados con factores tan diversos como el ahorro energético que las empresas pretenden obtener con una sistematización adecuada del SGE y la mejora experimentada en la imagen externa de la empresa. Si bien en términos generales nuestra investigación evidencia aspectos muy positivos relacionados con la implantación y certificación de SGE, sí que es cierto que en los estudios empíricos realizados se constatan ciertos claroscuros en dicho proceso.

Así, de las principales conclusiones extraídas del **artículo 1** se desprende que las normas internacionales certificables de **SGM y SGE** son herramientas de gestión que **no requieren niveles de desempeño específicos para fomentar insumos que resultan fundamentales para avanzar en una producción limpia** como los son las ERs. En lo que atañe a los estándares de referencia para implantar SGM, solo en algunos casos, por ejemplo en el caso de la última revisión del modelo EMAS, es decir, de EMAS III, sí que se recogen algunas recomendaciones para algunos sectores económicos, pero tan solo en ese nivel, es decir, en el de las recomendaciones. Como resultado, estos certificados **no señalizan un alto nivel de protección del medio ambiente o “greening” corporativo**, cuestión que choca con la forma en la que las certificaciones de SGM son presentadas por algunas empresas. Y lo mismo sucede en lo que respecta a los SGE, puesto que la promoción de tecnologías limpias de producción y de insumos renovables resulta ciertamente limitada.

En efecto, pese a que las certificaciones de SGM y los SGE se presentan a las partes interesadas (*stakeholders*), y en especial a los consumidores intermedios y finales, como prácticas ecológicas o medioambientales asociadas al uso intensivo de las tecnologías limpias, el reciclaje y el uso de los recursos energéticos renovables, se ha llegado a la conclusión de que no son estándares que tienen en absoluto una vinculación, ni teórica, ni práctica, necesaria con la mejora de la calidad ambiental de los productos o servicios de las empresas. Tan sólo proporcionan directrices para sistematizar y formalizar una serie de procesos en la empresa que tienen incidencia directa en los llamados aspectos medioambientales. Por ello, parece cada vez más evidente que estas certificaciones (SGM y SGE) están destinadas principalmente a inspirar confianza entre los *stakeholders* y a reforzar su legitimidad social, como es recientemente subrayado por Boiral y Heras-Saizarbitoria (2014).

En el análisis del contenido de las dos normas más exigentes para implantar SGM y SGE se ha evidenciado que sólo en el caso del estándar más estricto con la gestión ambiental (EMAS III) se ha realizado un esfuerzo con el fin de introducir de alguna manera la presencia de la promoción de la utilización de ERs en su contenido. Además, es interesante subrayar que esta cuestión se introdujo en el contenido de la última revisión del modelo para SGM para responder al requerimiento específico de uno de los grupos de interés de este tipo de normas, en concreto, de las ONGs que representan los intereses de los consumidores europeos (ver, por ejemplo, ANEC, 2006; ANEC, 2008). Sorprendentemente, en otros esquemas como en el caso de la norma ISO 14001, la principal norma medioambiental del mundo, y en la norma ISO 50001, un estándar muy centrado en la mejora de la eficiencia energética de las empresas, y que, por tanto, está más centrado en medir, monitorizar y reducir el consumo de energía, no se ha establecido ningún elemento en particular para fomentar de alguna manera el uso de las ERs.

En resumen, en relación con el fomento de las ERs y TERs, las principales deficiencias de los esquemas de referencia internacionales para SGM y SGE más relevantes, tales como ISO 14001 e ISO 50001, incluyen la falta de requisitos de rendimiento (*performance*) y la ausencia de un conjunto obligatorio de indicadores de desempeño comparables que permita una diferenciación entre los que actúan bien y mal en términos de adopción de las ERs. Del mismo modo, desde el punto de vista empírico, la investigación llevada a cabo en el **artículo 1**, pone de manifiesto **un efecto muy limitado en la práctica de los certificados SGM y SGE para señalar la utilización de las ERs en España**, uno de los estados que más ha fomentado tanto estos dos Sistemas de Gestión, como las ERs. En el caso de los SGE certificables parece que el enfoque más especializado de la ISO 50001 en esta materia respecto a los SGM, promueve más la adopción de ERs o tecnologías relacionadas con ello, pero se entiende que este resultado debe ser confirmado con un estudio más amplio llevado a cabo mediante una encuesta cuantitativa en diferentes áreas geográficas.

Desde la perspectiva normativa cercana a las recomendaciones que se promulgan a los decisores públicos, Gasiorowski-Denis (2011) señalaba que se debía seguir trabajando para tratar de evaluar si resulta o no recomendable que las normas ISO apoyen a las tecnologías de las energías renovables en el desarrollo industrial futuro. Es evidente que este trabajo puede centrarse también sobre el gran potencial de las normas certificables internacionales para implantar y certificar SGM y SGE. Estos estándares cuentan, en efecto, con un amplio potencial para, con el modelo propuesto por EMAS III, promocionar tecnologías y herramientas de producción limpias o insumos renovables como se ha subrayado en varias ocasiones por

algunos de los actores involucrados en el proceso de normalización. Por consiguiente, la adaptación de la propuesta general de algunas de las ONGs europeas de consumidores (por ejemplo, ANEC o ECOS), **un enfoque alternativo para los principales esquemas de SGM y SGE para promover la adopción de tecnologías limpias y de insumos sostenibles como las ERs, debería comprender el establecimiento de indicadores y parámetros generales y específicos del sector, junto con un rendimiento mínimo de requisitos** (establecidos con base a los requisitos de cada sector), que vaya más allá del cumplimiento legal y en analogía con el actual sistema de eco-etiquetado europeo para productos. Tal y como se señala en este primer artículo de investigación, una verdadera visión *multistakeholder* debería ser un requisito ineludible para todo este proceso y para avanzar hacia unos estándares para implantar y certificar SGM y SGE que aporten un mayor valor a las organizaciones que las adoptan, a sus *stakeholders* y al medio ambiente.

Por otra parte, el estudio exploratorio cuyos principales resultados se resumen en el **artículo 2** confirma la idea, no contrastada empíricamente hasta la fecha, que **la adopción de un SGE les proporciona un valor añadido a las empresas que cuentan con un SGM certificado**. Se trata de una conclusión relevante pues son muchas las organizaciones empresariales de diferente dimensión y que pertenecen a sectores económicos muy distintos que se plantean este interrogante que se enunció ya hace tiempo en la literatura académica pionera en el ámbito de los SGE.

De acuerdo a lo que se desprende de este estudio empírico, las empresas afirman que el SGE basado en la norma **ISO 50001 les ofrece directrices más claras para la mejora de su eficiencia energética y, por lo tanto, para la mejora en su desempeño medioambiental**. Las evidencias encontradas llevarían a sostener que la adopción de la norma ISO 50001, un meta-standard más técnico y específico, que tiene hasta ahora un valor de marca, en términos de legitimidad de mercado y legitimidad social, más reducido para la adopción de las organizaciones en comparación con un estándar conocido y popular como la ISO 14001, puede centrarse en la obtención de mejoras en el rendimiento (*performance*) de la eficiencia energética en lugar de en tratar de satisfacer otros objetivos de carácter más general.

A pesar de que la mejora de la gestión de la energía y la eficiencia energética, debieran de ser considerados como un foco importante de atención para la mejora por las empresas que ya cuentan con un SGM certificado, especialmente en el caso de aquellas empresas pertenecientes a sectores con baja presión ambiental (Heras-Saizarbitoria *et al.*, 2014b), puesto que tampoco es que dichas empresas cuentan con aspectos ambientales demasiado relevantes en los que centrarse más allá que los relativos a la gestión energética, este estudio

constata que **con la adopción de un SGE las organizaciones fueron capaces de mejorar sustancialmente su gestión de la energía y obtener una mejora importante en su rendimiento (*performance*) energético y medioambiental**. No se confirma, por lo tanto, lo que se comentaba en la literatura previa existente (por ejemplo, Amundsen, 2000; Wagner, 2008), en el sentido de que la adopción de un SGM resulta ser un factor significativo en las actividades de gestión de la energía.

Con todo, se ha de señalar que en términos generales la implementación y la certificación de un SGM ha proporcionado a las empresas analizadas un enfoque muy limitado en términos de mejora en la gestión de la energía, teniendo un efecto indirecto en la mejora del medio ambiente. Además, ha quedado en evidencia que  **pese a tener implantado un SGM, todavía existe un claro potencial de mejora en el desempeño medioambiental, a través de la implantación y certificación de un SGE**. Este hallazgo resulta sorprendente en general, pero especialmente en el caso de aquellas empresas, como es el caso de algunas de las analizadas en este estudio exploratorio, en las que el impacto del consumo de energía es uno de los impactos ambientales más importantes.

Este estudio confirma las sugerencias realizadas anteriormente en la literatura, pero que hasta la fecha no habían sido analizadas empíricamente (ver, por ejemplo, Böttcher y Müller, 2014), en relación con el valor añadido que aporta un SGE certificado para las empresas que ya disponían un SGM certificado. Se ha demostrado que el enfoque específicamente definido de una norma para implementar un SGE (por ejemplo, ISO 50001) ayuda a superar las brechas resultantes de la adopción de un SGM basado en ISO 14001. Este estándar tiende a ser considerado en la literatura especializada como una norma cuya implementación y cuyas auditorías internas y externas son más propensas a la heterogeneidad (Heras-Saizarbitoria *et al.*, 2013), a la disociación organizativa y a la dispersión, a la vez que en los SGM implantados con referencia en ella pueden considerarse un conjunto muy diverso de impactos medioambientales (Böttcher y Müller, 2014). Estos resultados están en línea con la evidencia previa obtenida por los trabajos empíricos que tienen por objeto analizar los resultados de los estándares de SGM más enfocados en el rendimiento (*performance*) que en la sistematización de procesos (Heras y Arana, 2010).

En términos generales, los resultados obtenidos en este estudio empírico vienen a corroborar algunos enfoques que se han propuesto en el campo profesional o *practitioner*, como cuando se afirma que la norma **ISO 50001 ofrece una nueva perspectiva, mucho más centrada en la mejora en el impacto de la energía y por lo tanto también en el impacto medioambiental**. Por ejemplo, se ha constatado que la norma ISO 50001 se centra en mayor

medida en el rendimiento, con menos requisitos de documentación, y con un mayor énfasis en las mediciones y en el control (Piñero, 2009; Welch, 2014). Como señaló Campbell (2012), la energía se incluye, como un aspecto entre otros muchos, en la mayoría de las organizaciones con un SGM certificado, pero generalmente no existe un énfasis en la gestión de la energía y el control, ya que se pasa por alto y las organizaciones se concentran en los aspectos ambientales más evidentes como la gestión de residuos, a pesar de que la gestión de la energía es probablemente el aspecto ambiental más importante que se debe controlar en muchas organizaciones empresariales. Según lo sugerido por Levinson (2012), la conservación de la materia y la energía van de la mano, lo que significa que si la norma ISO 14001 e ISO 50001 se integran, deben producir sinergias para lograr mejores resultados, ya que la conservación de la materia y la energía son cuestiones interrelacionadas y que se deben recoger en agendas inseparables.

En lo que se refiere a la cuestión específica de los SGI, algunos de los beneficios que se mencionan en la literatura se confirman en este estudio exploratorio. Por ejemplo, **las organizaciones analizadas han obtenido beneficios con la reducción de aspectos organizativos o burocráticos propios de la integración de sistemas, puesto que combinan las bases de datos documentales de ambos sistemas, la del SGE y la del SGM.** Sin embargo, en este estudio se ha llegado a la conclusión, que va en consonancia con la literatura previa que se centra en la integración de los SGM y SGC (por ejemplo, Bernardo *et al.*, 2009), que la coordinación de los SGE y SGM se lleva a cabo por diferentes personas que también pertenecen a diferentes áreas de gestión.

Por otra parte, las conclusiones de este segundo artículo deberían conllevar una serie de implicaciones para las organizaciones, directivos, responsables de las decisiones públicas y otras partes interesadas. La eficacia de los SGE en la mejora de rendimiento energético y medioambiental debería estimular a los directivos a analizar en profundidad las ventajas de los SGE sobre los SGM. En esta línea, los decisores públicos deben ser conscientes de las implicaciones reales que conlleva la adopción de SGE y SGM para diferentes tipos de organizaciones. De este modo, se podría especular sobre la conveniencia o no, de establecer políticas para promover SGE y SGM que se adaptan mejor a las características de las empresas objetivo, especialmente en el caso de las PYMEs.

Las conclusiones del **artículo 3** están relacionadas con los beneficios y el rendimiento económico de la implantación y certificación de un SGE basado en el estándar ISO 50001. Una de las conclusiones principales de este artículo es que la mayoría de las empresas que participaron en el estudio empírico cuantitativo afirmaron que tanto **el coste de implantación,**

**como de certificación de la norma ISO 50001 ha sido menor que el coste general medio de implantación y certificación de SGM** (Heras *et al.*, 2008). Si se comparara con los casos analizados en el estudio cualitativo exploratorio, se constata que **las empresas industriales normalmente superan con creces los costes medios señalados para implantar y certificar ISO 50001**. Por una parte, este hecho se puede deber a que la mayoría de las empresas que contaban con el certificado ISO 50001 y que participaron en el estudio empírico, no eran industriales, ya que la encuesta se realizó a todas las organizaciones que disponían de dicho certificado a mediados del año 2013 y muchas de ellas no quisieron detallar el sector del que provenían.

Como se ha podido apreciar en los casos, las inversiones en empresas industriales son considerablemente superiores, puesto que los ahorros que obtienen al tener consumos energéticos elevados son mucho mayores que las de otras empresas de otros sectores no industriales. Como resultado del estudio empírico cuantitativo también se puede constatar que **la tasa de ahorro energético más mencionada por las empresas es menor que un 5% en el consumo energético, independientemente de la dimensión de la empresa**, resultado que supone una contradicción a lo señalado por Macdonald y Skaggs (2012). No obstante, en las pequeñas y medianas empresas el ahorro se situaría por encima del 5% en la mayoría de los casos, mientras que en las empresas grandes un 50% afirma estar por debajo del 5% y la otra mitad bien por encima, o bien afirman no poder responder con los datos disponibles. Si bien en términos generales pueden parecer ahorros pequeños, no resultan desdeñables para aquellas empresas con un fuerte componente de coste energético. Es el caso de la empresa Acería, analizada en el estudio de casos, para quien se ha podido apreciar que un ahorro del 2% equivale a 2 millones de euros de ahorro anual debido a las mejoras implantadas. Por el contrario, para una empresa de servicios como una oficina, por ejemplo, puede que dicho ahorro sea ciertamente irrelevante. Estos ejemplos llevan a una conclusión general que parece importante; que si bien en la literatura académica, en especial en la que tiene una perspectiva más teórica, se tienden a establecer conclusiones un tanto deterministas sobre los resultados económicos de la adopción de SGE basados en estándares internacionales, la casuística que hemos podido constatar tanto en el estudio empírico, como en el estudio cualitativo exploratorio, lleva a ser muy cautos con este tipo de afirmaciones deterministas, a la luz de los **resultados heterogéneos de los estudios realizados sobre los costes y beneficios de la implantación de un SGE conforme a ISO 50001, en función de diversos factores contingenciales tales como la dimensión de las empresas, el sector concreto de actividad o la tecnología de producción utilizada**.

Por último, cabe señalar que dando respuesta a la pregunta relacionada con la recuperación de la inversión realizada mediante los ahorros directa o indirectamente relacionados con la implantación de ISO 50001, **aproximadamente la mitad de las organizaciones consultadas afirman que los beneficios obtenidos por la adopción superan los costes que les han supuesto la adopción del SGE**. Por el contrario, alrededor de una quinta parte de empresas, por término medio, afirman que nunca recuperarán la inversión realizada. Contrastándolo con los casos analizados en el estudio cualitativo, parece obvio que las empresas industriales recuperan la inversión con mayor rapidez que las de servicios, mejorando así su capacidad competitiva. En cambio, las empresas no industriales, tienen una dificultad mucho mayor para recuperar la inversión realizada, si bien es cierto que en muchos casos su verdadero objetivo no es el de ahorrar costes energéticos sino que tienen otras miras como dar buena imagen o responder a la exigencia de los clientes.

Tal y como se detalla en cada uno de los tres artículos que forman esta Tesis Doctoral, resulta muy importante mencionar las posibles limitaciones de esta investigación pionera y las posibles vías para la investigación futura. En todo momento se ha tratado de subrayar que las conclusiones de este trabajo de investigación son preliminares.

En lo que respecta a los trabajos o a la parte de ellos basados en el estudio empírico cuantitativo, hay que reiterar que el estudio se realizó en una fase muy temprana de adopción de SGE basados en ISO 50001. Este sesgo puede afectar de forma notable a los resultados obtenidos. Del mismo modo, el hecho de que la investigación se llevó a cabo en un solo país, limita las conclusiones generales de esta investigación, aunque se puede argumentar que las principales características del proceso de adopción de los meta-standares no difiere mucho de una región a otra (Heras-Saizarbitoria y Boiral, 2013).

En lo que atañe al estudio cualitativo, cabe señalar que debido a su naturaleza exploratoria y al uso de una metodología cualitativa de recogida de información, se pueden considerar las limitaciones habituales de los trabajos de esta índole. Por ejemplo, cabría hacer referencia a las limitaciones a la hora de realizar una generalización de las conclusiones.

La finalización de esta Tesis Doctoral no cierra la línea de investigación relacionada con el estudio de la adopción de SGE basados en estándares o modelos de referencia internacionales, pues son diversas las líneas de investigación abiertas en las que los compañeros del equipo de investigación trabaja en la actualidad. Tal y como ha quedado reflejado en las conclusiones de los artículos, una interesante línea de investigación futura consistiría en desarrollar un estudio cuantitativo sobre la base de una muestra mucho mayor,

para examinar, una vez que la fase inicial de difusión de la norma ISO 50001 finalice, el fenómeno de la adopción e integración de los SGE y SGM. Asimismo, sería muy interesante ampliar el foco de estudio a diversos países, pues es necesario para analizar en detalle la influencia de la variabilidad geográfica, tal y como recomiendan Casadesús y Karapetrovic (2005).

Por una parte, dada la intensa labor llevada a cabo por las Administraciones Públicas en la promoción de la gestión medioambiental y la gestión energética, una de nuestras líneas de trabajo abiertas está relacionada con el análisis de la eficacia y la eficiencia de las medidas de fomento público de iniciativas de auto-regulación empresarial, con una especial focalización en las más recientes políticas de impulso a la implantación y certificación de SGE basados en estándares internacionales.

Otra línea de trabajo tiene como objetivo avanzar en el conocimiento relacionado con la incidencia real de las adopciones superficiales, simbólicas o ceremoniales de SGM y de SGE conforme a estándares y modelos internacionales, en la línea de los trabajos más recientes de Heras-Saizarbitoria y Boiral (2013) y de Castka *et al.* (2015). En este sentido, resultaría muy interesante profundizar en el análisis comparativo de la implantación y certificación de SGE y de SGM por sectores de actividad, por ejemplo, manufactura versus servicios y, principalmente, empresas pertenecientes a sectores muy contaminantes versus empresas pertenecientes a sectores poco contaminantes, dado que gran parte de los estudios analizados no han tenido en cuenta esta contingencia, o la han tenido en cuenta de forma muy superficial. Queda claro que de cara al futuro, a la hora de avanzar en esta línea de trabajo, resulta importante considerar la complejidad del proceso de adopción de los estándares y modelos de referencia para la implantación de SGE y SGM. Esta línea de estudio resulta muy importante para el ámbito académico, pero en especial, quizá para los directivos de las empresas certificadas o con expectativas para la certificación. También lo es, desde nuestra perspectiva, para los organismos de certificación y acreditación y, en especial, para los propios decisores públicos que mediante distintas herramientas de política pública tratan de incidir en la mejora de la gestión medioambiental y energética de las organizaciones empresariales.

Tabla 17. Resumen de las principales conclusiones obtenidas en los artículos.

	<i>Principales conclusiones</i>
<b>Artículo 1</b> Fostering Renewable Energies by Standards for Environmental and Energy Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los SGM y los SGE son herramientas de gestión que no requieren niveles de desempeño específicos para fomentar insumos que resultan fundamentales para avanzar en una producción limpia como los son las ERs.</li> <li>• Los SGM y los SGE no señalizan un alto nivel de protección del medio ambiente o “greening” corporativo.</li> <li>• Ni los SGM, ni los SGE consiguen un uso más intenso de las energías renovables ni de sus tecnologías.</li> <li>• Los SGM y los SGE deberían comprender el establecimiento de indicadores y parámetros generales y específicos del sector, junto con un rendimiento mínimo de requisitos.</li> </ul>
<b>Artículo 2</b> Do Energy Management Systems add value to firms with Environmental Management Systems?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La adopción de un SGE les proporciona un valor añadido a las empresas que cuentan con un SGM certificado.</li> <li>• La norma ISO 50001 les ofrece directrices más claras para la mejora de su eficiencia energética y, por lo tanto, para la mejora en su desempeño medioambiental.</li> <li>• La adopción de un SGE, permite a las organizaciones mejorar sustancialmente su gestión de la energía y obtener una mejora importante en su rendimiento (<i>performance</i>) energético y medioambiental.</li> <li>• Las organizaciones obtienen beneficios con la reducción de aspectos organizativos o burocráticos propios de la integración de sistemas, puesto que combinan las bases de datos documentales de ambos sistemas, la del SGE y la del SGM.</li> </ul>
<b>Artículo 3</b> Energy management systems: do they pay off?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El coste de implantación, como de certificación de la norma ISO 50001 es menor que el coste general medio de implantación y certificación de un SGM.</li> <li>• La tasa de ahorro energético más mencionada por las empresas es menor que un 5% en el consumo energético, independientemente de la dimensión de la empresa.</li> <li>• Aproximadamente la mitad de las organizaciones consultadas afirman que los beneficios obtenidos por la adopción superan los costes que les han supuesto la adopción del SGE.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 9. Bibliografía



## 9. Bibliografía

- Abdelaziz, E.A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving strategies in industrial sector, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 15(1),150-168.
- AChEE (Agencia Chilena de Eficiencia energética), (2012). Guía de implementación Sistema de Gestión de la Energía basado en la ISO 50001. Enlace: <http://guaiso50001.cl/>. Acceso 05.06.2014.
- Acoltzi, H., & Pérez, H. (2011). ISO 50001, Gestión de Energía. Boletín IIE 114, Diciembre.
- AENOR, (2011). Nueva gestión energética. Enlace: [http://www.aenor.es/documentos/certificacion/folletos/w\\_Publicacion\\_GESTION\\_ENERGETICA.pdf](http://www.aenor.es/documentos/certificacion/folletos/w_Publicacion_GESTION_ENERGETICA.pdf). Acceso 22.05.2014.
- AENOR, (2011b). Certificación Gestión Energética. Enlace: <http://www.aenor.es/documentos/certificacion/>. Acceso 22.05.2014
- AENOR , (2012). Management Systems for health and safety in the workplace OHSAS 18001. Enlace: <http://www.en.aenor.es>. Acceso 10.04.2012
- Agüero, J., Rodríguez, F., & Giménez, A. (2013). Energy management based on productiveness concept, *Renewable and sustainable energy reviews*, 22, 92-100.
- Allur, E., Heras-Saizarbitoria, I., & Casadesús, M. (2014). Internalization of ISO 9001: a longitudinal survey, *Industrial Management & Data Systems*, 114(6), 872-885.
- Amundsen, A. (2000). Joint management of energy and environment, *Journal of Cleaner Production*, 8 (6), 483-494.
- Anisimova, T. Y. (2013). Analysis of Standards in Energy Management, *Middle-East Journal of Scientific Research*, 13(5), 654-657.
- Anderson, S.W., Daly, J.D., & Johnson, M.F. (1999). Why firms seek ISO 9000 certification: regulatory compliance or competitive advantage? *Production and Operations Management*, 8(1), 28-43.
- ANEC, (2006). Joint ANEC / BEUC / ECOS / EEB position on Making EMAS a system of excellence - Going beyond EMS. Enlace: [http://www.ecostandard.org/downloads\\_a](http://www.ecostandard.org/downloads_a). Acceso 11.08.2014
- ANEC, (2008). Joint ANEC1 / ECOS2 / EEB3 position on Commission proposal for a revised EMAS (EMAS III). Enlace: <http://www.eeb.org/publication/EEB-ECOS-ANEC-EMAS-position-paper-October2008.pdf>. Acceso 20.08.2014.
- Antunes, P., Carreira, P., & Mira da Silva, M. (2014). Towards an energy management maturity model, *Energy Policy*, 73, 803–814.

- Asif, M., Bruijn, E.J.D., Fisscher, O.A.M., Searcy, C., & Steenhuis, H.J. (2009). Process embedded design of Integrated Management Systems, *International journal of quality and reliability management*, 26(3), 261-282.
- Asif, M., Fisscher, O.A.M., Joost de Bruijn, E., & Pagell, M. (2010). An examination of strategies employed for the integration of management systems, *The TQM Journal*, 22(6), 648-669.
- Aughney, N., & O'Donnell, G. E. (2015). The energy saving opportunity in targeting non-value add manufacturing activities—a structured approach, *Journal of Cleaner Production*, 86, 191-200.
- Beckmerhagen, I., Berg, H., Karapetrovic, S. & Willborn W. (2003). Integration of management systems: focus on safety in the nuclear industry, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 20(2), 209–27.
- Bernardo, M., Casadesús, M., Karapetrovic, S., & Heras, I. (2009). How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study, *Journal of Cleaner Production*, 17(8), 742-750.
- Bernardo, M., Casadesús, M., Karapetrovic, S., & Heras, I. (2012). Do integration difficulties influence management system integration levels? *Journal of Cleaner Production*, 21(1):23-33.
- Bernardo, M. (2014). Integration of management systems as an innovation: a proposal for a new model, *Journal of Cleaner Production*, 82:132, 142.
- Binder, M., & Edwards, J.S. (2010). Using grounded theory method for theory building in operations management research a study on inter-firm relationship governance, *International Journal of Operations & Production Management*, 30 (3), 232-59.
- BIS (Bureau of Indian Standards), (2011). Energy management systems – requirements with guidance for use. Enlace: <https://law.resource.org/pub/in/bis/S08/is.iso.50001.2011.pdf>. Acceso 10.06.2014.
- Boiral, O. (2011). Managing with ISO systems: lessons from practice, *Long Range Planning*, 44(3), 197-220.
- Boiral, O., & Gendron, Y. (2011). Sustainable Development and Certification Practices: Lessons Learned and Prospects, *Business Strategy and the Environment*, 20, 331-347.
- Boiral, O., & Heras-Saizarbitoria, I. (2014). Management system standards, meta perspective, in *Forecoming. Encyclopedia of Quality and the Service Economy*:SAGE Publications, Thousand Oaks, CA.
- Bondoni, C. (2012). ISO 50001 – Gestión de la Energía. Consecuencias de su aplicación. November 5. ABB Group.

- Böttcher, C., & Müller, M. (2014). Insights on the impact of energy management systems on carbon and corporate performance. An empirical analysis with data from German automotive suppliers, *Journal of Cleaner Production*. Disponible online 11.06.2014.
- Brunsson, N., & Jacobsson, B. (2000). A world of standards. Oxford University Press.
- BSI, (2011). ISO 14001 & 50001 Comparison, Kitemark Court, Davy Avenue, Knowlhill, Milton Keynes, MK5 8PP, United Kingdom.
- Campbell, C. (2012). Practical Guidance for ISO 50001 Implementation. Lloyd's Register Quality Assurance, Inc, London.
- Campos, J.C. (2011). Norma ISO 50001. Sistemas de Gestión energética. Enlace: <http://es.scribd.com/doc/238712557/normaiso50001-juancarloscampos#scribd>. Acceso 20.06.2014
- Capehart, B.L., Turner W.C., & Kennedy W.J. (2008). Guide to energy management. Six edition, Published by Fairmont Press, Inc., Printed en USA.
- Carretero, A., (2011). Sistemas de gestión de eficiencia energética ISO 50001:2011. La contribución a la eficiencia energética de los sistemas de gestión y las auditorías energéticas. Enlace: [http://www.aec.es/c/document\\_library](http://www.aec.es/c/document_library). Acceso 07.05.2014.
- Carrillo-Rojas, G., Andrade-Rodas, J.A., Barragán-Escandón, A., & Astudillo-Alemán A. (2014). Impact of electrical energy efficiency programs, case study: Food processing companies in Cuenca, Ecuador Impacto de programas de eficiencia energética eléctrica, estudio de caso: Empresas alimentarias en Cuenca, Ecuador, *DYNA*, 81, 184.
- Casadesús, M., & Giménez, G. (2000). The benefits of the implementation of the ISO 9000 standard: empirical research in 288 Spanish companies, *The TQM Magazine*, 12, 432-441.
- Casadesús-Fa, M., & Heras-Saizarbitoria, I. (2001). La norma ISO 9000: beneficios de su introducción en las empresas españolas. Un estudio empírico, *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 10(1), 55-67.
- Casadesús, M., & Karapetrovic, S. (2005). Has ISO 9000 lost some of its lustre? A longitudinal impact study. *International journal of operations & production management*, 25(6), 580-596.
- Casadesús, M., Heras, I., & Merino, J. (2005). Calidad práctica. Ed. Prentice Hall.Madrid
- Casadesús, M., Marimon, F., & Heras, I. (2008). ISO 14001 diffusion after the success of the ISO 9001 model, *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1741-1754.
- Casadesús, M., Heras, I., & Karapetrovic, S. (2009). The 9000 with the 9000: An analysis of the impact of the ISO 9000 standard in Catalonia, Acc1ó, CIDEM/COPCA.

- Castka, P., & Balzarova, M.A. (2008). The impact of ISO 9000 and ISO 14000 on standardisation of social responsibility—an inside perspective, *International Journal of Production Economics*, 113(1), 74-87.
- Castka, P., Prajogo, D., Sohal, A., & Yeung, A. C. (2015). Understanding firms' selection of their ISO 9000 third-party certifiers, *International Journal of Production Economics*. En prensa.
- Castrillon, R., González, A., Quispe, E. (2013). Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema de gestión integral de la energía, *J.Dyna*, 80, 115-123.
- Chiu, T.Y., Lo, S., & Tsai, Y.Y. (2012). Establishing an Integration-Energy-Practice Model for Improving Energy Performance Indicators in ISO 50001 Energy Management Systems, *Energies*, 5(12), 5324-5339.
- Choudhury, A. (2012). ISO 50001: Are the Auditors Equipped Enough? *Open Journal of Energy Efficiency*, 1(57), 61.
- Christmann, P., Taylor, G. (2001). Globalization and the environment: Determinants of firm self-regulation in China, *Journal of International Business Studies*, 32, 3.
- Comisión Europea, (2008). "Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%". Enlace: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/energy\\_efficiency/en0002\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0002_es.htm). Acceso 03.05.2014.
- Comisión Europea, (2009). Regulation (EC) N. 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) N. 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC.
- Comisión Europea, (2011). Communication from the Commission — Establishment of the working plan setting out an indicative list of sectors for the adoption of sectoral and cross-sectoral reference documents, under Regulation (EC) No 1221/2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS) (2011/C 358/02), OJ C 358, 8.12.2011, 2-5.
- Comisión Europea, (2014a). EMAS: Statistics and Graphs, Brussels. Enlace: [http://ec.europa.eu/environment/emas/documents/articles\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/emas/documents/articles_en.htm). Acceso 07.09.2014.
- Comisión Europea, (2014b). Energy prices and costs report .Accompanying the document communication from the commission to the European parliament, the council, and the european economic and social committee and the committee of the regions. Enlace: [ec.europa.eu/energy/doc/2030/20140122\\_swd\\_prices.pdf](http://ec.europa.eu/energy/doc/2030/20140122_swd_prices.pdf). Acceso 24.03.2014.

- Corbett, C.J. & Kirsch, D.A. (2001). International diffusion of ISO 14000 certification, *Production & Operations Management*, 10(3), 327-42.
- Corbett, C. J. (2005). Global Diffusion of ISO 9000 Certification through Supply Chain. Anderson Graduate School of Management Decisions, Operations, and Technology Management, University of California, Los Angeles, California.
- Correa, A., & Gómez, R.A. (2010). Seguridad en la cadena de suministro basada en la norma ISO 28001 para el sector carbón, como estrategia para su competitividad, *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 28.
- Dashiell, R. A., Hadley, C. L., Schmitz, W. D., & Turpin, R. H. (1979). U.S. Patent No. 4,153,936. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Delmas, M. (2001). Stakeholders and competitive advantage: stakeholders and competitive advantage: the case of ISO 14001, *Production and Operations Management*, 10(3), 343–358.
- Douglas, A. & Glen, D. (2000). Integrated management systems in small and medium enterprises, *Total Quality Management*, 11 (4–6), 686–690.
- Duglio, S. (2011). Energy management systems: from EN 16001 to ISO 50001, *Management*, 4(4.2), 1.
- Ecclestone, C.H., March, F., & Cohen, T. (2011). Inside Energy: Developing and Managing an ISO 50001 Energy Management System, CRC Press. ISBN: 9781439876701.
- Eisenhardt, K.M. (1989). Building theories from case study research, *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- EQA (European Quality Assurance), (2011). Sistemas de Gestión Energética, ISO 50001. Enlace: <http://www.eqa.org/documentos/SISTEMA%20DE%20GESTION%20ENERGETICA.pdf>. Acceso 03.03.2014
- Fresner, J., & Engelhardt, G. (2004). Experiences with integrated management systems for two small companies in Austria, *Journal of Cleaner Production*, 12(6), 623–31.
- Gasiorowski-Denis, E. (2011). What's the alternative ? ISO standards for a renewable energy future ISO Focus+, 5(2),37-39. ISSN 1729-8709.
- Gavronski, I., Paiva, E. L., Teixeira, R., & De Andrade, M.C.F. (2013). ISO 14001 certified plants in Brazil—taxonomy and practices, *Journal of Cleaner Production*, 39, 32-41.
- Gianni, M., & Gotzamani, K. (2014). Management systems integration: Lessons from an abandonment case, *Journal of Cleaner Production*, 86, 265-276.

- Giménez-Leal, G., Casadesús-Fa, M., & Valls-Pasola, J. (2003). Using environmental management systems to increase firms' competitiveness, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 10(2), 101-110.
- González-Benito J. (2006). A review of determinant factors of environmental proactivity, *Business Strategy and the Environment*, 15(2), 87-102.
- González-Benito J, & González-Benito O. (2008). Operations management practices linked to the adoption of ISO 14001: an empirical analysis of Spanish manufacturers, *International Journal of Production Economics*, 113(1), 60-73.
- Gopalakrishnan, B., Ramamoorthy, K., Crowe, E., Chaudhari, S., & Latif, H. (2014). A structured approach for facilitating the implementation of ISO 50001 standard in the manufacturing sector, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 7, 154-165.
- Gore, A. (2006). *An inconvenient Truth—the planetary emergence of global warming*. Rodale, New York, NY.
- Griffith, A. (2000). Integrated management systems: a single management system solution for project control? *Engineering, Construction and Architectural Management*, 7(3), 232-240.
- Griffith, A., & Bhutto, K. (2009). Better environmental performance: a framework for integrated management systems (IMS), *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 20(5), 566-580.
- Hatto, P. (2010). *Standards and Standardization Handbook*. European Commission Directorate G – Industrial Technologies.
- Haufler, V. (1999). *Negotiating international standards for environmental management systems: The ISO 14000 standards*. Global Public Policy Network, Washington DC.
- Heras, I., Dick, G.P., & Casadesús, M. (2002). ISO 9000 registration's impact on sales and profitability: A longitudinal analysis of performance before and after accreditation, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 19(6), 774-791.
- Heras, I. (Coord.) (2006). *ISO 9000, ISO 14001 y otros estándares de gestión: pasado, presente y futuro*. Thomson, Madrid.
- Heras, I., Arana, G., Díaz De Junguitu, A., & Espí, M.T. (2006b). Análisis de la implantación de la norma ISO 14001 en la CAPV. En: Heras (Coord.). *ISO 9000, ISO 14001 y otros estándares de gestión: pasado, presente y futuro*. Thomson, Madrid. Pp. 233-42.
- Heras, I. (Dir.), Arana, G., Díaz De Junguitu, A., Espí, M.T., & Molina, J.F. (2008). *Los Sistemas de Gestión Medioambiental y la competitividad de las empresas de la CAPV*. Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad, Donostia-San Sebastián.

- Heras I., & Arana G. (2010). Alternative models for environmental management in SMEs: the case of Ekoscan vs. ISO 14001, *Journal of Cleaner Production*, 18, 726-35.
- Heras-Saizarbitoria, I, & Arana, G. (2011). Impacto de la certificación ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial: conclusiones de un estudio empírico. Cuadernos de Economía y Dirección de Empresas, vol. 14, nº 1, 112-122.
- Heras, I. (2012). 'La otra investigación empírica: cómo aplicar metodologías cualitativas'. II Workshop de Investigación para estudiantes del doctorado de empresa, 23 de noviembre, Facultat d'Economia i Empresa, Universitat de Barcelona.
- Heras-Saizarbitoria, I, & Boiral, O. (2013). ISO 9001 and ISO 14001: Towards a Research Agenda on Management System Standards, *International Journal of Management Reviews*, 15(1), 47-65.
- Heras-Saizarbitoria, I., Dogui, K., & Boiral, O. (2013). Shedding light on ISO 14001 certification audits, *Journal of Cleaner Production*, 51, 88-98.
- Heras-Saizarbitoria, I., Bernardo, M., & Casadesús-Fa, M. (2014a). La integración de sistemas de gestión basados en estándares internacionales resultados de un estudio empírico: realizado en la CAPV. *Revista de dirección y administración de empresas*, 1, 14.
- Heras-Saizarbitoria, I., Arana. G., & Boiral, O. (2014b). Exploring the Dissemination of Environmental Certifications in High and Low Polluting Industries, *Journal of Cleaner Production*. (Available online 7 November 2014).
- Hsieh, H.F., & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis, *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288.
- Hubbert, M. K. (1954). Entrapment of Petroleum Under Hydrodynamic Conditions: DISCUSSION, *AAPG Bulletin*, 38(2), 341-342.
- IEA (International Energy Agency), (2010). World Energy Outlook 2010. Enlace: <http://www.iea.org/topics/renewables>. Acceso 25.06.2014.
- Introna, V., Cesarotti, V., Benedetti, M., Biagiotti, S., & Rotunno, R. (2014). Energy Management Maturity Model: an organizational tool to foster the continuous reduction of energy consumption in companies, *Journal of Cleaner Production*, 83, 108-117.
- IPCC, (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K, & Reisinger, A. (eds.)]. Geneva, Switzerland, 104. Enlace: <http://www.ipcc.ch/>. Acceso 05.06.2014.

- IPTS (Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit), (2012). Joint Research Center Reference Document on Best Environmental , Sevilla.
- Iraldo, F., Testa, F., & Frey, M. (2009). Is an environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco-management and audit scheme (EMAS) in the European union, *Journal of Cleaner Production*, 17(16), 1444-52.
- ISO, (2004a). Standardization and related activities - General vocabulary. ISO-IEC Guide 2004. Geneva, Switzerland: ISO.
- ISO, (2004b). NORMA ISO 14001:2004. Sistemas de gestión Ambiental-Sistema de Gestión en seguridad y Salud Ocupacional sitios con orientación para su uso.
- ISO, (2005). NORMA ISO 9000: 2005. COPANT/ISO.
- ISO, (2009). *Annual Report*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. Enlace: [http://www.iso.org/iso/annual\\_report\\_2009.pdf](http://www.iso.org/iso/annual_report_2009.pdf). Acceso 25.11.2010.
- ISO, (2011a). The ISO Survey of Certifications - 2010, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO, (2011b). Gana el desafío de la energía con ISO 50001. Enlace: [http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf). Acceso 15.10.2013.
- ISO, (2011c). NORMA ISO 50001:2011. Sistemas de Gestión de la Energía-Requisitos con orientación para su uso.
- ISO, (2013). ISO survey 2012. Enlace: <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm>. Acceso 05.09.2014.
- ISOTools, (2012). La Norma ISO 50001:2011. La gestión de la Energía. Una baja de costos y una mejora de la eficiencia energética de las Organizaciones. Enlace: [http://www.isotools.org/pdfs/monografico\\_ISO-50001.pdf](http://www.isotools.org/pdfs/monografico_ISO-50001.pdf). Acceso 15.06.2014.
- Jorgensen, T., Remmen, A., & Mellado, M. (2004). Integrated Management Systems, Working paper 7, Department of development and planning, University of Aalborg.
- Jorgensen, T., Remmen, A. & Mellado, M. (2006). Integrated management systems – three different levels of integration, *Journal of Cleaner Production*, 14(8), 713–22.
- Karapetrovic, S., & Willborn, W. (1998). Integrated audit of management systems, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 15(7), 694–711.

- Karapetrovic, S., & Willborn, W. (2001). Audit and self-assessment in quality management: comparison and compatibility, *Managerial Auditing Journal*, 16(6), 366-377.
- Karapetrovic, S. (2002). Strategies for the integration of management systems and standards, *The TQM Magazine*, 14(1), 61-67.
- Karapetrovic, S., & Jonker, J. (2003). Integration of Standardized Management Systems: Searching for a Recipe and Ingredients, *Total Quality Management & Business Excellence*, 14(4) 451-459.
- Karapetrovic, S., Casadesús, M., & Heras, I. (2006). Dynamics and integration of standardized management systems, Documenta Universitaria, Girona, Spain.
- Karapetrovic, S., & Casadesús, M. (2009). Implementing environmental with other standardized management systems: scope, sequence, time and integration, *Journal of Cleaner Production*, 17(5), 533-540.
- Khanna, K.H., Laroia, S.C., & Sharma, D.D. (2010). Integrated management systems in Indian manufacturing organizations: Some key findings from an empirical study, *The TQM Journal*, 22(6), 670-686.
- Kirkby, A. (2002). The one-stop shop, *Quality world*, 1, 2-4.
- King, A, Toffel, M. (2007). Self-regulatory institutions for solving environmental problems: perspectives and contributions from the management literature. A King, M Toffel. HBS
- Kohlbacher, F. (2006). The use of qualitative content analysis in case study research. In Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research, 7, 1.
- Krut, R., & Gleckman, H. (1998). ISO 14001: A missed opportunity for sustainable global industrial development. Earthscan, London. ISBN: 9781853835063.
- Lambert, G. (2013). Never tire of saving energy! ISO 50001 is a win-win for Bridgestone. Enlace: [http://www.iso.org/iso/home/news\\_index/news\\_archive/news.htm?refid=Ref1723](http://www.iso.org/iso/home/news_index/news_archive/news.htm?refid=Ref1723). Acceso 5.08.2014.
- Lefebvre, H. (2011). On common ground ISO/IEC take on terminology ISO Focus+, 2:5. ISSN: 1729-8709.
- Levinson, W.A. (2012). Combine ISO 50001 with ISO 14001 and Drop the GHG Provision, 278 - Quality Digest. Enlace: <http://www.qualitydigest.com/inside/quality-insider-column/combine-iso-50001-iso-14001-manufacturing-greenhouse%20gas.html#>. Acceso 05.05.2014.
- López-Fresno, P. (2010). Implementation of an integrated management system in an airline: a case study, *The TQM Journal*, 22 (6), 629-647.

- Lozano, R., & Huising D. (2011). Inter-linking issues and dimensions in sustainability reporting. *Journal of Cleaner Production*, 19(2), 99-107.
- LRQA, (2012). Practical Guidance for ISO 50001 Implementation. Enlace: [http://www.lrqa.com.br/noticias/LRQA\\_Practical\\_Guidance\\_ISO%2050001\\_FIN\\_LR\\_singles\\_02-27-12\\_small.pdf](http://www.lrqa.com.br/noticias/LRQA_Practical_Guidance_ISO%2050001_FIN_LR_singles_02-27-12_small.pdf). Acceso 28.05.2014.
- Marimon, F., Casadesús, M., & Heras, I. (2010). Certification intensity level of the leading nations in ISO 9000 and ISO 14000 standards, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(9), 1002-1020.
- Marimon, F., Llach, J., & Bernardo, M. (2011). Comparative analysis of diffusion of the ISO 14001 standard by sector of activity, *Journal of Cleaner Production*, 19(15), 1734-1744.
- Matias, J.C.O., & Coelho, D.A. (2002). The Integration of the Standards Systems of Quality Management, Environmental Management and Occupational Health and Safety Management, *International Journal of Production Research*, 40(15), 3857-3866.
- McKane, A., Williams, R., Perry, W., & Li, T. (2008). Setting the standard for industrial energy efficiency. Lawrence Berkeley National Laboratory, *Management*, 4(4.2), 1.
- McDonald, M., Mors, T., & Phillips, A. (2003). Management system integration: can it be done?, *Quality Progress*, 36 (1), 67-74.
- Macdonald, D., & Skaggs, J. (2012). ISO 50001 Energy Management: Continuous Improvement Driving Financial Results. Enlace: <http://home.comcast.net/~aeilliana/Presentations/ISO50001.pdf>. Acceso 10.03.2013.
- Mendel, P.J. (2002). International standardization and global governance: the spread of quality and environmental management standards, *Organizations, policy and the natural environment* Eds A.J. Hoffman, M.J. Ventresca (Stanford University Press, Stanford, CA), 407-424.
- Molina-Azorín, J.F. (2007). Mixed methods in strategy research: applications and implications in the resource-based view, *Research methodology in strategy and management*, 4, 37-73. ISSN: 1479-8387.
- NSAI, (2014). ISO 50001 transition policy and summary of changes from EN 16001 to ISO 50001. Enlace: [www.nsai.ie/50001](http://www.nsai.ie/50001). Acceso 05.09.2014.
- O'Rourke, D. (2006). Multi-stakeholder regulation: privatizing or socializing global labor standards? *World development*, 34(5), 899-918.

- Pan, J.N. (2003). A comparative study on motivation for and experience with ISO 9000 and ISO 14000 certification among Far Eastern countries, *Industrial Management & Data Systems*, 103(8), 564-578.
- Panwar, N.L., Kaushik, S.C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: a review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1513-1524.
- Patterson, M.G. (1996). What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues, *Energy policy*, 24(5), 377-390.
- Piñero, E. (2009). ISO 50001: setting the standard for industrial energy management, *Green Manufacturing News*, 21-24.
- Pojasek, R. (2006). Is Your Integrated Management System Really Integrated? *Environmental Quality Management*, 16(2), 89-97.
- Pun, K.F., & Hui, I.K. (2002). Integrating the safety dimension into quality management systems: a process model, *Total Quality Management & Business Excellence*, 13(3), 373-391.
- Renzi, M. & Capelli, L. (2000). Integration between ISO 9000 and ISO 14000: opportunities and limits, *Total Quality Management*, 11(4-6), 849-856.
- Salomone, R. (2008). Integrated management systems: experiences in Italian organizations, *Journal of Cleaner Production*, 16(16), 1786-1806.
- SENA - Ministerio de Colombia, (2011). Aplicación de la norma ISO 50001- Sistemas de gestión de la energía. Enlace:  
<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Grupo%20de%20Participacion%20Ciudadana/AplicacionDeLaNormalISO50001.pdf>. Acceso 01.07.2014.
- Simon, A., Bernardo, M., Karapetrovic, S., & Casadesús, M. (2011). Integration of standardized environmental and quality management systems audits, *Journal of Cleaner Production*, 19(17), 2057-2065.
- Simon, A. (2012). An empirical analysis of integrated management systems. Dipòsit legal: GI. 1388-2012. Enlace: <http://hdl.handle.net/10803/84065>. Acceso 20.10.2013.
- Simon, A., Karapetrovic, S., & Casadesús, M. (2012). Difficulties and benefits of integrated management systems, *Industrial Management & Data Systems*, 112(5), 828-846.
- Spendolini, M. J. (1992). The benchmarking book (pag. 48). New York, NY: Amacom.
- Straughan, M. (2013). Bentley first with ISO 50001 Car marker implements energy management standard. Enlace:

- [http://www.iso.org/iso/home/news\\_index/news.htm?Refid=Ref1523](http://www.iso.org/iso/home/news_index/news.htm?Refid=Ref1523). Acceso 05.08.2014.
- Switzer, J. & Ehrenfeld, J. (1999). Independent environmental auditors: what does ISO 14001 registration really mean?, *Environmental Quality Management*, 9(1), 17-33.
- Tarí, J.J., & Molina-Azorín, J.F. (2010). Integration of quality management and environmental management systems. Similarities and the role of the EFQM model, *The TQM Journal*, 22(6), 687-701.
- Testa, F., Rizzi, F., Daddi, T., Gusmerotti, N.M., Frey, M., & Iraldo, F. (2014). EMAS and ISO 14001: the differences in effectively improving environmental performance, *Journal of Cleaner Production*, 68, 165-173.
- Thollander, P., & Ottosson, M. (2010). Energy management practices in Swedish energy-intensive industries, *Journal of Cleaner Production*, 18 (12), 1125-1133.
- Tienan, W., & Pengcheng, L. (2011). How much is too much ? Saving energy the smart, *ISO Focus+*, 5(2):20-21. ISSN 1729-8709.
- Toffel, M. (2006). Resolving information Asymmetries in markets: The role of Certified Management Programs. Documento de trabajo, Harvard Business School, Cambridge, Estados Unidos.
- UNIDO, (2008). Standards for Energy Efficiency, Water, Climate Change, and their Management Background. 42nd Meeting of ISO DEVCO 12-13. Dubai: United Arab Emirates.
- US Departamento de Energía, (2014). ISO 50001 frequently asked questions. Enlace: <http://www.energy.gov/eere/amo/iso-50001-frequently-asked-questions>. Acceso 19.09.2014.
- Uzumeri, M.V. (1997). ISO 9000 and other metastandards: principles for management practice? *The Academy of Management Executive*, 11(1), 21–36.
- Velázquez, D., González-Falcón, R., Pérez-Lombard, L., Marina-Gallego, L., Monedero, I., & Biscarri, F. (2013). Development of an energy management system for a naphtha reforming plant: A data mining approach. *Energy Conversion and Management*, 67, 217-225.
- Welch, T. (2014). Understanding ISO 50001 Energy Management System Standard and its Integration with an EMS. Enlace: <http://e2s2.ndia.org/schedule/Documents/Abstracts/12196.pdf>. Acceso 03.09.2014.
- Vikhorev, K., Greenough, R., & Brown, N. (2013). An advanced energy management framework to promote energy awareness, *Journal of Cleaner Production*, 43, 103-112.

- Wagner, M. (2008). Links of corporate energy management strategies in Europe with the European Union emissions trading system and environmental management systems, *In Emissions Trading Springer New York*, 183-192.
- Waide, M.P., & Gerundino, M.D. (2007). International standards to develop and promote energy efficiency and renewable energy sources. Enlace: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/standards.pdf>. Acceso 05.05.2014.
- Wright, T. (2000). IMS- Three into One Will Go!: The Advantages of a Single Integrated Quality, Health and Safety, and Environmental Management System, *The Quality Assurance Journal*, 4(3), 137-142.
- Welch, T. (2014). Understanding ISO 50001 Energy Management System Standard and its Integration with an EMS. Enlace: <http://e2s2.ndia.org/schedule/Documents/Abstracts/12196.pdf>. Acceso 09.09.2014.
- Wessels, A. (2011). Energy management system implementation at Toyota SA. In Industrial and Commercial Use of Energy (ICUE). Proceedings of the 8th Conference on the IEEE, 40-45.
- Wilkinson, G., & Dale, B.G. (1999a). Models of management system standards: a review of the integration issues, *International Journal of Management Reviews*, 1(3), 279-298.
- Wilkinson, G., & Dale, B.G. (1999b). Integrated management systems: an examination of the concept and theory, *The TQM Magazine*, 11(2), 95-104.
- Wilkinson, G., & Dale, B.G. (2000). Management system standards: the key integration issues, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B, *Journal of engineering manufacture*, 214(9), 771-780.
- Wright, T. (2000). IMS- Three into One Will Go!: The Advantages of a Single Integrated Quality, Health and Safety, and Environmental Management System, *The Quality Assurance Journal*, 4(3), 137-142.
- Yin, RK. (2003). Case study research: Design and methods. Sage Publications, Inc, 5, 11.
- Zeng, S.X., Tam, C.M., Tam, V.W.Y., & Deng Z.M. (2005). Towards implementation of ISO 14001 environmental management systems in selected industries in China, *Journal of Cleaner Production*, 13(7), 645-56.
- Zeng, S.X., Shi, J.J., & Lou, G.X. (2007). A synergetic model for implementing an integrated management system: an empirical study in China, *Journal of cleaner production*. 15(18), 1760-1767.
- Zeng, S.X., Xie, X.M., Tam, C.M., & Shen, L.Y. (2011). An empirical examination of benefits from implementing integrated management systems (IMS), *Total Quality Management*, 22 (2), 173-186.

- Zhu, Q., Lujia, F., Mayyas, A., Omar, M. A., Al-Hammadi, Y., & Al Saleh, S. (2014). Production energy optimization using low dynamic programming, a decision support tool for sustainable manufacturing, *Journal of Cleaner Production*. (Disponibile online 13.03.2014)
- Zutshi, A., & Sohal, A.S. (2005). Integrated management system. The experience of three Australian organisations, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 16(2), 211-32.

## **10. Anexos**



## 10. Anexos

Se recoge a continuación el guión de las entrevistas semiestructuradas del estudio cualitativo y la encuesta utilizada para la realización del trabajo de campo cuantitativo.

### 10.1. Anexo I: Guión de las entrevistas semiestructuradas del estudio cualitativo

1. **Presentación del estudio y objetivo de la entrevista (5').**
2. **Descripción general de la empresa (10'):**
  - Empresa de producción/servicios,...
  - Tamaño: empleados, ventas,...
  - Trayectoria histórica.
  - Tipo de forma jurídica de la sociedad.
  - Grado de apertura al exterior: proveedores/clientes.
  - Grado de dependencia de un único proveedor/cliente.
  - Trayectoria seguida en el campo de la calidad.
3. **Por qué ISO 50001 [motivos y su peso relativo] (20'):**
  - Cumplimiento de la legislación aplicable, evitando sanciones, accidentes, anticipación ante futuros desarrollos normativos,...
  - Presión de los clientes
    - i. ¿Controlan directamente su SGE? ¿Cómo?
    - ii. ¿Qué importancia conceden a la SGE: sanciones, suspensión de la relación comercial, coste de esta sustitución, premios,...
  - Presión del resto del entorno: propietarios, competencia, sector exterior, otros *stakeholders*,...
  - Búsqueda de resultados económicos, mejora competitiva, reducción de consumo o residuos, conversión en expertos, nuevos mercados, mejora de imagen,...
  - Búsqueda de resultados MA (emisión CO2...), compromiso MA, responsabilidad social, cumplimiento con la estrategia y valores de la organización,...
  - Búsqueda de reconocimiento, legitimación
  - La importancia del largo plazo.

**4. Más SG (10'):**

- Implantación previa de otros estándares y posibles sinergias: integración de sistemas. (Las razones en cada caso)
- La toma de la decisión.
- ¿Contaron con información previa suficiente sobre los diferentes estándares existentes?
- ¿Contaron con referencias previas de otras empresas del grupo, sector, proveedores, clientes,...?
- Orientación hacia su certificación.
- ¿Qué porcentaje es para vosotros el coste de la energía sobre el coste total?
- 

**5. Cómo implantan y certifican un SGM (15'):**

- Pasos, fases, plazos,...
- ¿Contaron para su implantación con ayuda externa de consultorías? ¿Cómo la eligieron?
- ¿Contaron para su implantación con asesoramiento o ayudas públicos?
- Organismo certificador: motivos para su elección.
- Formación: ¿Cuántas personas se formaron externa o internamente? ¿Quiénes? ¿Qué tipo de formación recibieron?
- Participación: dirección, mandos intermedios y trabajadores sin responsabilidad.
- Cambios estructurales introducidos: nuevo departamento, reorganización interna, nuevos responsables,...
- Cambios introducidos en los procesos o rutinas.

**6. Resultados de la implantación de la ISO 50001 (15').**

- ¿Cuáles han sido los principales resultados positivos obtenidos de la implantación, tanto pretendidos como hallados? ¿Resultados de comparativa anual mediante ratios? *[relacionándolo con apartado 3]*.
- ¿Y los negativos?: incremento de la burocracia, costes de la implantación y de la certificación, desdoblamiento entre realidad y sistema de gestión,...
- ¿Ha ayudado el proceso de certificación para bajar el consumo energético? ¿O las razones para ello son otras?

- ¿Se han realizado inversiones importantes orientadas a la reducción del impacto tanto MA como del consumo ENERGÉTICO de la empresa?
- ¿Y los posibles beneficios no cuantificables (Rondinelli): sensibilización ciudadana hacia lo medioambiental,...?
- ¿Se han identificado puntos de consumo grandes?
- ¿Se han propuesto objetivos importantes?¿Se han conseguido?
- ¿Utilizáis alguna herramienta de gestión informática para controlar los resultados?

**7. Valoración del proceso seguido y de su impacto, tanto sobre la empresa como sobre su puesto de trabajo (20’):**

- ¿Qué aspectos fueron los más difíciles de asimilar, implantar, conciliar,...?  
*[Principales obstáculos]:*
  - i. ¿Falta claridad en las metas o coherencia de la dirección?
  - ii. ¿Falta de apoyo de la alta dirección?
  - iii. ¿Han existido diferentes visiones de la adopción del SGE?
  - iv. ¿Escasa concreción o especificación de las acciones individuales requeridas?
  - v. ¿Recursos financieros escasos?
  - vi. ¿Tecnología no disponible?
  - vii. ¿Escasa información o formación?
- ¿En qué medida...?
  - i. ... la implantación del SGE ha supuesto un cambio de cultura, de forma de entender el ahorro energético de la empresa.
  - ii. ... la implantación del SGE ha introducido cambios en la forma de trabajar y relacionarse en la empresa.
  - iii. ... los documentos creados han sido usados en las rutinas diarias.
  - iv. ... el SGE pasó a formar parte de tu rutina habitual.
  - v. ... la preparación de la auditoría es realizada en el último momento.
- ¿Cuál es, finalmente, tu balance personal de lo realizado, tanto para la empresa en su conjunto, como para ti?

**8. Valoración de los agentes externos (10’):**

- Consultor.
- Administración.

- Auditor: nivel de conocimiento, independencia y profesionalidad, aprovechamiento de su informe, impacto de la propia certificación,...

9. **Valoración sobre el impacto social de la SGE (10').**

- ¿Qué opinas de la implantación de SGE en las empresas en general?
- ¿Piensas que, en general, las empresas obtienen resultados positivos/negativos de su implantación?
- ¿Y la sociedad en su conjunto?
- ¿Lo volvería a hacer? ¿Viendo inversión/retorno?
- Grado de satisfacción.

10. **Valoración sobre la aportación del SGE teniendo anteriormente implantado un SGM (20').**

- - ¿La gestión de la energía, tal y como la lleváis ahora, se consideraba antes cuando solo teníais el otro sistema y certificado?
- ¿Cuál es el impacto comparativo de los dos SG con relación a la reducción del impacto medioambiental, el ahorro de costes y los beneficios que se obtienen por responder a las solicitudes de los clientes?
- ¿En qué medida os habéis replanteado o cambiado temas de ISO 14001/ EMAS/Ekoscan por haber adoptado ISO 50001?
- - ¿Qué os parece comparativamente la carga de papeleo de cada una de las normas, es decir, ISO 50001 vs. ISO 14001/ EMAS/Ekoscan?
- - ¿Y qué diríais de las auditorías externas realizadas? ¿Cuál os ha aportado más (SGE vs. SGM)? ¿Y de la preparación/formación de los consultores? ¿Se nota que ISO 50001 es una norma nueva en ese sentido o se nota más la falta de especialización de los consultores en el sector concreto vuestro?
- ¿Se integra el sistema documental de ISO 50001 con el de ISO 14001/ EMAS/Ekoscan?. ¿Los lleva la misma persona? ¿La estructura de responsabilidades es la misma? ¿Están en un único manual general, manual de procedimientos, etc o son dos bases independientes? ¿Lo pensáis mantener así o realizar cambios?
- En términos generales, ventajas y desventajas de ISO 50001 respecto a ISO 14001/ EMAS/Ekoscan en vuestra experiencia-

11. **Cierre (5').**

## 10.2. Anexo II: Cuestionario para la investigación cuantitativa.

### 1. DATOS DE LA EMPRESA

- 1.1. Su nombre (opcional) \_\_\_\_\_ :
- 1.2. Nombre de la empresa (opcional) \_\_\_\_\_ :
- 1.3. ¿Cómo calificaría el alcance internacional de su empresa?  
 Limitado                      1    2    3    4    5                      Amplio
- 1.4. La orientación mundial de su estrategia empresarial.  
 Muy reducida    1    2    3    4    5                      Muy grande
- 1.5. Indique cuál es relevante de cada uno de los siguientes.

	Sí	No
La empresa matriz es propiedad de ciudadanos de dos o más países.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los administradores de la empresa matriz son ciudadanos de varios países.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 1.6. ¿Aproximadamente cuántos empleados ha tenido su empresa por término medio en el último año?
- 1.7. ¿Cuál ha sido la facturación media aproximada de su empresa en el último año (en euros)?

### 2. MOTIVACIÓN PARA ADOPTAR ISO 50001

- 2.1. ¿Cuáles son las razones más importantes para aplicar la norma ISO 50001? Indique la importancia de cada uno de los siguientes.

(1- no afecta; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

Razones principales para implementar ISO 50001	Importancia				
Mejorar la gestión interna	1	2	3	4	5
Mejorar la eficiencia energética	1	2	3	4	5
Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero	1	2	3	4	5
Aumentar la concienciación energética	1	2	3	4	5
Presión de los competidores	1	2	3	4	5
Requisitos de los clientes	1	2	3	4	5
Las regulaciones del gobierno/ legales	1	2	3	4	5
La iniciativa del líder	1	2	3	4	5
La iniciativa de los empleados	1	2	3	4	5
El aumento de los precios de la energía	1	2	3	4	5
Los impactos del cambio climático	1	2	3	4	5
Mejora de la imagen para entrar en nuevos mercados	1	2	3	4	5
Las ayudas y los incentivos dados por las administraciones públicas	1	2	3	4	5
Impulso de asociaciones sectoriales, empresariales y similares	1	2	3	4	5
Otra razon:	1	2	3	4	5

### 3. EL PROCESO DE ADOPCIÓN DE ISO 50001

3.1. ¿Cuál ha sido el compromiso de la alta dirección en la adopción de ISO 50001?

3.2. Muy poco importante      1      2      3      4      5      Muy importante

3.3. De las acciones lideradas por la dirección, ¿cuáles han tenido más impacto? Indique la importancia de cada uno de los siguientes.

(1- nada importante; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

Acciones lideradas por la dirección	Importancia				
	1	2	3	4	5
Promocionar la implicación de los empleados	1	2	3	4	5
Premios / programas de incentivos	1	2	3	4	5
Proporcionar formación	1	2	3	4	5
Mejorar la comunicación	1	2	3	4	5
Revisar y mejorar el sistema de gestión de energía	1	2	3	4	5
Otra acción:	1	2	3	4	5

3.4. ¿Cuáles son los beneficios de la formación realizada en su empresa? Indique la importancia de cada una de las siguientes.

(1- nada importante; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

Beneficios de la formación realizada	Importancia				
	1	2	3	4	5
Mejora de la conciencia de la gestión energética de los empleados	1	2	3	4	5
Mejorar las habilidades operativas.	1	2	3	4	5
Mayor motivación de los empleados de hacer sugerencias de mejora.	1	2	3	4	5
Otro beneficio:	1	2	3	4	5

3.5. ¿Cuáles han sido los principales recursos necesarios para la adopción de ISO 50001?

Indique la importancia de cada una de las siguientes.

(1- nada importante; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

Otros recursos utilizados en la ejecución de ISO 50001	Importancia				
	1	2	3	4	5
Sistemas de monitorización	1	2	3	4	5
Software específico	1	2	3	4	5
Capacidad del personal	1	2	3	4	5
Servicios de consultaría	1	2	3	4	5
Experiencias previa con otros sistemas de gestión.	1	2	3	4	5
Otro recurso:	1	2	3	4	5

3.6. ¿Cuánto tiempo pasó desde que se decidió implementar la ISO 50001 hasta que se certificó la empresa?

- < 6 meses
- 6-12 meses
- 13-18 meses
- >18 meses

3.7. ¿Cuánto dinero ha gastado su empresa, aproximadamente, en la adopción de la ISO 50001? Teniendo en cuenta el coste de las consultoras, el de implantación del sistema, el de certificación, la dedicación del personal, etc.

- 6.000 € - 12.000€
- 13.000€ - 18.000€
- 19.000€ - 30.000€
- > 30.000€

3.8. ¿Cuál es el coste adicional aproximado que cada año tiene su empresa para mantener el sistema? Teniendo en cuenta a los costes de administración y actualización de documentos, dedicación del personal y auditorías internas y externas.

- 6.000 € - 12.000€
- 13.000€ - 18.000€
- 19.000€ - 30.000€
- > 30.000€

3.9. ¿Cuáles son las dificultades para la adopción de ISO 50001 en su empresa? Indique la importancia de cada una de las siguientes.

(1- nada importante; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

Dificultades de la implementación de ISO 50001	Importancia				
Dificultad en el cambio de mentalidad	1	2	3	4	5
Dificultad en la comunicación interna	1	2	3	4	5
La necesidad de la medición continua	1	2	3	4	5
Complejidad de gestión de datos	1	2	3	4	5
La falta de recursos económicos	1	2	3	4	5
La falta de compromiso de liderazgo	1	2	3	4	5
La incertidumbre de los beneficios	1	2	3	4	5
Complejidad de la norma	1	2	3	4	5
Otra dificultad:	1	2	3	4	5

3.10. El sistema de gestión energética se ha integrado con otros existentes (los respectivos Sistemas de Gestión de ISO 9001, ISO 14001, ....)

Sí

No

Si ha respondido “ Sí ”, continúe al pregunta numero 3.10. Si ha respondido “ No ”, continúe al sección 4.

3.11. ¿Qué factores han facilitado dicha integración?

(1- nada importante; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

<b>Factores que ayudan la integración de ISO 50001</b>	<b>Importancia</b>				
Las presiones de clientes	1	2	3	4	5
El liderazgo en la empresa	1	2	3	4	5
Las presiones de los competidores	1	2	3	4	5
Las características comunes compartidas	1	2	3	4	5
Sinergias entre los distintos Sistemas de Gestión	1	2	3	4	5
La experiencia anterior de la norma ISO	1	2	3	4	5
Otro factor:	1	2	3	4	5

#### 4. RESULTADOS DE LA ADOPCIÓN DE ISO 50001

4.1. ¿Cuáles son los beneficios operativos de la adopción de ISO 50001 en su empresa?

Indique la importancia de cada una de las siguientes.

(1- nada importante; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

<b>Beneficios operativos de la implementación de ISO 50001</b>	<b>Importancia</b>				
Aumentar seguridad de la planta	1	2	3	4	5
Aumentar la productividad global	1	2	3	4	5
Optimización de procesos	1	2	3	4	5
Ahorro de energía	1	2	3	4	5
Comportamiento ambiental	1	2	3	4	5
Mejorar las características del producto	1	2	3	4	5
Aumentar la calidad del producto	1	2	3	4	5
Mejora del impacto medioambiental	1	2	3	4	5
Mejora de la concienciación ambiental	1	2	3	4	5
Otro beneficio:	1	2	3	4	5

4.2. ¿Cuáles, hasta la fecha, la reducción aproximada del consumo de energía resultado de la adopción de la norma ISO 50001?

- 1% - 5%
- 6% - 10%
- 11% - 15%
- 16-20%

4.3. En su opinión, ¿Los beneficios directos obtenidos de la adopción de ISO 50001 (por ejemplo vía reducción de consumos) han superado a los costes de implantación y certificación del estándar?

- Sí, los beneficios son mayores que los costes
- Los beneficios y costes son similares
- Los costes de adopción son mayores que los beneficios
- No lo sabemos

4.4. ¿La adopción de ISO 50001 les ha ayudado a ser una empresa más innovadora?

- Sí
- No
- No lo sabemos

Si ha respondido “Sí”, continúe a la pregunta numero 4.5. Si ha respondido “No”, continúe a la pregunta numero 4.6.

4.5. ¿Cuáles son las innovaciones resultado de la adopción de ISO 50001 en su empresa?

Indique la importancia de cada uno de los siguientes.

(1- nada importante; 2-poco importante; 3-importante; 4-bastante importante; 5-muy importante)

<b>Innovaciones resultado de ISO 50001</b>	<b>Importancia</b>				
Innovación en gestión	1	2	3	4	5
Innovación en procesos	1	2	3	4	5
Innovación en materias primas	1	2	3	4	5
Innovación en productos finales	1	2	3	4	5
Otros:	1	2	3	4	5

4.6. En términos generales, ¿Están satisfechos con las mejora que les ha aportado ISO 50001?

- Muy satisfecho
- Poco satisfecho
- Satisfecho
- Menos satisfecho
- Mucho menos satisfecho

Llegados a este punto, queremos agradecer, muy especialmente, la colaboración de su empresa en este estudio. Una vez finalizado, se le hará llegar directamente un resumen de los resultados del estudio.