

IEB Report 3/2019

Energy Efficiency and Climate Change 4

Energy Efficiency and Climate Change *José García-Quevedo*

Industrial Energy Efficiency in Germany *Andreas Löschel*

Do Energy Audits Increase the Adoption of Energy-Efficient Technologies in Companies?

Joachim Schleich

Energy Efficiency and Climate Change: Recent Evolution of European Union Policy *Joan Batalla-Bejerano*

Eficiencia energética y cambio climático 16

Eficiencia energética y cambio climático *José García-Quevedo*

Eficiencia energética industrial en Alemania *Andreas Löschel*

¿Las auditorías energéticas incrementan la adopción de tecnologías de eficiencia energética en las empresas? *Joachim Schleich*

Eficiencia energética y cambio climático: evolución reciente de la política comunitaria *Joan Batalla-Bejerano*

Eficiència energètica i canvi climàtic 30

Eficiència energètica i canvi climàtic *José García-Quevedo*

Eficiència energètica industrial a Alemanya *Andreas Löschel*

Les auditories energètiques augmenten l'adopció de tecnologies d'eficiència energètica a les empreses? *Joachim Schleich*

Eficiència energètica i canvi climàtic: evolució recent de la política comunitària *Joan Batalla-Bejerano*

Editorial Board: Núria Bosch (Director), Alejandro Esteller-Moré, Pilar Sorribas-Navarro
Coordination and Supervision: Institut d'Economia de Barcelona (IEB)
Design and graphic production: Digital Dosis and EPA Disseny S.L.
Translation: Language Services of the University of Barcelona / Sara Sicart
Legal deposit number: B.- 24280-2013
ISSN: 2339-7292

Consejo de redacción: Núria Bosch (Directora), Alejandro Esteller-Moré, Pilar Sorribas-Navarro
Coordinación y Supervisión: Institut d'Economia de Barcelona (IEB)
Diseño y producción gráfica: Digital Dosis y EPA Disseny S.L.
Traducción: Servicios Lingüísticos de la Universidad de Barcelona / Sara Sicart
Depósito legal: B.- 24280-2013
ISSN: 2339-7292

Consell de redacció: Núria Bosch (Directora), Alejandro Esteller-Moré, Pilar Sorribas-Navarro
Coordinació i Supervisió: Institut d'Economia de Barcelona (IEB)
Disseny i producció gràfica: Digital Dosis i EPA Disseny S.L.
Traducció: Serveis Lingüístics de la Universitat de Barcelona / Sara Sicart
Dipòsit legal: B.- 24280-2013
ISSN: 2339-7292

Institut d'Economia de Barcelona (IEB)

Universitat de Barcelona
Facultat d'Economia i Empresa c/ John M. Keynes, 1-11
08034 Barcelona, Spain
www.ieb.ub.edu

© Institut d'Economia de Barcelona (IEB) / Instituto de Estudios Fiscales (IEF)

IEB Report 3/2019

Energy Efficiency and Climate Change

The Barcelona Economics Institute (IEB) is a research centre whose goals are to promote and disseminate work in economics and to contribute to the debate on economic policy decision-making.

The members' research is conducted primarily in the fields of fiscal federalism; urban economics; transport economics and infrastructure; tax system analysis; public policies; and energy sustainability.

Founded in 2001 within the University of Barcelona (UB), and recognised by the Catalan Government, the IEB received a major boost in 2008 with the creation of the IEB Foundation (in which Abertis, Agbar, La Caixa, Naturgy Energy, Saba, the Barcelona City Hall, the Barcelona Provincial Council, the University of Barcelona, and the Autonomous University of Barcelona are all active participants). The IEB also hosts the Chair of Energy Sustainability at the UB (funded by the Foundation for Energy and Environmental Sustainability) and the UB's Chair of Smart Cities.

In addition to undertaking academic research, the IEB aims to bring the findings of its work to a wider audience by organizing symposiums and workshops, and by publishing a variety of documents, including an annual Report on Fiscal Federalism and Public Finance. The IEB Report that the reader has in their hands represents a recent initiative to increase the frequency of publication of this Report so that the IEB can respond better to changing economic circumstances.

The opinions expressed in the Report do not reflect the views of the IEB.

For more information www.ieb.ub.edu



José García-Quevedo
Institut d'Economia de Barcelona (IEB)
Universitat de Barcelona

Energy Efficiency and Climate Change

Climate change poses a serious threat to both current and future generations. The impact of global warming is already making itself manifest and a notable degree of consensus has been reached on the need to address this situation. However, to do so will require a new energy model that can reduce greenhouse gas emissions while still facilitating economic growth. Although several instruments are available that can help usher in this very necessary energy transition aimed at reducing emissions, energy efficiency is set to be one of the primary tools for tackling climate change and achieving a sustainable model. Indeed, the energy and environmental policy goals of the European Union place energy efficiency at the heart of its initiatives for achieving “a clean planet for all” (European Commission, 2018).

This report examines energy efficiency from a range of different perspectives. First, it analyses the determinants of, and barriers to, business decisions to invest in energy efficiency. Second, it evaluates the role played by policy and, in this regard, specifically the impact of energy audits. Finally, it discusses recent proposals from the European Union to increase energy efficiency.

Why Aren't Companies Investing Enough in Energy Efficiency?

An abundant literature (Gerarden et al., 2017; García-Quevedo and Massa-Camps, 2019) highlights the presence of investment barriers to energy efficiency and of the gap between the level of socially optimal investment and that actually realised. In the first contribution to this report, Andreas Löschel, employing a sample of German manufacturing firms, examines the determinants of their investment in energy efficiency and stresses the existence

of a number of potential obstacles, including both financial barriers and those attributable to problems of information and knowledge. His results highlight the influence of financial obstacles to investment decisions in energy-saving technologies.

Which Instruments Might Favour Investment in Energy Efficiency? The Effectiveness of Energy Audits

In the second contribution, Joachim Schleich evaluates the effectiveness of energy audits on the adoption of technologies that might improve the energy efficiency of companies. Today, the concession of government-funded subsidies for the performance of such audits has become widespread. Yet, as Schleich points out, despite the popularity of energy audits, we still know very little about their effectiveness. Drawing on a large database of German industrial firms, the author employs matching techniques to evaluate the effectiveness of such public policies. His results show that subsidising energy audits in small businesses favours the adoption of measures to reduce energy use.

What Role Does Energy Efficiency Play in Europe's Policy to Tackle Climate Change?

In the third contribution, Joan Batalla-Bejerano highlights the importance of energy efficiency in the design and implementation of the European Union's energy and environmental policies as it seeks to meet the sustainability objectives set in Paris in 2015. Although energy efficiency has always been an important element in European policy, in recent years it has received a considerable boost with the setting of quantitative targets to increase energy efficiency, making it a priority in Europe's energy strategy.

The three studies included in this report highlight the importance of furthering our understanding of the determinants of investment in energy efficiency and of the effects of public policy. Indeed, the Chair of Energy Sustainability (Institute of Economics of Barcelona, University of Barcelona) has initiated various studies in these two specific areas in the framework of a project entitled "The climate change challenge: Policies for the energy transition", with the support of the *RecerCaixa* program.

References

European Commission (2018): *A Clean Planet for All. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*. COM (2018) 773 final, Brussels.

García-Quevedo, J. and Massa-Camps, X. (2019): "Why firms invest (or not) in energy efficiency? A review of the econometric evidence". IEB Working Paper 2019/07.

Gerarden, T. D.; Newell, R. G. and Stavins, R. N. (2017): "Assessing the Energy-Efficiency Gap". *Journal of Economic Literature*, 55(4), 1486–1525.



Andreas Löschel
University of Münster

Industrial Energy Efficiency in Germany

German Energiewende Builds on Energy Efficiency

The Energiewende, the transformation of Germany's energy system, generated enormous worldwide interest. Given the serious challenges of the global energy transition, Germany as a frontrunner has to demonstrate not only the fundamental feasibility of the Energiewende, but also its economic benefits to the world. Germany intends to lower greenhouse gas emissions by 55% compared with 1990 levels by 2030 and by 80 to 95% by 2050. Enablers of decarbonisation are the expansion of renewable energy sources together with a reduction in energy consumption through greater energy efficiency. Germany aims to nearly double its annual improvements in economy-wide energy productivity—defined as price adjusted gross domestic product divided by total final energy consumption—to 2.1 percent. The primary energy consumption is to be reduced by 20% compared with 2008 levels and in the long-run until 2050, the goal is to reduce primary energy consumption by 50%.

However, there is a substantial lack of progress concerning energy efficiency improvements in Germany. To reach the target path by 2030, the increase in final energy productivity would have to be multiplied approximately by a factor of three. To date, a slight decline in final energy consumption has only been observable in private households. It is virtually stagnant in the industrial sector and trending upwards in trade, commerce and services, most especially in transport (BMW_i, 2019; Löschel et al., 2019). Consequently, the drivers of and the barriers to energy efficiency improvements are of major concern for the German Energiewende.

Drivers and the Barriers of Industrial Energy Efficiency

The need for understanding energy efficiency is especially true for the manufacturing sector, a large user of energy and

an important cornerstone of the German economy. In 2014 it accounted for 30 percent of total final energy use and 22 percent of gross value added (BMW_i, 2015). The empirical literature has demonstrated that firms in the manufacturing sector are subject to the energy efficiency gap. This gap arises as market failures or behavioral obstacles hinder firms (and households) from achieving their individually profitable levels of investments in energy saving technologies. Common explanations for the existence of this phenomenon are imperfect information, transaction costs, as well as uncertainty about future energy costs and regulation (Gerarden et al., 2017).

Industrial energy efficiency in Germany is discussed from two perspectives: First, the relationship between financial barriers (e. g. credit constraints), information and knowledge (e. g. energy management practices), salience of energy-related topics, and investments in energy saving technologies is highlighted (see Löschel et al., 2017 and Löschel et al., 2018). Second, the impacts of voluntary environmental management programs as a popular instrument of environmental policy as an alternative to more stringent regulations for industrial energy efficiency are examined (see Kube et al., 2019).

Financial Barriers, Information and Salience

Löschel et al. (2017) employ data from structured telephone interviews with managers from randomly selected German manufacturing firms about the investments in energy saving technologies in production processes or buildings, energy management practices and internal investment-related decision-making processes of firms. In addition, commercial microdata, which includes general firm characteristics from official sources, is used as well as firm-level credit ratings from Germany's largest credit rating agency in order to identify whether or not the financial barriers are important for the investment decision. It is found that credit constraints

are barriers to investments in energy saving technologies which increase the energy efficiency of the firms' production processes. Energy management practices – most importantly the implementation of energy consumption targets by firms - increase the probability of investing in energy efficiency of their production processes. The predicted probabilities of investing in energy saving technologies is negatively correlated with firm's credit rating given of the Credit Solvency Index.

Furthermore, investments in the energy efficiency of buildings are also positively influenced by the implementation of energy management practices. For buildings, the important management practices are the assessment of the energy efficiency potential and energy management systems. The higher the energy cost shares of heating or cooling and the energy intensity of firms, the higher is the propensity to invest in energy efficiency. Investments in energy saving technologies increasing the energy efficiency of buildings are not correlated with the firms' credit ratings.

Voluntary Environmental Management Programs

Kube et al. (2019) analyze the Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) for plants introduced by the European Union in 1995 as a prime example of a voluntary certification scheme. It addresses the complete environmental footprint of a plant, i.e. local air, water, noise and land pollution as well as energy use and the resulting greenhouse gas emissions. Plants are obliged to publish annual reports on their environmental performance where they have to define their own targets for improvements and explicitly state

strategies and measures for achieving these targets. The program, however, does not prescribe the ambitiousness of these targets.

The effectiveness of the EMAS program is assessed based on the same administrative data set as in Löschel et al. (2019), including firms' actual environmental performance indicated by CO₂ and energy intensity, the use of renewable energy and investments in environmental protection. EMAS firms are larger, more energy and emissions intensive and have larger revenues and exports than Non-EMAS firms. Especially in its early years, the program attracted firms with high policy relevance, i.e. relatively large energy users and CO₂ emitters. The share of multinational corporations with multiple plants is larger among EMAS participants. Often, these firms have their own electricity generation capacities and a higher propensity to invest in environmental and climate protection.

The estimations show little evidence of an effect of EMAS on CO₂ and energy intensity. One explanation for the findings is that EMAS firms do not mainly target energy usage and CO₂ emissions under EMAS. Instead, participants may focus their efforts on other pollutants addressed by the program, such as local air, water and land pollution, which are not observed in the dataset. However, there is also no evidence of increased investments in environmental and climate protection by EMAS firms. The same holds for the use of renewable energy sources. A conservative interpretation of the findings is that the effectiveness of EMAS – *above and beyond* other (unobservable) certification schemes such as ISO 14001 - is questionable.

Table: Influencing factors for firms' investment decision on energy saving technologies

Category	Factor	Influence on propensity to invest in energy saving technologies	
		production process	buildings
Financial barriers	Credit rating	-	.
	Investment subsidies	.	.
Information & knowledge	Energy management practices	+	+
	Decision-making processes	.	+
Salience & awareness	Energy intensity	.	.
	Share of heating or cooling in energy costs	-	+
	Buildings' ownership	.	.
	Energy self-generation	+	+

Notes: A positive (+) (negative (-)) sign indicates that the factor has a positive (negative) statistically significant correlation with the probability of investing. (.) indicates no statistically significant result.

References

- BMWi (2019): Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende - Berichtsjahr 2017 (Second Progress Report on the Energy Transition - Reporting Year 2017). Berlin, Bonn: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.
- Gerarden, T. D.; Newell, R. G. and Stavins, R. N. (2017): "Assessing the Energy-Efficiency Gap". *Journal of Economic Literature*, 55(4), 1486–1525.
- Kube, R.; von Graevenitz, K.; Löschel, A. and Massier, P. (2019): "Do voluntary environmental programs reduce emissions? EMAS in the German manufacturing sector". CAWM Discussion Paper No. 107. Münster.
- Löschel, A.; Lutz, B. J. and Massier, P. (2017): "Credit Constraints, Energy Management Practices, and Investments in Energy Saving Technologies: German Manufacturing in Close-up". ZEW Discussion Paper No. 17-072. Mannheim.
- Löschel, A.; Lutz, B. J. and Massier, P. (2018): "Credit Constraints, Energy Management Practices, and Investments in Energy Saving Technologies: German Manufacturing in Close-up". IAEE Energy Forum, Groningen. Special Issue 2018.
- Löschel, A.; Erdmann, G.; Staiß, F. and Ziesing, H.-J. (2019): Expert commission on the Energy of the Future Monitoring Process. Statement on the Second Progress Report of the Federal Government for 2017. Berlin, Mannheim, Stuttgart.



Joachim Schleich
Grenoble Ecole de Management (GEM)

Do Energy Audits Increase the Adoption of Energy-Efficient Technologies in Companies?

In response to the first oil crisis in the 1970s several industrialized countries started implementing energy audit programs for companies. Today, countries typically promote energy audits as a low-cost means to reduce greenhouse gas emissions and to achieve energy efficiency targets. For example, by 2020 the European Union wants to lower greenhouse gas emissions by 20 % (compared to 1990 levels) and to cut energy use by 20 % (compared to a baseline development). Worldwide, there are currently more than 100 audit programs in place, often encompassing government-funded subsidies. As of 2015, the European Union Energy Efficiency Directive 2012/27/EU (EED) requires companies that are not small or medium-sized enterprises (SMEs) to carry out energy audits at least once every four years. In addition, the EED asks EU member states to encourage SMEs to undertake energy audits and implement the resulting recommendations.

Energy audits typically last for one to two days and provide an assessment of the energy consumption of a company including buildings, processes, and transport. In particular, they identify measures to help companies save energy and money such as properly insulating pipes in a factory, replacing inefficient lighting and heating systems, or improving thermal insulation of the building. Thus, energy audits are believed to accelerate the adoption of energy-efficient technologies by addressing information-related barriers to energy efficiency (e.g. Anderson and Newell, 2004).

Methodological Challenges of Audit Program Evaluations

Regardless of their popularity, surprisingly little is known about the effectiveness of energy audits in companies. The

few existing studies rely on subjective assessments that are collected via surveys with companies participating in energy audit programs (e.g. Fleiter et al., 2012a,b; Backlund and Thollander, 2015; Paramonova and Thollander, 2016). In evaluation studies, policy effectiveness is typically assessed via responses to questions like “Would your company have implemented this measure without the energy audit?” These evaluations are therefore prone to social desirability bias. In addition, some companies might have implemented energy efficiency measures without support by an audit program. Therefore, merely observing that a company has implemented an energy-efficiency measure after it had an energy audit may not be sufficient to infer that the audit was effective. Thus, without a proper control group, such evaluations risk overestimating program effectiveness. In practice, however, assembling control groups is much more challenging for companies than for private households, not least, because such control groups need to be sufficiently large to allow for statistical analysis.

Findings from a Recent Large Sample Study

In a recent study, Schleich and Fleiter (2019) were able to employ a large control group when evaluating the effectiveness of a voluntary federal German energy audit program for SMEs from manufacturing and non-manufacturing sectors (‘Energieberatung Mittelstand’). The program started in 2008 and provides grants up to 640 euros/day for simple audits, which may last no longer than two days.

The treatment group data included survey responses from more than 1,400 organizations that had previously participated in the German energy audit program. The control group was recruited from a representative survey involving more

than 2,000 organizations in the German 'trade, commerce, services and other consumers' sector, which also includes small manufacturing enterprises. Both surveys were carried out around the same time in 2014 and included identical questions on the adoption of four common, crosscutting, ancillary energy efficiency measures: installation of efficient lighting systems, insulation of the building envelope, replacement of the heating system, and optimization of heating system (e.g. turning the heating down during nighttime).

Schleich and Fleiter (2019) use matching techniques to estimate the effectiveness of energy audits. This involves comparing past technology adoption of each company in the treatment group with past adoption of "similar" companies in the treatment group after employing appropriate weights. Since the control group included mostly small organizations, they limited their analysis to organizations with up to 50 employees. Their findings suggest that on average, audits spur the adoption of lighting and insulation, replacement of the heating systems, and operational measures to optimize the heating system by between 10 and 20 percentage points for companies in the treatment group. These figures imply that energy audits increased adoption rates for lighting and heating by about 50%, for insulation by about 100%, and for measures to optimize the heating system by about 150%. Thus, audit effectiveness was highest for insulation measures and heating optimization measures.

Implications for Policymaking

These findings by Schleich and Fleiter (2019) suggest that subsidizing energy audits may be a low-cost measure to reduce energy use and greenhouse gas emissions in the industry sector. Their analyses rely on a sample consisting of small companies only. Because smaller organizations are less experienced with energy related matters and have less specialized personnel (e.g. energy manager), their costs of acquiring information about energy-efficiency measures is higher, and their absorptive capacity to process information are likely to be lower than for large companies (e.g. Schleich and Gruber, 2008; Olsthoorn et al., 2017). Thus, information-related and know-how-related barriers tend to be more prevalent in smaller organizations. Energy audits may therefore be more effective in smaller companies than in large companies. In light of this, policy focus should be on promoting energy audits in small companies. Moreover, because the costs of borrowing are higher, or because of organizational investment priorities (e.g. Schleich and Gruber 2008, Fleiter et al. 2012b), raising capital for energy-efficiency has been found to be particularly challenging for small companies. Therefore, energy audits are likely to be particularly effective if they are linked with

financial support (e.g. low-interest loans) for implementing the measures that the energy auditors had identified. Of course, as any policy intervention, these policies would also have to pass a cost-benefit test.

Implications for Program Evaluation

Because the effectiveness of energy audits appears to differ across technological measures, evaluations using 'the number of additional measures induced by an energy audit' as an indicator of program effectiveness (e.g., Fleiter et al., 2012a) is likely to be misleading. Such an indicator implicitly, yet incorrectly, assumes audits to be equally effective across measures. Finally, employing control groups and matching techniques to evaluate the effectiveness of energy audits in companies, Schleich and Fleiter (2019) rely on more advanced methods than those that have been employed in the existing literature. Yet, they cannot dismiss the possibility that self-selection leads to upward bias in the estimated effects. Unobserved company-specific factors may have affected both the propensity to participate in an energy audit program and the likelihood to implement energy efficiency measures. While difficult to realize, random assignment of companies into audit treatment and control groups would avoid this potential source of bias.

References

- Anderson, S. and Newell, R. (2004): "Information programs for technology adoption: the case of energy-efficiency audits". *Resource and Energy Economics*, 26, 27-50.
- Backlund, S. and Thollander, P. (2015): "Impact after three years of the Swedish energy audit program". *Energy*, 82, 54-60.
- Fleiter, T.; Gruber, E.; Eichhammer, W. and Worrell, E. (2012a): "The German energy audit programme for firms – a cost-effective way to improve energy efficiency?". *Energy Efficiency*, 5 (4), 447-469.
- Fleiter, T.; Schleich, J. and Ravivanpong, P. (2012b): "Adoption of energy-efficiency measures in SMEs – An empirical analysis based on energy audit data from Germany". *Energy Policy*, 51, 863-875.
- Olsthoorn, M.; Schleich, J. and Hirzel, S. (2017): "Adoption of energy efficiency measures for non-residential buildings: technological and organizational heterogeneity in the trade, commerce and services sector". *Ecological Economics*, 136, 240-254.

Paramonova, S. and Thollander, P. (2016): "Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises". *Journal of Cleaner Production*, 135, 932-949.

Schleich, J. and Gruber, E. (2008): "Beyond case studies: Barriers to energy efficiency in commerce and the services sectors". *Energy Economics*, 30, 449-464.

Schleich, J. and Fleiter, T. (2019): "Effectiveness of Energy Audits in Small Business Organizations". *Resource and Energy Economics*, 56, 59-70.



Joan Batalla-Bejerano
Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM)
Universitat de Barcelona

Energy Efficiency and Climate Change: Recent Evolution of European Union Policy

Growing Demand for Primary Energy

Energy is a critical factor for economic and social development and, as such, it is hardly surprising that the energy sector is considered a strategic sector. Indeed, the energy sector has a major knock-on effect on other segments of the economic system, since energy inputs are indispensable for industry, transport, trade, services and agriculture and, therefore, the sector plays a key role as a wealth-generating component.

To have a better understanding of the world's energy future, it is imperative that we analyse long-term global demographic and economic trends. According to a recent report published by the International Energy Agency (IEA, 2019), world population is expected to climb from its current level of 7.4 billion to reach 9.2 billion people by 2040. During this same period, world Gross Domestic Product (GDP) looks set to double and, as a result, the report forecasts that per capita GDP will increase significantly, particularly in the non-member countries of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). These growth forecasts for both global population (above all in the urban areas of developing economies) and the economy over the next couple of decades stress the need for ready access to modern and reliable sources of energy.

The Role of Energy Efficiency in Achieving Climate Objectives

In the current energy context, energy efficiency (EE) is gaining considerable relevance in the configuration and definition of the energy and climate policies that should allow us to meet the sustainability objectives laid down in the 2015 Paris Agreement. EE – as well as contributing to

the reduction of pollutant emissions – increases the security of supply by reducing energy demand, an especially important step for countries dependent on foreign energy supplies, allowing them to reduce their energy bill and, at the same time, improving their foreign trade balance. At the European level, EE objectives have been ever-present in the continent's strategic roadmaps, from the earliest drafted to address the oil crisis to the most recent outlining the EU's strategic vision for 2050.

Situation and Perspectives of Energy Efficiency at the European Level

At the European level, recent directives on energy efficiency¹ establish the objective of ensuring that EU energy consumption is almost a third more efficient, or at least 32.5%, by 2030, with a particular emphasis on achieving greater EE in the construction sector. This sector is deemed crucial for the transition to clean energy, since buildings are the largest consumers of energy, representing 40% of final energy consumption and 36% of GHG emissions in Europe. A reduction of 32.5% would correspond to primary and final energy consumptions of 1,273 Mtoe and 956 Mtoe in 2030, respectively.

The primary energy consumed in the EU in 2017 (latest available data) was 5.3 percent higher than the energy efficiency target for 2020, amounting to 1,122 Mtoe (Eurostat, 2019). The demand for primary energy has experienced huge fluctuations in recent years, attributable mainly to the economic crisis, although since 2015 growth

¹ Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency and Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings.

in demand has been constant, causing the EU to fall behind the objectives it has set itself and highlighting the need to re-evaluate public actions (Rosenow et al., 2016).

European Energy Efficiency Policies

Energy efficiency measures constitute one of the central axes of European energy and climate policy, and have been greatly boosted over the past fifteen years. Underpinning these initiatives lies the need to mobilize public opinion, policy makers and market players alike, and to transform the EU's internal energy market so that citizens of the Union can boast the most energy-efficient infrastructure – buildings included – products and systems in the world.

The merger of energy and environmental goals within a single policy that guarantees the achievement of sustainable economic growth resulted in the setting of the “20/20/20 targets”, included in the European directive issued in 2009. The set of milestones seeks a reduction in GHG emissions of 20% compared to 1990 levels, an increase of up to 20% of the share of renewables in the EU's final energy consumption and a 20% improvement in EE measured as the reduction in primary energy consumption with respect to the estimated base scenario in 2007 for the 2020 horizon.

Today, and with the intention of fulfilling its climate commitments under the Paris Agreement of 2015, the EU once again showed its commitment to the fight against the effects of climate change with the presentation of its “Clean Energy for All Europeans” package. After a period of lengthy discussions, in the specific case of energy efficiency, two specific directives were published in the middle of last year², both making energy efficiency a priority in the EU's long-term energy strategy. The first of these is of particular significance given the weight of the residential sector in terms of its consumption and its role in the eradication of energy poverty. Its main task is to accelerate the cost-effective renovation of existing buildings. To achieve this, it introduces innovative elements such as building automation and control systems as an alternative to physical inspections, promoting the deployment of the necessary infrastructure for electromobility, and employing intelligent devices to evaluate the degree to which the building is adapted to technology.

² Directives (EU) 2018/844/EU, concerning the energy performance of buildings, and 2018/2002 on energy efficiency.

Conclusions

With the EU's implementation of a joint energy and climate strategy at the end of the last decade, energy efficiency has been identified as the policy with the greatest potential to achieve its various climate commitments and at the same time to create opportunities for the Union's companies, a great ally of European competitiveness in global markets. A clear indication of this commitment has been the different legislative packages focused exclusively on improving the efficiency of EU energy consumption patterns, where, in view of existing results, much can still be achieved.

Indeed, the EU's energy efficiency policy needs to be a driver of innovation and economic growth for European companies. Energy efficiency has emerged as a business opportunity, where if we are capable of successfully deploying all the opportunities afforded by innovation and new technologies, then there should be great possibilities for exploiting all the potential in such sectors of construction, industry and transport.

References

- European Commission (2015a): *2020 Climate & Energy Package*. European Commission. Brussels.
- European Commission (2011a): *Impact Assessment accompanying the document Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency and amending and subsequently repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*. European Commission. Brussels.
- Eurostat (2019): *Energy Savings Statistics*. European Commission. Brussels.
- International Energy Agency (2018): *World Energy Outlook*. AIE/OCDE. Paris.
- Rosenow, J.; Leguijt, C.; Pato, Z.; Eyre, N. and Fawcett, T. (2016): “An ex-ante evaluation of the EU Energy Efficiency Directive”. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 5 (2), 45-56.

Joan Batalla-Bejerano

Joan Batalla-Bejerano is the General Director of the Foundation for Energy and Environmental Sustainability (FUNSEAM), an activity he combines with research, undertaken with the Chair of Energy Sustainability, and teaching, as professor at the University of Barcelona. With some 20 years of experience acquired in the field of economics, industry and energy – above all in the field of energy regulation, between 2005 and 2013 he worked for the National Energy Commission, being appointed to its Executive Board in 2011. With a degree in Economics from the University of Barcelona, a PhD in Economics (for which he was awarded the Extraordinary Doctorate Prize from the Rovira i Virgili University), Batalla completed his academic training with the General Management Program taught by IESE. His research and academic work won him the “Joan Sardà Dexeus 2011” Prize in Economics for his study – undertaken jointly with a number of other authors – “La indústria catalana després de la crisi”.

José García-Quevedo

José García-Quevedo is Associate Professor of Economics at the University of Barcelona. He is also a researcher at the Barcelona Institute of Economics (IEB). He has publications in international journals (*Energy Economics, Energy Policy, Cambridge Journal of Economics, Industrial and Corporate Change, Research Policy, Technology Analysis & Strategic Management, Small Business Economics, Regional Studies, Kyklos*, among others). He has been a visiting researcher in UNU-MERIT (Maastricht, Netherlands) and in the Science Policy Research Unit (SPRU, University of Sussex). His research interests are in the economics of innovation and in energy economics.

Andreas Löschel

Andreas Löschel holds a Chair for Energy and Resource Economics and is director of the Center of Applied Economic Research at the University of Münster. He received his PhD in Economics at the University of Mannheim in 2003. Since 2011, he has been the chairman of the Expert Commission of the German Government to monitor energy transformation. Andreas Löschel is a Lead Author of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for the Fifth and Sixth Assessment Report (2010-14, 2017-21) and a member of the German National Academy of Science and Engineering (acatech).

Joachim Schleich

Joachim Schleich is Full Professor at Grenoble Ecole de Management (GEM) in Grenoble, France. At GEM, he also heads the energy management research team, and teaches classes in energy economics, statistics and econometrics. He is also employed at the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI in Karlsruhe, Germany, where he had been leading the business unit “Energy and Climate Policy” until 2011. Since 2004, he has also been an adjunct professor at Virginia Tech in Blacksburg, US. His research interest lies in conceptual and empirical analyses of factors driving companies’ and individuals’ adoption of energy efficient and renewable energy technologies and their responses to energy and climate policy. He has published in *Energy Economics, Resource and Energy Economics, Energy Policy, Climate Policy, Ecological Economics, Applied Economics*, and *Research Policy*.

Eficiencia energética y cambio climático

El Institut d'Economia de Barcelona (IEB) es un centro de investigación en Economía que tiene como objetivos fomentar y divulgar la investigación en economía, así como contribuir al debate y a la toma de las decisiones de política económica.

La investigación de sus miembros se centra principalmente en las áreas del federalismo fiscal; la economía urbana; la economía de las infraestructuras y el transporte; el análisis de sistemas impositivos; las políticas públicas; y la sostenibilidad energética.

Creado en 2001 en el seno de la Universitat de Barcelona y reconocido por la Generalitat de Catalunya, el IEB recibió un importante impulso en 2008 con la constitución de la Fundación IEB (en la que colaboran Abertis, Agbar, La Caixa, Naturgy Energy, Saba, Ayuntamiento de Barcelona, Diputación de Barcelona, Universitat de Barcelona y la Universitat Autònoma de Barcelona). También acoge la Cátedra de Sostenibilidad Energética de la UB (financiada por la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental) y la Cátedra UB Smart Cities.

Además de realizar actividades relacionadas con la investigación académica, el IEB pretende dar a conocer y difundir la investigación realizada mediante la organización de simposios y jornadas, así como de diversas publicaciones entre las que cabe destacar cada año el Informe IEB sobre Federalismo Fiscal y Finanzas Públicas. El IEB Report que el lector tiene en sus manos, forma parte de dicho informe, si bien con una periodicidad mayor y un contenido más ágil para poder adaptarse mejor a la cambiante actualidad.

Las opiniones expresadas en el Informe no reflejan las opiniones del IEB.

Más información www.ieb.ub.edu



José García-Quevedo
Institut d'Economia de Barcelona (IEB)
Universitat de Barcelona

Eficiencia energética y cambio climático

El cambio climático es una amenaza grave para las generaciones actuales y futuras. El impacto del calentamiento global ya se está manifestando y existe un consenso notable sobre la necesidad de afrontar esta situación. Para ello es necesario un nuevo modelo energético que permita una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero compatible con el crecimiento económico. Aunque existen diferentes instrumentos que pueden ayudar a conseguir la transición energética necesaria para la reducción de emisiones, la eficiencia energética es una de las principales herramientas para hacer frente al cambio climático y conseguir un modelo sostenible. Los objetivos energéticos y medioambientales de la Unión Europea otorgan un papel central a la eficiencia energética en la consecución de “un planeta limpio para todos” (Comisión Europea, 2018).

En este informe se examina la eficiencia energética desde diferentes perspectivas. En primer lugar, se analizan los determinantes y barreras a las decisiones empresariales de inversión en eficiencia energética. En segundo lugar, se examina el papel de las políticas, con una evaluación del impacto de las auditorías energéticas. Finalmente, se discuten las recientes propuestas de políticas de la Unión Europea para el aumento de la eficiencia energética.

¿Por qué las empresas no invierten lo suficiente en eficiencia energética?

Una abundante literatura (Gerarden et al., 2017; García-Quevedo y Massa-Camps, 2019) destaca la existencia de barreras a la inversión a la eficiencia energética y de un “gap” entre el nivel de inversión socialmente óptimo y el realmente realizado. En la primera contribución de este informe, Löschel, a partir de una muestra de empresas industriales alemanas, examina los factores determinantes de la inversión en eficiencia energética y pone de manifiesto la existencia de diferentes barreras potenciales tanto de

tipo financiero como vinculadas a factores de información y conocimiento. Sus resultados destacan la influencia de los obstáculos financieros en las decisiones de inversión en tecnologías que permitan un ahorro energético.

¿Qué instrumentos pueden favorecer la inversión en eficiencia energética? Los efectos de las auditorías energéticas

En la segunda contribución, Schleich evalúa los efectos de las auditorías energéticas en la adopción de tecnologías que mejoren la eficiencia energética de las empresas. La concesión de ayudas públicas para la realización de estas auditorías es una medida muy extendida. Como destaca Schleich, a pesar de la popularidad de este instrumento, nuestro conocimiento sobre sus efectos es limitado. Con la utilización de una amplia base de datos de empresas industriales alemanas y el uso de métodos adecuados para la evaluación de políticas públicas, sus resultados muestran que subvencionar la realización de auditorías energéticas en pequeñas empresas favorece la adopción de medidas de reducción del uso de energía.

¿Qué papel tiene la eficiencia energética en la política europea frente al cambio climático?

En la tercera contribución, Joan Batalla-Bejerano pone de manifiesto la importancia de la eficiencia energética en el diseño e implementación de las políticas energéticas y medioambientales de la Unión Europea para el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad alcanzados en París en 2015. Aunque la eficiencia energética había sido siempre un elemento importante en las políticas europeas, en los últimos años ha recibido un fuerte impulso con la definición de objetivos cuantitativos de aumento de la eficiencia energética y otorgándole un papel prioritario en la estrategia energética europea.

Los trabajos presentados en este informe muestran la importancia de avanzar en el conocimiento de los factores determinantes de la inversión en eficiencia energética y en los efectos de las políticas públicas. En este sentido, en la Cátedra de Sostenibilidad Energética (Instituto de Economía de Barcelona, Universidad de Barcelona) se están llevando a cabo a distintos trabajos sobre estos temas en el proyecto "El reto del cambio climático: políticas para la transición energética" con el apoyo del programa RecerCaixa.

Referencias bibliográficas

- Comisión Europea (2018): *Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra*. COM(2018) 773 final, Bruselas.
- García-Quevedo, J. y Massa-Camps, X. (2019): "Why firms invest (or not) in energy efficiency? A review of the econometric evidence". IEB Working Paper 2019/07.
- Gerarden, T. D.; Newell, R. G. y Stavins, R. N. (2017): "Assessing the Energy-Efficiency Gap". *Journal of Economic Literature*, 55(4), 1486–1525.



Andreas Löschel
University of Münster

Eficiencia energética industrial en Alemania

El *Energiewende* alemán se sustenta en la eficiencia energética

El sistema alemán de transición energética, *Energiewende*, ha despertado un enorme interés. Ante los serios desafíos de la transición energética global, Alemania, pionera, debe demostrar no solo la viabilidad básica de su *Energiewende*, sino también sus beneficios económicos para el resto del mundo. Se propone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 55% con respecto a los niveles de 1990 para 2030 y en un 80%-95% para 2050. Los elementos facilitadores para eliminar emisiones de carbono (descarbonización) son la ampliación de las fuentes de energía renovable y la reducción del consumo de energía gracias a una mayor eficiencia energética. Alemania prácticamente aspira a duplicar su mejora anual de la productividad energética en toda su economía —definida como el producto interior bruto real dividido por el consumo total de energía final—, hasta alcanzar el 2,1%. El consumo de energía primaria debe reducirse en un 20% con respecto a los niveles de 2008 y, a largo plazo, hasta 2050, el objetivo es reducirlo en un 50%.

Sin embargo, se ha avanzado bien poco en lo que respecta a las mejoras de la eficiencia energética en Alemania. Para alcanzar el objetivo de 2030, el aumento de la productividad energética final debería multiplicarse aproximadamente por tres. Hasta ahora, solo se ha observado una ligera disminución del consumo final de energía en el ámbito doméstico. En el sector industrial las cifras están prácticamente estancadas y se registra una tendencia al alza en el comercio, los servicios y, sobre todo, en el transporte (BMW*i*, 2019; Löschel *et al.*, 2019). Por consiguiente, los determinantes de la mejora de la eficiencia energética y los obstáculos a que se enfrenta son una preocupación acuciante para el *Energiewende* alemán.

Determinantes y barreras a la eficiencia energética industrial

La necesidad de entender la eficiencia energética se hace evidente en el sector industrial, gran consumidor de energía y piedra angular de la economía alemana. En 2014 representaba el 30% del uso final total de la energía y el 22% del valor añadido bruto (BMW*i*, 2015). La literatura empírica ha demostrado que existe un “gap” de eficiencia energética en las empresas del sector industrial. Este “gap” surge cuando los fallos de mercado o los obstáculos de comportamiento impiden que las empresas (y los hogares) alcancen los niveles de inversión en tecnologías de ahorro energético deseables para su rentabilidad. Lo que suele explicar este fenómeno es la información imperfecta, los costes de transacción y la incertidumbre sobre los futuros costes energéticos y la regulación (Gerarden *et al.*, 2017).

La eficiencia energética industrial en Alemania se aborda desde dos perspectivas. En primer lugar, se muestra la relación entre las barreras financieras (limitaciones de crédito...), de información y conocimiento (prácticas de gestión energética...) y la importancia otorgada a los temas relacionados con la energía con las inversiones en tecnologías de ahorro energético (véase Löschel *et al.*, 2017 y 2018). En segundo lugar, se examinan las consecuencias de los programas voluntarios de gestión ambiental como un instrumento destacado de la política ambiental y como alternativa a las regulaciones más estrictas para la eficiencia energética industrial (véase Kube *et al.*, 2019).

Obstáculos financieros, información e importancia de la energía

Löschel *et al.* (2017) emplean datos de entrevistas telefónicas estructuradas con directivos de empresas seleccionadas aleatoriamente. Estudian las inversiones en tecnología de

ahorro energético en procesos de producción o edificios, prácticas de gestión energética y procesos internos de toma de decisiones relacionadas con la inversión de las empresas. Además, utilizan microdatos comerciales, que incluyen características generales de las empresas procedentes de fuentes oficiales, así como las calificaciones crediticias por empresa de la mayor agencia de calificación crediticia de Alemania, con el fin de determinar si los obstáculos financieros determinan la decisión de inversión. Se obtiene que las restricciones crediticias son un obstáculo a la inversión en tecnologías de ahorro energético que permiten aumentar la eficiencia energética de los procesos de producción de las empresas. Las prácticas de gestión energética —sobre todo la aplicación de objetivos de consumo de energía por parte de las empresas— aumentan la probabilidad de invertir en la eficiencia energética de sus procesos productivos. Hay una correlación negativa entre la probabilidad prevista de invertir en tecnologías de ahorro energético y la calificación crediticia de la empresa según el índice de solvencia crediticia.

Por su parte, la inversión en eficiencia energética de los edificios se ve influenciada positivamente por la aplicación de prácticas de gestión energética. En el caso de los edificios, las prácticas de gestión importantes son la evaluación del potencial de eficiencia energética y los sistemas de gestión de la energía. Cuanto mayor sea la proporción del coste energético de la calefacción o la refrigeración y la intensidad energética de las empresas, mayor será la propensión a invertir en eficiencia energética. Las inversiones en tecnologías de ahorro energético que permiten aumentar la eficiencia energética de los edificios no están relacionadas con la calificación crediticia de las empresas.

Programas voluntarios de gestión ambiental

Kube *et al.* (2019) analizan el reglamento comunitario de ecogestión y ecoauditoría (EMAS) para instalaciones industriales, introducido por la Unión Europea en 1995, como ejemplo destacado de un sistema voluntario de certificación. El EMAS aborda toda la huella ambiental de una instalación industrial —es decir, la contaminación local del aire, el agua y el suelo, y la contaminación acústica—, así como el uso de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes. Las empresas están obligadas a publicar informes anuales sobre su comportamiento medioambiental, en los que deben definir sus objetivos de mejora e indicar explícitamente las estrategias y medidas para alcanzar dichos objetivos. El programa, sin embargo, no es prescriptivo en lo que respecta al alcance de los objetivos.

La eficacia del EMAS se evalúa con el mismo conjunto de datos administrativos que el estudio de Löschel *et al.* (2019), incluyendo el desempeño ambiental real de las empresas, medido por el CO₂ y la intensidad energética, el uso de energías renovables y las inversiones en la protección del medio ambiente. Las empresas EMAS son más grandes, más intensivas en energía y emisiones, y tienen mayores ingresos y exportaciones que las empresas no pertenecientes al EMAS. En sus primeros años, sobre todo, el programa atrajo a empresas importantes desde el punto de vista de las políticas, es decir, usuarios con un uso de energía relativamente intensivo y considerables emisiones de CO₂. La proporción de empresas multinacionales con múltiples plantas es mayor entre los participantes del EMAS.

Tabla: Factores que influyen en las decisiones de inversión de las empresas en tecnologías de ahorro energético

Categoría	Factor	Influencia en la propensión a invertir en tecnologías de ahorro energético	
		Procesos productivos	Edificios
Obstáculos financieros	Calificación crediticia	-	.
	Subvenciones a la inversión	.	.
Información y conocimiento	Prácticas de gestión energética	+	+
	Procesos de toma de decisiones	.	+
Importancia y concienciación	Intensidad energética	.	.
	Proporción de calefacción o refrigeración en los costes de energía	-	+
	Propiedad de los edificios	.	.
	Autogeneración de energía	+	+

Notas: Un signo positivo (+) (negativo (-)) indica que el factor tiene una correlación positiva (negativa) estadísticamente significativa con la probabilidad de invertir. Un punto (.) indica que no es estadísticamente significativo.

Es frecuente que estas empresas tengan sus propias instalaciones para generar electricidad y una mayor propensión a invertir en la protección del medio ambiente y el clima.

Las estimaciones ofrecen poca evidencia a favor de un efecto positivo del EMAS sobre el CO₂ y la intensidad energética. Una posible explicación de estos resultados es que las empresas del EMAS no tienen como objetivo principal la reducción del uso de energía y emisiones de CO₂. Pueden centrar sus esfuerzos en otros contaminantes abordados por el programa —como la contaminación local del aire, el agua y el suelo— que no se observan en el conjunto de datos. Con todo, tampoco se ha demostrado que las empresas EMAS aumenten sus inversiones en la protección del medio ambiente y el clima. Lo mismo ocurre con el uso de fuentes de energía renovables. Una interpretación conservadora de los resultados es que la eficacia del EMAS —*por encima y más allá* de otros sistemas de certificación (no observables) como la ISO 14001 — es cuestionable.

Referencias bibliográficas

BMWi (2019): Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende - Berichtsjahr 2017 (Second Progress Report on the Energy Transition - Reporting Year 2017). Berlin, Bonn: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.

Gerarden, T. D.; Newell, R. G. y Stavins, R. N. (2017): "Assessing the Energy-Efficiency Gap". *Journal of Economic Literature*, 55(4), 1486–1525.

Kube, R.; von Graevenitz, K.; Löschel, A. y Massier, P. (2019): "Do voluntary environmental programs reduce emissions? EMAS in the German manufacturing sector". CAWM Discussion Paper No. 107. Münster.

Löschel, A.; Lutz, B. J. y Massier, P. (2017): "Credit Constraints, Energy Management Practices, and Investments in Energy Saving Technologies: German Manufacturing in Close-up". ZEW Discussion Paper No. 17-072. Mannheim.

Löschel, A.; Lutz, B. J. y Massier, P. (2018): "Credit Constraints, Energy Management Practices, and Investments in Energy Saving Technologies: German Manufacturing in Close-up". IAEE Energy Forum, Groningen. Special Issue 2018.

Löschel, A.; Erdmann, G.; Staiß, F. y Ziesing, H.J. (2019): Expert commission on the Energy of the Future Monitoring Process. Statement on the Second Progress Report of the Federal Government for 2017. Berlin, Mannheim, Stuttgart.



Joachim Schleich
Grenoble Ecole de Management (GEM)

¿Las auditorías energéticas incrementan la adopción de tecnologías de eficiencia energética en las empresas?

En respuesta a la primera crisis del petróleo de la década de los setenta, varios países industrializados pusieron en práctica programas de auditoría energética para las empresas. Hoy en día, los estados suelen promover las auditorías energéticas como un medio de bajo coste para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y alcanzar los objetivos de eficiencia energética. La Unión Europea se ha propuesto, para 2020, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% (con respecto a los niveles de 1990) y reducir, también un 20%, el consumo de energía (con respecto a los niveles de partida). En estos momentos están en marcha más de cien programas de auditoría energética en todo el mundo, a menudo, con subvenciones públicas. A partir de 2015, en cumplimiento de la directiva de eficiencia energética de la Unión Europea 2012/27/EU (DEE), las empresas que no son pequeñas o medianas empresas (pymes) deberán llevar a cabo auditorías energéticas al menos cada cuatro años. Además, la DEE insta a los estados miembros de la UE a fomentar las auditorías energéticas entre las pymes y la aplicación de las recomendaciones resultantes.

Las auditorías energéticas suelen durar de uno a dos días y analizan el consumo de energía de una empresa, incluidos los edificios, los procesos y el transporte. En particular, identifican medidas para que las empresas ahorren energía y dinero: problemas de aislamiento de las tuberías en una fábrica, sustitución de sistemas ineficientes de iluminación y calefacción, o mejora del aislamiento térmico del edificio. En realidad, se considera que las auditorías energéticas aceleran la adopción de tecnologías de eficiencia energética porque abordan los obstáculos relacionados con la información sobre eficiencia energética (Anderson y Newell, 2004, entre otros).

Desafíos metodológicos de las evaluaciones de programas de auditoría

A pesar de su popularidad, sorprendentemente, se sabe muy poco de la eficacia de las auditorías energéticas en las empresas. Los pocos estudios existentes se basan en evaluaciones subjetivas que se recogen a través de encuestas a empresas que participan en programas de auditoría energética (p. ej., Fleiter *et al.*, 2012a,b; Backlund y Thollander, 2015; Paramonova y Thollander, 2016). En los estudios de evaluación, la eficacia de las políticas se suele evaluar a través de respuestas a preguntas como: «¿Su empresa habría aplicado esta medida sin la auditoría energética?». Por tanto, estas evaluaciones tienen un sesgo hacia lo que es deseable desde el punto de vista social. Además, tampoco hay que descartar que algunas de esas empresas hubiesen aplicado medidas de eficiencia energética sin pasar por programas de auditoría. El mero hecho de observar que una empresa ha implementado una medida de eficiencia energética después de una auditoría energética puede no ser suficiente para inferir la eficacia de la auditoría. Sin un grupo de control adecuado, esas evaluaciones corren el riesgo de sobreestimar la eficacia del programa. En la práctica, sin embargo, la creación de grupos de control es mucho más difícil para las empresas que para los hogares, sobre todo porque esos grupos de control deben ser suficientemente grandes para permitir el análisis estadístico.

Resultados de un reciente estudio con una muestra significativa

En un estudio reciente, Schleich y Fleiter (2019) pudieron emplear un gran grupo de control para evaluar la eficacia

de un programa federal voluntario de auditoría energética alemán para las pymes de la industria manufacturera y del resto de sectores. (*Energieberatung Mittelstand*). El programa se inició en 2008 y ofrece subvenciones de hasta 640 euros/día para auditorías simples, que no pueden durar más de dos días.

Los datos del grupo de tratamiento incluyeron respuestas a encuestas de más de 1.400 organizaciones que habían participado anteriormente en el programa alemán de auditoría energética. El grupo de control se seleccionó a partir de una encuesta representativa en la que participaron más de 2.000 organizaciones del sector alemán de comercio, servicios y otros consumos, que también incluye pequeñas empresas manufactureras. Las dos encuestas se llevaron a cabo aproximadamente al mismo tiempo, en 2014, y contenían preguntas idénticas sobre la adopción de cuatro medidas de eficiencia energética comunes, transversales y auxiliares: instalación de sistemas de iluminación eficientes, aislamiento del exterior del edificio, sustitución del sistema de calefacción y optimización del sistema de calefacción (p. ej., bajar la calefacción durante la noche).

Schleich y Fleiter (2019) utilizan técnicas de emparejamiento (*matching*) para estimar la eficacia de las auditorías energéticas. Esto implica comparar la adopción de tecnología anterior de cada empresa del grupo de tratamiento con la de empresas «similares» del grupo de control tras aplicar las ponderaciones pertinentes. Dado que el grupo de control se componía principalmente de pequeñas empresas, se limitó el análisis a empresas con un máximo de cincuenta empleados. Los resultados del estudio sugieren que, en promedio, las auditorías redundan en una mejora de entre diez y veinte puntos porcentuales para las empresas del grupo de tratamiento: mejoras en iluminación y aislamiento, sustitución de los sistemas de calefacción y aplicación de medidas operativas para optimizar el sistema de calefacción. Las cifras obtenidas implican que, gracias a la auditoría energética, aumentó la tasa de adopción de iluminación y calefacción en aproximadamente un 50%; de aislamiento en torno al 100% y, en el caso de las medidas para optimizar el sistema de calefacción, el aumento fue aproximadamente del 150%. Por lo tanto, la eficacia de la auditoría fue mayor en el caso de las medidas de aislamiento y de optimización de la calefacción.

Consecuencias para la formulación de políticas

Estos resultados de Schleich y Fleiter (2019) sugieren que subvencionar las auditorías energéticas puede ser una medida de bajo coste para reducir el uso energético y las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector industrial. Sus

análisis se basan únicamente en una muestra de pequeñas empresas. Debido a que las organizaciones más pequeñas tienen menos experiencia en asuntos relacionados con la energía y tienen menos personal especializado (p. ej., un responsable de temas energéticos), su coste de acceso a la información sobre medidas de eficiencia energética es elevado y, probablemente, su capacidad de absorción de esa información sea menor que en el caso de las grandes empresas (Schleich y Gruber, 2008; Olsthoorn *et al.*, 2017, entre otros). Así, las barreras relacionadas con la información y el conocimiento suelen ser más frecuentes en las organizaciones más pequeñas. Por lo tanto, las auditorías energéticas pueden ser más eficaces en las empresas más pequeñas que en las grandes. Habida cuenta de ello, las políticas públicas deberían centrarse en la promoción de auditorías energéticas en pequeñas empresas.

Por otro lado, debido a que los costes de los préstamos son más altos para las pequeñas empresas, o debido a las prioridades de inversión de estas empresas (Schleich y Gruber 2008, Fleiter *et al.* 2012b, entre otros), les resulta especialmente difícil acceder a la financiación para la eficiencia energética. Por tanto, las auditorías energéticas serían particularmente eficaces si se vincularan a una ayuda financiera (por ejemplo, préstamos a tipos de interés bajos) para la aplicación de las medidas identificadas por los auditores energéticos. Evidentemente, como cualquier otra intervención política, estas políticas deberán someterse al test de coste-beneficio.

Implicaciones para la evaluación de programas

Dado que la eficacia de las auditorías energéticas parece diferir según las medidas tecnológicas, las evaluaciones que usen como indicador de la eficacia del programa «el número de medidas adicionales inducidas por una auditoría energética» (p. ej., Fleiter *et al.*, 2012a) probablemente conduzcan a error. Un indicador de este tipo lleva implícito, incorrectamente, que las auditorías son igual de eficaces en todas las medidas.

Finalmente, Schleich y Fleiter (2019), al emplear grupos de control y técnicas de emparejamiento para evaluar la efectividad de las auditorías energéticas en las empresas, aplican métodos más avanzados que los de los estudios anteriores. Sin embargo, no se puede descartar la existencia de un sesgo de autoselección que sobreestime los efectos. Las características específicas no observadas de las empresas pueden haber afectado tanto a la propensión a participar en un programa de auditoría energética como a la probabilidad de implementar medidas de eficiencia energética. A pesar de su dificultad de aplicación, la

asignación aleatoria de empresas a grupos de control y tratamiento de auditoría evitaría este sesgo potencial.

Referencias bibliográficas

Anderson, S. y Newell, R. (2004): "Information programs for technology adoption: the case of energy-efficiency audits". *Resource and Energy Economics*, 26, 27-50.

Backlund, S. y Thollander, P. (2015): "Impact after three years of the Swedish energy audit program". *Energy*, 82, 54-60.

Fleiter, T.; Gruber, E.; Eichhammer, W. y Worrell, E. (2012a): "The German energy audit programme for firms – a cost-effective way to improve energy efficiency?". *Energy Efficiency*, 5(4), 447-469.

Fleiter, T.; Schleich, J. y Ravivanpong, P. (2012b): "Adoption of energy-efficiency measures in SMEs – An empirical analysis based on energy audit data from Germany". *Energy Policy*, 51, 863-875.

Olsthoorn, M.; Schleich, J. y Hirzel, S. (2017): "Adoption of energy efficiency measures for non-residential buildings: technological and organizational heterogeneity in the trade, commerce and services sector". *Ecological Economics*, 136, 240-254.

Paramonova, S. y Thollander, P. (2016): "Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises". *Journal of Cleaner Production*, 135, 932-949.

Schleich, J. y Gruber, E. (2008): "Beyond case studies: Barriers to energy efficiency in commerce and the services sectors". *Energy Economics*, 30, 449-464.

Schleich, J. y Fleiter, T. (2019): "Effectiveness of Energy Audits in Small Business Organizations". *Resource and Energy Economics*, 56, 59-70.



Joan Batalla-Bejerano

Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM)
Universitat de Barcelona

Eficiencia energética y cambio climático: evolución reciente de la política comunitaria

Demanda creciente de energía primaria

La energía constituye un factor esencial para el desarrollo económico y social, por ello, no es de extrañar que el sector energético sea considerado como un sector estratégico. El sector energético tiene fuertes efectos de arrastre sobre otros segmentos del sistema productivo ya que los inputs energéticos son imprescindibles para la industria, el transporte, el comercio, los servicios y la agricultura y, por tanto, juega un papel clave como componente generador de riqueza.

Para poder comprender mejor el futuro energético a nivel global resulta esencial analizar las tendencias demográficas y económicas a largo plazo. Según el reciente informe elaborado por la Agencia Internacional de la Energía (AIE, 2019) se espera que para el año 2040 la población alcance los 9.200 millones de personas, frente a los 7.400 millones actuales. Durante ese mismo período, el Producto Interior Bruto (PIB) mundial probablemente se duplicará y como resultado, el informe proyecta que el PIB per cápita aumentará significativamente, en particular, en los países no miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). El crecimiento demográfico (esencialmente en las áreas urbanas de las economías en desarrollo) y económico mundial esperado para los próximos años implicará la necesidad de acceder a fuentes modernas y fiables de energía.

El papel de la eficiencia energética en la consecución de los objetivos climáticos

En un contexto energético como el actual, la eficiencia energética (EE) está ganando relevancia en la estructuración y definición de las políticas energéticas y climáticas

que nos deben permitir cumplir con los objetivos de sostenibilidad que emanan del Acuerdo de París de 2015. La eficiencia energética, más allá de su contribución a la reducción de las emisiones contaminantes, permite incrementar la seguridad de suministro al reducir la demanda de energía, medida especialmente importante para países dependientes energéticamente del exterior, reduciendo su factura energética y por ende mejorando su saldo comercial exterior. A nivel europeo, los objetivos de eficiencia energética han estado siempre presentes en la definición de las distintas hojas de ruta estratégicas a nivel europeo, desde las más incipientes derivadas de la crisis del petróleo hasta las más recientes donde se aporta la visión estratégica de la UE para el 2050.

Situación y perspectivas de la eficiencia energética a nivel europeo

A nivel europeo, las recientes directivas sobre eficiencia energética¹ establecen como objetivo que nuestro consumo energético sea casi un tercio más eficiente, al menos el 32,5 %, para 2030, prestándose una especial atención al rendimiento energético en el sector de la construcción. Dicho sector es crucial para la transición hacia una energía limpia, dado que los edificios son los mayores consumidores de energía, ya que representan el 40 % del consumo final de energía y el 36 % de las emisiones de GEI en Europa. Una reducción del 32,5 % corresponde a unos consumos de energía primaria y final de 1.273 Mtep y

¹ Directiva (UE) 2018/2002 del Parlamento europeo y del Consejo por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética y Directiva (UE) 2018/844/UE del Parlamento europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios.

956 Mtep en 2030, respectivamente.

En la actualidad, la energía primaria consumida en 2017 (último dato disponible) en la UE fue un 5,3 por ciento superior al objetivo de eficiencia energética para 2020, ascendiendo a 1.122 Mtep (Eurostat, 2019). La demanda de energía primaria ha experimentado enormes fluctuaciones en estos últimos años explicado en gran medida por la crisis económica, si bien desde 2015 se están registrando crecimientos continuos de la demanda que nos alejan de los objetivos planteados que exige de una evaluación de las actuaciones públicas (Rosenow et al., 2016).

Políticas para la eficiencia energética a nivel europeo

Las medidas de eficiencia energética constituyen uno de los ejes centrales de la política energética y climática europea, habiendo recibido un fuerte impulso a lo largo de estos últimos quince años. Detrás de todas estas iniciativas, subyace la necesidad de movilizar a la opinión pública, a los responsables políticos y a los actores del mercado, y transformar el mercado interior de la energía de modo que los ciudadanos de la Unión pudieran contar con las infraestructuras - edificios incluidos-, los productos y los sistemas de energía más eficientes desde el punto de vista energético de todo el mundo.

La fusión de los objetivos de política energética y medioambiental en una sola política que garantice la consecución de una senda de crecimiento económico sostenible, se tradujo en la fijación de los "objetivos 20/20/20", recogidos en la directiva europea, aprobada en 2009. Este conjunto de hitos establece una reducción de las emisiones de GEI del 20% con respecto a los niveles de 1990, un aumento hasta el 20% de la participación de renovables en el consumo final de energía de la UE y una mejora de la EE en un 20% medida como la reducción del consumo de energía primaria respecto el escenario base estimado en 2007 para el horizonte 2020.

En estos momentos y con el ánimo de dar cumplimiento de los compromisos climático que emanan del Acuerdo de París de 2015, la UE volvió a poner de manifiesto su compromiso en la lucha contra los efectos que se derivan del cambio climático con la presentación del paquete "Energía Limpia para todos". Tras un largo período de discusión, en el caso concreto de la eficiencia energética, a mediados del año pasado se publicaron sendas directivas relativas

a EE², ambas con el objetivo de reconocer la eficiencia energética como un elemento esencial y prioritario en la estrategia energética a largo plazo, la primera de ellas reviste una especial significación dado el elevado peso del sector residencial en términos de consumo y su papel en la erradicación de la pobreza energética. Su principal cometido radica en acelerar la renovación rentable de los edificios existentes. En este sentido, introduce elementos novedosos como los sistemas de control y automatización de edificios como alternativa a las inspecciones físicas, fomenta el despliegue de la infraestructura necesaria para e-mobility, e introduce indicadores para evaluar la preparación tecnológica del edificio.

Conclusiones

Desde la articulación de una estrategia conjunta de energía y clima por parte de la Unión Europea a finales de la pasada década, la eficiencia energética se ha identificado como la política de futuro con mayor potencial para impulsar los diferentes compromisos climáticos y al mismo tiempo crear oportunidades para las empresas, gran aliada de la competitividad europea en los mercados globales. Muestra de esta apuesta han sido los diferentes paquetes legislativos centrados en exclusiva en la mejora en la eficiencia de nuestras pautas de consumo energético, donde, a la vista de los resultados existentes, todavía existe un amplio campo de mejora.

Una política de eficiencia energética debe ser un motor de innovación y crecimiento económico para las empresas europeas. La eficiencia energética se ha convertido en una oportunidad de negocio donde, si somos capaces de desplegar con éxito todas estas oportunidades de la mano de la innovación y las nuevas tecnologías, se dan gran posibilidades de aprovechar todo el potencial existente en sectores como la construcción, el industrial y el transporte.

² Directivas 2018/844/UE, relativa a la eficiencia energética de los edificios, y la 2018/2002/UE, relativa a la eficiencia energética.

Referencias bibliográficas

Agencia Internacional de la Energía (2018): *World Energy Outlook*. AIE/OCDE. París.

Comisión Europea (2015a): *2020 Climate & Energy Package*. Comisión Europea. Bruselas.

Comisión Europea (2011a): *Impact Assessment accompanying the document Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency and amending and subsequently repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*. Comisión Europea. Bruselas.

Eurostat (2019): *Energy Savings Statistics*. Comisión Europea. Bruselas.

Rosenow, J.; Leguijt, C.; Pato, Z.; Eyre, N. y Fawcett, T. (2016): "An ex-ante evaluation of the EU Energy Efficiency Directive". *Economics of Energy & Environmental Policy*, 5 (2), 45-56.

Joan Batalla-Bejerano

Joan Batalla-Bejerano es director general de la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM), actividad que compagina con la investigación en el marco de la Cátedra de Sostenibilidad Energética y con la docencia, como profesor de la Universidad de Barcelona. Con cerca de veinte años de experiencia en el ámbito de la economía, la industria y la energía, especialmente en el ámbito de la regulación energética, entre los años 2005 y 2013 desarrolló su carrera profesional en la Comisión Nacional de Energía (CNE); desde 2011, como miembro de su Consejo de Administración. Licenciado en Economía por la Universidad de Barcelona y doctor en Economía por la Universidad Rovira i Virgili (Premio Extraordinario de Doctorado), Batalla completó su formación con el Programa de Dirección General (PDG) del IESE. Su actividad investigadora y académica fue reconocida en 2011 con el Premio de Economía Joan Sardà Dexeus 2011, por la obra «La industria catalana después de la crisis», en coautoría.

José García-Quevedo

José García-Quevedo es profesor titular de Economía en la Universidad de Barcelona e investigador del Instituto de Economía de Barcelona (IEB). Ha publicado en las revistas *Energy Economics*, *Energy Policy*, *Cambridge Journal of Economics*, *Industrial and Corporate Change*, *Research Policy*, *Technology Analysis & Strategic Management*, *Small Business Economics*, *Regional Studies* y *Kyklos*, entre otras. Ha sido investigador visitante en UNU-MERIT (Maastricht, Países Bajos) y en la Science Policy Research Unit (SPRU) de la University of Sussex (Reino Unido). Sus líneas de investigación son la economía de la innovación y la economía de la energía.

Andreas Löschel

Andreas Löschel ocupa la Cátedra de Economía de Energía y Recursos y dirige el Center of Applied Economic Research de la University of Münster. Se doctoró en Ciencias Económicas en la University of Mannheim en 2003. Desde 2011, ha presidido la Comisión de Expertos del Gobierno Alemán que hace el seguimiento de la transformación de la energía. Löschel ha sido autor principal del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para el quinto y el sexto informe (2010-2014, 2017-2021) y también es miembro de la Academia Nacional Alemana de Ciencias e Ingeniería (acatech).

Joachim Schleich

Joachim Schleich es *Professeur Senior* en la Grenoble École de Management (GEM), (Grenoble, Francia), donde dirige el equipo de investigación de gestión de la energía, e imparte clases de Economía de la Energía, Estadística y Econometría. También forma parte del Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI) de Karlsruhe (Alemania), donde estuvo dirigiendo la Unidad de Política Energética y Climática hasta 2011. Desde 2004, también ha sido profesor adjunto en el Virginia Tech (Blacksburg, Estados Unidos). Sus líneas de investigación giran en torno al análisis conceptual y empírico de los factores que llevan a empresas e individuos a adoptar tecnologías de energía eficiente y renovable, y sus respuestas a las políticas energéticas y climáticas. Ha publicado en *Energy Economics*, *Resource and Energy Economics*, *Energy Policy*, *Climate Policy*, *Ecological Economics*, *Applied Economics* y *Research Policy*.

Eficiència energètica i canvi climàtic

L'Institut d'Economia de Barcelona (IEB) és un centre de recerca en Economia que té com a objectius fomentar i divulgar la recerca en economia, així com contribuir al debat i a la presa de les decisions de política econòmica.

La recerca dels seus membres se centra principalment a les àrees del federalisme fiscal; l'economia urbana; l'economia de les infraestructures i el transport; l'anàlisi de sistemes impositius; les polítiques públiques; i la sostenibilitat energètica.

Creat en 2001 en el si de la Universitat de Barcelona i reconegut per la Generalitat de Catalunya, l'IEB va rebre un important impuls en 2008 amb la constitució de la Fundació IEB (en la qual hi col·laboren Abertis, Agbar, La Caixa, Naturgy Energy, Saba, Ajuntament de Barcelona, Diputació de Barcelona, Universitat de Barcelona i la Universitat Autònoma de Barcelona). També acull la Càtedra de Sostenibilitat Energètica de la UB (finançada per la Fundació per a la Sostenibilitat Energètica i Ambiental) i la Càtedra UB Smart Cities.

A més de realitzar activitats relacionades amb la recerca acadèmica, l'IEB pretén donar a conèixer i difondre la recerca realitzada mitjançant l'organització de simposis i jornades, així com de diverses publicacions entre les quals cal destacar cada any l'Informe IEB sobre Federalisme Fiscal i Finances Públiques. L'IEB Report que el lector té a les seves mans, forma part d'aquest informe, si bé amb una periodicitat major i un contingut més àgil per poder adaptar-se millor a la canviant actualitat.

Les opinions expressades en l'Informe no reflecteixen les opinions de l'IEB.

Més informació www.ieb.ub.edu



José García-Quevedo
Institut d'Economia de Barcelona (IEB)
Universitat de Barcelona

Eficiència energètica i canvi climàtic

El canvi climàtic és una amenaça greu per a les generacions actuals i futures. Els efectes de l'escalfament global ja s'estan manifestant i hi ha un consens notable sobre la necessitat d'afrontar aquesta situació. Per això, cal un nou model energètic que permeti reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle de manera compatible amb el creixement econòmic. Encara que hi ha diferents instruments per contribuir a la transició energètica i reduir les emissions, l'eficiència energètica és una de les eines principals per afrontar el canvi climàtic i aconseguir un model sostenible. Els objectius energètics i mediambientals de la Unió Europea atorguen un paper central a l'eficiència energètica en la consecució d'«un planeta net per a tothom» (Comissió Europea, 2018).

En aquest informe s'examina l'eficiència energètica des de diferents perspectives. En primer lloc, s'analitzen els determinants i les barreres en les decisions empresarials d'inversió en eficiència energètica. En segon lloc, es reflexiona sobre el paper de les polítiques, amb una avaluació de l'impacte de les auditories energètiques. Finalment, s'analitzen les recents propostes de la Unió Europea per augmentar l'eficiència energètica.

Per què les empreses no inverteixen prou en eficiència energètica?

Una abundant literatura (Gerarden *et al.*, 2017; García-Quevedo i Massa-Camps, 2019) destaca que existeixen barreres a la inversió en eficiència energètica i que hi ha una bretxa entre el nivell d'inversió socialment òptim i el realment fet. A la primera contribució d'aquest informe, Löschel, a partir d'una mostra d'empreses industrials alemanyes, examina els factors determinants de la inversió en eficiència energètica i posa de manifest l'existència de diferents barreres potencials, tant de tipus financer com

relacionades amb la informació i el coneixement. Els seus resultats destaquen la influència dels obstacles financers en les decisions d'inversió en tecnologies que permetin un estalvi energètic.

Quins instruments poden afavorir la inversió en eficiència energètica? Efectes de les auditories energètiques

A la segona contribució, Schleich avalua els efectes de les auditories energètiques en l'adopció de tecnologies que milloren l'eficiència energètica de les empreses. La concessió d'ajuts públics per dur a terme aquestes auditories és una mesura molt estesa. Com destaca Schleich, però, tot i la popularitat d'aquest instrument, el nostre coneixement sobre els seus efectes és limitat. Amb la utilització d'una àmplia base de dades d'empreses industrials alemanyes i l'ús de mètodes adequats per a l'avaluació de polítiques públiques, els resultats mostren que subvencionar auditories energètiques en petites empreses afavoreix l'adopció de mesures de reducció de l'ús energètic.

Quin paper té l'eficiència energètica en la política europea en matèria de canvi climàtic?

A la tercera contribució, Joan Batalla-Bejerano posa de manifest la importància de l'eficiència energètica en el disseny i la implementació de les polítiques energètiques i mediambientals de la Unió Europea per al compliment dels objectius de sostenibilitat assolits a París el 2015. Encara que l'eficiència energètica sempre ha estat un element important en les polítiques europees, en els darrers anys ha rebut un fort impuls gràcies a la definició d'objectius quantitatius d'augment de l'eficiència energètica i al fet que l'estratègia energètica europea li ha atorgat un paper prioritari.

Els treballs presentats en aquest informe mostren la importància d'avançar en el coneixement dels factors determinants de la inversió en eficiència energètica, i en els efectes de les polítiques públiques. En aquest sentit, a la Càtedra de Sostenibilitat Energètica (Institut d'Economia de Barcelona, Universitat de Barcelona) s'estan duent a terme diferents estudis sobre aquests temes, en el marc del projecte «El repte del canvi climàtic: polítiques per a la transició energètica», amb el suport del programa RecerCaixa.

Referències bibliogràfiques

- Comissió Europea (2018): *Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra*. COM(2018) 773 final, Brussel·les.
- García-Quevedo, J. i Massa-Camps, X. (2019): "Why firms invest (or not) in energy efficiency? A review of the econometric evidence". Document de treball de l'IEB 2019/07.
- Gerarden, T. D.; Newell, R. G. i Stavins, R. N. (2017): "Assessing the Energy-Efficiency Gap". *Journal of Economic Literature*, 55(4), 1486-1525.



Andreas Löschel
University of Münster

Eficiència energètica industrial a Alemanya

L'Energiewende alemany es basa en l'eficiència energètica

El sistema de transició energètica d'Alemanya, l'*Energiewende*, ha despertat un enorme interès. De cara als importants desafiaments que planteja la transició energètica global, Alemanya, com a pionera, ha de demostrar no tan sols la viabilitat fonamental del seu *Energiewende*, sinó també els seus beneficis econòmics per al món. L'objectiu d'aquest sistema és que, l'any 2030, les emissions de gasos d'efecte hivernacle s'hagin reduït un 55% pel que fa als nivells de 1990 i en un 80%-95% per a l'any 2050. Per facilitar l'eliminació de les emissions de carboni (descarbonització), es compta amb l'ampliació de les fonts d'energia renovable i la reducció del consum d'energia gràcies a l'augment de l'eficiència energètica. Alemanya aspira, a més, a pràcticament duplicar la seva millora anual de la productivitat energètica en tota l'economia —definida com el producte interior brut real dividit pel consum total d'energia final—, fins a arribar al 2,1%. El consum d'energia primària s'ha de reduir en un 20% respecte als nivells de 2008 i, a llarg termini, fins al 2050, l'objectiu és reduir-lo en un 50%.

No obstant això, fins ara s'ha avançat ben poc pel que fa a les millores de l'eficiència energètica a Alemanya. Per assolir l'objectiu del 2030, l'augment de la productivitat energètica final s'hauria de multiplicar aproximadament per tres. A hores ara, només s'ha observat una lleugera disminució del consum final d'energia en l'àmbit domèstic. En el sector industrial, les xifres estan pràcticament estancades i es registra una tendència a l'alça en el comerç, els serveis i, sobretot, en el transport (BMW i, 2019; Löschel *et al.*, 2019). Per tant, els factors que impulsen la millora de l'eficiència energètica i els obstacles existents tenen una importància fonamental per a l'*Energiewende* alemany.

Determinants i barreres a l'eficiència energètica industrial

La necessitat d'entendre l'eficiència energètica es fa evident en el sector industrial, gran consumidor d'energia i pedra angular de l'economia alemanya. El 2014 representava el 30% de l'ús final total de l'energia i el 22% del valor afegit brut (BMW i, 2015). La literatura empírica ha demostrat que existeix un "gap" d'eficiència energètica en les empreses del sector industrial. Aquest "gap" es produeix quan les fallades de mercat o els obstacles de comportament impedeixen que les empreses (i les llars) assoleixin els nivells d'inversió en tecnologies d'estalvi energètic que interessin des del punt de vista de la rendibilitat. El que sol explicar aquest fenomen és la informació imperfecta, els costos de transacció, així com la incertesa sobre els futurs costos energètics i la regulació (Gerarden *et al.*, 2017).

L'eficiència energètica industrial a Alemanya es tracta des de dues perspectives. En primer lloc, es mostra la relació entre les barreres financeres (limitacions de crèdit...), d'informació i coneixement (pràctiques de gestió energètica...) i la importància atorgada als temes relacionats amb l'energia amb les inversions en tecnologies d'estalvi energètic (vegeu Löschel *et al.*, 2017 i 2018). En segon lloc, s'examinen les conseqüències dels programes voluntaris de gestió ambiental com a instrument destacat de la política ambiental i com a alternativa a les regulacions més estrictes per a l'eficiència energètica industrial (vegeu Kube *et al.*, 2019).

Obstacles financers, informació i importància de l'energia

Löschel *et al.* (2017) empen dades d'entrevistes telefòniques estructurades amb directius d'empreses seleccionades aleatòriament. Estuden les inversions en tecnologia d'estalvi energètic en processos de producció

o edificis, pràctiques de gestió energètica i processos interns de presa de decisions relacionades amb la inversió de les empreses. A més, utilitzen microdades comercials, que inclouen característiques generals de les empreses procedents de fonts oficials, així com les qualificacions creditícies per empresa de la major agència de qualificació creditícia d'Alemanya, per tal de determinar si els obstacles financers afecten les decisions d'inversió. S'obté que les restriccions creditícies són un obstacle a la inversió en tecnologies d'estalvi energètic que permeten augmentar l'eficiència energètica dels processos de producció de les empreses. Les pràctiques de gestió energètica —sobretot l'aplicació d'objectius de consum d'energia per part de les empreses— augmenten la probabilitat d'invertir en l'eficiència energètica dels seus processos de producció. Les probabilitats previstes d'invertir en tecnologies d'estalvi energètic tenen una correlació negativa amb la qualificació creditícia de l'empresa segons l'índex de solvència creditícia.

D'altra banda, la inversió en eficiència energètica dels edificis es veu influenciada positivament per l'aplicació de pràctiques de gestió energètica. En el cas dels edificis, les pràctiques de gestió importants són l'avaluació del potencial d'eficiència energètica i els sistemes de gestió de l'energia. Com més gran sigui la proporció del cost energètic de la calefacció o la refrigeració i la intensitat energètica de les empreses, més propenses seran les empreses a invertir en eficiència energètica. Les inversions en tecnologia d'estalvi energètic que permeten augmentar l'eficiència energètica dels edificis no estan correlacionades amb la qualificació creditícia de les empreses.

Programes voluntaris de gestió ambiental

Kube *et al.* (2019) analitzen el sistema de gestió i auditoria ambientals (EMAS) per a instal·lacions industrials, introduït per la Unió Europea el 1995, com a exemple destacat d'un sistema voluntari de certificació. L'EMAS planteja tota la petjada ambiental d'una instal·lació industrial —és a dir, la contaminació local de l'aire, l'aigua i el sòl, i la contaminació acústica—, així com l'ús d'energia i les emissions de gasos d'efecte hivernacle resultants. Les empreses estan obligades a publicar informes anuals sobre el seu comportament mediambiental i hi han de definir els objectius de millora i deixar constància, explícitament, de les estratègies i mesures per assolir aquests objectius. El programa, però, no és prescriptiu pel que fa a l'abast dels objectius.

L'eficàcia de l'EMAS s'avalua amb el mateix conjunt de dades administratives que l'estudi de Löschel *et al.* (2019), incloent-hi l'acompliment ambiental real de les empreses, mesurat pel CO₂ i la intensitat energètica, l'ús d'energies renovables i les inversions en la protecció del medi ambient. Les empreses EMAS són més grans, més intensives en energia i emissions, i tenen més ingressos i exportacions que les empreses que no estan dins del marc EMAS. Concretament, en els primers anys, el programa va atraure empreses importants des del punt de vista de les polítiques, és a dir, usuaris amb un ús intensiu d'energia i considerables emissions de CO₂. La proporció d'empreses multinacionals amb múltiples plantes és més elevada entre els participants de l'EMAS. Sovint, aquestes empreses tenen instal·lacions pròpies per generar electricitat i són més propenses a invertir en la protecció del medi ambient i el clima.

Taula: Factors que influeixen en les decisions d'inversió de les empreses en tecnologies d'estalvi energètic

Categoria	Factor	Influència en la propensió a invertir en tecnologies d'estalvi energètic	
		Processos productius	Edificis
Obstacles financers	Qualificació creditícia	-	.
	Subvencions a la inversió	.	.
Informació i coneixement	Pràctiques de gestió energètica	+	+
	Processos de presa de decisions	.	+
Importància i conscienciació	Intensitat energètica	.	.
	Proporció de calefacció o refrigeració en els costos d'energia	-	+
	Propietat dels edificis	.	.
	Autogeneració d'energia	+	+

Notes: Un signe positiu (+) (negatiu (-)) indica que el factor té una correlació positiva (negativa) estadísticament significativa amb la probabilitat d'invertir. Un punt (.) indica que no és estadísticament significatiu.

Les estimacions ofereixen poca evidència a favor d'un efecte positiu de l'EMAS sobre el CO₂ i la intensitat energètica. Una possible explicació és que les empreses de l'EMAS no tenen com a objectiu principal la reducció de l'ús d'energia i emissions de CO₂. De fet, poden centrar els seus esforços en altres contaminants tractats pel programa —com la contaminació local de l'aire, l'aigua i el sòl—, que no s'observen en el conjunt de dades. En qualsevol cas, tampoc hi ha proves que les empreses EMAS hagin incrementat les seves inversions per a la protecció del medi ambient i el clima. El mateix passa amb l'ús de fonts d'energia renovables. Una interpretació conservadora dels resultats és que l'eficàcia de l'EMAS —*per sobre i més enllà* d'altres sistemes de certificació (no observables) com la ISO 14001— és qüestionable.

Referències bibliogràfiques

BMWi (2019): Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende - Berichtsjahr 2017 (Second Progress Report on the Energy Transition - Reporting Year 2017). Berlin, Bonn: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy.

Gerarden, T. D.; Newell, R. G. i Stavins, R. N. (2017): "Assessing the Energy-Efficiency Gap". *Journal of Economic Literature*, 55(4), 1486–1525.

Kube, R.; von Graevenitz, K.; Löschel, A. i Massier, P. (2019): "Do voluntary environmental programs reduce emissions? EMAS in the German manufacturing sector". CAWM Discussion Paper No. 107. Münster.

Löschel, A.; Lutz, B. J. i Massier, P. (2017): "Credit Constraints, Energy Management Practices, and Investments in Energy Saving Technologies: German Manufacturing in Close-up". ZEW Discussion Paper No. 17-072. Mannheim.

Löschel, A.; Lutz, B. J. i Massier, P. (2018): "Credit Constraints, Energy Management Practices, and Investments in Energy Saving Technologies: German Manufacturing in Close-up". IAEE Energy Forum, Groningen. Special Issue 2018.

Löschel, A.; Erdmann, G.; Staiß, F. i Ziesing, H.-J. (2019): Expert commission on the Energy of the Future Monitoring Process. Statement on the Second Progress Report of the Federal Government for 2017. Berlin, Mannheim, Stuttgart.



Joachim Schleich
Grenoble Ecole de Management (GEM)

Les auditories energètiques augmenten l'adopció de tecnologies d'eficiència energètica a les empreses?

En resposta a la primera crisi del petroli en la dècada dels setanta, diversos països industrialitzats van començar a aplicar programes d'auditoria energètica a les empreses. Actualment, els estats solen promoure les auditories energètiques com un mitjà de baix cost per reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle i assolir els objectius d'eficiència energètica. La Unió Europea s'ha proposat per al 2020 reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle en un 20% (en comparació amb els nivells de 1990) i reduir, també un 20%, el consum d'energia (en comparació amb el punt de partida). Arreu del món hi ha actualment més de cent programes d'auditoria energètica, sovint amb subvencions públiques. Des del 2015, segons la directiva d'eficiència energètica de la Unió Europea 2012/27/UE (DEE), les empreses que no són petites o mitjanes empreses (pimes) han de fer auditories energètiques com a mínim cada quatre anys. A més, la DEE demana als estats membres de la UE que també convidin les pimes a dur a terme auditories energètiques i a aplicar les recomanacions resultants.

Les auditories energètiques solen durar d'un a dos dies i proporcionen una avaluació del consum d'energia d'una empresa, inclosos els edificis, els processos i el transport. Concretament, identifiquen mesures per ajudar les empreses a estalviar energia i diners: problemes d'aïllament de les canonades en una fàbrica, substitució de sistemes ineficients d'il·luminació i calefacció o millora de l'aïllament tèrmic de l'edifici. Es considera que les auditories energètiques acceleren l'adopció de tecnologies d'eficiència energètica si es tracten els obstacles relacionats amb la informació sobre eficiència energètica (Anderson i Newell, 2004, entre d'altres).

Desafiaments metodològics de les avaluacions de programes d'auditoria

Malgrat aquesta popularitat, sorprenentment, se sap molt poc de l'eficàcia de les auditories energètiques a les empreses. Els pocs estudis existents es basen en avaluacions subjectives a través d'enquestes amb empreses que participen en programes d'auditoria energètica (p. ex., Fleiter *et al.*, 2012a,b; Backlund i Thollander, 2015; Paramonova i Thollander, 2016). En els estudis d'avaluació, l'eficàcia de les polítiques s'analiza típicament a través de respostes a preguntes com: «La seva empresa hauria aplicat aquesta mesura sense l'auditoria energètica?». Per tant, aquestes avaluacions tenen un biaix cap al que seria desitjable des del punt de vista social. A més, també pot passar que algunes d'aquestes empreses haguessin aplicat mesures d'eficiència energètica sense passar per programes d'auditoria. Per tant, el simple fet d'observar que una empresa ha aplicat una mesura d'eficiència energètica després d'una auditoria energètica pot no ser suficient per inferir que l'auditoria va ser eficaç. Sense un grup de control adequat, aquestes avaluacions corren el risc de sobreestimar l'eficàcia del programa. A la pràctica, però, la creació de grups de control és molt més difícil per a les empreses que per les llars, sobretot perquè aquests grups de control han de ser prou grans per permetre l'anàlisi estadística.

Resultats d'un estudi recent amb una mostra significativa

En un estudi recent, Schleich i Fleiter (2019) van poder treballar amb un grup de control considerable per avaluar l'eficàcia d'un programa federal voluntari d'auditoria

energètica alemany per a les pimes del sector manufacturer i la resta de sectors (*Energieberatung Mittelstand*). El programa es va iniciar el 2008 i s'atorgava una subvenció d'un màxim de 640 euros/dia per a auditories simples, que no poden durar més de dos dies.

Les dades del grup de tractament incloïen enquestes a més de 1.400 empreses que havien participat en el programa alemany d'auditoria energètica. El grup de control es va crear a partir d'un estudi representatiu a més de 2.000 organitzacions del sector alemany de comerç, serveis i altres consums, que també inclou petites empreses manufactureres. Les dues enquestes es van dur a terme aproximadament alhora, l'any 2014, i tenien preguntes idèntiques sobre l'adopció de quatre mesures d'eficiència energètica comunes, transversals i auxiliars: instal·lació de sistemes d'il·luminació eficients, aïllament de l'exterior de l'edifici, substitució del sistema de calefacció i optimització del sistema de calefacció (p. ex., abaixar la calefacció a la nit).

Schleich i Fleiter (2019) apliquen tècniques d'aparellament (*matching*) per estimar l'eficàcia de les auditories energètiques. Això implica comparar l'adopció de tecnologia passada de cada empresa del grup de tractament amb la d'empreses «similars» del grup de tractament després d'aplicar-hi les ponderacions adequades. Atès que el grup de control es componia principalment de petites empreses, es va limitar l'estudi a empreses amb un màxim de cinquanta empleats. Els resultats suggereixen que, de mitjana, les auditories fomenten una millora entre deu i vint punts percentuals per a les empreses del grup de tractament en l'adopció de millores en il·luminació i aïllament, la substitució dels sistemes de calefacció i l'aplicació de mesures operatives per optimitzar el sistema de calefacció. Les dades obtingudes impliquen que les auditories energètiques van augmentar, aproximadament, les taxes d'adopció d'il·luminació i calefacció en un 50%; d'aïllament en un 100%, i d'optimització del sistema de calefacció en un 150%. Per tant, l'eficàcia de l'auditoria va ser més gran en el cas de les mesures d'aïllament i d'optimització de la calefacció.

Conseqüències per a la formulació de polítiques

Aquests resultats de Schleich i Fleiter (2019) suggereixen que subvencionar les auditories energètiques pot ser una mesura de baix cost per reduir l'ús energètic i les emissions de gasos d'efecte hivernacle en el sector industrial. Les seves anàlisis es basen únicament en una mostra de petites empreses. Com que les organitzacions més petites tenen menys experiència en els temes energètics i te-

nen menys personal especialitzat (p. ex., responsable de temes energètics), el cost d'accedir a la informació sobre mesures d'eficiència energètica és elevat, i és probable que la seva capacitat per processar la informació sigui menor que en el cas de les grans empreses (per exemple, Schleich i Gruber, 2008; Olsthoorn *et al.*, 2017). Per tant, les barreres relacionades amb la informació i el coneixement solen ser més freqüents en les organitzacions més petites i, probablement, aquest tipus d'auditoria serà més eficaç en aquestes empreses més petites que en les grans. Així doncs, la política s'hauria de centrar en la promoció de les auditories energètiques en les petites empreses.

A banda d'això, tenint en compte que els costos dels préstecs són més alts per a les petites empreses, o potser perquè tenen altres prioritats d'inversió (Schleich i Gruber 2008, Fleiter *et al.* 2012b, entre d'altres), experimenten dificultats especials per accedir al finançament per a l'eficiència energètica. En aquest sentit, seria útil que les auditories energètiques anessin vinculades a una ajuda financera (per exemple, préstecs a tipus d'interès baix) per a l'aplicació de les mesures identificades pels auditors energètics. Evidentment, com qualsevol altra intervenció política, aquestes polítiques s'haurien de sotmetre al test de cost-benefici.

Implicacions per a l'avaluació de programes

Atès que l'eficàcia de les auditories energètiques sembla que varia segons les mesures tecnològiques, les avaluacions que facin servir com a indicador de l'eficàcia del programa «el nombre de mesures addicionals induïdes per una auditoria energètica» (Fleiter *et al.*, 2012a, entre d'altres) probablement portin a error. Un indicador d'aquest tipus porta implícit, incorrectament, que les auditories tenen la mateixa eficàcia en totes les mesures.

Finalment, quan Schleich i Fleiter (2019) fan servir grups de control i tècniques d'aparellament per avaluar l'efectivitat de les auditories energètiques a les empreses, es basen en mètodes més avançats que els que s'han emprat en els estudis anteriors. Ara bé, no es pot descartar l'existència d'un biaix d'autoselecció que sobreestimi els efectes. Les característiques específiques no observades de les empreses poden haver afectat tant la propensió a participar en un programa d'auditoria energètica com la probabilitat d'implementar mesures d'eficiència energètica. Malgrat les dificultats d'aplicació, l'assignació aleatòria d'empreses a grups de control i tractament d'auditoria evitaria aquest biaix potencial.

Referències bibliogràfiques

- Anderson, S. i Newell, R. (2004): "Information programs for technology adoption: the case of energy-efficiency audits". *Resource and Energy Economics*, 26, 27-50.
- Backlund, S. i Thollander, P. (2015): "Impact after three years of the Swedish energy audit program". *Energy*, 82, 54-60.
- Fleiter, T.; Gruber, E.; Eichhammer, W. i Worrell, E. (2012a): "The German energy audit programme for firms – a cost-effective way to improve energy efficiency?". *Energy Efficiency*, 5(4), 447-469.
- Fleiter, T.; Schleich, J. i Ravivanpong, P. (2012b): "Adoption of energy-efficiency measures in SMEs – An empirical analysis based on energy audit data from Germany". *Energy Policy*, 51, 863-875.
- Olsthoorn, M.; Schleich, J. i Hirzel, S. (2017): "Adoption of energy efficiency measures for non-residential buildings: technological and organizational heterogeneity in the trade, commerce and services sector". *Ecological Economics*, 136, 240-254.
- Paramonova, S. i Thollander, P. (2016): "Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises". *Journal of Cleaner Production*, 135, 932-949.
- Schleich, J. i Gruber, E. (2008): "Beyond case studies: Barriers to energy efficiency in commerce and the services sectors". *Energy Economics*, 30, 449-464.
- Schleich, J. i Fleiter, T. (2019): "Effectiveness of Energy Audits in Small Business Organizations". *Resource and Energy Economics*, 56, 59-70.



Joan Batalla-Bejerano

Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM)
Universitat de Barcelona

Eficiència energètica i canvi climàtic: evolució recent de la política comunitària

Demanda creixent d'energia primària

L'energia constitueix un factor essencial per al desenvolupament econòmic i social; per això, no és estrany que el sector energètic es consideri un sector estratègic. El sector energètic té forts efectes d'arrossegament sobre altres segments del sistema productiu, ja que els *inputs* energètics són imprescindibles per a la indústria, el transport, el comerç, els serveis i l'agricultura i, per tant, té un paper clau com a component generador de riquesa.

Per entendre millor el futur energètic a escala global és fonamental analitzar les tendències demogràfiques i econòmiques a llarg termini. Segons el recent informe elaborat per l'Agència Internacional de l'Energia (AIE, 2019), es preveu que l'any 2040 la població arribi als 9.200 milions de persones (actualment som 7.400 milions). Durant aquest mateix període, el Producte Interior Brut (PIB) mundial probablement es duplicarà i, segons l'informe, a resultes de tot plegat, el PIB per càpita augmentarà significativament, en particular als països no membres de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE). El creixement demogràfic (bàsicament a les àrees urbanes de les economies en desenvolupament) i econòmic mundial previst per als propers anys farà que sigui necessari accedir a fonts modernes i fiables d'energia.

El paper de l'eficiència energètica en la consecució dels objectius climàtics

En un context energètic com l'actual, l'eficiència energètica està guanyant terreny en l'estructuració i definició de les polítiques energètiques i climàtiques que ens han de permetre complir els objectius de sostenibilitat que emanen de l'Acord de París de 2015. A banda que contribueix a reduir les emissions contaminants, l'eficiència energètica permet incrementar la seguretat de subministrament gràcies a la reducció de

la demanda d'energia. És una mesura especialment important per als països amb dependència energètica de l'exterior, perquè en reduir la factura energètica, millora el saldo de la balança comercial exterior. En l'àmbit europeu, els objectius d'eficiència energètica han estat sempre presents en la definició dels diferents fulls de ruta estratègics, des dels més antics derivats de la crisi del petroli fins als més recents, amb la visió estratègica de la Unió Europea (UE) per al 2050.

Situació i perspectives de l'eficiència energètica a escala europea

En l'àmbit europeu, les recents directives sobre eficiència energètica¹ s'han marcat l'objectiu que el consum energètic sigui gairebé un terç més eficient (almenys el 32,5%) l'any 2030, parant especial atenció al rendiment energètic en el sector de la construcció. Aquest sector és crucial per a la transició cap a una energia neta, atès que els edificis són els que més energia consumeixen: representen el 40% del consum final d'energia i el 36% de les emissions de gas amb efecte d'hivernacle (GEH) a Europa. Una reducció del 32,5% correspon a un consum d'energia primària i final de 1.273 Mtep i 956 Mtep el 2030, respectivament.

L'energia primària consumida el 2017 (última dada disponible) a la UE va ser un 5,3% superior a l'objectiu d'eficiència energètica per al 2020, amb un increment a 1.122 Mtep (Eurostat, 2019). La demanda d'energia primària ha experimentat enormes fluctuacions en aquests darrers anys, i això s'explica, en gran mesura, per la crisi econòmica, si bé des del 2015 s'estan registrant

¹ Directiva (UE) 2018/2002 del Parlament europeu i del Consell per la qual es modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a l'eficiència energètica, i Directiva (UE) 2018/844/UE del Parlament Europeu i del Consell relativa a l'eficiència energètica dels edificis.

creixements continus de la demanda que ens allunyen dels objectius plantejats i que exigeixen una avaluació de les actuacions públiques (Rosenow *et al.*, 2016).

Polítiques per a l'eficiència energètica a escala europea

Les mesures d'eficiència energètica constitueixen un dels eixos centrals de la política energètica i climàtica europea i han rebut un fort impuls al llarg d'aquests últims quinze anys. Darrere de totes aquestes iniciatives, hi ha la necessitat de mobilitzar l'opinió pública, els responsables polítics i els actors del mercat, i transformar el mercat interior de l'energia de manera que els ciutadans de la Unió puguin comptar amb les infraestructures (edificis inclosos), els productes i els sistemes d'energia més eficients del món des del punt de vista energètic.

La fusió dels objectius de política energètica i mediambiental en una sola política que garanteixi la consecució d'una via de creixement econòmic sostenible es va traduir en la fixació dels «objectius 20/20/20», recollits en una directiva europea aprovada el 2009. Aquest conjunt d'objectius estableix una reducció de les emissions de GEH del 20% respecte dels nivells de 1990; un augment fins al 20% de la participació de renovables en el consum final d'energia de la UE, i una millora de l'eficiència energètica en un 20% mesurada com a la reducció del consum d'energia primària respecte de l'escenari base estimat el 2007 per a l'horitzó 2020.

En aquests moments i amb vistes a complir els compromisos climàtics que emanen de l'Acord de París de 2015, la UE va tornar a posar de manifest el seu compromís en la lluita contra els efectes derivats del canvi climàtic amb la presentació del paquet Energia Neta per a Tots. Després d'un llarg període de debat, en el cas concret de l'eficiència energètica, a mitjan any passat es van publicar dues directives² amb l'objectiu de reconèixer l'eficiència energètica com un element essencial i prioritari en l'estratègia energètica a llarg termini. La primera d'aquestes directives té una especial significació, per l'elevat pes del sector residencial en termes de consum i el seu paper en l'erradicació de la pobresa energètica. El seu principal objectiu és accelerar la renovació rendible dels edificis existents. En aquest sentit, introdueix elements nous com els sistemes de control i l'automatització d'edificis com a alternativa a les inspeccions físiques; fomenta el desplegament de la infraestructura necessària per als vehicles electrònics (*e-mobility*),

² Directiva 2018/844/UE relativa a l'eficiència energètica dels edificis, i la 2018/2002/UE relativa a l'eficiència energètica.

i introdueix indicadors per avaluar la preparació tecnològica de l'edifici.

Conclusions

Des de l'articulació d'una estratègia conjunta d'energia i clima per part de la Unió Europea, a finals de la dècada passada, l'eficiència energètica s'ha identificat com la política de futur amb més potencial per impulsar els diferents compromisos climàtics i, alhora, crear oportunitats per a les empreses. Una gran aliada, doncs, de la competitivitat europea en els mercats globals. Com a mostra d'aquesta aposta, tenim els diferents paquets legislatius centrats en exclusiva en la millora de l'eficiència de les nostres pautes de consum energètic, però, a la vista dels resultats, encara hi ha força marge de millora.

Una política d'eficiència energètica ha de ser un motor d'innovació i creixement econòmic per a les empreses europees. L'eficiència energètica s'ha convertit en una oportunitat de negoci. Si som capaços de desplegar amb èxit totes aquestes oportunitats per mitjà de la innovació i les noves tecnologies, es crearan moltes possibilitats d'aprofitar tot el potencial existent en sectors com ara la construcció, la indústria i el transport.

Referències bibliogràfiques

- Agència Internacional de l'Energia (2018): *World Energy Outlook*. AIE/OCDE. París.
- Comissió Europea (2015a): *2020 climate & energy package*. Comissió Europea. Brussel·les.
- Comissió Europea (2011a): *Impact Assessment accompanying the document Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency and amending and subsequently repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC..* Comissió Europea. Brussel·les.
- Eurostat (2019): *Energy savings statistics*. Comissió Europea. Brussel·les.
- Rosenow, J.; Leguijt, C.; Pato, Z.; Eyre, N. i Fawcett, T. (2016): "An ex-ante evaluation of the EU Energy Efficiency Directive". *Economics of Energy & Environmental Policy*, 5(2), 45-56.

Joan Batalla-Bejerano

Joan Batalla-Bejerano és el director general de la Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (FUNSEAM), activitat que compagina amb la recerca en el marc de la Càtedra de Sostenibilitat Energètica i amb la docència, com a professor de la Universitat de Barcelona. Amb prop de vint anys d'experiència en l'àmbit de l'economia, la indústria i l'energia, especialment en l'àmbit de la regulació energètica, entre els anys 2005 i 2013 va desenvolupar la seva carrera professional a la Comissió Nacional d'Energia (CNE); des del 2011, com a membre del seu Consell d'Administració. Llicenciat en Economia per la Universitat de Barcelona i doctor en Economia per la Universitat Rovira i Virgili (Premi Extraordinari de Doctorat), Batalla va completar la seva formació amb el Programa de Direcció General (PDG) de l'IESE. La seva activitat investigadora i acadèmica va ser reconeguda l'any 2011 amb el Premi d'Economia Joan Sardà Dexeus 2011, per l'obra «La indústria catalana després de dir la crisi», en coautoria.

José García-Quevedo

José García-Quevedo és professor titular d'Economia a la Universitat de Barcelona i investigador de l'Institut d'Economia de Barcelona (IEB). Ha publicat a les revistes *Energy Economics*, *Energy Policy*, *Cambridge Journal of Economics*, *Industrial and Corporate Change*, *Research Policy*, *Technology Analysis & Strategic Management*, *Small Business Economics*, *Regional Studies* i *Kyklos*, entre d'altres. Ha estat investigador visitant a UNU-MERIT (Maastricht, Països Baixos) i a la Science Policy Research Unit (SPRU) de la University of Sussex (Regne Unit). Les seves línies de recerca són l'economia de la innovació i l'economia de l'energia.

Andreas Löschel

Andreas Löschel ocupa la Càtedra d'Economia d'Energia i Recursos i dirigeix el Center of Applied Economic Research de la University of Münster. Es va doctorar en Ciències Econòmiques a la University of Mannheim el 2003. Des del 2011, ha presidit la Comissió d'Experts del Govern Alemany que fa el seguiment de la transformació de l'energia. Löschel ha estat autor principal del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) per al cinquè i el sisè informe (2010-2014, 2017-2021) i també és membre de l'Acadèmia Nacional Alemana de Ciències i Enginyeria (acatech).

Joachim Schleich

Joachim Schleich és *Professeur Senior* a la Grenoble École de Management (GEM), (Grenoble, França), on dirigeix l'equip de recerca de gestió de l'energia, i imparteix classes d'Economia de l'Energia, Estadística i Econometria. També forma part del Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI) de Karlsruhe (Alemanya), on va estar dirigint la unitat de Política Energètica i Climàtica fins a l'any 2011. Des del 2004, també ha estat professor adjunt al Virginia Tech (Blacksburg, Estats Units). Les seves línies de recerca consisteixen en l'anàlisi conceptual i empírica dels factors que porten les empreses i els individus a adoptar tecnologies d'energia eficient i renovable, i les seves respostes a les polítiques energètiques i climàtiques. Ha publicat a *Energy Economics*, *Resource and Energy Economics*, *Energy Policy*, *Climate Policy*, *Ecological Economics*, *Applied Economics* i *Research Policy*.

