



Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
ICAI

# **"Flexibilidad Energética Residencial: Análisis comparativo de Incentivos Eficaces para la Sostenibilidad"**

Autor:

Javier Arturo San Millán Montero

Directora:

Valeria Karina Moreno


Codirectora:

María del Carmen Valor Martínez

MADRID | JULIO 2024

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
"Flexibilidad Energética Residencial: Análisis comparativo de Incentivos  
Eficaces para la Sostenibilidad"  
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2023-2024 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es  
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Javier Arturo San Millán Montero

Fecha: 23/ 07/202 .....  


Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Valeria Karina Moreno

Fecha: 23/ 07/ 2024

  
Valeria K. Moreno



Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
ICAI

# **"Flexibilidad Energética Residencial: Análisis comparativo de Incentivos Eficaces para la Sostenibilidad"**

Autor:

Javier Arturo San Millán Montero

Directora:

Valeria Karina Moreno

Codirectora:

María del Carmen Valor Martínez

MADRID | JULIO 2024

# Flexibilidad Energética Residencial: Análisis comparativo de Incentivos Eficaces para la Sostenibilidad

Autor: San Millán Montero, Javier Arturo

Directora: Valeria Karina Moreno

Codirectora: María del Carmen Valor Martínez

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO:

### Introducción:

La lucha contra el cambio climático es uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la comunidad internacional, estando presente en varias hojas de ruta como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas y en la Agenda 2030. Para combatir eficazmente el cambio climático, es esencial lograr una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este escenario está llevando a Europa y al mundo hacia la independencia de los combustibles fósiles y la implementación acelerada de medidas para fomentar la generación eléctrica de origen renovable. Este tipo de energía ayuda a alcanzar la meta de cero emisiones netas de carbono, pero presenta varios inconvenientes, como la fiabilidad. La producción de energías renovables como la solar y la eólica depende de las condiciones climáticas, lo que genera un reto para la estabilidad de la red, ya que la generación de energía debe cubrir la demanda en todo momento.

Tradicionalmente, para cubrir la demanda se ha modificado la oferta de energía eléctrica. Sin embargo, actualmente se está explorando la posibilidad de encontrar un balance por el lado de la demanda mediante los **servicios de flexibilidad**. La Administración de Información Energética de Estados Unidos (EIA, 2011) define la flexibilidad como la capacidad de un sistema eléctrico para mantener un suministro confiable frente a desequilibrios rápidos y grandes, independientemente de su causa.

La flexibilidad a la red se puede proporcionar desde el lado de la oferta y desde el lado de la demanda.

**Flexibilidad desde la oferta:** El método clásico para garantizar la flexibilidad de una red se ha basado en la gestión de la generación, las reservas y las redes de transporte y distribución (Strbac, 2008).

**Flexibilidad desde la demanda:** Según Aghdam et al. (2024), los servicios de flexibilidad por parte de la demanda son los cambios en el consumo de electricidad por parte del consumidor final, comparado con su consumo habitual durante una misma estación y franja horaria, provocados por programas específicos y la voluntad del consumidor.

La literatura se ha centrado en estudiar las barreras y limitaciones de los servicios de flexibilidad por parte de la demanda, pero no se han hecho avances significativos en identificar los incentivos más eficaces, por este motivo, el objetivo principal de este TFM es la identificar los incentivos y las características de los programas de flexibilidad de la demanda más relevantes de Estados Unidos desde el punto de vista de un participante residencial. En Estados Unidos, los programas están mucho más avanzados que en Europa, llevan muchos años en proceso y existe una gran cantidad de información disponible, lo que puede servir de base para adoptar ideas y replicar buenas prácticas, especialmente en lo referente a los incentivos.

## Método

Cada año, la EIA publica un informe anual sobre la industria energética de Estados Unidos. Este informe abarca una amplia gama de temas dentro del sector energético, incluyendo información sobre los proveedores de programas de flexibilidad

Se creó una nueva base de datos con los programas desde 2013 hasta 2022 cruzando las distintas bases de datos para poder completar la información de los proveedores durante distintos años. La base de datos se encuentran 684 proveedores de electricidad que ofrecen o han ofrecido programas de flexibilidad a sus clientes además de varias métricas siendo el número de participantes y los incentivos otorgados las más importantes. De todos los proveedores, se escogieron aquellos que ofrecen programas de flexibilidad residenciales con más de 5.000 participantes y al menos 5 años de vida resultando en 105 proveedores de servicios de flexibilidad para analizar.

A continuación, se buscan los programas de flexibilidad por parte de estos proveedores y a la base de datos se añadieron los incentivos que están otorgando, aunque, para poder analizar en profundidad todos los aspectos de los programas, se asignaron valores a cada una de las variables que componen un programa de flexibilidad.

Se realizaron dos análisis, uno previo donde se analizan los programas en base a la información proporcionada por el EIA y el análisis final donde se analizaron los programas en base a las características que se encontraron en la página web del proveedor segmentando los programas en tres grupos: Participantes, crecimiento y standard.

Participantes está compuesto por los mejores programas de flexibilidad en cuanto a número de participantes.

Crecimiento está compuesto por los mejores programas de flexibilidad en cuanto a crecimiento entre dos años.

Standard está compuesto por los programas que pasaron el filtro de +5.000 participantes y al menos 5 años de vida pero que no entran en ninguno de los otros dos grupos.

## Resultados

En el análisis previo, se muestra que los mejores programas por número de participantes se encuentran en California, Florida y Maryland mientras que todos los estados de Estados Unidos intentan impulsar sus programas de flexibilidad ya que los programas con mayor crecimiento están por todo el país. Por otro lado, se comprobó que los programas con mayor número de participantes son aquellos que otorgan más incentivos monetarios, aunque no existe una correlación entre los participantes y los incentivos que se reportan a cada uno de sus participantes, indicando que existen otras variables más importantes que la mera cuantía de los incentivos.

Los resultados de este análisis final aportan un mayor entendimiento de las características de los programas de flexibilidad.

En primer lugar, los programas de control directo de carga son los más populares, en específico aquellos que controlan el termostato de la residencia. Por otro lado, que el resto de los programas no están tienen tanto éxito.

En segundo lugar, los proveedores suelen ofrecer un único programa, aunque los segmentos con mayor éxito ofrecen de media un mayor número de programas en su portfolio, lo que indica que, para aumentar la participación, es beneficioso tener distintos programas que se amolden a los distintos participantes.

En tercer lugar, el diseño web es uno de los factores que más diferencia existe entre los segmentos con los programas más exitosos y el resto de los programas. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en el lenguaje.

En cuarto lugar, la mayoría de los proveedores no utilizan incentivos no monetarios. Los más utilizados con diferencia es ayudar al medioambiente / luchar contra el cambio climático y reforzar la idea del ahorro en la factura de la luz mientras que el resto se utilizan poco. Debido a que la mayoría de los programas de éxito no utilicen incentivos no monetarios indica que no es un factor que aporte mucho valor añadido al programa o que sea un factor decisivo en la participación de los usuarios.

Por otro lado, los incentivos monetarios, ya sean de disponibilidad o activación, son relevantes para los participantes ya que la mayoría de programas los ofrecen.

Los incentivos de disponibilidad suelen ser de 50\$ y 75\$ mientras que los incentivos por activación suelen ser de monto fijo y están en torno a los 30\$ anuales. En los incentivos por activación, a pesar de que la media sea superior a los 30\$, se puede obtener el mismo efecto con la moda, lo que indica que es más importante ofrecer un incentivo de activación frente a tenerlo más alto, confirmando la correlación cercana a 0 entre el número de participantes y los incentivos por participante.

Por último, no influye en la participación la frecuencia en la que los programas reparten los incentivos de disponibilidad, ya sea anualmente o de forma mensual, aunque existe una clara preferencia por aquellos programas donde no se requiere de ningún tipo de acción por parte del usuario para participar en los eventos de flexibilidad.

## Conclusiones

Se ha conseguido alcanzar el objetivo principal de este TFM, que es identificar las características de los programas de flexibilidad más relevantes. Además, con la creación de la base de datos se puede ir actualizando con los programas de años posteriores para futuras líneas de investigación y la creación de tendencias temporales, ya que las sociedades cambian con el tiempo y pueden cambiar los incentivos que se consideran más atractivos hacia el público residencial.

## Referencias

Aghdam, F. H., Zavodovski, A., Adetunji, A., Pongracz, E., & Rasti, M. (2024). Resilience-Oriented Operation of Distribution Networks in Presence of Demand Response. 2024 International

Workshop on Artificial Intelligence and Machine Learning for Energy Transformation (AIE), Artificial Intelligence and Machine Learning for Energy Transformation (AIE), 2024 International Workshop On, 1–6. <https://doi.org/10.1109/AIE61866.2024.10561361>

IEA (2011), Harnessing Variable Renewables, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/harnessing-variable-renewables>, Licence: CC BY 4.0

Strbac, G. (2008). Demand side management: benefits and challenges. *Energy Policy*, 36(12), 4419-4426. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.030>



# Residential Energy Flexibility: Comparative Analysis of Effective Incentives for Sustainability

## Summary:

### Introduction:

The fight against climate change is one of the main challenges the international community faces. It is present in various roadmaps such as the Sustainable Development Goals (SDGs) proposed by the United Nations and the 2030 Agenda. To effectively combat climate change, it is essential to achieve a significant reduction in greenhouse gas emissions.

This scenario is leading Europe and the world towards the independence from fossil fuels and the implementation of measures to promote the generation of renewable energy which helps achieving the goal of net-zero carbon emissions, but it presents several drawbacks, such as reliability. The production of renewable energies like solar energy and wind energy depends on the weather conditions, which poses a challenge for grid stability, as energy generation must meet demand at all times.

Traditionally, the supply of electric power has been modified to meet demand. However, the possibility of finding a balance on the demand side through flexibility services is currently being explored. The U.S. Energy Information Administration (EIA, 2011) defines flexibility as the ability of an electric system to maintain reliable supply in the face of rapid and large imbalances, regardless of their cause.

Flexibility to the grid can be provided from the supply side and from the demand side.

**Supply-side flexibility:** The classic method for ensuring the flexibility of a network has been based on the management of generation, reserves and transmission and distribution networks (Strbac, 2008).

**Demand-side flexibility:** According to Aghdam et al. (2024), demand-side flexibility services are the changes in electricity consumption by the final consumer, compared to their usual consumption during the same season and time slot, triggered by specific programs and the consumer's will.

The literature has focused on studying the barriers and limitations of demand-side flexibility services, but no significant progress has been made in identifying the most

effective incentives. For this reason, the main objective of this TFM is to identify the incentives and characteristics of the most relevant demand-side flexibility programs in the United States from the point of view of a residential participant. In the United States, programs are much more advanced than in Europe, have been in process for many years and there is a wealth of information available, which can serve as a basis for adopting ideas and replicating good practices, especially in terms of incentives.

## Method

Each year, the EIA publishes an annual report on the U.S. energy industry. This report covers a wide range of topics within the energy sector, including information on flexibility program providers.

A new database was created with programs from 2013 through 2022 by cross-referencing the various databases in order to populate supplier information during different years. The database is 684 electricity suppliers that offer or have offered flexibility programs to their customers in addition to several metrics being the number of participants and incentives granted the most important ones. Of all the suppliers, those offering residential flexibility programs with more than 5,000 participants and at least 5 years of life were chosen resulting in 105 flexibility service providers to analyze.

The flexibility programs are then searched for by these providers and the incentives they are granting were added to the database, although, in order to be able to analyze in depth all aspects of the programs, values were assigned to each of the variables that make up a flexibility program.

Two analyses were performed, a previous one where the programs were analyzed based on the information provided by the EIA and the final analysis where the programs were analyzed based on the characteristics found on the supplier's web page, segmenting the programs into three groups: Participants, Growth and Standard.

Participants is composed of the best flexibility programs in terms of number of participants.

Growth is composed of the best flexibility programs in terms of growth between two years.

Standard is composed of the programs that passed the filter of +5,000 participants and at least 5 years of life but do not fall into either of the other two groups.

## Results

In the previous analysis, it was shown that the best programs by number of participants are in California, Florida and Maryland, while all U.S. states are trying to boost their flexibility programs, since the programs with the greatest growth are all over the country. On the other hand, it was found that the programs with the highest number of participants are those that grant more monetary incentives, although there is no correlation between participants and the incentives reported to each of their participants, indicating that there are other variables more important than just the amount of incentives.

The results of this final analysis provide further insight into the characteristics of the flexibility programs.

Firstly, the most popular demand response programs are the direct load control programs, specifically those that control the residence's thermostat. On the other hand, the other programs are not as successful.

Secondly, providers tend to offer only one program, although the most successful segments offer on average a greater number of programs in their portfolio, indicating that, in order to increase participation, it is beneficial to have different programs to suit different participants.

Thirdly, web design is one of the factors that differentiates the most between the segments with the most successful programs and the rest of the programs. On the other hand, no significant differences in participation were found in language.

Fourth, most suppliers do not use non-monetary incentives. By far the most used are helping the environment/fighting climate change and reinforcing the idea of savings on the electricity bill, while the others are rarely used. The fact that most of the successful programs do not use non-monetary incentives indicates that it is not a factor that adds much value to the program or is a decisive factor in user participation.

On the other hand, monetary incentives, whether availability or activation, are relevant to participants as most programs offer them.

Availability incentives are usually \$50 and \$75, while activation incentives are usually a fixed amount and are around \$30 per year. For activation incentives, even though the mean is higher than \$30, the same effect can be obtained with the mode, indicating that

it is more important to offer an activation incentive versus having it higher, confirming the correlation close to 0 between the number of participants and incentives per participant.

Finally, participation is not influenced by the frequency at which programs distribute availability incentives, although there is a clear preference for those programs where no user action is required to participate in flexibility events.

### Conclusions

The main objective of this TFM, which is to identify the characteristics of the most relevant flexibility programs, has been achieved. In addition, with the creation of the database, it can be updated with the programs of subsequent years for future lines of research and the creation of time trends, since society change over time and may change the incentives that are considered more attractive to the residential public.

## Contenido

1. Introducción .....	14
2. Revisión de la literatura.....	17
2.1. Introducción a los servicios de flexibilidad.....	17
2.2. Barreras de entrada.....	21
2.3. Incentivos para superar barreras.....	24
3. Método.....	27
3.1. Selección de la Muestra: Identificación, selección y análisis de proyectos.....	27
3.2. Variables.....	28
3.3. Análisis inicial .....	32
3.3 Análisis.....	41
4. Resultados .....	45
4.1. Caracterización de los programas de flexibilidad .....	45
4.2. Caracterización de los incentivos ofrecidos por los programas .....	63
4.3. Resumen de resultados .....	89
5. Conclusiones.....	91
Referencias.....	93
Anexos .....	96
Anexo I.....	96
Anexo II – Proveedores de programas para analizar .....	127
Anexo III – Alineación del TFM con los ODSs .....	132

## Tabla de contenidos

Figura 1. Correlación incentivos y participantes .....	34
Figura 2. Correlación IpP y participantes.....	35
Figura 3. Wabash Valley Power - incentivo por persona .....	41
Figura 4. Standard - Tipos de programas.....	47
Figura 5. Participantes - Tipos de programas .....	48
Figura 6. Participantes - Tipos de programas .....	48
Figura 7. Total - Tipos de programa .....	49
Figura 8. Standard - Número de programas por proveedor.....	50
Figura 9. Participantes - Número de programas por proveedor .....	51
Figura 10. Crecimiento - Número de programas por proveedor.....	52
Figura 11. Total - Número de programas por proveedor .....	53
Figura 12. Standard – Búsqueda web.....	54
Figura 13. Standard - Diseño web .....	55
Figura 14. Participantes – Búsqueda web .....	56
Figura 15. Participantes - Diseño web .....	56
Figura 16. Crecimiento – Búsqueda web.....	57
Figura 17. Crecimiento - Diseño web .....	58
Figura 18. Total – Búsqueda web.....	58
Figura 19. Total - Diseño web .....	59
Figura 20. Standard - Lenguaje de venta.....	60

Figura 21. Participantes - Lenguaje de venta .....	61
Figura 22. Crecimiento - Lenguaje de venta .....	62
Figura 23. Total - Lenguaje de venta.....	62
Figura 24. Número de incentivos no monetarios.....	64
Figura 25. Bien social.....	65
Figura 26. Ahorro.....	65
Figura 27. Medioambiente .....	66
Figura 28. Fiabilidad .....	67
Figura 29. Comodidad .....	68
Figura 30. Standard - Pago por disponibilidad .....	69
Figura 31. Standard - Cantidad por disponibilidad.....	70
Figura 32. Participantes - Pago por disponibilidad.....	70
Figura 33. Participantes - Cantidad por disponibilidad .....	71
Figura 34. Crecimiento - Pago por disponibilidad .....	72
Figura 35. Crecimiento - Cantidad por disponibilidad.....	73
Figura 36. Total - Pago por disponibilidad .....	73
Figura 37. Total - Cantidad por disponibilidad.....	74
Figura 38. Standard - Pago por activación.....	76
Figura 39. Participantes - Pago por activación .....	76
Figura 40. Crecimiento - Pago por activación.....	77
Figura 41. Total - Pago por activación.....	78
Figura 42. Standard - Tipo de monto.....	79
Figura 43. Standard - Cantidad por activación .....	80

Figura 44. Participantes - Tipo de monto .....	81
Figura 45. Participantes - Cantidad por activación.....	81
Figura 46. Crecimiento - Tipo de monto.....	82
Figura 47. Crecimiento - Cantidad por activación .....	83
Figura 48. Total - Tipo de monto .....	83
Figura 49. Total – Cantidad por activación .....	84
Figura 50. Acción necesaria por parte del participante para los eventos de flexibilidad.....	85
Figura 51. Standard - Periodicidad del incentivo de activación.....	86
Figura 52. Participantes - Periodicidad del incentivo de activación .....	87
Figura 53. Crecimiento - Periodicidad del incentivo de activación .....	88
Figura 54. Total – Periodicidad del incentivo de activación .....	88



# 1. Introducción

La lucha contra el cambio climático es uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la comunidad internacional, estando presente en varias hojas de ruta como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas y en la Agenda 2030. Para combatir eficazmente el cambio climático, es esencial lograr una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto es crucial debido a varios motivos:

En primer lugar, la combustión de combustibles fósiles para la generación de electricidad es una de las principales fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub>. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2023), en 2017, un tercio de las emisiones de carbono se debió a este motivo. Además, la tendencia de las emisiones de carbono aumentó un 29% durante el periodo analizado, que comprende desde 1990 hasta 2017.

Además, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) advierte que la generación de electricidad a partir de centrales eléctricas basadas en la quema de combustibles fósiles no solo produce CO<sub>2</sub>, sino que también emite contaminantes peligrosos para la salud pública, como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) y partículas, además de otras sustancias peligrosas para el medio ambiente, como los metales pesados.

Este TFM se realiza en un contexto geopolítico convulso para Europa. En el momento de su elaboración, la seguridad energética europea ha estado en peligro debido a la respuesta de Rusia a las sanciones impuestas por Occidente debido a la guerra de Ucrania. Estas sanciones han causado una alteración en el precio de materias primas como el gas natural y el petróleo en el mercado europeo, lo que ha derivado en un aumento de los precios de la energía y ha acelerado la transición energética de Europa. En la COP28 celebrada a finales de 2023, se acordó, entre otros objetivos, triplicar la capacidad global de energías renovables para 2030, reducir el uso de energía basada en el carbón y eliminar los combustibles fósiles para alcanzar las cero emisiones netas en 2050.

Este escenario está llevando a Europa y al mundo hacia la independencia de los combustibles fósiles y la implementación acelerada de medidas para fomentar la generación eléctrica de origen renovable. Este tipo de energía ayuda a alcanzar la meta de cero emisiones netas de carbono, pero presenta varios inconvenientes, como la fiabilidad. La producción de energías renovables como la solar y la eólica depende de las

condiciones climáticas, lo que genera un reto para la estabilidad de la red, ya que la generación de energía debe cubrir la demanda en todo momento.

Tradicionalmente, para cubrir la demanda se ha modificado la oferta de energía eléctrica. Sin embargo, actualmente se está explorando la posibilidad de encontrar un balance por el lado de la demanda mediante los servicios de flexibilidad. Estos servicios permiten la desconexión total o parcial de los dispositivos que los usuarios hayan permitido previamente para garantizar la estabilidad de la red, evitar el encendido de nuevas centrales y reducir costes. Este TFM se enfoca en explorar los servicios de flexibilidad de los clientes residenciales, centrándose en la psicología del pequeño consumidor y en descubrir las medidas más eficaces para convencer y mantener a la población prestando ese servicio de flexibilidad.

Además del objetivo principal mencionado, se propone establecer las bases de los programas de flexibilidad por parte de la demanda en clientes residenciales que se consideren más relevantes para su éxito. Desde el ámbito académico, también se impulsa la idea de los servicios de flexibilidad. D'hust et al. (2015) destacan la necesidad de implementar una respuesta por parte de la demanda debido a la creciente relevancia de la energía renovable, su generación descentralizada, el incremento de la carga eléctrica y la disminución del uso de plantas de carbón y ciclos combinados.

Aurora (2018) señala que la respuesta por parte de la demanda puede ser clave para minimizar los costes de implementación de las energías renovables, mientras que Müller y Möst (2018) argumentan que debido a la dependencia climática de las renovables, la oferta no siempre puede satisfacer la demanda.

Para esta investigación, se analizarán datos de programas de flexibilidad, principalmente de Estados Unidos, debido a su mayor avance en este ámbito en comparación con Europa. A pesar de las diferencias geográficas, se espera que los resultados obtenidos sean válidos para Europa debido a sus similitudes en desarrollo y cultura. En Europa, la experiencia en programas de flexibilidad es más limitada, con muchos pilotos y proyectos en fase de prueba y experimentación, pero sin mercados tan desarrollados como en Estados Unidos. En Estados Unidos, estos programas están mucho más avanzados, llevan muchos años en proceso y existe una gran cantidad de información disponible, referenciada por la Secretaría de Energía. El funcionamiento exitoso de estos programas en Estados Unidos puede servir como base para adoptar ideas y replicar buenas prácticas, especialmente en lo referente a los incentivos que han demostrado ser efectivos.

El documento se estructura en cuatro secciones: Revisión de la literatura, Método, Resultados y Conclusiones. La revisión de la literatura ofrece una síntesis de las

publicaciones académicas relevantes. En el método, se detallan la obtención y tratamiento de datos. Los resultados presentan los análisis realizados, y en las conclusiones se resumen los hallazgos, respondiendo a los objetivos del TFM y proponiendo futuras líneas de investigación.

## 2. Revisión de la literatura

La revisión de la literatura sobre la adopción de servicios de flexibilidad constituye un análisis sobre los estudios previamente publicados y programas realizados anteriores a la publicación de este TFM. Este apartado se divide en varios subapartados: Introducción a la respuesta por parte de la demanda, Barreras de entrada, Incentivos para superar barreras y Situación actual en Europa y Estados Unidos.

### 2.1. Introducción a los servicios de flexibilidad

La Administración de Información Energética de Estados Unidos (EIA, 2011) define la flexibilidad como la capacidad de un sistema eléctrico para mantener un suministro confiable frente a desequilibrios rápidos y grandes, independientemente de su causa. Los recursos que proporcionan flexibilidad al sistema se pueden dividir en dos grandes grupos: los recursos provenientes de la oferta y los recursos provenientes de la demanda.

#### 2.1.1. Clasificación general

**Flexibilidad desde la oferta:** El método clásico para garantizar la flexibilidad de una red se ha basado en la gestión de la generación, las reservas y las redes de transporte y distribución (Strbac, 2008). Los servicios de flexibilidad por parte de la oferta se centran en la energía hidroeléctrica, térmica y las baterías, ya que proporcionan energía limpia y están disponibles ante cualquier eventualidad. En contraste, la energía solar y eólica, aunque limpias, dependen del clima y presentan alta incertidumbre.

**Flexibilidad desde la demanda:** Según Aghdam et al. (2024), los servicios de flexibilidad por parte de la demanda son los cambios en el consumo de electricidad por parte del consumidor final, comparado con su consumo habitual durante una misma estación y franja horaria, provocados por programas específicos y la voluntad del consumidor. Mohammed y Albadi (2018) añaden que estos servicios han tenido un impacto significativo en la eficiencia de la red, ayudando a mantener el balance entre oferta y demanda. Van der Veen et al. (2018) denominan "prosumidores" a los consumidores

capaces de proporcionar servicios de flexibilidad, combinando los roles de productor y consumidor.

Este TFM se centra en los hogares, que únicamente pueden proporcionar servicios de flexibilidad por parte de la demanda. Por este motivo, los programas de flexibilidad por parte de la oferta quedan fuera del alcance de este trabajo.

### *2.1.2. Clasificación de los programas de flexibilidad por parte de la demanda*

Los programas de flexibilidad se pueden categorizar según diferentes criterios, siendo relevantes para este TFM los siguientes: tipo de participación, tipo de cliente y tipo de carga.

**Clasificación por Tipo de participación:** Según Freire-Barceló et al. (2022), los programas de flexibilidad por parte de la demanda se clasifican en implícitos y explícitos.

1. **Programas implícitos:** Basados en tarifas diferenciadas según la franja horaria para reducir la carga durante las horas pico y aumentarla durante las horas valle. Parrish et al. (2019) clasifica estos programas en tarifas por tiempo de uso, precios críticos, precios variables y precios a tiempo real. Estos programas presentan desafíos, como la dificultad de predicción de la demanda y la complejidad de su implementación (Lopes et al., 2016; Belmans et al., 2014; Bird, 2015).

El mayor reto al que se enfrentan los programas implícitos es el nivel de dificultad asociado por los prosumidores. El estudio de Lopes et al (2016) señala que existen prosumidores con la opinión que predecir los cambios de la demanda día tras día es una tarea complicada. Además, se destaca la importancia de que el esfuerzo que debe hacer un prosumidor para seguir siendo parte de la respuesta por parte de la demanda debe ser equivalente a la recompensa que espera obtener. Soportando esta última teoría se encuentra el reporte de Belmans et al (2014) donde informaron que hubo muy poca respuesta en dos programas bajo una tarifa de precio a tiempo real. El motivo que reportaron los usuarios es que les resultaba complicado programar manualmente sus electrodomésticos para que coincidieran con las horas valle y que el ahorro no era suficiente. Una solución a esta barrera puede ser el control directo de la carga o automatizar los electrodomésticos para que se conecten y desconecten a unas determinadas horas, pero investigadores como Fell et al (2015) y Farhar et al (2016) consideran que sería añadir complejidad al proceso de reclutamiento de usuarios, además Bird (2015) señala que traería otros problemas como el aumento de espacio

necesario para la instalación, el aumento del coste para entrar a los programas, lo que aumenta las barreras de entrada de posibles nuevos prosumidores.

2. **Programas explícitos:** Basados en incentivos económicos donde los participantes reciben compensaciones por ajustar su consumo según las necesidades del sistema. Parrish et al. (2020) destaca dos tipos principales: reembolso por pico crítico y control directo de carga.

Reembolso por pico crítico: Es un programa que recompensa a sus participantes por reducir su consumo eléctrico durante las horas pico ya sea con un descuento en la factura eléctrica o una transferencia a la cuenta bancaria. La cantidad de la prima o descuento suele estar relacionada positivamente con la cantidad de energía eléctrica que se ha conseguido ahorrar.

Control directo de carga: Es un programa donde los participantes permiten que una empresa de servicios públicos o proveedores de energía puedan gestionar y controlar el consumo de electricidad de ciertos dispositivos propiedad de los participantes a cambio de una prima. De esta forma se busca reducir la demanda durante momentos críticos para evitar la sobrecarga de la red y evitar apagones. Para participar en este tipo de programas es necesario que el participante de su consentimiento para que un tercero pueda controlar sus equipos.

El descubrimiento de las medidas que generan un mayor impacto en el registro, participación y fidelización de los usuarios en los programas de flexibilidad es el objetivo principal de este TFM. Los programas que se analizan en este TFM son exclusivamente explícitos ya que son los únicos que tienen incentivos para analizar.

**Clasificación por Tipo de cliente:** Otra forma de diferenciar los programas de flexibilidad es según el tipo de cliente. Según el reporte anual de la Administración de Información Energética de Estados Unidos sobre los servicios de flexibilidad, hay 4 tipos de clientes: residencial, comercial, industrial y transporte.

1. Los clientes **residenciales** son los hogares y aunque el potencial de ahorro de energía de una casa no es muy significativo, la suma de urbanizaciones o un conjunto grande puede llegar a ser relevante.
2. Los clientes **comerciales** son las empresas del sector terciario como oficinas, tiendas, supermercados... Un cliente comercial tiene más potencial de ahorro de energía que uno residencial, aunque son más difíciles de convencer ya que su

actividad económica puede depender completamente de un continuo suministro eléctrico.

3. Los clientes **industriales** se componen de fábricas y plantas. Los clientes industriales tienen el mayor potencial de ahorro de energía y son los más difíciles de convencer ya que es complicado o a veces imposible reorganizar toda una planta para que el mayor consumo de energía coincida con las horas valle.
4. Los clientes de **transporte** se componen de vehículos eléctricos y de sus estacionamientos de carga. En el momento de realización de este TFM, se puede programar las horas de carga para que coincidan con las horas valle, y aunque la mayoría de los coches utilizan gasolina/diésel, el mercado de los coches eléctricos está creciendo y las políticas europeas se inclinan hacia un futuro electrificado. Estos además pueden ser residenciales, comerciales o industriales.

El público objetivo de este TFM son los hogares, por este motivo los programas de flexibilidad que se estudian en este trabajo son exclusivamente residenciales.

**Clasificación según el Tipo de Carga:** La última forma de segmentar los servicios de flexibilidad es según el **tipo de carga**. Según Mancini et al (2019), las cargas residenciales, electrodomésticos y otros dispositivos electrónicos del hogar), se pueden clasificar en las siguientes categorías:

1. Almacenable: Cargas cuyo consumo de energía puede ser guardado o almacenado. Estos dispositivos suelen tener mucha inercia como los calentadores de agua, lo que significa que desconectarlos por un breve periodo de tiempo no supone que el agua se enfríe rápidamente si no que se mantenga su temperatura. Por el contrario, volver a conectar estos equipos después de un largo periodo de tiempo suele llevar un cierto tiempo de aclimatación ya que suelen necesitar mucha energía para volver a funcionar de forma óptima.
2. No almacenable: Cargas cuyo consumo de energía no puede ser guardado o almacenado. Un ejemplo podría ser una bombilla.
3. Desplazables: Cargas cuyo uso puede ser desplazado a otro momento sin mayor inconveniente. Un ejemplo de ello sería un lavavajillas, el cual se puede conectar a cualquier hora sin que su funcionamiento se vea alterado.

4. No desplazables: Cargas cuyo uso necesita ser en un momento determinado y difícilmente pueden operar en otro momento. Un ejemplo de estos sería la iluminación nocturna.
5. Reducibles: Cargas cuyo consumo puede reducirse temporalmente sin que causen problemas en su funcionamiento. Por ejemplo, un aire acondicionado puede acercarse a la temperatura del exterior para no consumir tanta energía.
6. No reducibles: Cargas cuyo consumo no puede reducirse ya que produciría problemas en el funcionamiento. Un ejemplo de estos serían las alarmas o los sistemas de seguridad como cámaras.

Este TFM se centra en los programas de servicios de flexibilidad explícitos y residenciales incluyendo todos los tipos de carga anteriormente descritos, y aunque estén completamente se hayan acotado bastante la selección de programas, estos presentan dificultades para llevarlos a cabo. En el apartado 2.2 se profundiza en las barreras de entrada que tienen estos programas, pese a que no entren dentro del alcance de este TFM, hay que entender las limitaciones y complicaciones que conllevan la creación de estos programas.

## 2.2. Barreras de entrada

Las barreras para la adopción de servicios de flexibilidad se dividen en técnicas y psicológicas (Freire-Barceló et al., 2022).

### 2.2.1. Barreras técnicas

El estudio de Freire-Barceló et al. (2022) clasifica, a nivel técnico, las barreras en dos grupos: las de primer nivel y las de segundo nivel.

**Primer nivel:** Las barreras de primer nivel son aquellas que se deben superar en primer lugar para aumentar el potencial en la población. En estas se encuentran:

- Desarrollo del control remoto de la demanda a través de equipos inteligentes. En primer lugar, se necesita desarrollar el control remoto de



la demanda a través de equipos que permitan medir el consumo de los aparatos, lo que implica la instalación de equipos inteligentes.

- Aumento de la cantidad de carga eléctrica que proporciona servicios de flexibilidad. En segundo lugar, se necesita aumentar la cantidad de carga eléctrica que proporcionen servicios de flexibilidad. Lo cual implica varias estrategias como la electrificación de sectores como por ejemplo la automoción, y la gestión de la demanda a una gran escala con las regulaciones pertinentes por parte del Estado. Este punto no solo incluye el aumento de dispositivos eléctricos que puedan dar servicios de flexibilidad, sino que también influye en una transformación de las infraestructuras existentes para que consuman energía eléctrica en lugar de combustibles fósiles.
- Preparación de la red para flujos de energía bidireccionales. Por último, es necesario preparar la red para flujos de energía bidireccionales. Para ello se necesita integrar eficientemente la generación de energía a pequeña escala (los hogares), mejorar la infraestructura de la red renovando las líneas de transporte y distribución y los sistemas de control y protección para que los operadores de la red puedan operar de manera segura, y por último desarrollar y actualizar la normativa para garantizar que todos los sistemas conectados puedan operar de forma segura, eficiente y coherente entre ellos.

**Segundo nivel:** Las barreras de segundo nivel son aquellas que su solución permitiría fomentar la participación una vez se hayan superado las barreras de primer nivel.

- Definición y regulación del papel de los agregadores, que agrupan usuarios para participar en mercados energéticos (Oker et al., 2020). En primer lugar, habría que definir y regularizar el papel de los agregadores. Según Oker et al. (2020), los agregadores son entidades que agrupan los usuarios que ofrecen servicios de flexibilidad para participar en los mercados energéticos. De esta manera, se pueden crear modelos de negocios que consigan un beneficio además de incluir una gestión y protección de datos garantizando la privacidad de los participantes.
- Estandarización de productos para establecer lo normal en los servicios de flexibilidad. Esta estandarización de los productos abarca los siguientes temas:
  - Los procedimientos de evaluación, medición y verificación que aseguren que los servicios de flexibilidad están siendo registrados de una manera fiable y precisa.

- El cálculo de pagos para la compensación económica de los prestadores de servicios de flexibilidad y penalizaciones para aquellos usuarios que no cumplan con sus compromisos.
  - Realizar una comparativa del consumo y ahorro que obtienen los usuarios entre los escenarios de prestar y no prestar servicios de flexibilidad.
  - Establecer normas para determinar cómo se priorizan los diferentes servicios de flexibilidad en función de las necesidades del sistema eléctrico.
- Adaptación de normativas para permitir la participación de pequeños consumidores. En tercer lugar, hay que adaptar las normativas para que los pequeños consumidores puedan prestar servicios de flexibilidad y asegurar que las barreras técnicas no impidan la inscripción para poder prestar estos servicios. Los aspectos clave son:
    - Garantizar un mercado libre y transparente que no favorezcan exclusivamente a unos pocos actores del mercado energético.
    - Ajustar el tamaño mínimo de las ofertas y su duración para permitir el acceso a los pequeños consumidores, incluyendo cierta flexibilidad para que estos participantes puedan gestionar sus recursos sin mucha penalización.
    - Adaptarse a las capacidades técnicas de los participantes como la velocidad de respuesta o la capacidad de almacenamiento de energía.

### *2.2.2. Barreras psicológicas*

Por otro lado, y centrándose más en los aspectos psicológicos, la revisión de Parrish et al (2020) encuentra varias barreras para captar nuevos usuarios que quieran ser parte de la respuesta por parte de la demanda. Esto se debe a varios motivos: la desconfianza, el control percibido, y la dificultad.

La **desconfianza** puede venir por parte de los usuarios debido a sus dudas y preocupaciones. Investigadores como Wiekens et al (2014) o Bartusch et al (2011) entre otros coinciden que un modelo de control directo de carga puede ser considerado bastante intrusivo en la vida de las personas. Para solucionar esta desconfianza, algunos autores como Lebosse (2016) piensan que se debe poner énfasis en los beneficios que pueden obtener todos los “stakeholders” al participar en la respuesta por parte de la

demanda. Además, se debe mantener un clima de donde la información fluya de manera abierta durante todo el proceso para que disminuya el sentimiento de desconfianza y las residencias familiares sigan participando en la respuesta por parte de la demanda.

La **disminución de control percibido** por parte de los usuarios sobre su propia residencia, el cual es reflejado en el estudio de Hall et al (2016) donde se señala que este miedo se debe sobre todo con el control directo de carga, aunque Fell et al. (2015) recalcan que la automatización puede ayudar a reducir los gastos de luz de las residencias familiares. Para conseguir más participantes, se debe asegurar al usuario que no va a perder el control de su propia residencia a través de diversas medidas, como, por ejemplo: dar la opción de poder controlar manualmente los electrodomésticos para que se conecten a la red, informar cuanto tiempo el aparato va a estar desconectado o incluso poder limitar el tiempo de desconexión.

### 2.3. Incentivos para superar barreras

Para superar las barreras descritas en el subapartado anterior, National Infrastructure Commission de Reino Unido (2016), la cual asesora al gobierno de ese país sobre los retos a largo plazo de la infraestructura inglesa, elaboró un informe donde se incluye a los pequeños consumidores en la respuesta por parte de la demanda puede ser un gran avance en la descarbonización del país.

Para conseguir este objetivo, se necesitarían de incentivos que fomenten la participación ciudadana en los programas de respuesta a la demanda. Esta idea ha sido apoyada por varios autores como por ejemplo Lebosse (2016). Por otro lado, según Electric Power Research Institute (EPRI), la cual es una institución independiente de California que se ha especializado en la investigación y desarrollo energético, en 2012 publicó un informe sobre la psicología de los consumidores con respecto a la repuesta por parte de la demanda, y se incluyó un plan de tres pasos para conseguir que se involucren los consumidores residenciales, los cuales se enumeran a continuación: participación, respuesta y perseverancia.

- El primer paso es la **participación**, durante la cual se busca fomentar la inscripción de la mayor cantidad de residencias familiares a los programas de respuesta por parte de la demanda.
- Una vez se consigue la participación de la mayor cantidad de residencias familiares, se pasa a una segunda fase de **respuesta**, en la cual se observa cuán comprometidos están los participantes durante el programa, e intentar saber los motivos que tienen por los cuales se interesan o desmotivan.
- El último paso es la **perseverancia**. Una vez que termina el programa, los participantes deciden si van a continuar siendo parte de la respuesta por parte de la demanda y así seguir dando flexibilidad a la red. En esta fase hay que descubrir la motivación de los consumidores por las cuales han tomado esa decisión.

### *2.3.1. Ejemplos de proyectos europeos*

En Europa, los servicios de flexibilidad aún no son muy populares. En Bélgica, el proyecto piloto LINEAR (2009-2014) investigó la reacción de los residentes a la respuesta por parte de la demanda, instalando dispositivos inteligentes en 239 hogares (Dupont et al., 2011). Los resultados mostraron un ahorro anual medio de 17,52€ por hogar, con un potencial de 2 GW si toda la sociedad participara. Otros ejemplos de proyectos que pueden mencionarse son Proyecto InteGrid (Suecia, 2021). Este busca demostrar cómo los operadores de sistemas de distribución (DSO) pueden desempeñar un papel activo en la gestión de la flexibilidad de la demanda mediante el uso de soluciones innovadoras. El Proyecto Osmose (Francia, 2022) está enfocado en desarrollar y demostrar soluciones tecnológicas para optimizar la integración de energías renovables mediante la gestión de la flexibilidad de la demanda.

En Alemania, la Ley de Fuentes de Energía Renovable (EEG) se modificó en 2022 para cubrir el 80% de la demanda eléctrica con energías renovables para 2030 y generar electricidad sin emitir gases de efecto invernadero para 2035. La situación en Ucrania ha acelerado la agenda de transición energética en Alemania, que dependía del gas ruso.

Empresas privadas, como Piclo en el Reino Unido, gestionan y comercializan servicios de flexibilidad mediante plataformas que conectan a proveedores con equipamiento adecuado con las empresas que gestionan la red eléctrica. Estos avances demuestran un interés creciente en los servicios de flexibilidad, aunque aún no son ampliamente conocidos por la población. La literatura se ha centrado en estudiar las barreras y

limitaciones, pero no se han hecho avances significativos en identificar los incentivos más eficaces para captar nuevos prosumidores.

### *2.3.2. Situación en Estados Unidos*

Como se mencionó inicialmente, para superar las barreras descritas, se propone la implementación de incentivos que fomenten la participación en programas de respuesta a la demanda. En Europa, aunque existen muchos proyectos piloto y en fase de prueba, el mercado no está tan desarrollado como en Estados Unidos. En Estados Unidos, los programas están mucho más avanzados, llevan muchos años en proceso y existe una gran cantidad de información disponible, lo que puede servir de base para adoptar ideas y replicar buenas prácticas, especialmente en lo referente a los incentivos.

La página de la Secretaría de Energía de Estados Unidos sobre Demand Response (Demand Response - U.S. Department of Energy, 2023) detalla numerosos programas y proyectos que se han implementado con éxito. Programas que permiten a las empresas de servicios públicos gestionar directamente el consumo de dispositivos específicos en hogares y empresas a cambio de incentivos económicos.

Estos programas en Estados Unidos han demostrado ser efectivos en la gestión de la demanda y la reducción de picos de consumo, pudiendo servir de modelo para la implementación de programas similares en Europa.

### 3. Método 3.1. Selección de la Muestra: Identificación, selección y análisis de proyectos.

Cada año, la EIA publica un informe anual sobre la industria energética de Estados Unidos. Este informe abarca una amplia gama de temas dentro del sector energético, incluyendo la generación y capacidad de electricidad, el consumo de combustibles fósiles, los precios de la electricidad y la estructura del mercado eléctrico, entre otros. Uno de los temas que abarca son los programas de flexibilidad en el formulario EIA-861. EIA ha recogido y publicado en bases de datos la información anualizada sobre los programas de flexibilidad por parte de la demanda desde 2013 y continúa haciéndolo hasta la fecha de realización de este TFM, con la última publicación correspondiente a los datos del 2022. Por este motivo, en el presente TFM se utilizan los datos recogidos en dichas bases de datos desde 2013 hasta 2022.

Las bases de datos estaban segmentadas según la compañía proveedora de electricidad y contenían información sobre el número de participantes en programas de flexibilidad, la energía ahorrada durante todo el año, los incentivos otorgados a los participantes, el resto de los costes.

Uno de los objetivos de este TFM es crear una base de datos con las características de los programas de flexibilidad. Por este motivo se creó una nueva base de datos con los programas desde 2013 hasta 2022 cruzando las distintas bases de datos para poder completar la información de los proveedores durante distintos años.

En la nueva base de datos se encuentran 684 proveedores de electricidad que ofrecen o han ofrecido programas de flexibilidad a sus clientes. . En el Anexo I se encuentra la Tabla 5 donde se muestran los proveedores, el estado donde operan, si ofrecen programas de flexibilidad residenciales y el tiempo que llevan ofreciéndolos. De todos los proveedores, 394 ofrecen programas de flexibilidad a clientes residenciales. Además, para realizar el análisis a lo largo del tiempo sobre los programas se necesita continuidad y suficientes participantes en los programas, por estos motivos se decidió utilizar únicamente los proveedores con más de cinco mil participantes y al menos cinco años de experiencia en los programas de flexibilidad, resultando en 105 proveedores. En el Anexo II se encuentra la Tabla 6 donde aparecen los proveedores que ofrecen programas a que van a ser analizados.

Para completar la base de datos, es necesario recopilar información sobre los programas de flexibilidad que ofrece cada uno de los proveedores seleccionados, prestando especial atención a los incentivos ofrecidos. Para ello, se han empleado dos formas de búsqueda en paralelo con el fin de encontrar todos los programas ofertados por un mismo proveedor. El primer método consiste en una búsqueda manual en la web del proveedor. El segundo método consiste en pedir a ChatGPT-4 que buscase los programas de flexibilidad que ofrecía cada uno de los proveedores incluyendo los enlaces de donde ha obtenido la información. Cabe aclarar que, en todos los casos que ChatGPT-4 obtuvo alguna información distinta o nueva a la buscada de forma manual, se comprobó la veracidad de dicha información. La inteligencia generativa ha sido utilizada para búsquedas de información como herramienta académica, pero en ningún momento se ha utilizado información proporcionada por ChatGPT-4 que no haya sido verificada por un ser humano.

A pesar de utilizar dos métodos, no se encontraron programas de flexibilidad por parte de 33 proveedores, lo que se termina en 72 proveedores con programas identificados, que su anexión a la base de datos termina la creación de esta.

### 3.2. Variables.

Tras completar la base de datos con los programas de flexibilidad, y con el fin de asentar las bases para un posterior análisis, se implementaron los siguientes cambios:

En primer lugar, se obtuvo la media del pago que recibe cada participante anualmente por participar en los programas de flexibilidad.

$$IpP = \frac{Inc_k}{N_k}$$

Siendo:

- $IpP$ : Media del Incentivo por Participante
- $Inc_k$ : los incentivos en el año  $k$
- $N_k$ : el número de participantes en el año  $k$

En segundo lugar, se calculó la variación de participantes de los programas entre un año y el siguiente.

$$\Delta N_k = \frac{N_{k+1} - N_k}{N_k}$$

En tercer lugar, se estandarizaron los programas de flexibilidad en varias variables para poder compararlos entre sí. Las variables aparte de intentar comparar los programas, también intentarán medir la promoción que se hace de los programas. Las métricas son las siguientes:

- **N programas:** Número de programas que ofrecen los proveedores de electricidad. Un mismo proveedor puede ofrecer una variedad de programas para intentar reclutar más participantes .
- **T programa:** Duración del programa, pudiendo estar activo durante todo el año o solamente durante un periodo de tiempo más corto como varios meses de una estación del año.
- **Horario flexibilidad:** Indica si en el programa de flexibilidad se estipulan los periodos sobre cuando puede suceder un evento. Los eventos son las ocasiones donde se activan los aparatos que dan servicios de flexibilidad.
- **Facilidad web:** Indica la dificultad que se ha encontrado al buscar los programas de flexibilidad en internet. Es una variable dicotómica, fácil / difícil, y para determinar su valor se ha buscado “[Compañía] + Demand Response Program” y “[Compañía] + Load Control”. Si los programas aparecen en los resultados de la búsqueda, se considera que es fácil encontrar los programas. Por el contrario, si los programas no aparecen en la búsqueda inicial, se considera que es difícil encontrar los programas.
- **Diseño web:** Indica el grado de diseño y claridad que tiene la web específicamente en la parte de los programas de flexibilidad. Hay 3 categorías dependiendo de la calidad:
  - Excelente: Debe tener la información más relevante de los programas una misma página de manera clara y concisa. En esta parte de la web el usuario debe poder enterarse de qué trata el programa, cuánto dura, en



qué periodo está activo, qué incentivos ofrece y recibir varios motivos por los cuales debería participar (cuidar el medioambiente, ahorrar en la factura de la luz, el bien común...). Además, la web debe tener una página específica para cada uno de los programas donde se detallen las características en profundidad y un link que lleve a la página del registro. Por último, el diseño de la web debe ser profesional y dar una sensación de estar trabajado.

- En la media: Debe tener la información más relevante en una misma página. El usuario debe enterarse de qué trata el programa, los incentivos y un link para inscribirse de forma online. Por último, el diseño de la web debe ser profesional y dar una sensación de estar trabajado.
- Por mejorar: Son todos aquellos programas que no cumplen las condiciones para ser una web *En la media*. No tienen toda la información sobre el programa, suelen tener un diseño poco trabajado, con todo el texto en la misma fuente, un tamaño de letra pequeño sin nada resaltado, con pocas o sin imágenes y puede estar acompañado de anuncios. Por último, no suelen adjuntar por un link para registrarse al programa.
- **Incentivo por disponibilidad:** Indica si los programas están acompañados de una compensación monetaria dirigida hacia los usuarios que se inscriban en estos. El *incentivo por disponibilidad* es una variable dicotómica que puede tomar como valor Sí / No.
- **Cantidad por disponibilidad:** Indica el monto que percibirá el usuario por inscribirse en el programa si su variable *incentivo por disponibilidad* tiene el valor "Sí". En la caso de que la variable *incentivo por disponibilidad* sea "No", la variable aparecerá como "N/A" (No aplica)
- **Incentivo por activación:** Indica si los programas están acompañados de una compensación monetaria hacia los participantes en el caso de que participen en los eventos del programa de flexibilidad. El *incentivo por activación* es una variable dicotómica que puede tomar como valor Sí / No.

- **Requerimiento del incentivo por activación:** Indica si el incentivo por activación depende de la participación en los eventos o de la cantidad de energía ahorrada. En la mayoría de los programas residenciales este incentivo es fijo y suele otorgarse al final del programa como recompensa por haber participado en los eventos, independientemente de número de eventos que haya habido en temporada. En el caso anterior, la variable tomará el valor de “Participación”. Aún así, existen programas que ofrecen un incentivo por cada kWh ahorrado y la variable tomará el valor de “Ahorro”.
- **Cantidad por activación:** Indica el monto que percibirá el usuario por participar en el programa. En el caso que la variable *Requerimiento del incentivo por activación* sea “Ahorro”, la variable tomará el valor de “Variable” ya que depende completamente de los aparatos que tenga registrados en el programa y del grado de involucración que tenga cada individuo.
- **Periodicidad incentivo por activación:** Indica cada cuanto tiempo el usuario recibe el incentivo monetario por participar en un programa de flexibilidad. Puede ser mensualmente, anualmente o después de cada evento.
- **Forma de vender:** Indica si el lenguaje que se utiliza en la web pone más énfasis en que el usuario ahorrará si participa, o si por el contrario, se centra más en lo que puede ganar por participar. Esta variable puede tomar los valores Ahorro / Ganancia.
- **Forma de vender los incentivos:** Indica si los incentivos que aparecen en la web son anualizados, mensuales o por evento independientemente del valor en la variable *Periodicidad incentivo por activación*. Un programa puede dar incentivos mensuales, pero promocionar lo máximo que puede llegar a cobrar un participante en un año.
- **Acción del residente:** Indica si es necesaria alguna acción del residente para los eventos o si por el contrario se pueden controlar los dispositivos registrados desde una central de forma remota.
- **Incentivos no monetarios:** Indica los motivos a los que se apelan para motivar que los usuarios se decidan a inscribirse. Se han encontrado los siguientes incentivos no monetarios:

- **Bien social:** Apela al civismo de los potenciales usuarios para que contribuyan al bienestar de la comunidad.
- **Medioambiente:** Apela a la conciencia social de los potenciales usuarios para que cuidemos el planeta. Los programas de flexibilidad se pueden evitar la apertura de plantas generadoras contaminantes.
- **Ahorro:** Apela al aspecto económico del usuario. Al evitar que se abran nuevas plantas, no se aumentan los costes de la electricidad por lo que la factura de la luz no aumenta.
- **Fiabilidad de la red:** Al no sobrecargar la red, se reduce el riesgo de apagones y se garantiza el suministro eléctricos en los momentos más delicados.
- **Comodidad:** Se potencia la idea que el usuario no debe realizar ninguna acción para participar y, por lo tanto, seguramente no note ningún cambio en su rutina.

Una vez completada la base de datos con toda la información relevante sobre los programas de flexibilidad y sus respectivos incentivos, se procede a realizar un análisis inicial de los datos en el apartado 3.3. Análisis inicial

### 3.3. Análisis inicial

En un inicio, el análisis inicial tenía cuatro objetivos: buscar correlaciones entre las variables encontrar, los mejores programas de flexibilidad, los peores programas de flexibilidad e identificar posibles errores en los datos.

Se supuso que los peores programas son aquellos que terminan y sufren una rápida pérdida de usuarios, pero es difícil encontrar un programa de más cinco años y cinco mil participantes además que hay más de un motivo por los que un programa de servicio de flexibilidad puede terminar. Aparte de la falta de participación, los motivos pueden ser: resultados insatisfactorios, cambio en las condiciones, factores económicos.

Antes de lanzar un programa de servicio de flexibilidad, se hace un estudio de viabilidad económica. Si al cabo de un tiempo los resultados de ahorro de energía y dinero no son lo suficientemente buenos, se puede terminar el programa por resultados insatisfactorios aún habiendo alcanzado un buen número de participantes.

Por otro lado, se puede dar el caso que haya un cambio en las condiciones como fluctuaciones en la demanda eléctrica, cambios en la regulación o incluso mejoras en la infraestructuras puede hacer que un servicio de flexibilidad por en un área ya no sea necesario.

Por último, cabe la posibilidad que los costes del programa superen el coste que tendría abrir una nueva central o la compra de más electricidad. Este caso se puede dar en zonas donde sean muy escasos los eventos de respuesta de la demanda.

Al no poder distinguir el motivo por el cual termina un programa y este motivo no tiene por qué ser causado por una falta de participación, se decidió que no se van a clasificar los programas con menor éxito.

Aunque no se clasifiquen los programas con menor éxito, se pueden cuantificar las medidas que menos aparecen en el top de programas. Estas medidas serán las que menos valor aporten a los posibles futuros participantes y se mostraran en el análisis final.

Por lo tanto, el análisis inicial tiene tres objetivos: buscar correlaciones entre las variables encontrar, los mejores programas de flexibilidad, e identificar posibles errores en los datos.

Para buscar correlaciones, es fundamental identificar primero las variantes relevantes y formular hipótesis que guíen la investigación. Por este se formulan dos hipótesis iniciales siguientes:

1. Los programas con mayor participación requieren de la distribución de un mayor número de incentivos.
2. Los programas con mayor participación son aquellos que distribuyen mayores incentivos a cada uno sus participantes.

Para evaluar la primera hipótesis inicial, se examina la correlación entre los incentivos distribuidos hacia los participantes y el número total de participantes de los programas.

En la Figura 1 se puede observar la correlación anual entre incentivos y número de participante, siendo esta superior a 0,6 en todos los 10 años analizados. Este dato muestra que existe una fuerte relación positiva entre los incentivos y el número de participantes apoyando la hipótesis inicial que los programas con mayor participación requieren de la distribución de un mayor número de incentivos. No obstante, al obtener la recta de regresión se puede observar que tiene una pendiente negativa, lo cual indica un debilitamiento de la tendencia implicando que los incentivos cada vez explican en menor medida el éxito de los programas de flexibilidad.

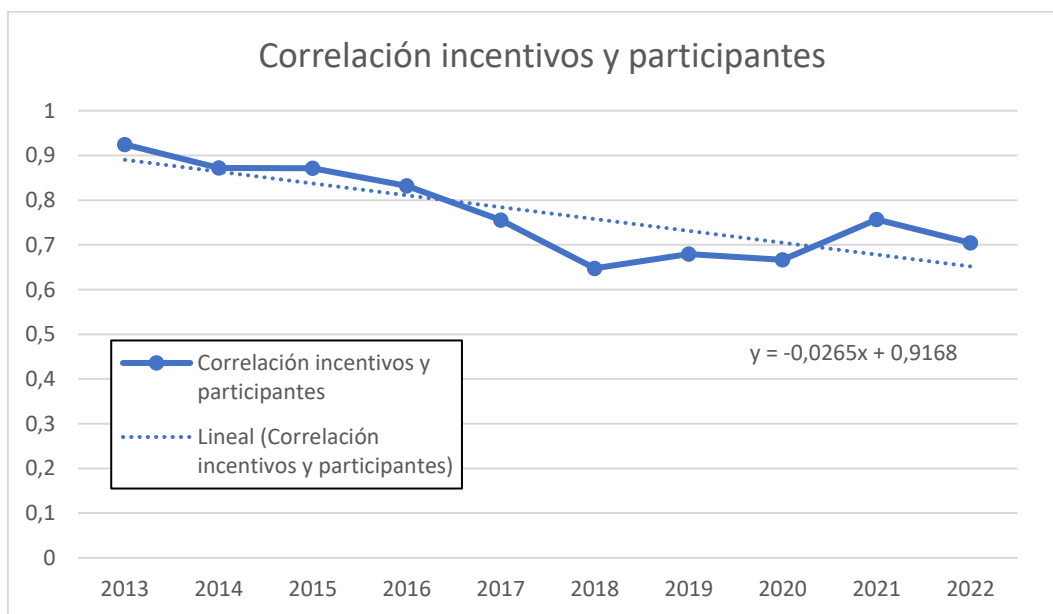


Figura 1. Correlación incentivos y participantes

Por otro lado, para evaluar la segunda hipótesis inicial, se examina la correlación entre la media del incentivo por participante y el número total de participantes de los programas. En la

Figura 2 se puede observar que la correlación es negativa pero muy cercana a 0, y una tendencia que lo acerca a ese valor, lo que indica que no hay causalidad rechazando la hipótesis inicial que los programas con mayor participación son aquellos que distribuyen mayores incentivos a cada uno sus participantes.

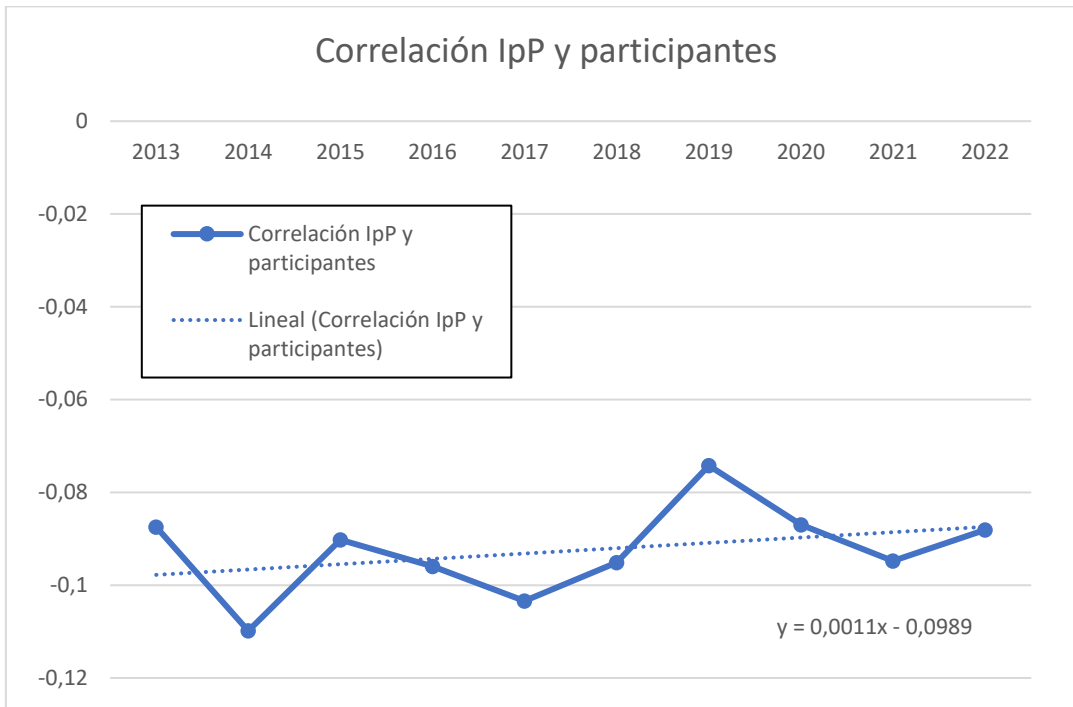


Figura 2. Correlación IpP y participantes

Una vez analizadas las correlaciones entre las variables, se procede a encontrar los programas de flexibilidad más destacados. Para ello, se busca determinar los mejores programas en base a su popularidad y capacidad de inscripción durante cada año, desde 2013 hasta 2022. Los programas se ordenan según el número de participantes y el crecimiento obtenido por cada proveedor en sus programas de flexibilidad. Por este motivo, se encuentran para cada año los cinco mejores programas en función de las dos formas de calificar el desempeño de los programas en la Tabla 1 y la Tabla 2.

Número de clientes					
Periodo	1º Posición	2º Posición	3º Posición	4º Posición	5º Posición

<b>2013</b>	Southern California Edison Co	Florida Power & Light Co	Duke Energy Florida, Inc	Baltimore Gas & Electric Co	Northern States Power Co - Minnesota
<b>2014</b>	Florida Power & Light Co	Southern California Edison Co	Duke Energy Florida, Inc	Baltimore Gas & Electric Co	Northern States Power Co - Minnesota
<b>2015</b>	Florida Power & Light Co	Southern California Edison Co	Pacific Gas & Electric Co	Duke Energy Florida, Inc	Baltimore Gas & Electric Co
<b>2016</b>	Florida Power & Light Co	Southern California Edison Co	Potomac Electric Power Co	Pacific Gas & Electric Co	Duke Energy Florida, Inc
<b>2017</b>	Florida Power & Light Co	Pacific Gas & Electric Co	Duke Energy Florida, Inc	Northern States Power Co - Minnesota	Baltimore Gas & Electric Co
<b>2018</b>	Florida Power & Light Co	Pacific Gas & Electric Co	Arizona Public Service Co	Northern States Power Co - Minnesota	Duke Energy Florida, Inc
<b>2019</b>	San Diego Gas & Electric Co	Baltimore Gas & Electric Co	Florida Power & Light Co	Arizona Public Service Co	City of San Antonio - (TX)
<b>2020</b>	San Diego Gas & Electric Co	Baltimore Gas & Electric Co	Arizona Public Service Co	Florida Power & Light Co	Potomac Electric Power Co
<b>2021</b>	Baltimore Gas & Electric Co	Arizona Public Service Co	Florida Power & Light Co	City of San Antonio - (TX)	Potomac Electric Power Co
<b>2022</b>	Baltimore Gas & Electric Co	Arizona Public Service Co	Florida Power & Light Co	City of San Antonio - (TX)	Potomac Electric Power Co

*Tabla 1. Clasificación de proveedores según el número de participantes en sus programas de flexibilidad*



En la Tabla 1 se muestran los proveedores con mayor número de participantes inscritos en sus programas de flexibilidad. Cabe destacar que no hay mucha variación entre los proveedores con mejores programas de flexibilidad ya que tienen muchos usuarios y los mantienen durante varios años como es el caso de Baltimore Gas & Electric Co y de Florida Power & Light Co entre otros. En la Ilustración 1 se puede observar cómo estos

*Ilustración 1. Localización de los mejores proveedores según el número de participantes*

proveedores se sitúan sobre todo en: Florida con 16 apariciones, Maryland con 12 y California con 10.



<b>Crecimiento de clientes</b>					
<b>Periodo</b>	<b>1º Posición</b>	<b>2º Posición</b>	<b>3º Posición</b>	<b>4º Posición</b>	<b>5º Posición</b>
<b>2013-14</b>	Wabash Valley Power Assn, Inc	Austin Energy	Sierra Pacific Power Co	Omaha Public Power District	Duke Energy Progress - (NC)
<b>2014-15</b>	Flint Electric Membership Corp	Southwestern Public Service Co	Sierra Pacific Power Co	CenterPoint Energy	City of Fort Collins - (CO)
<b>2015-16</b>	Delmarva Power	Delmarva Power	Potomac Electric Power Co	Sawnee Electric Membership Corporation	Oklahoma Gas & Electric Co
<b>2016-17</b>	Consumers Energy Co	Oklahoma Gas & Electric Co	Oncor Electric Delivery Company LLC	Niagara Mohawk Power Corp.	Orange & Rockland Utils Inc
<b>2017-18</b>	Sawnee Electric Membership Corporation	Consolidated Edison Co-NY Inc	Capital Electric Coop, Inc	Salt River Project	Entergy New Orleans Inc
<b>2018-19</b>	Public Service Co of Colorado	Portland General Electric Co	San Diego Gas & Electric Co	Commonwealth Edison Co	City of San Antonio - (TX)
<b>2019-20</b>	East Kentucky Power Coop, Inc	Duke Energy Progress - (NC)	Entergy New Orleans Inc	El Paso Electric Co	Blue Ridge Elec Member Corp - (NC)
<b>2020-21</b>	Oakdale Electric Coop	Orange & Rockland Utils Inc	El Paso Electric Co	East Kentucky Power Coop, Inc	Niagara Mohawk Power Corp.
<b>2021-22</b>	Indiana Michigan Power Co	United Power, Inc	Entergy New Orleans Inc	Kansas City Power & Light Co	El Paso Electric Co

Tabla 2. Clasificación de proveedores según el crecimiento de los programas de flexibilidad

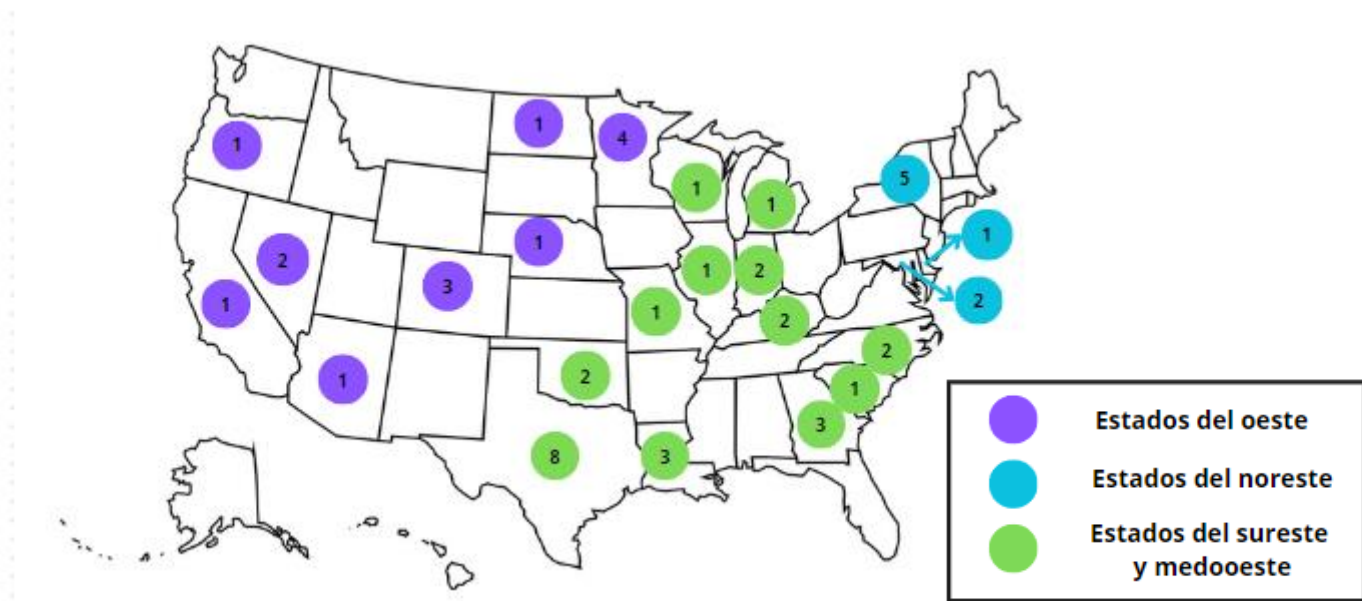


Ilustración 2. Localización de los mejores proveedores según crecimiento

En la Tabla 2 se muestran los mejores proveedores según el crecimiento de sus programas de flexibilidad. A diferencia con la clasificación de los programas según el número de participantes, este ranking muestra una gran variedad de proveedores donde suelen aparecer un único año. Además, en la Ilustración 2 se puede observar como los proveedores se distribuyen por todo Estados Unidos, añadido al gran número de proveedores que ofrecen servicios de flexibilidad indica que existe un gran interés por parte de EEUU en popularizarlos en la sociedad.

Tras la identificación de los mejores programas según crecimiento, se ha observado un crecimiento muy potente por parte de algunos proveedores. Esto se puede dar por diversos motivos como un nuevo programa piloto que dura un año y se cancela, o un error al enviar el formulario a la EIA entre otros. Por estos motivos, se ha creído conveniente realizar una revisión de los datos para asegurar que no existe algún dato diferente. Para ello se han utilizado dos variables: la media del incentivo por persona y el crecimiento anual de los programas.

Para cada uno de los programas y utilizando la media del incentivo por participante de cada año, se ha calculado las medidas de un diagrama de cajas. De esta forma, cualquier punto fuera de los bigotes se identifica como un valor atípico. Sin embargo, para cuestionar la veracidad de los valores, se requiere más información. Por este motivo, se emplea el crecimiento anual de los programas como criterio adicional. Si el incentivo medio de un programa durante un año se considera que es un valor atípico que está por encima de los bigotes y está acompañado de un crecimiento de participantes, se considera que el crecimiento está justificado ya sea por la creación de un nuevo programa que ofrezca mejores condiciones o por el aumento de los incentivos. Por otro lado, si el incentivo medio de un programa se sitúa por debajo de los bigotes, y aun así está acompañado de un crecimiento en el número de participantes, seguido de una disminución significativa de participantes durante el siguiente año, se considera hubo un error en los datos en ese año o que se creó un nuevo programa que solo duró un año. Esto se debe a que el número de participantes y los incentivos están muy correlacionados, por lo que resulta inusual que aumente la participación si los incentivos disminuyen. De cualquier forma, se descartaría ese proveedor del análisis.

Tras realizar la comprobación, se encontraron tres proveedores que presentan datos sospecho, ya sea por un error en sus datos o por el lanzamiento de un programa que se canceló inmediatamente. Estos proveedores son: Wabash Valley Power Assn, El Paso Electric Co y Duke Energy Progress en el estado de Carolina del Norte. Únicamente se presenta el caso de Wabash Valley Power ya que los tres proveedores presentan números similares y la metodología de este caso es idéntica a la utilizada en las otras dos empresas. La Tabla 3 indica el crecimiento de los programas ofrecidos por esta Wabash Valley Power y en el transcurso de 2013 a 2014 se reporta un crecimiento del 22.758,82% seguido de un decrecimiento del 99,49% durante el siguiente año. Por otro lado, la Figura 3 muestra los límites que ofrece el diagrama de cajas junto con los IpP y el único valor atípico coincide con el gran incremento de participantes. Este crecimiento desorbitado seguido de una disminución significativa en los incentivos percibidos por los participantes junto a un reparto de incentivos muy inferior durante el periodo en cuestión hace que se descarte el proveedor del análisis al haber sólidas dudas de la fiabilidad de sus datos.

Etapa	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20
Crecimiento	22758,82%	-99,49%	2,53%	3,70%	4,76%	-1,14%	-1,15%

Tabla 3. Crecimiento de Wabash Valley Power

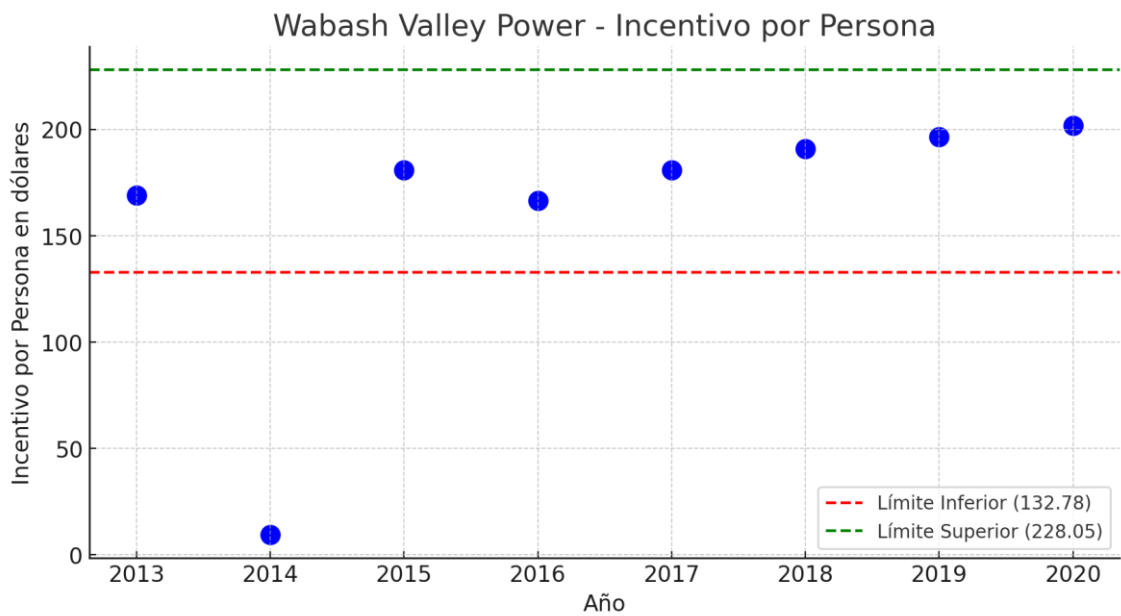


Figura 3. Wabash Valley Power - incentivo por persona

Tras la revisión de los datos y la eliminación de los programas ofrecidos por Wabash Valley Power, El Paso Electric Co y Duke Energy Progress en el estado de Carolina del Norte, se realiza el análisis final en el apartado 3.3. Análisis inicial

### 3.3 Análisis

El análisis final consistirá en un estudio de las variables estandarizadas de los programas ofrecidos por los proveedores. Estos programas, al haber pasado el filtro de más de cinco mil participantes y tener al menos cinco años de vida, se podrían considerar como un éxito, aunque hay algunos más exitosos que otros. Para identificar aquellas

características más relevantes, se van a segmentar en tres grupos los programas en función de su éxito: crecimiento, participantes y standard.

El grupo de crecimiento está formado por los programas de los proveedores con mayor crecimiento, los cuales se encuentran en la Tabla 2. El grupo de participantes está formado por los programas de los proveedores con mayor número de participantes, los cuales se encuentran en la Tabla 1. El grupo standard está formado por el resto de los programas que no han entrado en ninguno los otros dos grupos y se encuentran en la Tabla 4..

<b>Estado</b>	<b>Proveedor</b>
AR	Entergy Arkansas Inc
AR	North Arkansas Elec Coop, Inc
CA	Modesto Irrigation District
FL	Choctawhatche Elec Coop, Inc
GA	Central Georgia El Member Corp
GA	Georgia Power Co
HI	Hawaiian Electric Co Inc
IA	MidAmerican Energy Co
ID	Idaho Power Co
IN	Duke Energy Indiana Inc
IN	Indianapolis Power & Light Co
KY	Duke Energy Kentucky
KY	Kentucky Utilities Co

KY	Louisville Gas & Electric Co
MD	Southern Maryland Elec Coop Inc
MI	Midwest Energy Cooperative
MN	City of Owatonna - (MN)
MN	Great River Energy
MN	Otter Tail Power Co
MN	Rochester Public Utilities
MN	Tri-County Electric Coop
MO	Farmers Electric Coop, Inc - (MO)
NC	Duke Energy Carolinas, LLC
NC	Piedmont Electric Member Corp
NJ	Atlantic City Electric Co
NM	Public Service Co of NM
NY	New York State Elec & Gas Corp
NY	Rochester Gas & Electric Corp
OH	Buckeye Power, Inc
OH	Duke Energy Ohio Inc
PA	PECO Energy Co
SC	Horry Electric Coop Inc
SC	Palmetto Electric Coop Inc
SC	York Electric Coop Inc
TX	Denton County Elec Coop, Inc

TX	United Electric Coop Service Inc - (TX)
UT	PacifiCorp
VA	Northern Neck Elec Coop, Inc
VA	Rappahannock Electric Coop
VA	Virginia Electric & Power Co
VT	Green Mountain Power Corp
WI	Eau Claire Electric Coop
WI	Jackson Electric Coop, Inc - (WI)
WI	Northern States Power Co
WI	Riverland Energy Cooperative

*Tabla 4. Proveedores del grupo standard*

El propósito de este análisis es realizar una comparación de las características de los incentivos que comparten los programas, tanto en su totalidad como en su grupo. Estas características serán aquellas que, en su conjunto, otorgan más posibilidades de éxito a un programa. Por el contrario, las características con menor frecuencia serán aquellas menos valoradas por los participantes. Los resultados del análisis se encuentran en el apartado 4. Resultados.

## 4. Resultados

En este apartado se aportan los resultados del análisis final y está dividido en los siguientes apartados: 4.1. Caracterización de los programas de flexibilidad, 4.2. Caracterización de los incentivos ofrecidos por los programas y 4.3. Resumen de resultados.

### 4.1. Caracterización de los programas de flexibilidad

En apartado se aportan los resultados del análisis a los programas de flexibilidad excluyendo sus incentivos que serán aportados en el apartado 4.2. Caracterización de los incentivos ofrecidos por los programas.

Este apartado está compuesto de tres subapartados: 4.1.1. Tipos de programas, 4.1.2. Cantidad de ofertas por programa y 4.1.3. Experiencia de usuario.

En el primer subapartado, 4.1.1. Tipos de programas, se muestran los diferentes tipos de programas de flexibilidad y su distribución en los diferentes segmentos.

En el segundo subapartado, 4.1.2. Cantidad de ofertas por programa, se muestran los resultados de la cantidad de programas de flexibilidad residenciales que tienen los proveedores en su portfolio.

En el tercer subapartado, 4.1.3. Experiencia de usuario, se analizan las características que envuelven todos los programas de flexibilidad y lo llegan a hacer más atractivos



#### *4.1.1. Tipos de programas*

Se han identificado cinco tipos de programas de flexibilidad que los proveedores pueden ofertar: control directo de carga, control de termostato, coches eléctricos, baterías y petición.

El control directo de carga es un tipo de programa donde los participantes permiten que una empresa de servicios públicos o proveedores de energía puedan gestionar y controlar el consumo de electricidad de ciertos dispositivos propiedad de los participantes a cambio de una prima.

El control de termostato es un caso específico del control directo de carga donde se controla de manera remota el termostato de la residencia. Es tan habitual que se ha considerado como otro tipo de programa independiente.

Los programas de coches eléctricos son programas explícitos de reembolso por pico crítico donde se incentiva al usuario a cargar el coche eléctrico fuera de las horas con mayor demanda.

Los programas de baterías consisten en utilizar la energía solar que se ha almacenado durante el día en la batería para dar flexibilidad a la red a cambio de un incentivo monetario que suele ser proporcional a la energía otorgada.

Los programas de petición son aquellos programas donde se solicita en momentos puntuales a los participantes que reduzcan su consumo eléctrico a través de diferentes medios como SMS y correo electrónico. Estos programas no suelen tener incentivos monetarios y se centran más en los motivos para participar como: salvar el medioambiente o el bien común, entre otros.

La Figura 4, la Figura 5 y la

Figura 6 muestran en un gráfico circular los tipos de programas que hay en el grupo Standard, participantes y crecimiento respectivamente. La

Figura 7 muestra el total de programas sin segmentar.

Los programas de termostato se posicionan como los más populares en todos los segmentos y en el total alcanzando unas cuotas aproximadamente del 50% de los programas. El segundo tipo de programa más extendido, en cada uno de los segmentos y en el global, es de control directo de cargas los programas de control directo de carga con una cuota de aproximadamente el 25%. Los programas de baterías, coches eléctricos y peticiones representan aproximadamente el 25% del resto de programas, aunque su cuota en el segmento de participantes y crecimiento es del 18,75% y de 12,5% respectivamente, ambas inferiores al 20%.

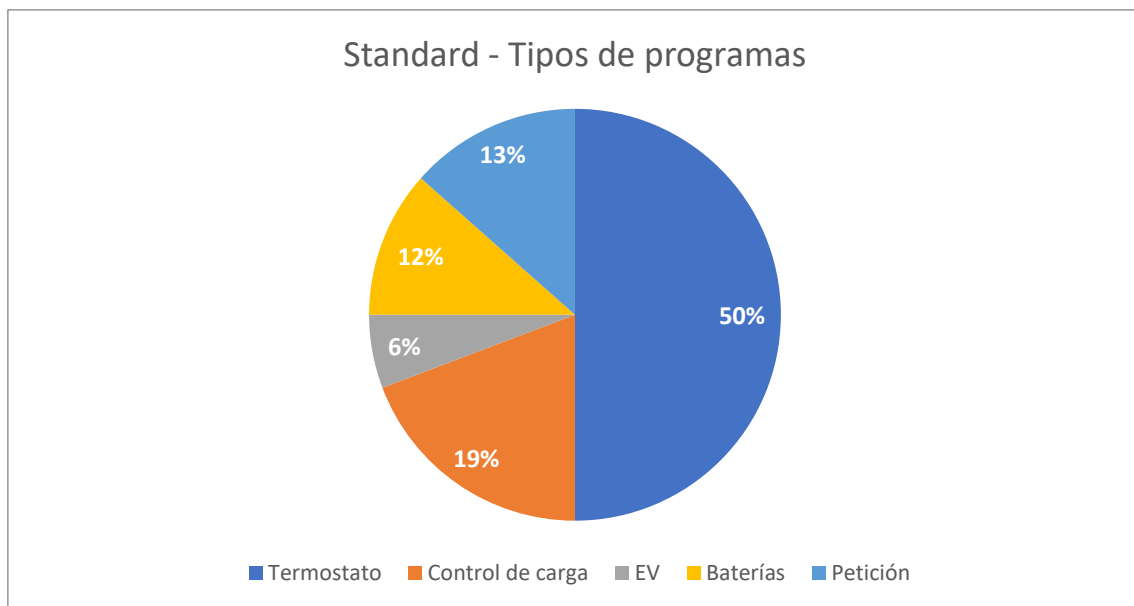


Figura 4. Standard - Tipos de programas

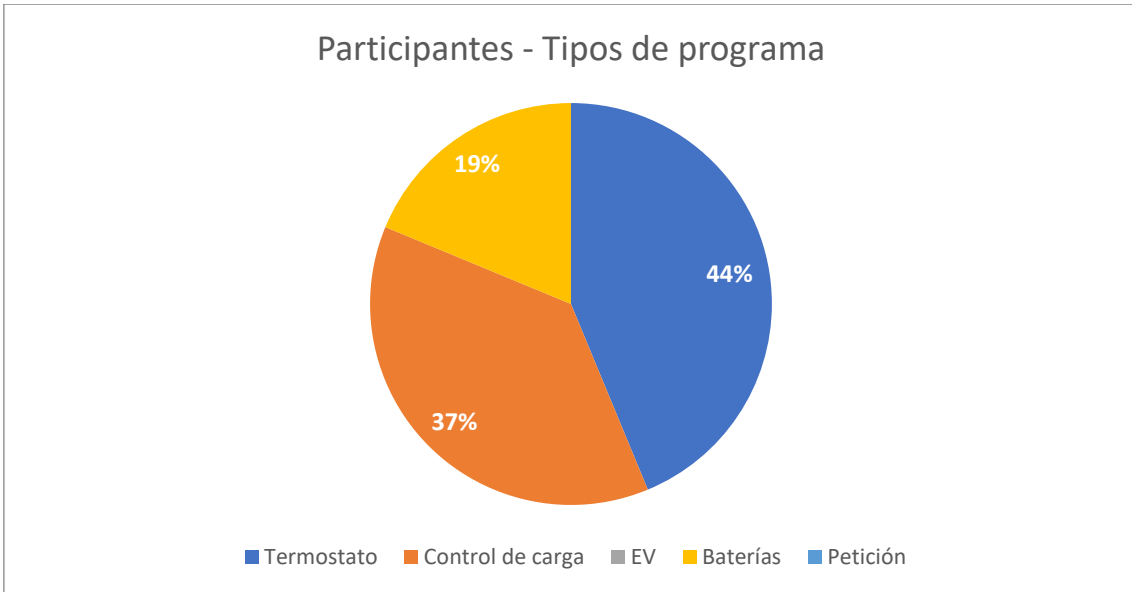


Figura 5. Participantes - Tipos de programas

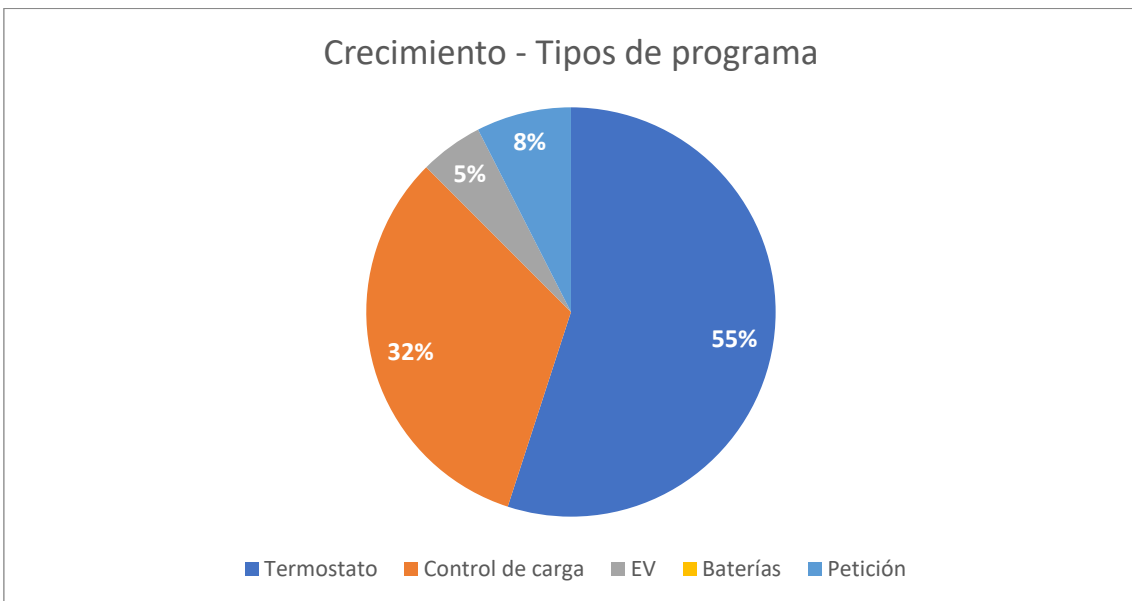


Figura 6. Participantes - Tipos de programas

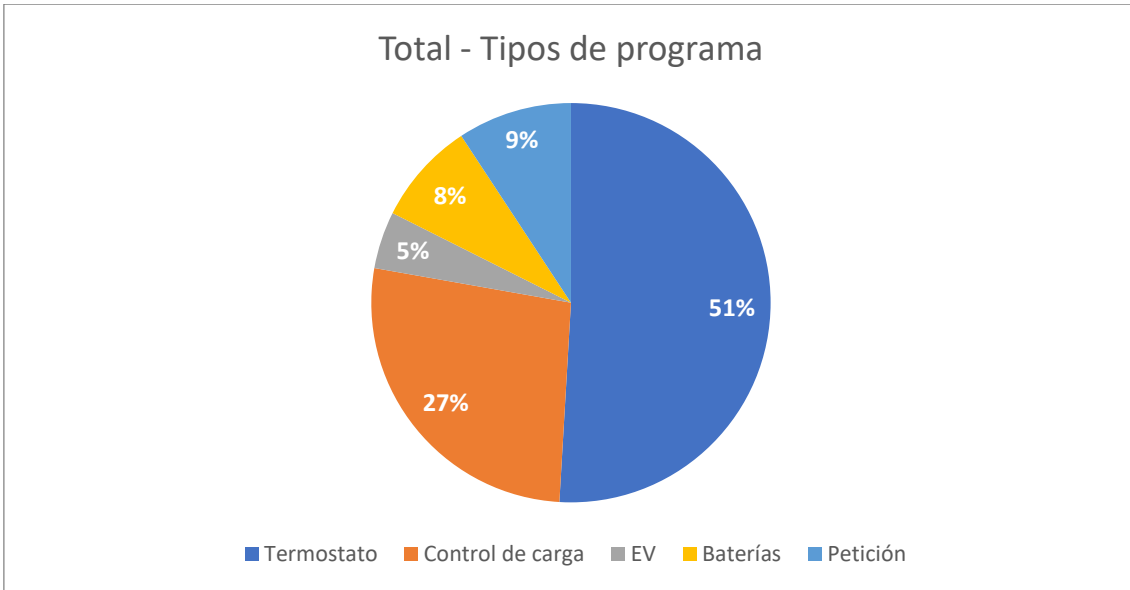


Figura 7. Total - Tipos de programa

Debido a la composición de los segmentos de participantes y seguimiento, los programas más relevantes son los de termostato y control directo de carga mientras que el resto de los programas completan la oferta de programas del proveedor. En los segmentos de participantes y crecimiento no se ha encontrado ningún proveedor que no ofrezca programas de termostato o control de carga, mientras que en el grupo standard se han encontrado 5 proveedores de los 40 que hay en ese grupo que no ofrezcan programas de termostato o control directo de carga, pero que sí oferten los otros programas.

#### 4.1.2. Cantidad de ofertas por programa

Los proveedores pueden ofertar diferentes programas de flexibilidad con el fin de aumentar los participantes y ahorrar más energía en los momentos críticos.

La Figura 8 muestra la distribución del número de programas que existe en el segmento standard. Presenta una media de 1'37, una moda de 1 y una mediana de 1, lo que indica que más de la mitad de los proveedores de este segmento solamente ofrece 1 programa de flexibilidad, y unido al apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los proveedores que ofrezcan un solo programa serán de termostato o de control de carga directa, y los que ofrecen al menos dos seguramente esté presente un programa de petición.

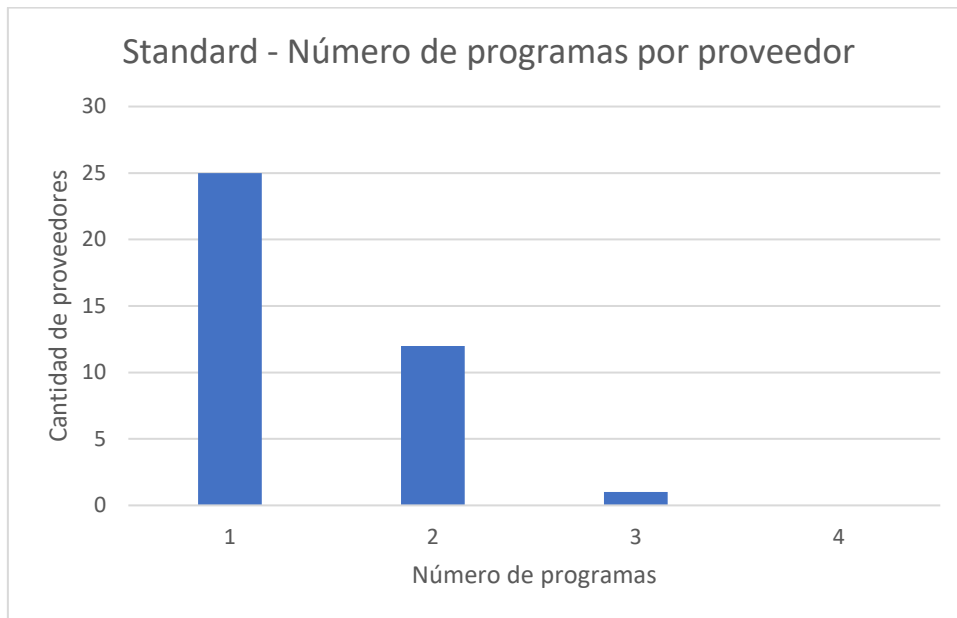


Figura 8. Standard - Número de programas por proveedor

La Figura 9 muestra la distribución del número de programas que existe en el segmento participantes. Presenta una media de 2, una moda de 1 y una mediana de 2, lo que indica que la una gran parte de proveedores de este segmento solamente ofrece 1 programa de flexibilidad, aunque más de la mitad ofrece al menos 2 programas diferentes, por lo que presentan mayor variedad. Unido al apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los proveedores se centran en programas de termostato y distintos programas de control directo de carga. Un mismo proveedor puede ofertar un programa de control directo de carga para un aparato y otro programa para otro distinto, como, por ejemplo: un programa para el calentador de agua y otro para la bomba de la piscina. Este es el segmento que presenta la mayor diversidad de programas de entre todos los segmentos.

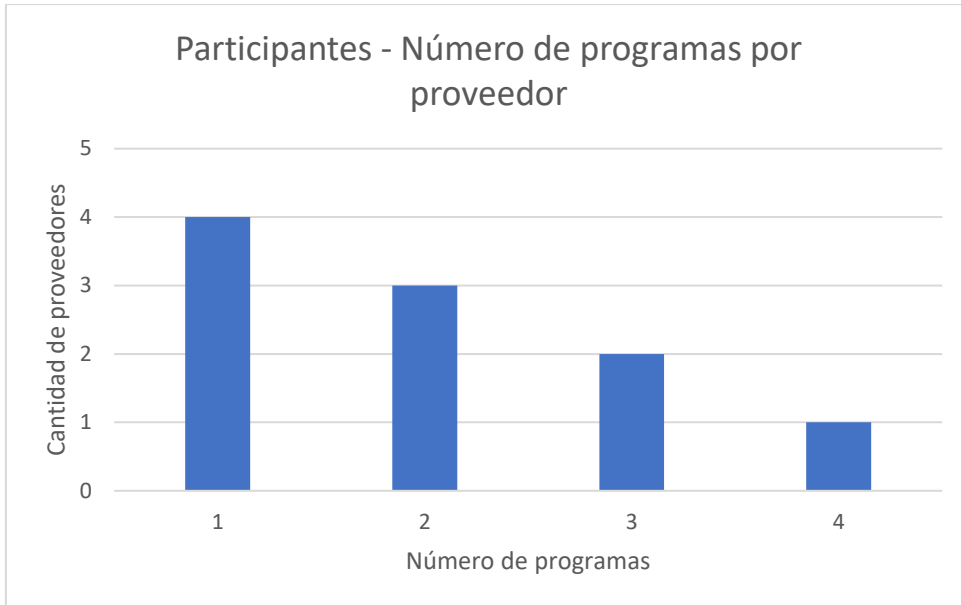


Figura 9. Participantes - Número de programas por proveedor

La Figura 10 muestra la distribución del número de programas que existe en el segmento crecimiento. Presenta una media de 1'54, una moda de 1 y una mediana de 1, lo que indica que existe una mayor diversidad de programas, aunque más de la mitad de los proveedores únicamente ofrecen un único programa. Unido al apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los proveedores se centran en programas de termostato y en programas de control directo de carga, pero a diferencia del segmento participantes, solo presentan un único tipo de programa de control directo de carga para todos los dispositivos.

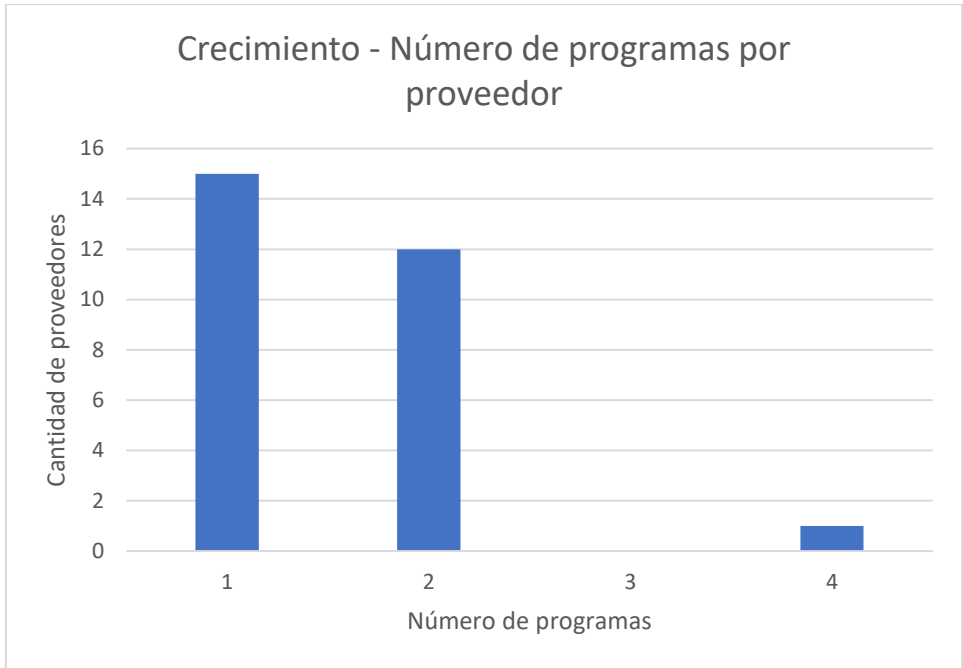


Figura 10. Crecimiento - Número de programas por proveedor

La Figura 11 muestra la distribución del número de programas que existe en total. Presenta una media de 1,51, una moda de 1 y una mediana de 1, lo que indica que el panorama general es similar al visto en el segmento de crecimiento.

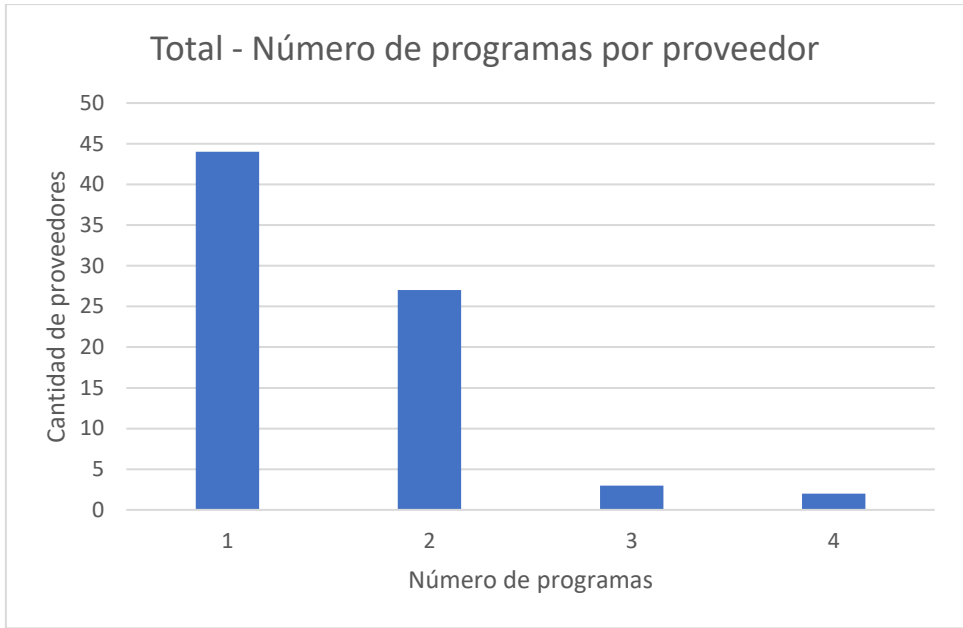


Figura 11. Total - Número de programas por proveedor

Los proveedores cuyos programas están comprendidos de un mayor número de participantes son aquellos que presentan una mayor variedad. Crear varios programas de control directa de carga focalizados en cada uno de los distintos aparatos que pueden dar servicio de flexibilidad es una característica propia y exclusiva de estos programas con mayor éxito y parece que es parte de su atractivo. Por otro lado, los programas standard son los que menor diversidad ofrecen al público, por lo que no ofrecen un servicio que convenza y esté amoldado a cada uno de los posibles participantes.

#### 4.1.3. Experiencia de usuario

En este apartado . se muestra el posicionamiento y diseño web además del lenguaje utilizado. Estas características analizadas, las cuales son cruciales para el éxito del programa, son: el entorno web y el lenguaje de venta.



#### 4.1.3.1. Entorno web

Los programas mencionados en los apartados anteriores se encuentran en la página web del proveedor de energía. En este apartado se analizan dos aspectos relacionados con el marketing y con la promoción de estos programas: la facilidad para encontrar los programas en la web y el diseño de la página web.

La Figura 12 muestra un gráfico circular con los resultados de las búsquedas de programas del segmento standard. Estas búsquedas se explicaron en la variable Facilidad web en el apartado 3.2. Variables. En casi la mitad de los casos no se encontró el programa en específico con una búsqueda genérica en Google y, para encontrar aquellos programas se tuvo que buscar con el nombre del programa en específico.

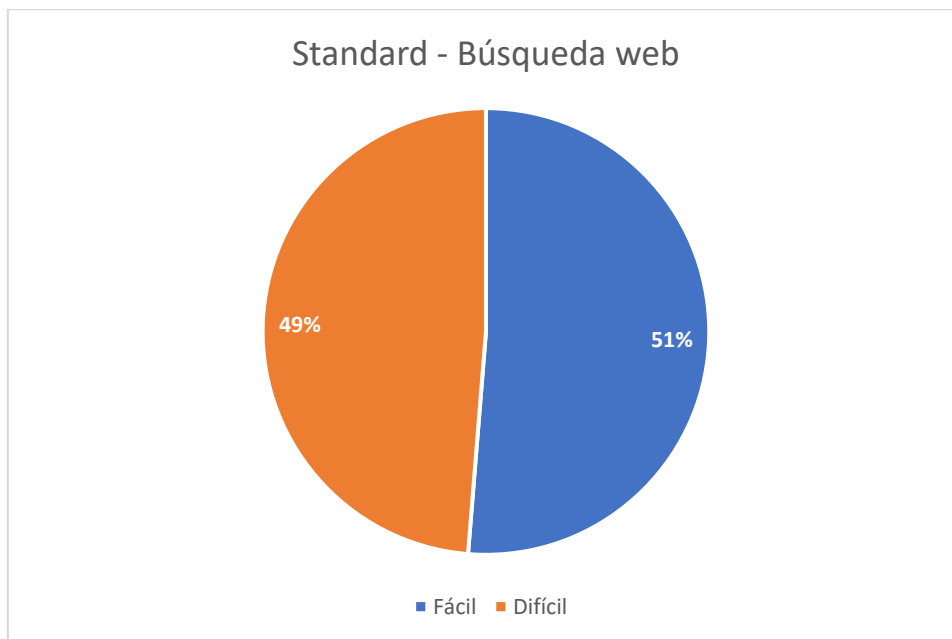


Figura 12. Standard – Búsqueda web

La Figura 13 muestra la calificación del diseño web del programa de flexibilidad del segmento standard. Las características necesarias para obtener una u otra calificación se encuentra en la variable Diseño web en el apartado 3.2. Variables. Qué variables

codificas y cómo lo hacemos. Mecanismos para asegurar la fiabilidad. Más de la mitad de las webs del segmento standard tienen la calificación por mejorar, debido a que frecuentemente carecen de información, no incluyen enlaces para inscribirse en los programas y presentan un diseño que no es profesional, sino más bien similar al de un blog.

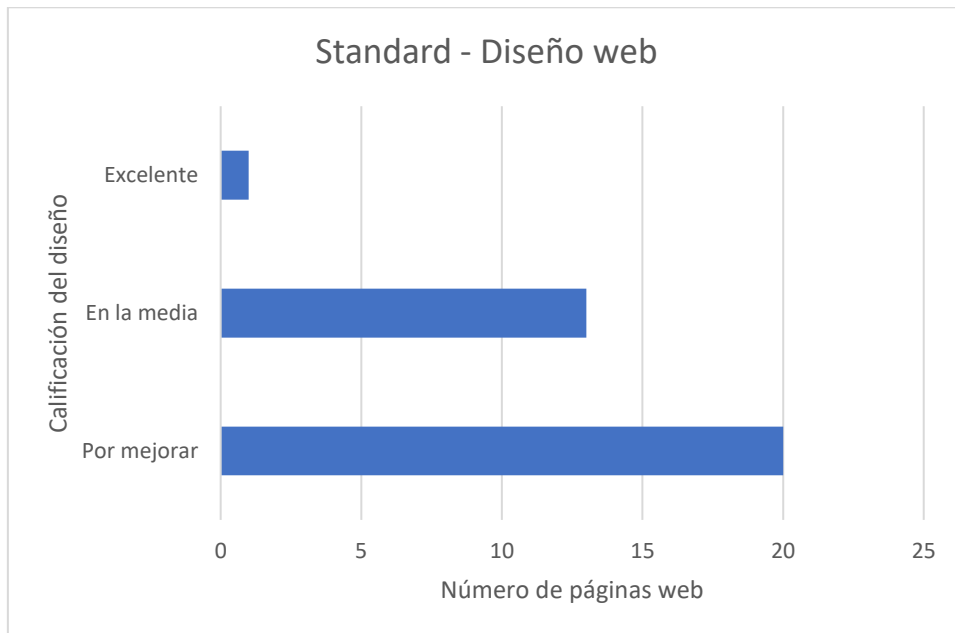


Figura 13. Standard - Diseño web

La Figura 14 muestra un gráfico circular con los resultados de las búsquedas de programas del segmento participantes. El 66,67% de los programas de flexibilidad se encuentran fácilmente a diferencia del segmento standard que el 51,28% se encuentran fácilmente.

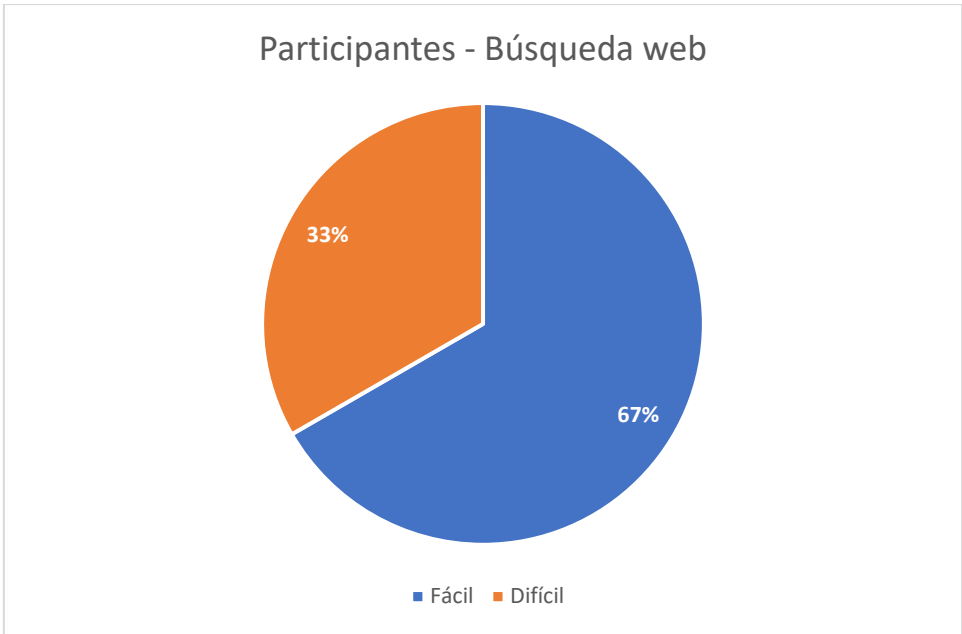


Figura 14. Participantes – Búsqueda web

La Figura 15 muestra la calificación del diseño web del programa de flexibilidad del segmento participantes. Los diseños web son excelentes o en la media a partes iguales. Además, el hecho de que el 66,67% de ellos sean fáciles de encontrar contribuye a mantener elevados el número de participantes.

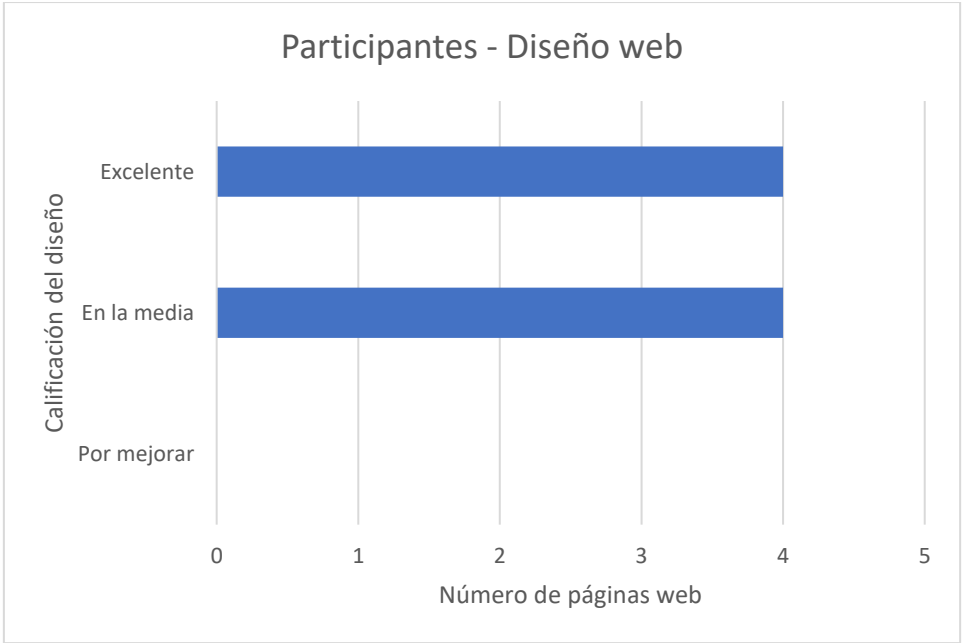


Figura 15. Participantes - Diseño web

La Figura 16 muestra un gráfico circular con los resultados de las búsquedas de programas del segmento crecimiento. El 56% de los programas de flexibilidad se encuentran fácilmente. Este segmento, al representar a los programas con mayor crecimiento, indica que no necesariamente es indispensable el estar bien posicionado en Google para aumentar rápidamente el número de participantes

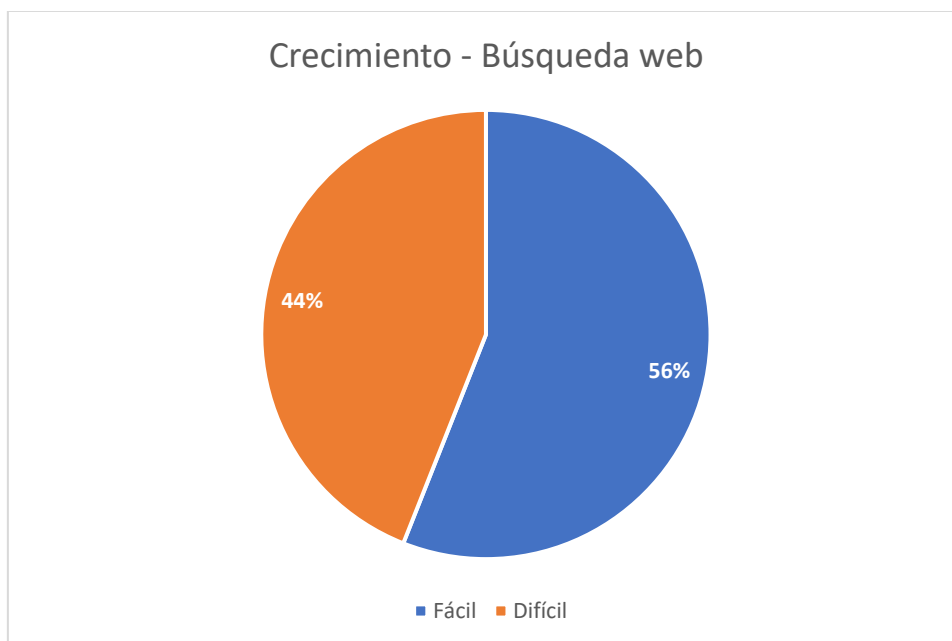


Figura 16. Crecimiento - Búsqueda web

La Figura 17 muestra la calificación del diseño web del programa de flexibilidad del segmento participantes. La gran mayoría de los diseños web de este segmento se sitúan o en la media. Además, el hecho de que el 44% de los programas sean difíciles de encontrar implica que el diseño de la página web es más importante que su posición en la web.

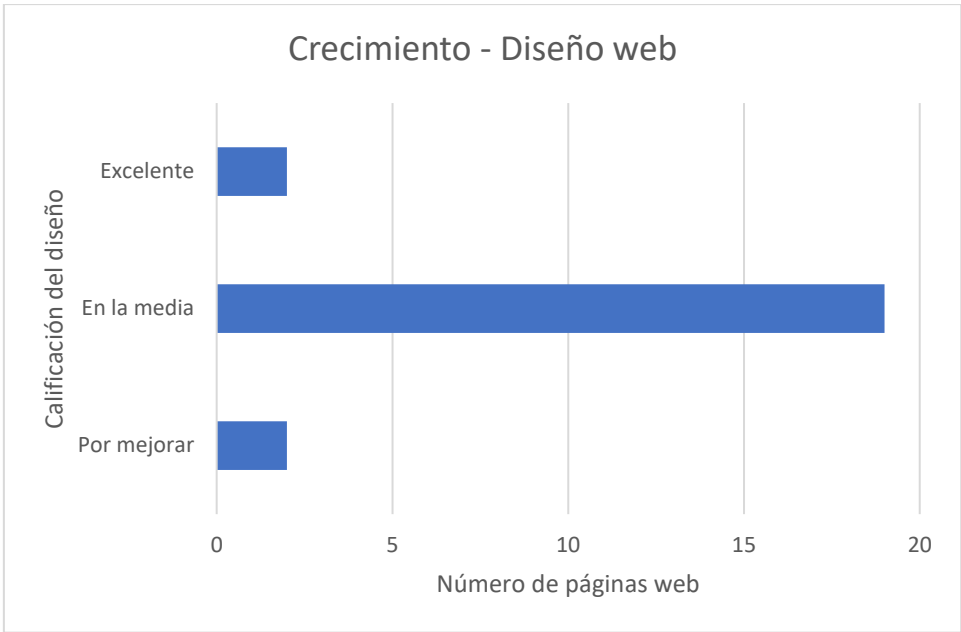


Figura 17. Crecimiento - Diseño web

La Figura 18 muestra un gráfico circular con los resultados de las búsquedas de programas del segmento crecimiento. El 54,8% de los programas de flexibilidad se encuentran fácilmente. La proporción del total es más similar al segmento crecimiento.

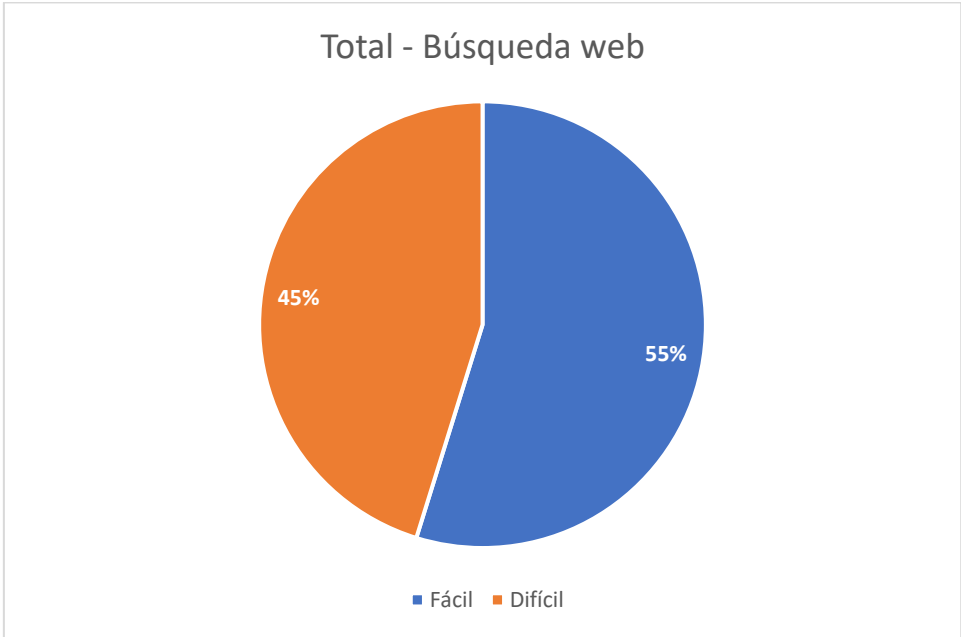


Figura 18. Total - Búsqueda web

La Figura 19 muestra la calificación del diseño web del programa de flexibilidad del segmento participantes. Más de la mitad de los diseños web se sitúan en la media aunque un tercio del total son webs con un amplio potencial de mejora que en su mayoría vienen del segmento standard.

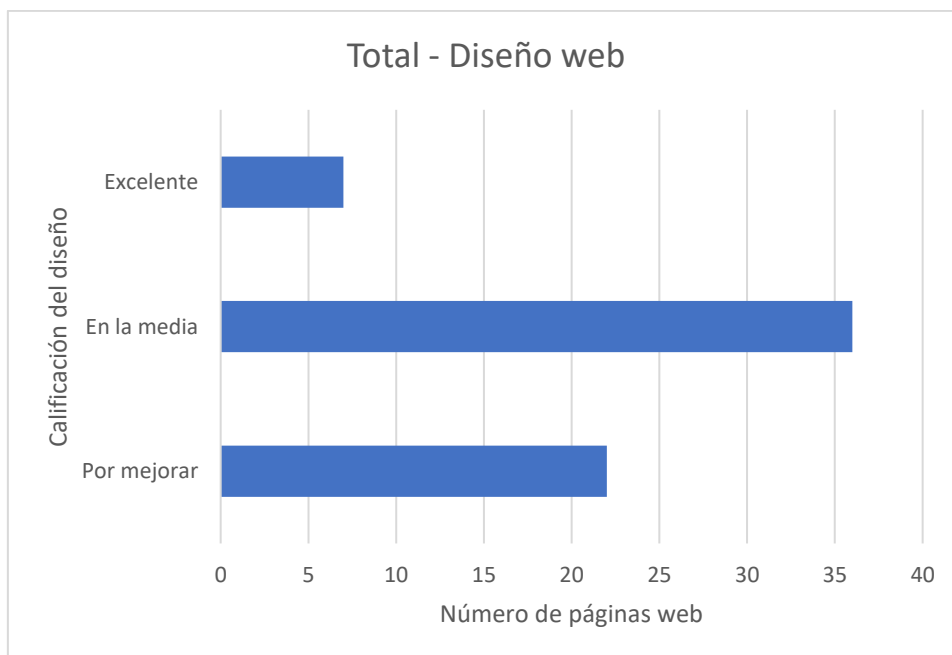


Figura 19. Total - Diseño web

El entorno web es parte de la diferencia entre los programas con más éxito y aquellos que no tienen tanto. Se ha podido observar que los que mejor posicionamiento y diseño de la web son los que tienen mejor rendimiento. Además, tras el análisis al segmento de crecimiento, se ha podido comprobar que el diseño web es más determinante que su posicionamiento, pero que un malo posicionamiento en la web no impide necesariamente que un programa deje de crecer.

#### 4.1.3.2. Venta

En este apartado se analiza el lenguaje que se utiliza en la web para convencer a los posibles futuros participantes. Además, en el apartado 3.3. Análisis inicial se establece una correlación entre los incentivos monetarios y el número de participantes, por lo que se analiza si esos incentivos tienen una mejor recepción hacia un público conservador son presentados como un ahorro o, por el contrario, un público menos adverso al riesgo es más propenso a participar si los incentivos son presentados como una ganancia.

La Figura 20 muestra el lenguaje utilizado por los programas standard en un gráfico de círculos y un 43,58% de los proveedores presenta los incentivos como una ganancia mientras que el 35,9% lo presenta como un ahorro. El 20,52% restante no utiliza ningún lenguaje especializado y presentan los incentivos monetarios como dinero que se reparte.

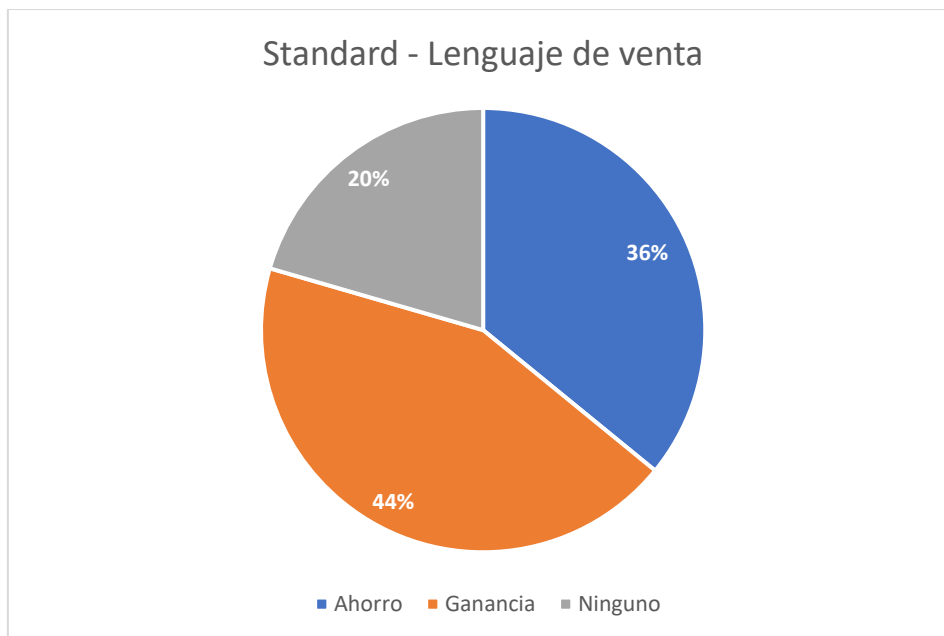


Figura 20. Standard - Lenguaje de venta

La Figura 21 muestra el lenguaje utilizado por los programas de participantes en un gráfico de círculos. El 40% de los proveedores presenta los incentivos como una

ganancia, otro 40% lo presenta como un ahorro y el 20% restante no utiliza ningún lenguaje especializado.

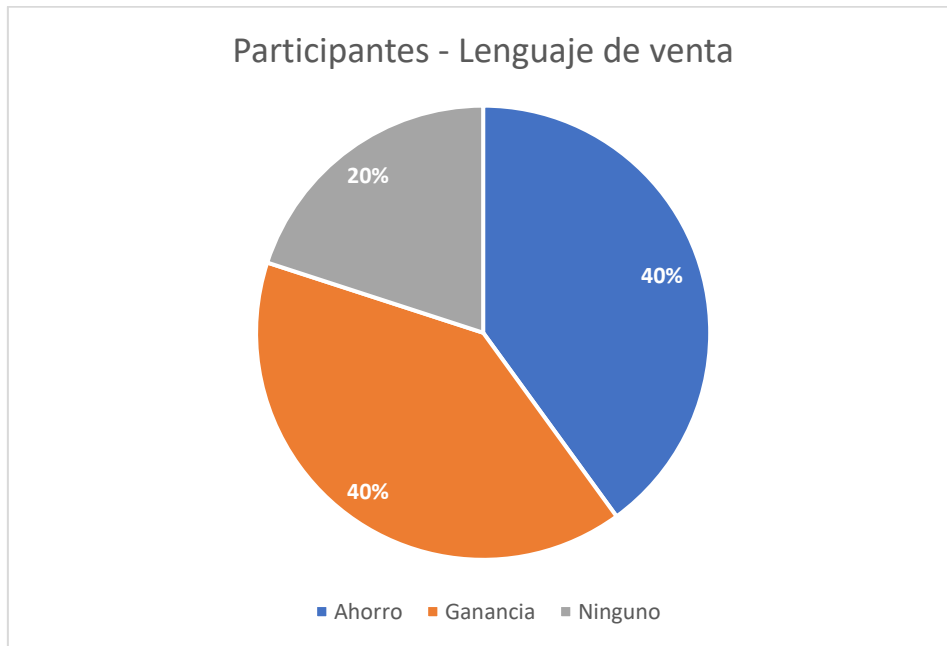


Figura 21. Participantes - Lenguaje de venta

La Figura 22 muestra el lenguaje utilizado por los programas de crecimiento en un gráfico de círculos. El 40% de los proveedores presenta los incentivos como una ganancia, otro 20% lo presenta como un ahorro y el 40% restante no utiliza ningún lenguaje especializado.



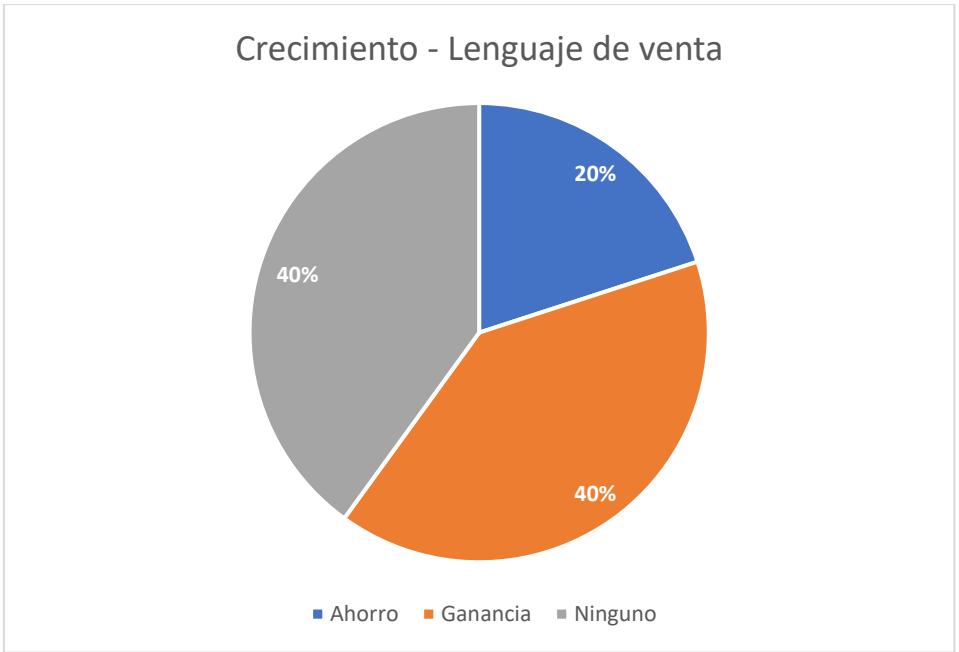


Figura 22. Crecimiento - Lenguaje de venta

La Figura 23 muestra el lenguaje utilizado por el total de los programas en un gráfico de círculos. El 41% de los proveedores presenta los incentivos como una ganancia, otro 30% lo presenta como un ahorro y el 29% restante no utiliza ningún lenguaje especializado.

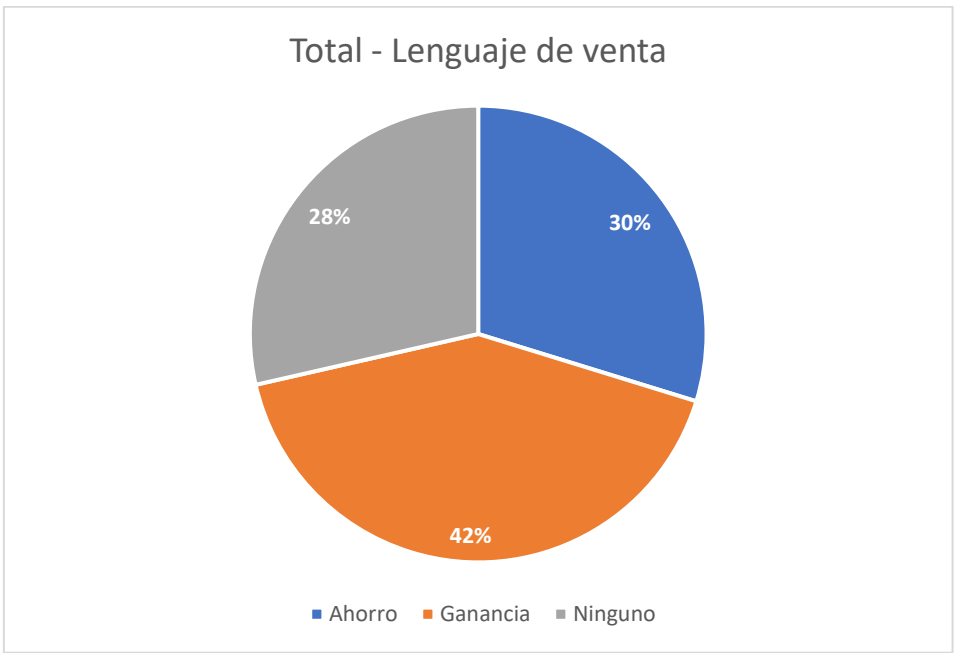


Figura 23. Total - Lenguaje de venta

La presentación de los incentivos monetarios como una ganancia es la estrategia más común que se utiliza para reclutar nuevos participantes, aunque en todos los segmentos existen dos tipos de lenguaje predominantes mientras que el tercero no se utiliza tanto. En el segmento de participantes, los incentivos se presentan a partes iguales como un ahorro y una ganancia mientras que en el segmento de crecimiento, el no designar a los incentivos como una ganancia o un ahorro tiene la misma popularidad que vender los incentivos como una ganancia. Al compartir tantas características entre los grupos, se concluye que la forma de vender

## 4.2. Caracterización de los incentivos ofrecidos por los programas

En apartado se aportan los resultados del análisis a los incentivos de los programas de flexibilidad pudiendo ser monetarios y no monetarios.

### 4.2.1. Incentivos no monetarios

En este apartado se analizan los incentivos no monetarios que los promotores de los programas de flexibilidad aportan valor añadido a los participantes, los cuales están explicados en el apartado 3.2. Variables.

En la Figura 24 se muestran el número de incentivos no monetarios que se proporcionan en la web para fomentar la inscripción a los programas de flexibilidad. La moda del segmento de participantes y de crecimiento es de 0, lo que indica que una gran parte de los programas con más éxito no utiliza los incentivos no monetarios descritos en el apartado 3.2. Variables. Por otro lado, el 60% de los programas de flexibilidad en el segmento de participantes proporcionan incentivos no monetarios por los que inscribirse y en el caso del segmento crecimiento es del 40%.

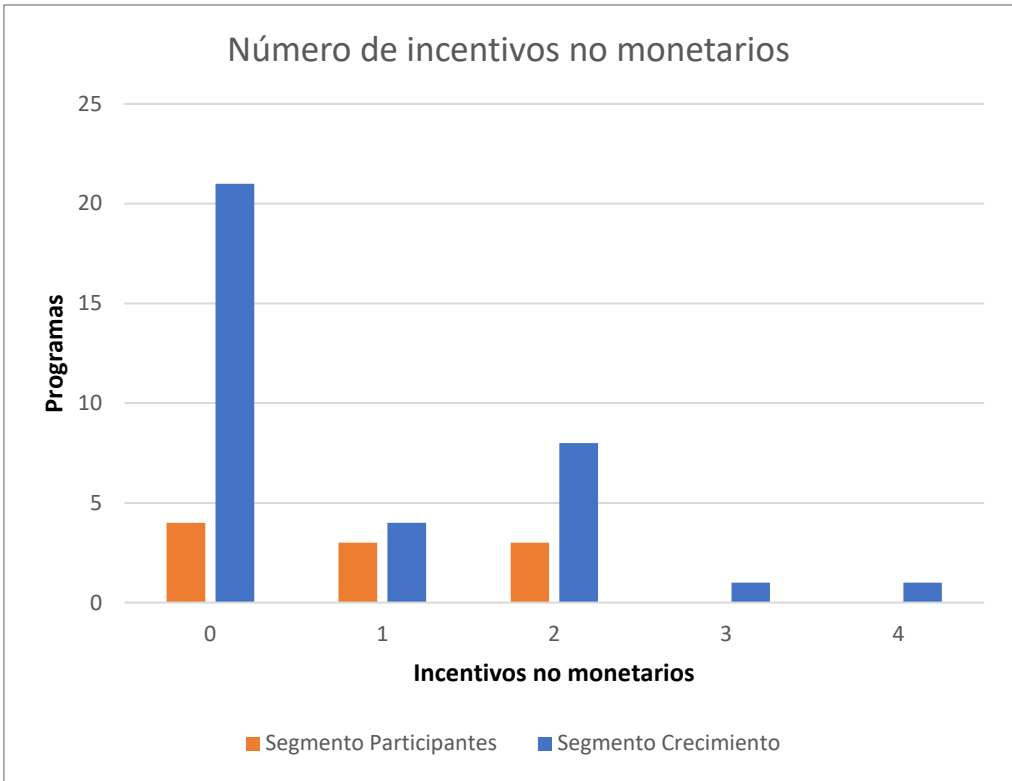


Figura 24. Número de incentivos no monetarios

Figura 25 muestra el porcentaje de utilización del motivo “bien social” en los programas de flexibilidad. Es un motivo que se utiliza de manera limitada siendo de los menos utilizados por los promotores de los programas.

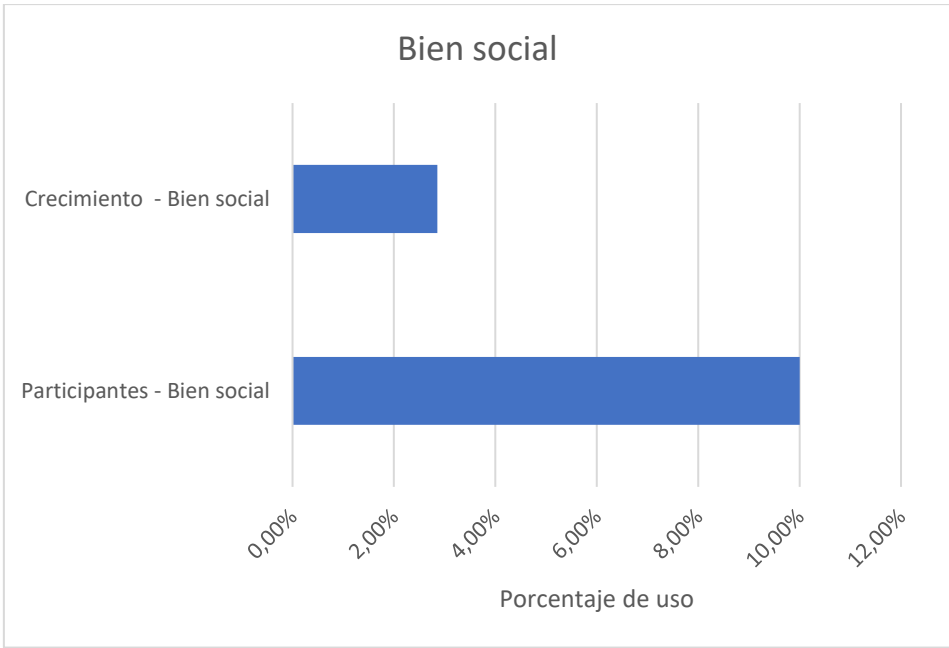


Figura 25. Bien social  
 Figura 26 muestra el porcentaje de utilización del motivo “ahorro” en los programas de flexibilidad. Es uno de los incentivos no monetarios más extendidos y una de las principales formas de hacer más atractivo un programa de flexibilidad.

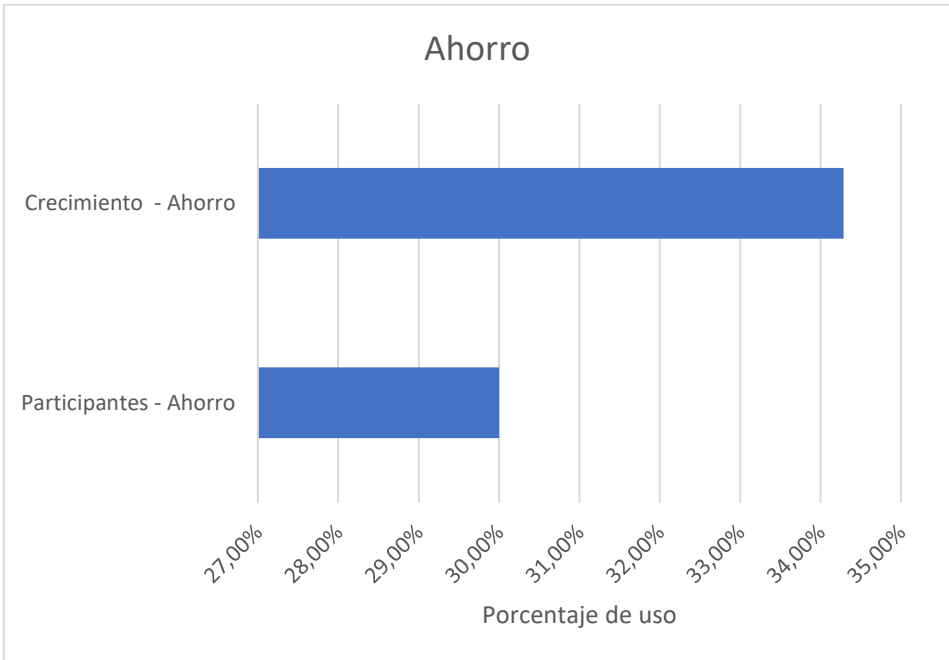


Figura 26. Ahorro

Figura 27 muestra el porcentaje de utilización del motivo “Medioambiente” en los programas de flexibilidad. En el apartado 1. Introducción se comenta la importancia de cuidar el medioambiente y la lucha contra el cambio climático.

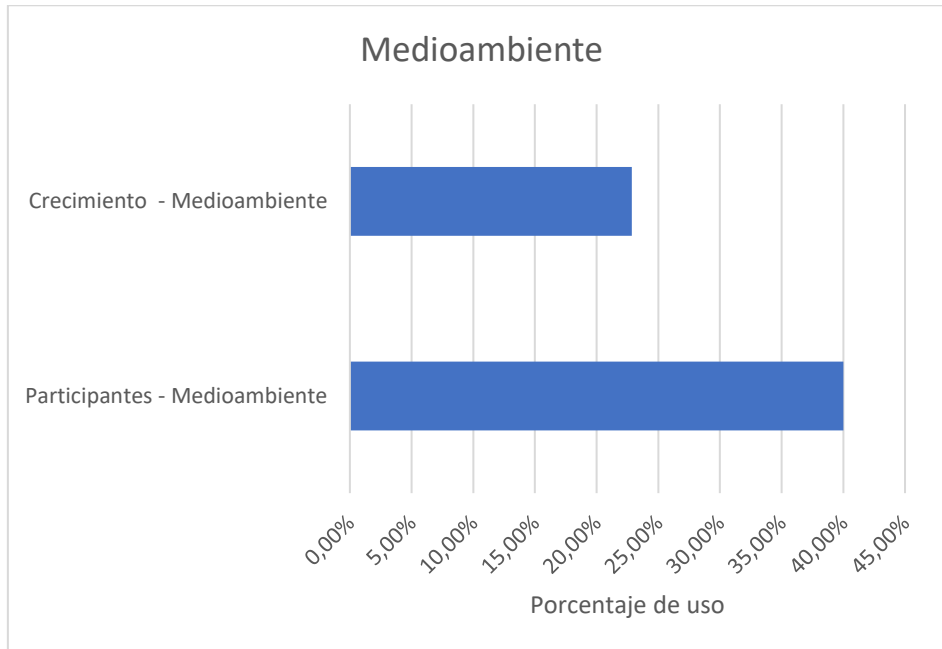


Figura 27. Medioambiente

Figura 28 muestra el porcentaje de utilización del motivo “Fiabilidad” en los programas de flexibilidad.

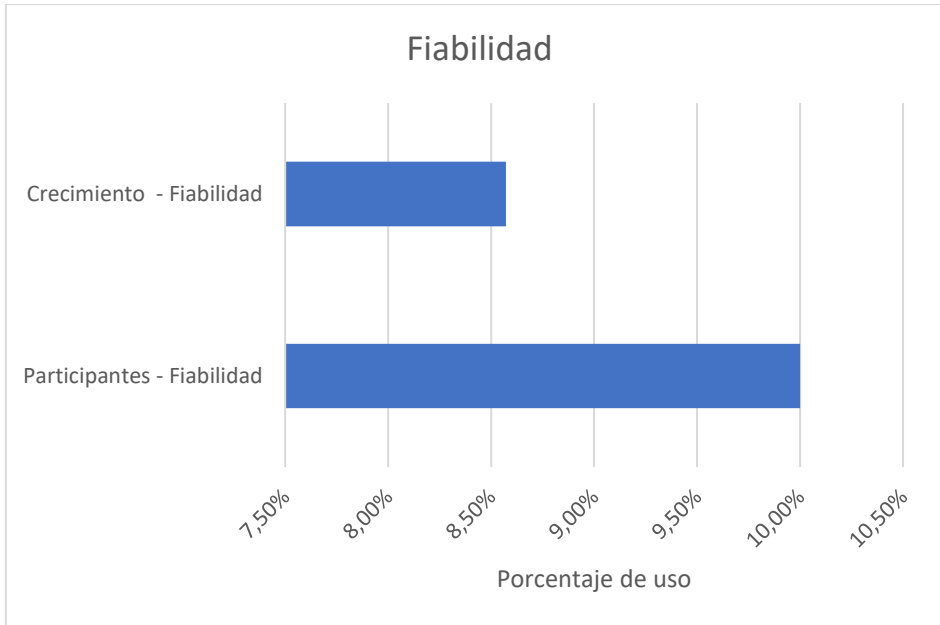


Figura 28. Fiabilidad

La

Figura 29 muestra el porcentaje de utilización del motivo “bien social” en los programas de flexibilidad. Junto con el bien social, son los incentivos no monetarios que están menos extendidos, llegando a no haber ningún programa del segmento de participantes con este motivo.

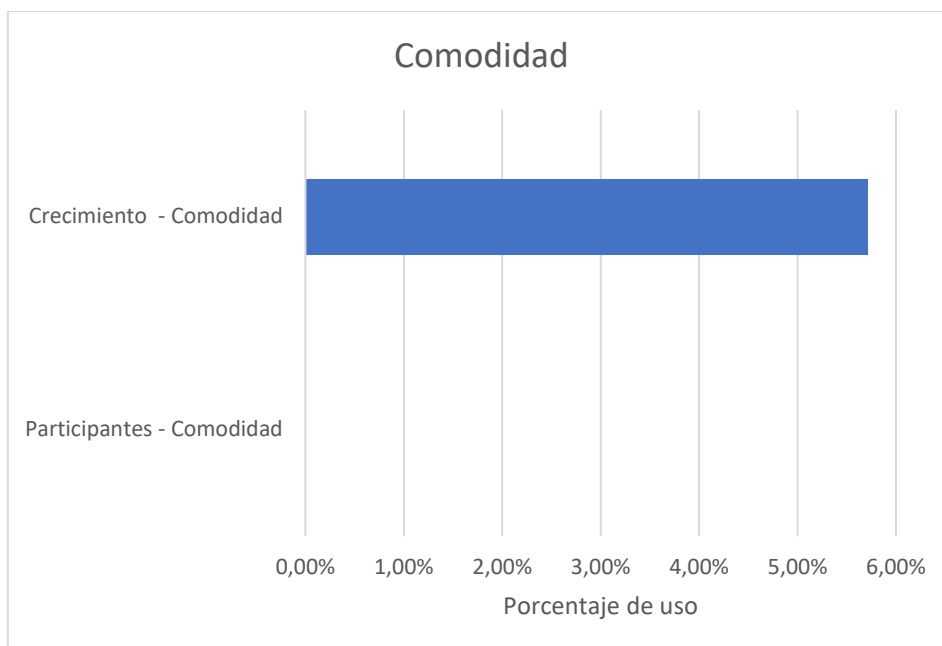


Figura 29. Comodidad

Entre los programas que aportan incentivos no monetarios para participar en programas de flexibilidad, los más utilizados son el ahorro y el medioambiente, mientras que el resto quedan relegados a un segundo plano. No obstante, debido a que la mayoría de los proveedores no aportan incentivos no monetarios para participar en sus programas, se concluye que estos no son un aspecto relevante para la mayor parte de la población.

#### 4.2.2. Incentivos monetarios

Los incentivos monetarios pueden otorgarse al participante al inscribirse, los cuales se denominan incentivos por disponibilidad, o al terminar un evento o programa de flexibilidad, los cuales se denominan incentivos por activación.

##### 4.2.2.1. Incentivos por disponibilidad

En este apartado se estudia el incentivo por disponibilidad que percibe el participante al comienzo del programa de flexibilidad. No todos los programas disponen de este incentivo y a continuación se muestra la composición de los diferentes segmentos.

La Figura 30 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el segmento standard. El 49% de los programas tienen este incentivo siendo el único segmento donde predominan aquellos que no tienen incentivos por disponibilidad.

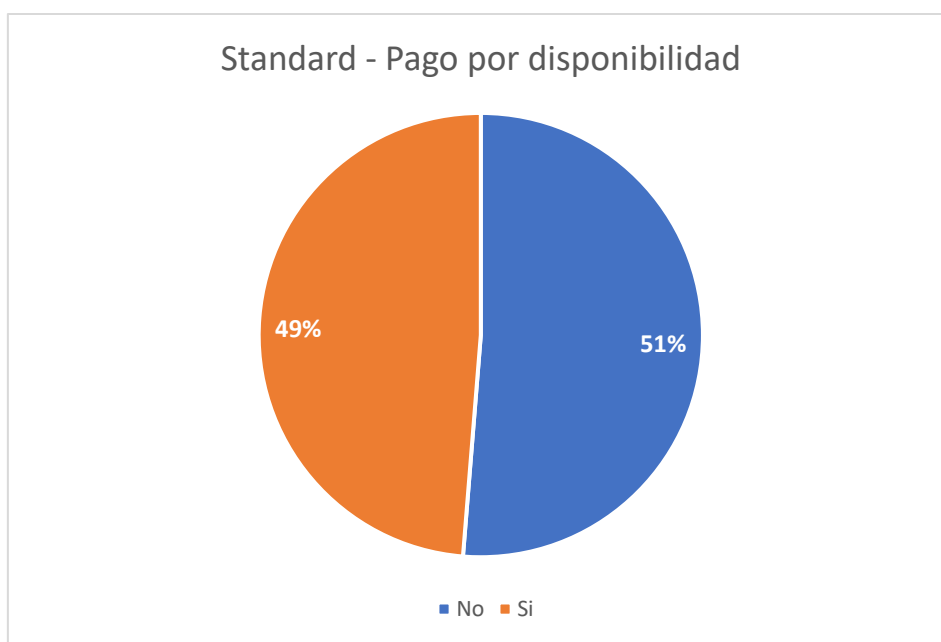


Figura 30. Standard - Pago por disponibilidad

La Figura 31 es un gráfico de barras donde el eje X representa la cantidad que el participante percibe como incentivo de disponibilidad del segmento standard mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 61,84\$ de media y de moda 50\$.



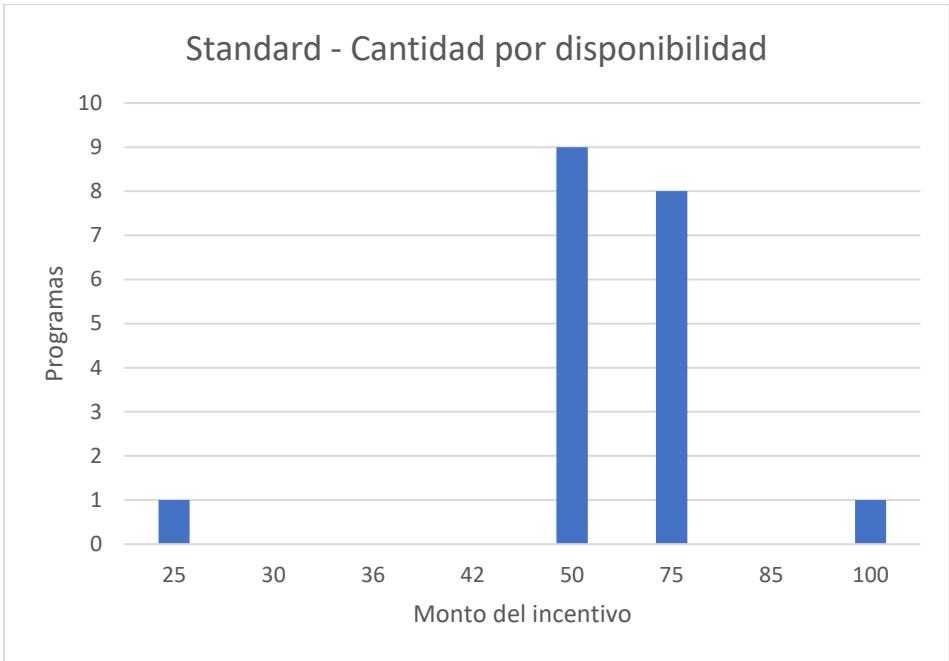


Figura 31. Standard - Cantidad por disponibilidad

La Figura 32 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el segmento participantes. El 60% de los programas tienen este incentivo quedando por detrás del segmento crecimiento.

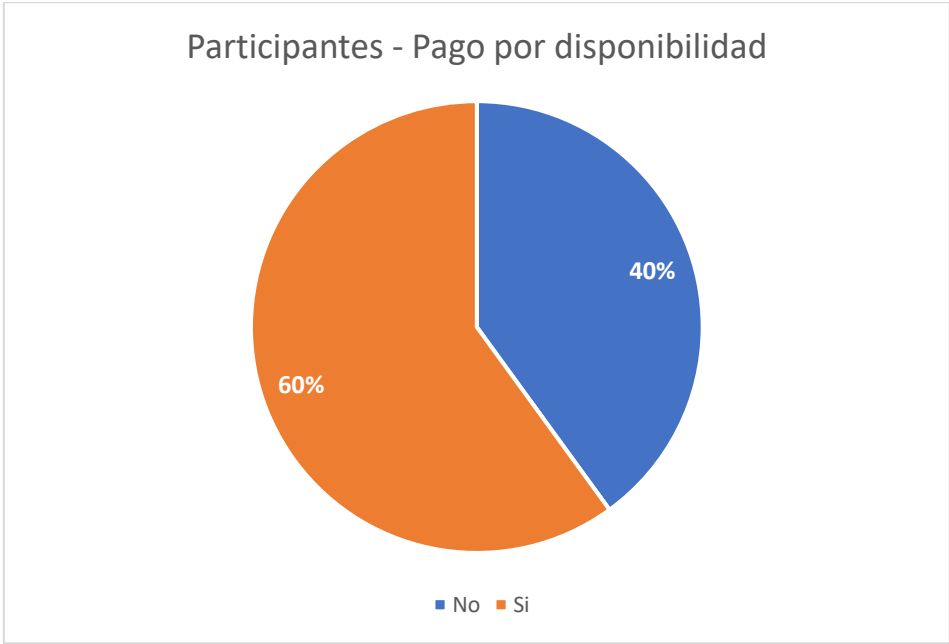


Figura 32. Participantes - Pago por disponibilidad

La

Figura 33 es un gráfico de barras donde el eje X representa la cantidad que el participante percibe como incentivo de disponibilidad del segmento participantes mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 67\$ de media y de moda 75\$

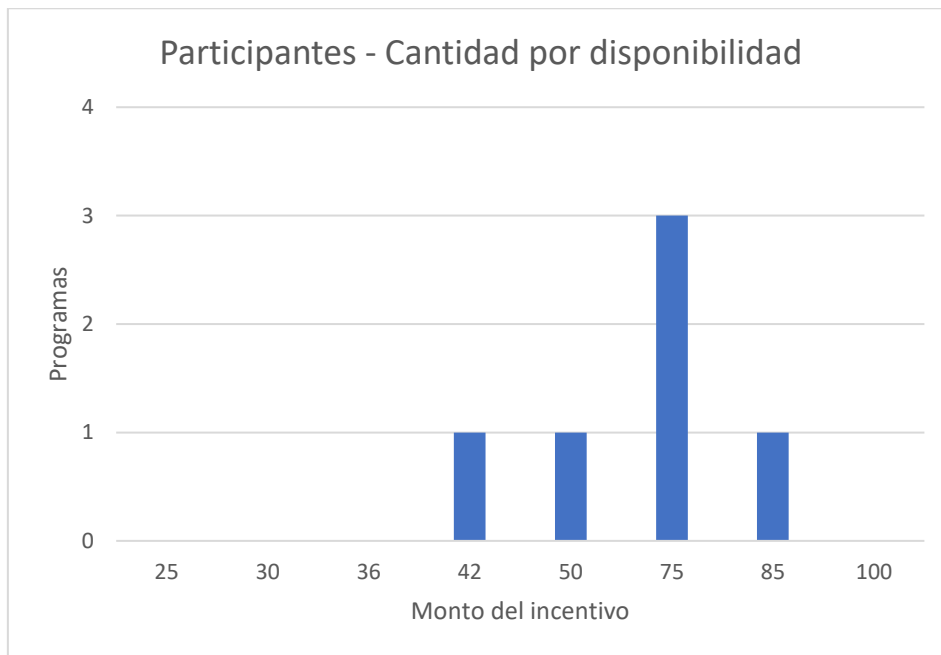


Figura 33. Participantes - Cantidad por disponibilidad

La Figura 34 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el segmento crecimiento. El 64% de los programas tienen este incentivo siendo el segmento con mayor porcentaje de programas que los ofrece.

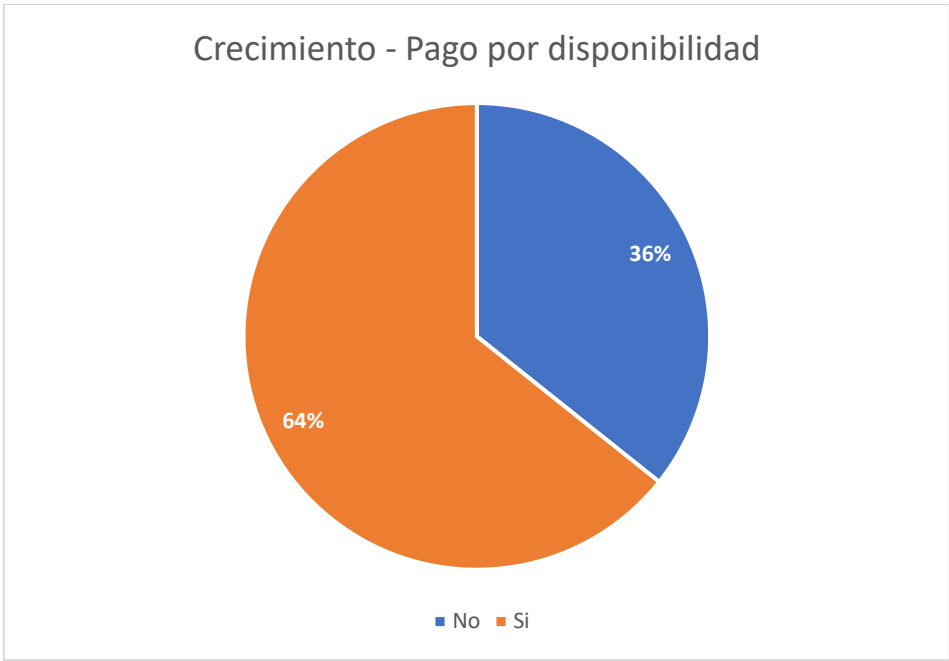


Figura 34. Crecimiento - Pago por disponibilidad

La

Figura 35 es un gráfico de barras donde el eje X representa la cantidad que el participante percibe como incentivo de disponibilidad del segmento crecimiento mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 63,66\$ de media y de moda 75\$

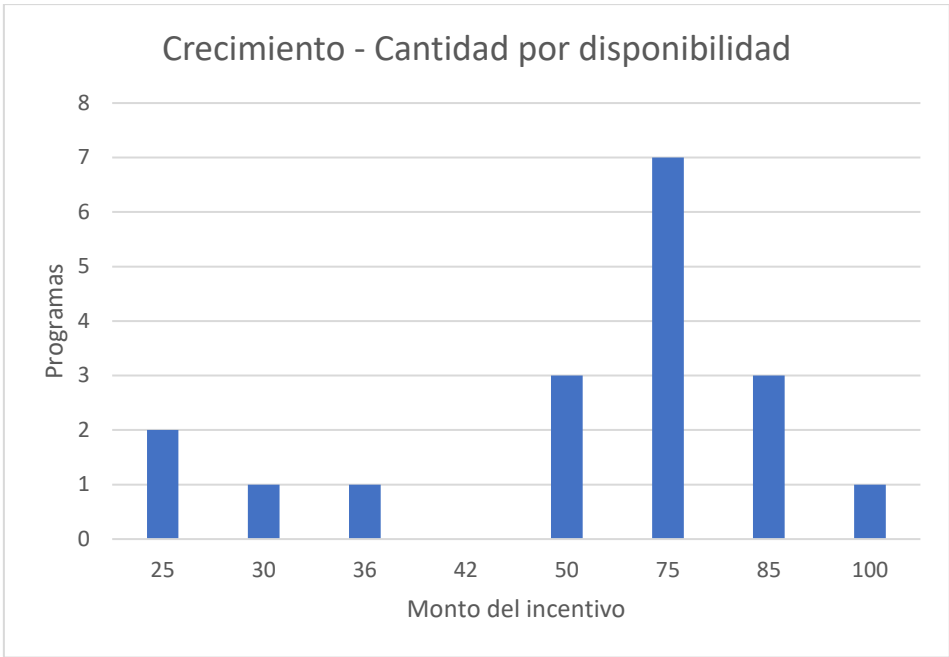


Figura 35. Crecimiento - Cantidad por disponibilidad

La Figura 36 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el total de los programas. El 56% de los programas tienen este incentivo siendo el segmento con mayor porcentaje de programas que los ofrece.

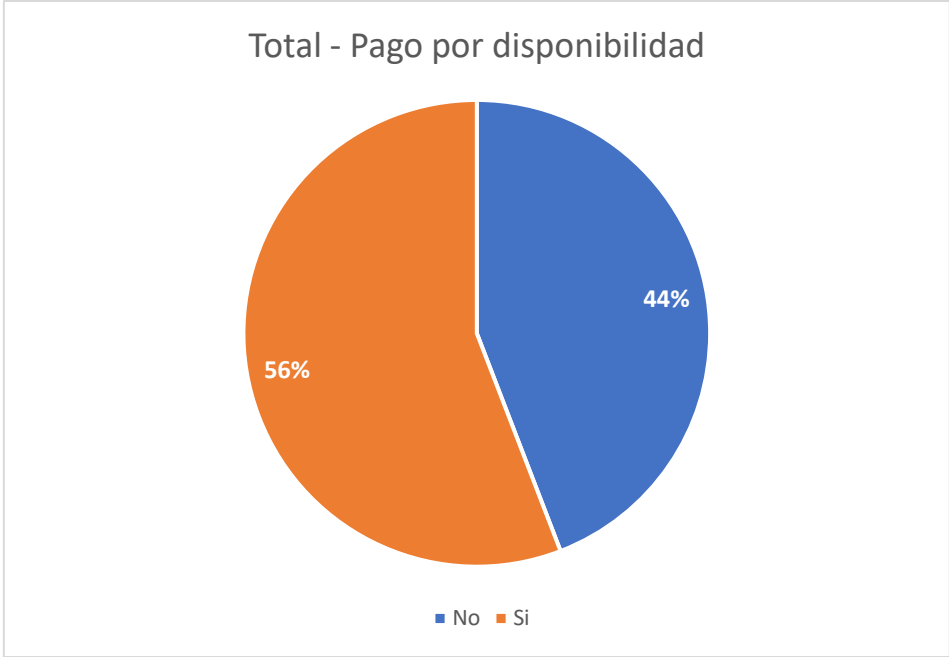


Figura 36. Total - Pago por disponibilidad

La

Figura 35 es un gráfico de barras donde el eje X representa la cantidad que el participante percibe como incentivo de disponibilidad del segmento crecimiento mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 63,32\$ de media y de moda 75\$.

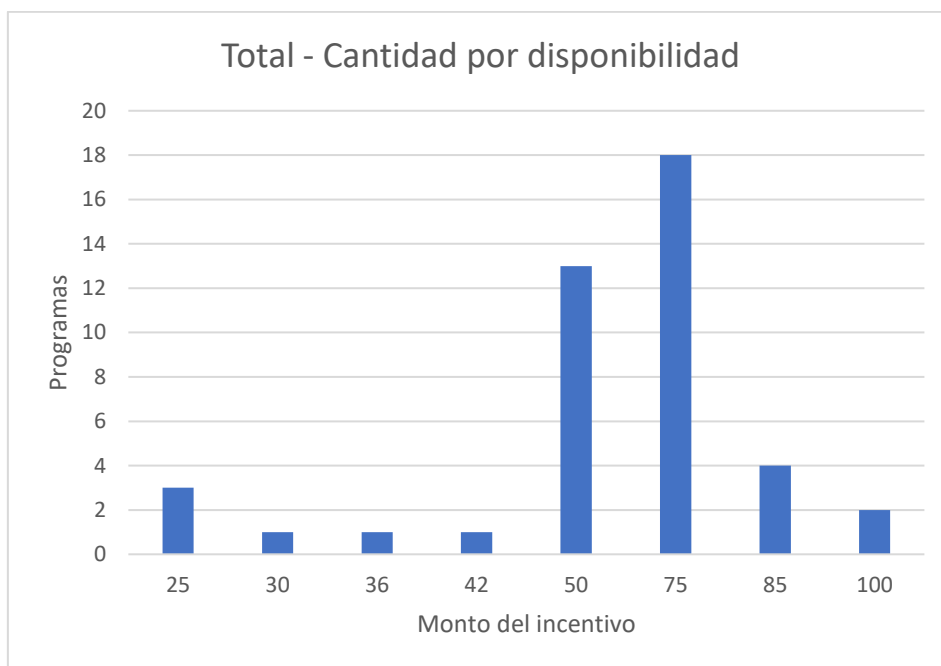


Figura 37. Total - Cantidad por disponibilidad

Los programas del segmento standard son los que menor porcentaje presentan de programas con incentivos por disponibilidad mientras que el resto de los segmentos tienen porcentajes más elevados, indicando que el pago de incentivos por disponibilidad es una condición relevante para fomentar la inscripción y la fidelización de los participantes. La cantidad media de los incentivos de disponibilidad está en torno a 64\$ independientemente del éxito del programa.

#### 4.2.2.2. Incentivos por activación

Los incentivos de activación son aquellos que percibe el participante al terminar el programa o los eventos de flexibilidad y en este apartado se estudian los siguientes aspectos: su popularidad en los programas, su cuantía, requisitos y la periodicidad en el reparto de incentivos.

En el subapartado de popularidad en los programas se realiza el análisis de los programas en los que se recompensa al participante con el incentivo de activación.

En el subapartado cuantía se realiza el análisis del monto que los participantes reciben en los programas que ofrecen estos incentivos.

En el subapartado de requisitos se realiza el análisis en función del rol que tiene el participante en la participación de los eventos.

En el subapartado de periodicidad se realiza el análisis en función de la frecuencia en la que los participantes de los programas de flexibilidad reciben los incentivos por activación.

##### 4.2.2.2.1 Popularidad en los programas

No todos los programas disponen del incentivo por activación y la Figura 38 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el segmento standard. El 89,74% de los programas implementan este incentivo por activación.

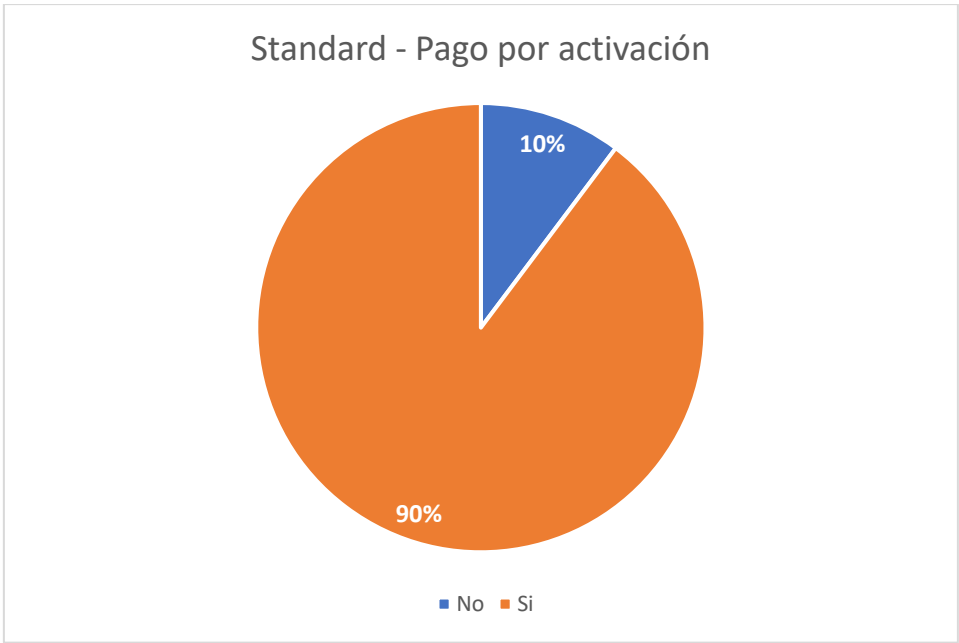


Figura 38. Standard - Pago por activación

La Figura 39 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el segmento participantes. El 100% de los programas implementan este incentivo por activación.



Figura 39. Participantes - Pago por activación

La Figura 40 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el segmento crecimiento. El 92,85% de los programas implementan este incentivo por activación.

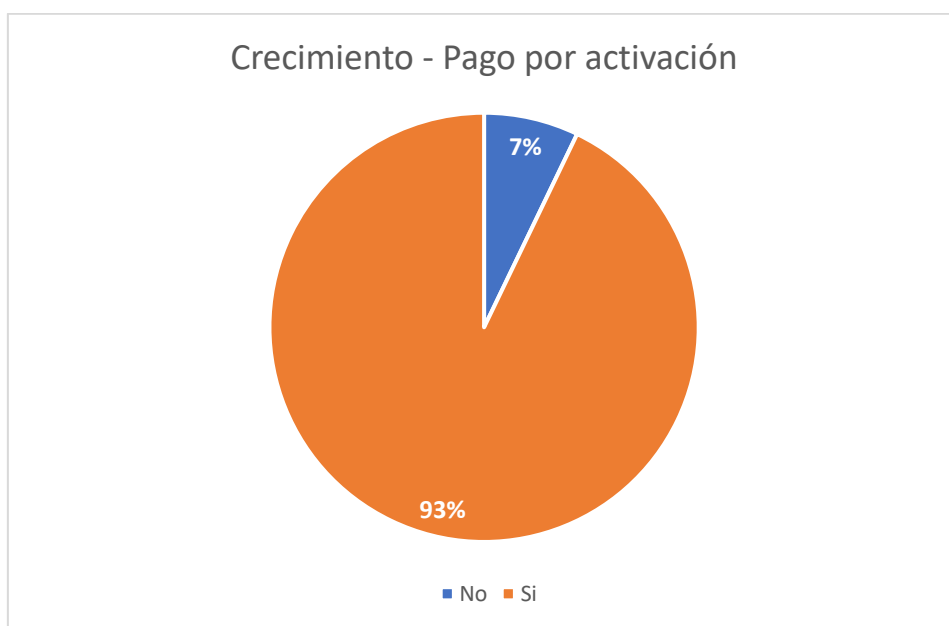


Figura 40. Crecimiento - Pago por activación

La Figura 41 muestra un gráfico circular sobre el número de programas donde existe un incentivo por disponibilidad en el total de los programas. El 92,20% de los programas implementan este incentivo por activación.





Figura 41. Total - Pago por activación

Los programas de flexibilidad suelen implementar el pago por activación, aunque los pertenecientes al segmento standard son los que otorgan menores compensaciones monetarias mientras que los otros dos segmentos han conseguido una mayor implementación de la medida, reparten más a los participantes y son más exitosos, por lo que se concluye que el pago de un incentivo por activación es un aspecto importante en un programa de respuesta de la demanda.

#### 4.2.2.2.2 Cuantía

Este apartado estudia la cuantía de los incentivos por activación. Esta cuantía puede ser fija, si se recompensa por participar en los eventos de flexibilidad, o variable si el incentivo es directamente proporcional a la energía ahorrada. Además, se estudia el monto fijo que se reparte en cada uno de los segmentos

La

Figura 42 muestra un gráfico circular sobre el número de programas del segmento standard que calculen el monto en función de la energía ahorrada y cuales otorgan un incentivo por participar en los eventos sin importar la energía ahorrada. En este segmento únicamente 1 programa de 35 recompensa el ahorro de energía.

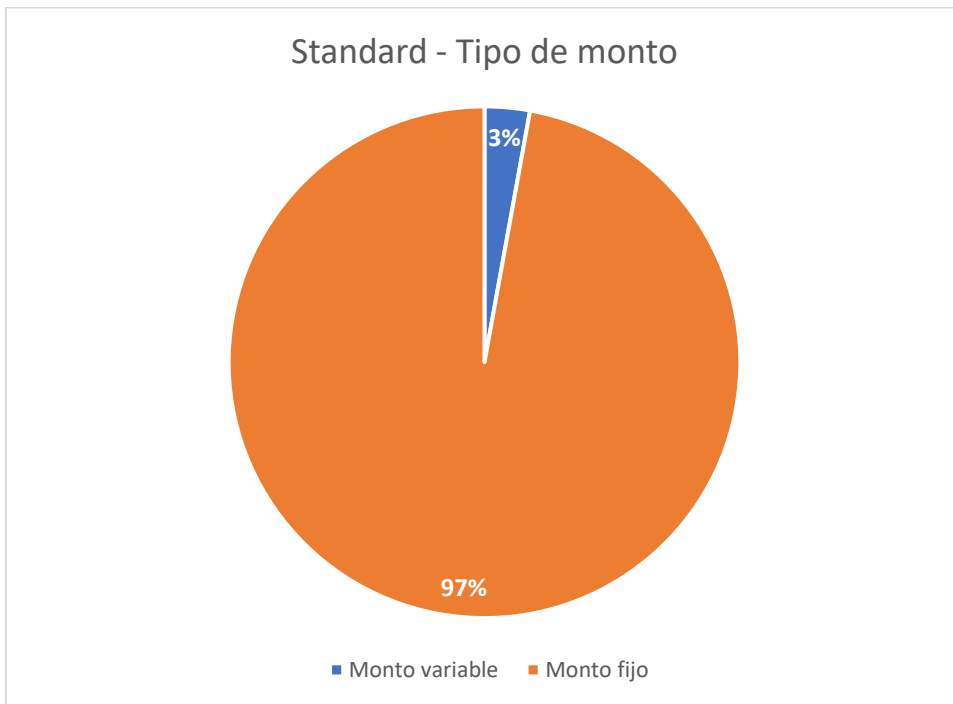


Figura 42. Standard - Tipo de monto

La Figura 43 es un gráfico de barras donde el eje X representa una horquilla de dólares que encierra la cantidad de dinero que el participante percibe como incentivo de activación de monto fijo del segmento standard mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 34,04\$ de media y la moda se sitúa en el segmento de los 20-29 dólares.

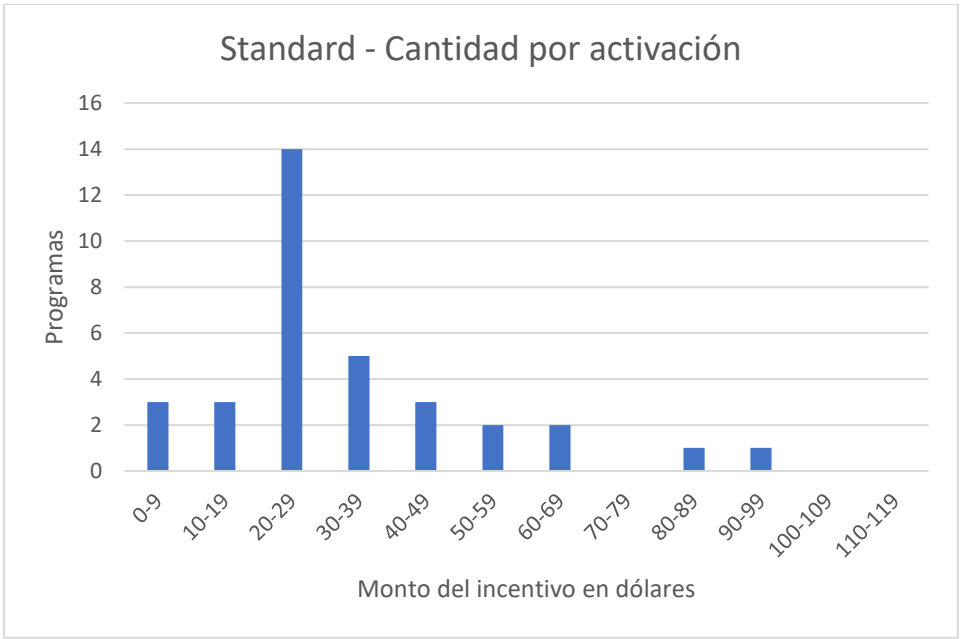


Figura 43. Standard - Cantidad por activación

La Figura 44 muestra un gráfico circular sobre el número de programas del segmento participantes que calculen el incentivo en función de la energía ahorrada y cuales otorgan el incentivo por participar en los eventos sin importar la energía ahorrada. En este segmento los programas que recompensan de manera proporcional el ahorro de energía componen el 18%

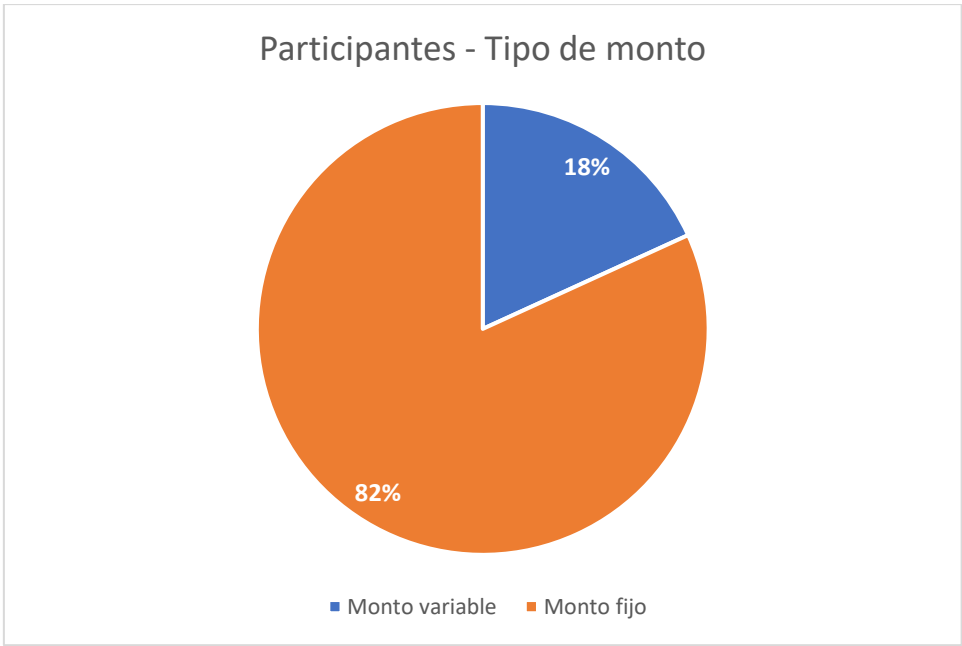


Figura 44. Participantes - Tipo de monto

La Figura 45 es un gráfico de barras donde el eje X representa una horquilla de dólares que encierra la cantidad de dinero que el participante percibe como incentivo de activación de monto fijo del segmento participantes mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 45,22\$ de media y la moda se sitúa en el segmento de los 20-29 dólares.



Figura 45. Participantes - Cantidad por activación

La Figura 46 muestra un gráfico circular sobre el número de programas del segmento crecimiento que calculen el incentivo en función de la energía ahorrada y cuales otorgan el incentivo por participar en los eventos sin importar la energía ahorrada. En este segmento los programas que recompensan de manera proporcional el ahorro de energía componen el 7%

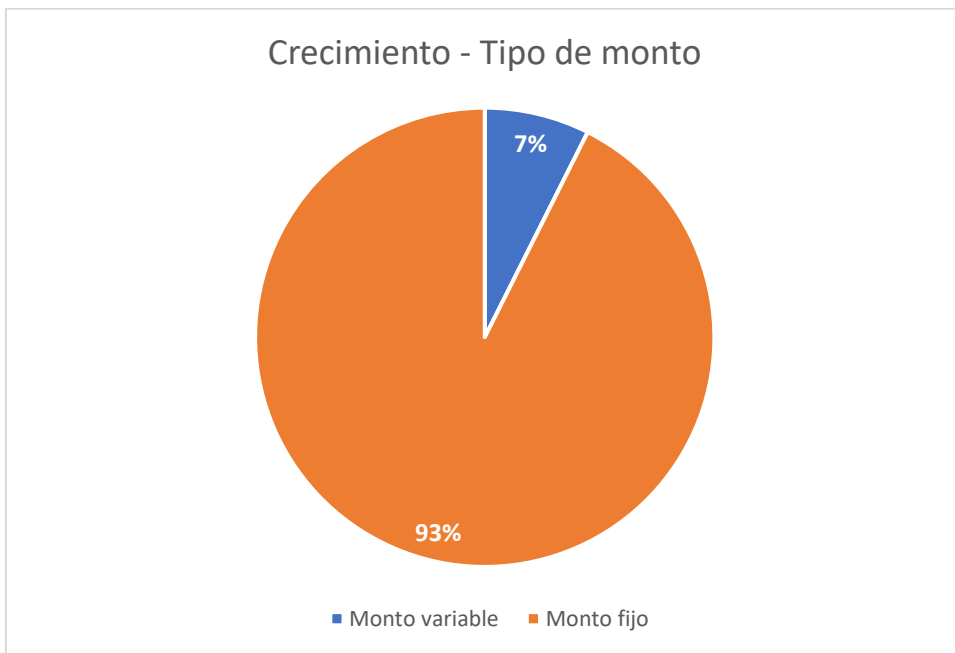


Figura 46. Crecimiento - Tipo de monto

La Figura 47 es un gráfico de barras donde el eje X representa una horquilla de dólares que encierra la cantidad de dinero que el participante percibe como incentivo de activación de monto fijo del segmento crecimiento mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 41,12\$ de media y la moda se sitúa en el segmento de los 20-29 dólares.

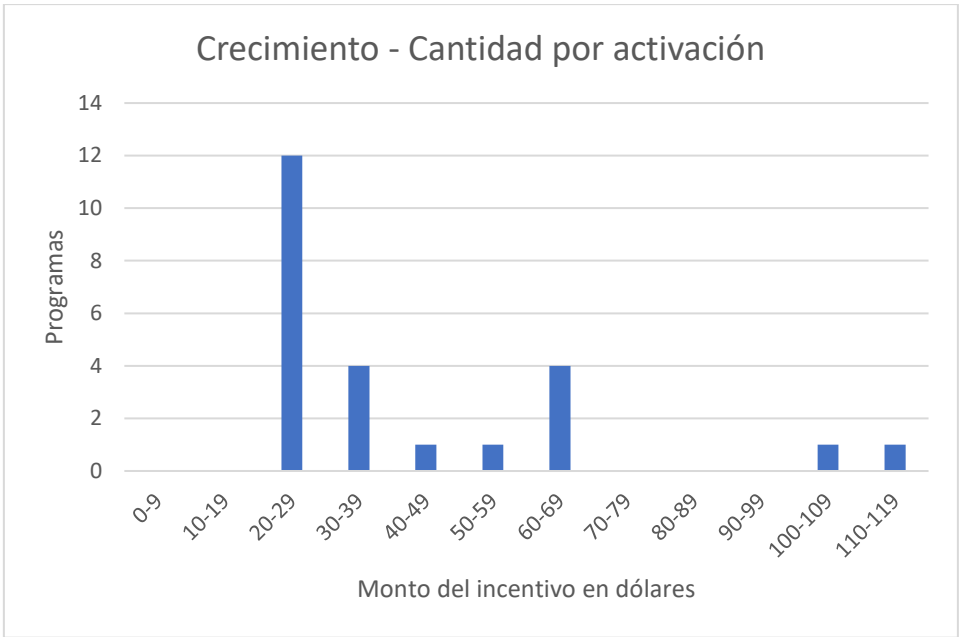


Figura 47. Crecimiento - Cantidad por activación

La Figura 48 muestra un gráfico circular sobre el número de programas del total que calculen el incentivo en función de la energía ahorrada y cuales otorgan el incentivo por participar en los eventos sin importar la energía ahorrada. En este segmento los programas que recompensan de manera proporcional el ahorro de energía componen el 7%

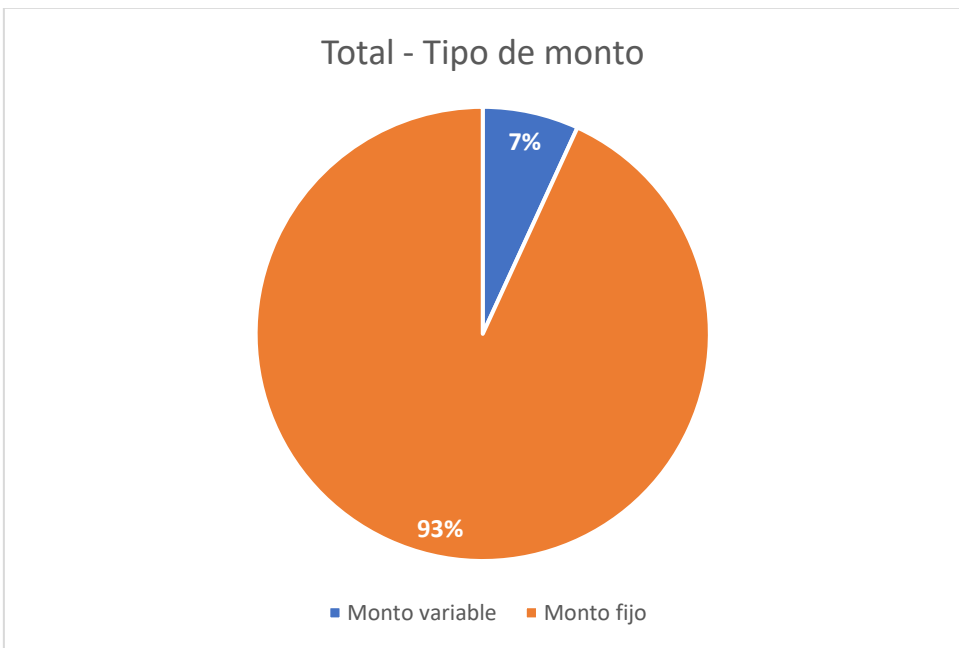


Figura 48. Total - Tipo de monto

La Figura 49 es un gráfico de barras donde el eje X representa una horquilla de dólares que encierra la cantidad de dinero que el participante percibe como incentivo de activación de monto fijo del total de los programas mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas que otorgan este incentivo ofrecen 38,26\$ de media y la moda se sitúa en el segmento de los 20-29 dólares.

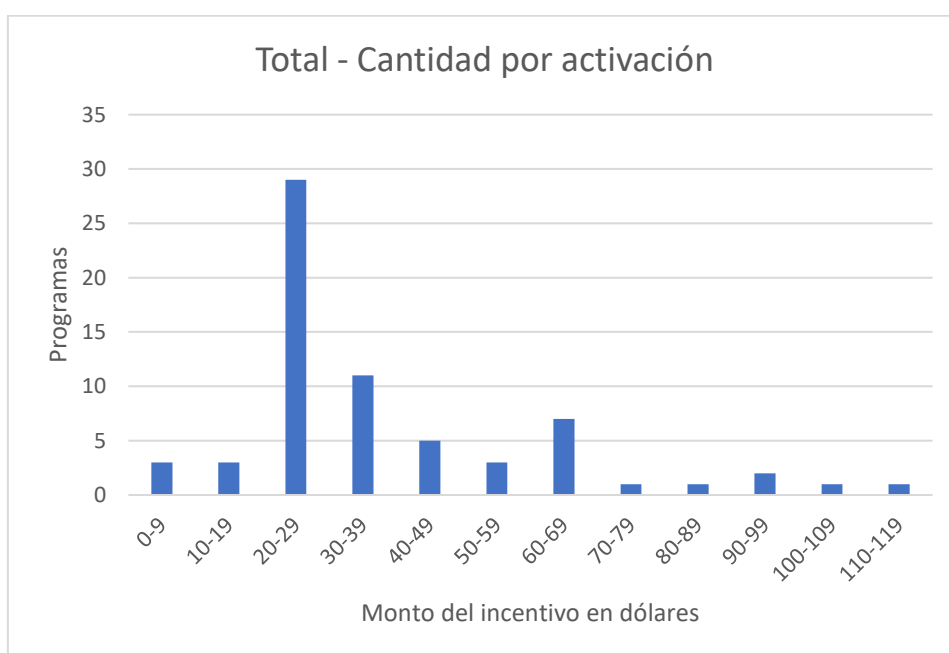


Figura 49. Total – Cantidad por activación

Independientemente del segmento, la mayoría de los proveedores favorecen los programas de monto fijo frente a los de monto variable. Además, en los programas de monto fijo se puede observar que en los programas con mayor éxito, la media se sitúa en torno a los cuarenta dólares aunque la moda en todos los segmentos se sitúa en el rango de 20-29 dólares, lo que indica que es más importante ofrecer un incentivo de activación frente a tenerlo más alto confirmando la correlación cercana a 0 entre el número de participantes y los incentivos por participante.

#### 4.2.2.2.3 Requisitos

En este apartado se estudia si los programas requieren que el participante haga alguna acción si quisiera participar en los eventos. La Figura 50 muestra un diagrama de columnas agrupadas donde se representan el número de programas que requieren de la acción del residente para participar en los eventos y el número de programas que no le requieren.

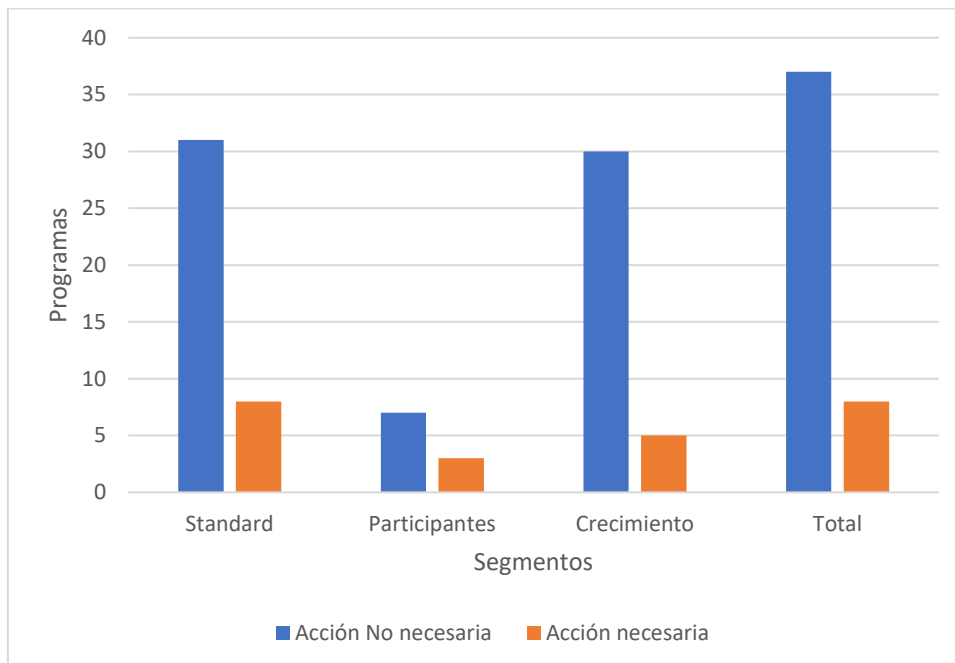


Figura 50. Acción necesaria por parte del participante para los eventos de flexibilidad

Existe un dominio de los programas que no necesitan ninguna acción por parte del residente para entrar en los eventos. Esto se debe a que la mayoría de los programas que se analizaron en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** son de control directo de carga.



#### 4.2.2.2.4 Periodicidad

En este apartado se estudia si existe una diferencia entre los programas que dan incentivos por activación mensuales en contraposición de los programas que los otorgan anualmente. Además, se comprueba si el requerimiento para obtener el incentivo es mediante la participación en eventos o por el contrario se calcula en base al ahorro.

La Figura 51 es un gráfico de barras donde el eje X representa la frecuencia con la que se otorgan los incentivos mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas con incentivos anuales componen el 57,1% de este segmento.

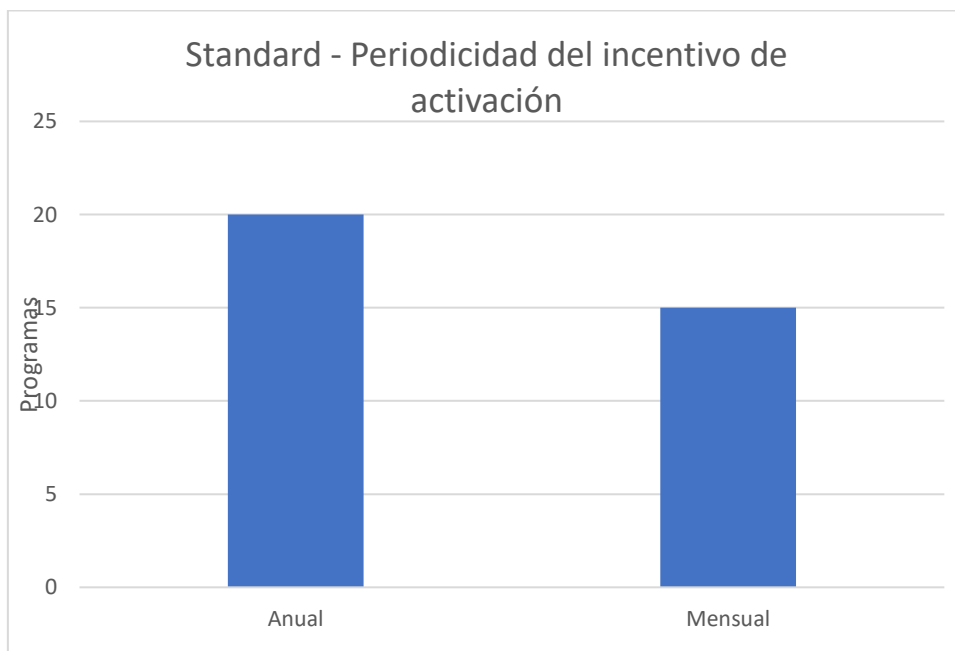


Figura 51. Standard - Periodicidad del incentivo de activación

La Figura 52 es un gráfico de barras donde el eje X representa la frecuencia con la que se otorgan los incentivos mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas con incentivos anuales componen el 55,5% de este segmento.

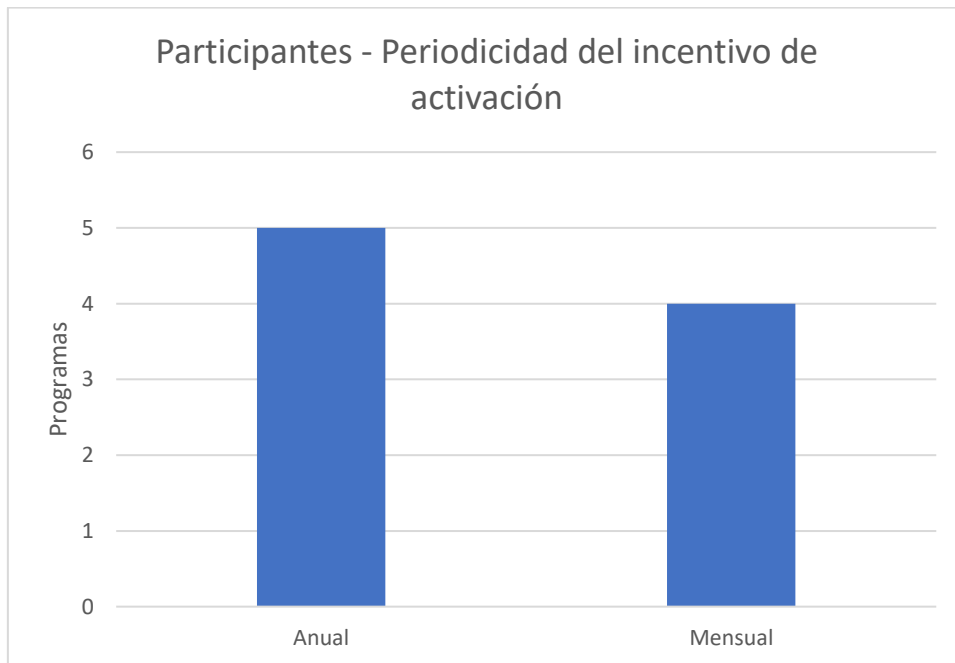


Figura 52. Participantes - Periodicidad del incentivo de activación

La Figura 53 es un gráfico de barras donde el eje X representa la frecuencia con la que se otorgan los incentivos mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas con incentivos anuales componen el 57,7% de este segmento.

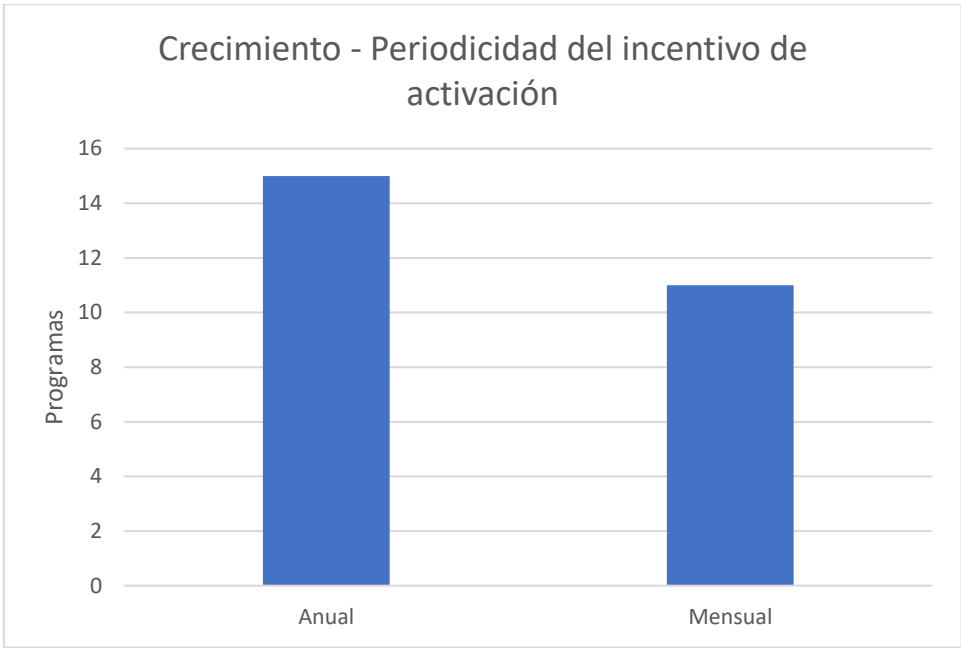


Figura 53. Crecimiento - Periodicidad del incentivo de activación

La Figura 54 es un gráfico de barras donde el eje X representa la frecuencia con la que se otorgan los incentivos mientras que el eje Y representa el número de programas. Los programas con incentivos anuales componen el 57,1% de este segmento.

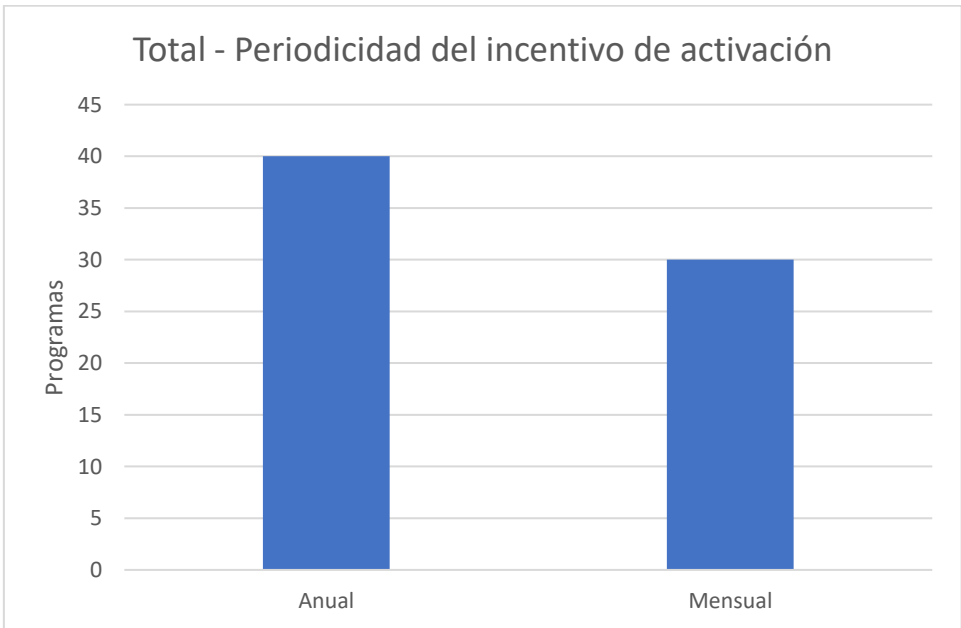


Figura 54. Total – Periodicidad del incentivo de activación

A pesar de la existencia de más programas que recompensen de forma anual, no se han encontrado pruebas de que estos programas sean la opción prioritaria de la mayoría, por lo que no hay grandes diferencias entre la creación de un programa de incentivos mensuales o anuales.

### 4.3. Resumen de resultados

Los resultados de este análisis aportan un mayor entendimiento de las características de los programas de flexibilidad.

En el apartado 4.1. Caracterización de los programas de flexibilidad se muestran varios descubrimientos. En primer lugar, los programas de control directo de carga son los más populares, en específico aquellos que controlan el termostato de la residencia. Por otro lado, que el resto de los programas no están tienen tanto éxito.

En segundo lugar, los proveedores suelen ofrecer un único programa, aunque los segmentos con mayor éxito ofrecen de media un mayor número de programas en su porfolio, lo que indica que, para aumentar la participación, es beneficioso tener distintos programas que se amolden a los distintos participantes.

En tercer lugar, el diseño web es el factor que, dentro del apartado 4.1. Caracterización de los programas de flexibilidad, más diferencia existe entre los segmentos con los programas más exitosos y el resto de los programas. Por otro lado, no se encontraron diferencia significativas en el lenguaje.

En el apartado 4.2.1. Incentivos no monetarios muestra que la mayoría de los proveedores no utilizan incentivos no monetarios. Los más utilizados con diferencia es ayudar al medioambiente / luchar contra el cambio climático y reforzar la idea del ahorro en la factura de la luz mientras que el resto se utilizan poco. Debido a que la mayoría de los programas de éxito no utilicen incentivos no monetarios indica que no es un factor que aporte mucho valor añadido al programa o que sea un factor decisivo en la participación de los usuarios.

Por otro lado, los incentivos monetarios, ya sean de disponibilidad o activación, son relevantes para los participantes ya que la mayoría de programas los ofrecen.

Los incentivos de disponibilidad suelen ser de 50\$ y 75\$ mientras que los incentivos por activación suelen ser de monto fijo y están en torno a los 30\$ anuales. En los incentivos por activación, a pesar de que la media sea superior a los 30\$, se puede obtener el mismo efecto con la moda, lo que indica que es más importante ofrecer un incentivo de activación frente a tenerlo más alto, confirmando la correlación cercana a 0 entre el número de participantes y los incentivos por participante.

Por último, no influye en la participación la frecuencia en la que los programas reparten los incentivos de disponibilidad, ya sea anualmente o de forma mensual, aunque existe una clara preferencia por aquellos programas donde no se requiere de ningún tipo de acción por parte del usuario para participar en los eventos de flexibilidad.

## 5. Conclusiones

En el presente trabajo se ha analizado en profundidad los programas de flexibilidad residenciales en Estados Unidos que fue proporcionada por el EIA desde 2013 hasta 2022. Se creó una base de datos con 684 programas y a través de filtros se seleccionaron 105 programas para analizar. Para completar la base de datos, se añadieron los incentivos que están otorgando, aunque, para poder analizar en profundidad todos los aspectos de los programas, se asignaron valores a cada una de las variables que componen un programa de flexibilidad.

Se realizaron dos análisis, uno previo donde se analizaron los programas en base a la información proporcionada por el EIA y el análisis final donde se analizaron los programas en base a las características que se encontraron en la página web del proveedor.

En el análisis previo, se muestra que los mejores programas por número de participantes se encuentran en California, Florida y Maryland mientras que todos los estados de Estados Unidos intentan impulsar sus programas de flexibilidad ya que los programas con mayor crecimiento están por todo el país. Por otro lado, se comprobó que los programas con mayor número de participantes son aquellos que otorgan más incentivos monetarios, aunque no existe una correlación entre los participantes y los incentivos que se reportan a cada uno de sus participantes, indicando que existen otras variables más importantes que la mera cuantía de los incentivos.

En el análisis final, se muestra el efecto que tienen las diferentes variables en el éxito de los programas de flexibilidad, las cuales están detalladas en el apartado 4.3. Resumen de resultados. Los programas con más posibilidades de éxito son aquellos programas de control directo de carga, con un buen diseño de web y que ofrezcan incentivos monetarios de disponibilidad de unos 50\$ o 75\$, además de otros incentivos monetarios de activación y en los que un puesto de control gestione la participación de los dispositivos sin que sea necesaria la acción del participante.

Se ha conseguido alcanzar el objetivo principal de este TFM, que es identificar las características de los programas de flexibilidad más relevantes. Además, con la creación de la base de datos se puede ir actualizando con los programas de años posteriores para futuras líneas de investigación y la creación de tendencias temporales, ya que las

sociedades cambian con el tiempo y pueden cambiar los incentivos que se consideran más atractivos hacia el público residencial.

## Referencias

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2023). Emisiones de dióxido de carbono. EPA. Recuperado el 19 de abril de 2024 de <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>

Aghdam, F. H., Zavodovski, A., Adetunji, A., Pongracz, E., & Rasti, M. (2024). Resilience-Oriented Operation of Distribution Networks in Presence of Demand Response. 2024 International Workshop on Artificial Intelligence and Machine Learning for Energy Transformation (AIE), Artificial Intelligence and Machine Learning for Energy Transformation (AIE), 2024 International Workshop On, 1–6. <https://doi.org/10.1109/AIE61866.2024.10561361>

Aurora. (2018). Power Sector Modelling: System Cost Impact of Renewables. Oxford: Aurora Energy Research Limited. <https://nic.org.uk/app/uploads/Power-sector-modelling-final-report-1-Aurora-Energy-Research.pdf>

Bartusch, C., et al. (2011). Introducing a demand-based electricity distribution tariff in the residential sector: demand response and customer perception. *Energy Policy*, 39(9), 5008-5025. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.013>.

Belmans, R., et al. (2014). Linear - the Report. Genk: the Linear Consortium.

Bird, J. (2015). Developing the Smarter Grid: the Role of Domestic and Small and Medium Enterprise Customers. Newcastle-upon-Tyne.

Bundesregierung, Deutschland. (2022). Energiewende im Überblick. Retrieved December 12, 2023, from <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/amendment-of-the-renewables-act-2060448>

Carmichael, R., et al. (2014). Residential Consumer Attitudes to Time-Varying Pricing. London: Imperial College London.

Dena. (2010). Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick auf 2025. Berlin.

Dupont, B., De Jonghe, C., Kessels, K., & Belmans, R. (2011). Short-term consumer benefits of dynamic pricing. In 8th International Conference on the European Energy Market (EEM 2011). Zagreb.



EIA (2011), *Harnessing Variable Renewables*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/harnessing-variable-renewables>, Licence: CC BY 4.0

EPRI. (2012). *Understanding Electric Utility Customers - Summary Report what We Know and what We Need to Know*. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute. Retrieved from <http://www.epri.com/abstracts/Pages/ProductAbstract.aspx?ProductId=000000000001025856>

Farhar, B. C., Maksimovic, D., Tomac, W. A., & Coburn, T. C. (2016). A field study of human factors and vehicle performance associated with PHEV adaptation. *Energy Policy*, 93, 265–277. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.003>

Fell, M.J., et al. (2015). Public acceptability of domestic demand-side response in Great Britain: the role of automation and direct load control. *Energy Research & Social Science*, 9, 72-84. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.08.023>.

Freire-Barceló, T., Martín-Martínez, F., Sánchez-Mirallas, A. (2022), A literature review of Explicit Demand Flexibility providing energy services, *Electr. Power Syst. Res.*, 209, 107953, <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.107953>

Gellings, C. W. (1985). The concept of demand-side management for electric utilities. *Proceedings of the IEEE, Proc. IEEE*, 73(10), 1468–1470. <https://doi.org/10.1109/PROC.1985.13318>

Hall, N.L., Jeanneret, T.D., Rai, A., 2016. Cost-reflective electricity pricing: consumer preferences and perceptions. *Energy Policy* 95, 62–72. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.042>.

Klobasa, M., Angerer, G., Lüllmann, A., et al. (2013). Lastmanagement als Beitrag zur Deckung des Spitzenlastbedarfs in Süddeutschland. Retrieved September 15, 2015, from [https://www.agoraenergiewende.de/fileadmin/Projekte/2012/Lastmanagement-als-Beitrag-zur-Versorgungssicherheit/Agora\\_Studie\\_Lastmanagement\\_Sueddeutschland\\_Endbericht\\_web.pdf](https://www.agoraenergiewende.de/fileadmin/Projekte/2012/Lastmanagement-als-Beitrag-zur-Versorgungssicherheit/Agora_Studie_Lastmanagement_Sueddeutschland_Endbericht_web.pdf)

Lebosse, C. (2016). *Grid4EU DEMO6 - dD6.8-1 Assessment of the Social Behaviour of the Residential Customers after on Site Tests*.

Lopes, M. A. R., Henggeler Antunes, C., Janda, K. B., Peixoto, P., & Martins, N. (2016). The potential of energy behaviours in a smart(er) grid: Policy implications from a Portuguese exploratory study. *Energy Policy*, 90, 233–245. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.12.014>

Mancini, F., Lo Basso, G., De Santoli, L., 2019. Energy use in residential buildings: Characterisation for identifying flexible loads by means of a questionnaire survey. *Energies* 12 (11), 2055. <http://dx.doi.org/10.3390/en12112055>.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.). Grandes instalaciones de combustión. Recuperado el 18 de abril de 2024 de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/grandes\\_instalaciones\\_combustion.html](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/grandes_instalaciones_combustion.html)

Mohammed, N. A., & Albadi, M. H. (2018). Impact of Demand Response on Short-Term Generation Planning. 2018 IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering (SEGE), Smart Energy Grid Engineering (SEGE), 2018 IEEE International Conference On, 176–180. <https://doi.org/10.1109/SEGE.2018.8499493>

Müller, T., & Möst, D. (2018). Demand response potential: available when needed? *Energy Policy*, 115, 181-198. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2017.12.025>. Elsevier.

National Infrastructure Commission. (2016). *Smart Power*. London: National Infrastructure Commission.

Nouicer, A., Meeus, L., & Delarue, E. (2023). The Economics of Demand-Side Flexibility in Distribution Grids. *Energy Journal*, 44(1), 215–244.

Okur, O., Heijnen, P., Lukszo, Z., (2020) 'Aggregator's business models in residential and service sectors: A review of operational and financial aspects', *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 139, p. 110702, Apr. 2021, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110702>

Parrish, B., Gross, R., & Heptonstall, P. (2019). On demand: can demand response live up to expectations in managing electricity systems? *Energy Research & Social Science*, 51, 107-118. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2018.11.018>. Elsevier.

Parrish, B., Heptonstall, P., Gross, R., & Sovacool, B. K. (2020). A systematic review of motivations, enablers and barriers for consumer engagement with residential demand response. *Energy Policy*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111221>

Strbac, G. (2008). Demand side management: benefits and challenges. *Energy Policy*, 36(12), 4419-4426. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.030>

Van der Veen, A., van der Laan, M., de Heer, H., Klaassen, E., van der Reek, W., (2018), Flexibility Value Chain, USEF, <https://books.google.es/books?id=Z-ZHygEACAAJ>

Wiekens, C.J., van Grootel, M., & Steinmeijer, S. (2014). In: *Experiences and Behaviours of End-Users in a Smart Grid: the Influence of Values, Attitudes, Trust, and Several Types of Demand Side Management*, BEHAVE2014 - Behaviour and Energy Efficiency Conference. BEHAVE2014, Oxford.

## Anexos

### Anexo I

Anexo I – Tabla de Proveedores de servicios de flexibilidad

<b>Proveedor</b>	<b>Estado</b>	<b>Tipo de programa</b>	<b>Experiencia (años)</b>
A & N Electric Coop	VA	Residencial	2
A & N Electric Coop	MD	Residencial	1
Adams Electric Coop	IL	Residencial	7
Adams-Columbia Electric Coop	WI	Residencial	4
Aiken Electric Coop Inc	SC	Residencial	3
PowerSouth Energy Cooperative	AL	Residencial	1
Alabama Power Co	AL	Residencial	4
Alameda Municipal Power	CA	Residencial	1
Alaska Electric Light&Power Co	AK	Residencial	10
City of Alexandria - (MN)	MN	Residencial	6
Algoma Utility Comm	WI	Otro	1
City of Algona - (IA)	IA	Residencial	1
Allamakee-Clayton El Coop, Inc	IA	Residencial	6
Allegheny Electric Coop Inc	PA	Residencial	1
Altamaha Electric Member Corp	GA	Otro	1
City of Ames - (IA)	IA	Residencial	3

City of Anaheim - (CA)	CA	Residencial	3
City of Anderson - (IN)	IN	Otro	1
City of Anthon - (IA)	IA	Residencial	1
Appalachian Power Co	VA	Residencial	4
Appalachian Power Co	WV	Residencial	5
Arizona Public Service Co	AZ	Residencial	5
Arkansas Electric Coop Corp	AR	Otro	1
Entergy Arkansas Inc	AR	Residencial	10
City of Arlington - (MN)	MN	Residencial	6
City of Arlington - (SD)	SD	Otro	1
Atlantic City Electric Co	NJ	Residencial	7
Atlantic Municipal Utilities	IA	Residencial	5
City of Aurelia - (IA)	IA	Residencial	1
City of Austin - (MN)	MN	Residencial	1
Austin Energy	TX	Residencial	10
BARC Electric Coop Inc	VA	Residencial	1
Baltimore Gas & Electric Co	MD	Residencial	10
Village of Baraga - (MI)	MI	Otro	1
City of Barnesville - (MN)	MN	Residencial	7
Barron Electric Coop	WI	Residencial	9
Bartlett Electric Coop, Inc	TX	Otro	1
Bartholomew County Rural E M C	IN	Residencial	1
Bayfield Electric Coop, Inc	WI	Residencial	6

Beltrami Electric Coop, Inc	MN	Residencial	9
City of Benson - (MN)	MN	Residencial	7
City of Benton - (AR)	AR	Otro	1
Linde Energy Services, Inc.	ME	Otro	1
Linde Energy Services, Inc.	PA	Otro	1
Berkeley Electric Coop Inc	SC	Residencial	9
Big Bend Electric Coop, Inc	WA	Otro	1
Black River Electric Coop, Inc - (SC)	SC	Residencial	1
Black Hills Electric Coop, Inc	SD	Residencial	1
Black River Electric Coop - (MO)	MO	Otro	1
City of Black River Falls	WI	Otro	1
Blue Earth Light & Water	MN	Residencial	5
Blue Grass Energy Coop Corp	KY	Otro	1
Blue Ridge Elec Member Corp - (NC)	NC	Residencial	5
City of Boscobel - (WI)	WI	Otro	1
Boone Electric Coop	MO	Otro	1
Village of Brainard - (NE)	NE	Otro	1
Brazos Electric Power Coop Inc	TX	Otro	1
City of Breckenridge- (MN)	MN	Residencial	5
Bremen Electric Light & Power Co	IN	Otro	1
Broad River Electric Coop, Inc	NC	Residencial	2
Brodhead Water & Lighting Comm	WI	Otro	1
Buckeye Rural Elec Coop, Inc	OH	Residencial	1

City of Burlington Electric - (VT)	VT	Residencial	2
Burt County Public Power Dist	NE	Residencial	2
Butler Rural El Coop Assn, Inc - (KS)	KS	Residencial	1
Butler Public Power District - (NE)	NE	Otro	1
Butler County Rural Elec Coop - (IA)	IA	Otro	1
Butte Electric Coop, Inc	SD	Residencial	7
C & L Electric Coop Corp	AR	Otro	1
Caney Valley El Coop Assn, Inc	KS	Otro	1
Capital Electric Coop, Inc	ND	Residencial	10
Duke Energy Progress - (NC)	NC	Residencial	10
Duke Energy Progress - (NC)	SC	Residencial	6
Carroll Electric Member Corp - (GA)	GA	Residencial	4
Carroll Electric Coop Corp - (AR)	AR	Otro	1
Carteret-Craven El Member Corp	NC	Residencial	2
City of Cartersville - (GA)	GA	Otro	1
Cedar Falls Utilities	IA	Residencial	1
Cedar-Knox Public Power Dist	NE	Residencial	1
Cedarburg Light & Water Comm	WI	Otro	1
Central Alabama Electric Coop	AL	Residencial	1
Central Georgia El Member Corp	GA	Residencial	10
Central Hudson Gas & Elec Corp	NY	Residencial	1
Central Iowa Power Cooperative	IA	Otro	1
AEP Texas Central Company	TX	Otro	1

Central Power Elec Coop, Inc	ND	Residencial	1
Central Wisconsin Elec Coop	WI	Residencial	5
Borough of Chambersburg	PA	Otro	1
Caddo Electric Coop, Inc	OK	Residencial	2
Cherry-Todd Electric Coop, Inc	NE	Residencial	1
Cherry-Todd Electric Coop, Inc	SD	Residencial	2
Cimarron Electric Coop	OK	Otro	1
Chippewa Valley Electric Coop	WI	Residencial	7
Choctawhatche Elec Coop, Inc	FL	Residencial	7
Choptank Electric Coop, Inc	MD	Residencial	3
Choctaw Electric Coop Inc	OK	Otro	1
Duke Energy Ohio Inc	OH	Residencial	6
Citizens Electric Co - (PA)	PA	Residencial	1
Claiborne Electric Coop, Inc	LA	Otro	1
Clark Electric Coop - (WI)	WI	Residencial	6
City of Colman - (SD)	SD	Otro	1
Cleveland Electric Illum Co	OH	Residencial	4
Clay Electric Cooperative, Inc	FL	Otro	1
Clearwater-Polk Elec Coop Inc	MN	Residencial	7
Clinton Combined Utility Sys	SC	Residencial	1
Coastal Electric Coop, Inc	SC	Residencial	1
Cobb Electric Membership Corp	GA	Otro	1
Coles-Moultrie Electric Coop	IL	Residencial	1

City of Colorado Springs - (CO)	CO	Residencial	5
City of Colton - (CA)	CA	Otro	1
City of Columbia - (MO)	MO	Residencial	5
City of Columbus - (OH)	OH	Otro	1
City of Columbus - (WI)	WI	Otro	1
Commonwealth Edison Co	IL	Residencial	10
Community Electric Coop	VA	Residencial	6
Town of Concord - (MA)	MA	Residencial	4
Connecticut Light & Power Co	CT	Residencial	4
Consolidated Edison Co-NY Inc	NY	Residencial	10
Consumers Energy Co	MI	Residencial	9
Conway Corporation	AR	Otro	1
Comanche County Elec Coop Assn	TX	Otro	1
Coos-Curry Electric Coop, Inc	OR	Otro	1
Corn Belt Energy Corporation	IL	Otro	1
Corn Belt Power Coop	IA	Residencial	1
Cotton Electric Coop, Inc	OK	Otro	1
Covington Electric Coop, Inc	AL	Residencial	1
Coweta-Fayette El Member Corp	GA	Residencial	10
City of Covington - (GA)	GA	Otro	1
Craighead Electric Coop Corp	AR	Otro	1
Crisp County Power Comm	GA	Otro	1
City of Crystal Falls	MI	Otro	1



City of Cuba City	WI	Otro	1
City of Cuero - (TX)	TX	Otro	1
Cuivre River Electric Coop Inc	MO	Residencial	9
DS&O Electric Cooperative, Inc.	KS	Residencial	6
City of Danville - (VA)	VA	Otro	1
Dawson Power District	NE	Otro	1
Decatur County Rural E M C	IN	Residencial	2
Delaware County Elec Coop Inc	NY	Residencial	1
Delmarva Power	DE	Residencial	9
Delmarva Power	MD	Residencial	10
City of Denison - (IA)	IA	Residencial	7
Delaware Electric Cooperative	DE	Residencial	9
Denton County Elec Coop, Inc	TX	Residencial	7
DTE Electric Company	MI	Residencial	4
City of Detroit Lakes - (MN)	MN	Residencial	7
Dixie Electric Membership Corp	LA	Residencial	3
City of Dover - (DE)	DE	Otro	1
City of Dover - (OH)	OH	Otro	1
Duke Energy Carolinas, LLC	NC	Residencial	9
Duke Energy Carolinas, LLC	SC	Residencial	9
Dunn County Electric Coop	WI	Residencial	10
Town of Danvers	MA	Residencial	8
Duquesne Light Co	PA	Otro	1

City of Eagle River - (WI)	WI	Otro	1
East River Elec Pwr Coop, Inc	SD	Residencial	1
City of East Grand Forks - (MN)	MN	Residencial	7
East Kentucky Power Coop, Inc	KY	Residencial	10
Eastern Illinois Elec Coop	IL	Residencial	1
Eastern Iowa Light & Power Coop	IA	Otro	1
Eau Claire Electric Coop	WI	Residencial	7
El Paso Electric Co	NM	Residencial	4
El Paso Electric Co	TX	Residencial	5
City of Elbow Lake - (MN)	MN	Residencial	1
City of Elk River	MN	Otro	1
Elkhorn Rural Public Pwr Dist	NE	Otro	1
Empire District Electric Co	MO	Otro	1
Empire District Electric Co	KS	Otro	1
Empire District Electric Co	OK	Otro	1
Energy Coop of New York, Inc	NY	Otro	1
Excelsior Electric Member Corp	GA	Residencial	1
Escambia River Elec Coop, Inc	FL	Residencial	5
City of Estelline - (SD)	SD	Otro	1
Town of Estes Park	CO	Otro	1
City of Evansville	WI	Otro	1
Fairmont Public Utilities Comm	MN	Residencial	3
Fall River Rural Elec Coop Inc	ID	Otro	1

Farmers Electric Coop, Inc - (MO)	MO	Residencial	5
Farmers Electric Coop, Inc - (TX)	TX	Residencial	6
Farmers Electric Coop Corp - (AR)	AR	Otro	1
Fayetteville Public Works Commission	NC	Residencial	1
First Electric Coop Corp	AR	Residencial	10
Fitchburg Gas & Elec Light Co	MA	Residencial	1
Flathead Electric Coop Inc	MT	Residencial	10
Flint Electric Membership Corp	GA	Residencial	10
Florence Utility Comm	WI	Otro	1
Flint Hills Rural E C A, Inc	KS	Residencial	7
Florida Keys El Coop Assn, Inc	FL	Residencial	4
Florida Power & Light Co	FL	Residencial	10
Duke Energy Florida, Inc	FL	Residencial	10
City of Fort Collins - (CO)	CO	Residencial	10
Four County Elec Member Corp	NC	Otro	1
Easley Combined Utility System	SC	Residencial	6
City of Fremont - (NE)	NE	Otro	1
Freeborn-Mower Coop Services	MN	Residencial	10
Frontier Power Company	OH	Residencial	3
Fulton County Rural E M C	IN	Otro	1
City of Garland - (TX)	TX	Otro	1
Buckeye Power, Inc	OH	Residencial	9
GreyStone Power Corporation	GA	Otro	1

Georgia Power Co	GA	Residencial	9
City of Gladstone	MI	Otro	1
City of Glendale - (CA)	CA	Residencial	3
Golden Spread Electric Cooperative, Inc	TX	Otro	1
Golden Spread Electric Cooperative, Inc	OK	Otro	1
Graham County Electric Coop Inc	AZ	Otro	1
Grand Rapids Public Util Comm	MN	Residencial	7
Grand River Dam Authority	OK	Otro	1
Grayson Rural Electric Coop Corp	KY	Otro	1
Great River Energy	MN	Residencial	10
Green Mountain Power Corp	VT	Residencial	8
City of Greenville - (TX)	TX	Otro	1
City of Groton - (SD)	SD	Otro	1
Grundy Electric Coop, Inc	MO	Residencial	7
Guadalupe Valley Elec Coop Inc	TX	Residencial	5
Gulf Coast Electric Coop, Inc	FL	Residencial	6
Gulf Power Co	FL	Residencial	4
Habersham Electric Membership Corp	GA	Otro	1
City of Hamilton - (OH)	OH	Otro	1
Harrison County Rural E M C	IN	Residencial	1
Hart Electric Member Corp	GA	Residencial	3
Hartford Electric	WI	Otro	1
City of Hartley - (IA)	IA	Residencial	1

Hawaii Electric Light Co Inc	HI	Residencial	2
City of Hawarden - (IA)	IA	Residencial	1
Hawkeye Tri-County El Coop Inc	IA	Residencial	3
Heartland Power Coop	IA	Residencial	1
Haywood Electric Member Corp	NC	Residencial	9
City of Hecla	SD	Otro	1
Henderson City Utility Comm	KY	Otro	1
Highline Electric Assn	NE	Otro	1
Highline Electric Assn	CO	Otro	1
Jackson Electric Coop, Inc - (WI)	WI	Residencial	7
Holy Cross Electric Assn, Inc	CO	Residencial	3
Horry Electric Coop Inc	SC	Residencial	9
City of Homestead - (FL)	FL	Otro	1
CenterPoint Energy	TX	Residencial	9
City of Howard - (SD)	SD	Otro	1
Howard Greeley Rural P P D	NE	Otro	1
Hustisford Utilities	WI	Otro	1
City of Idaho Falls - (ID)	ID	Otro	1
Idaho Power Co	ID	Residencial	9
Idaho Power Co	OR	Residencial	9
Illinois Rural Electric Coop	IL	Residencial	1
City of Independence - (IA)	IA	Otro	1
City of Independence - (MO)	MO	Otro	1

Hoosier Energy R E C, Inc	IN	Residencial	8
Indianapolis Power & Light Co	IN	Residencial	10
Illinois Municipal Elec Agency	IL	Otro	1
Indiana Michigan Power Co	IN	Residencial	5
Indiana Michigan Power Co	MI	Residencial	4
Interstate Power and Light Co	IA	Residencial	10
Interstate Power and Light Co	MN	Otro	1
Iowa Lakes Electric Coop	IA	Otro	1
Irwin Electric Membership Corp	GA	Otro	1
Jackson County Rural E M C - (IN)	IN	Residencial	2
Jackson Electric Coop, Inc - (TX)	TX	Otro	1
Jackson Electric Member Corp - (GA)	GA	Residencial	10
Beaches Energy Services	FL	Otro	1
JEA	FL	Otro	1
Jefferson Utilities	WI	Otro	1
Jersey Central Power & Lt Co	NJ	Residencial	1
Jo-Carroll Energy Coop Inc	IL	Residencial	9
Johnson County Rural E M C	IN	Otro	1
Jump River Electric Coop Inc	WI	Residencial	7
Juneau Utility Comm	WI	Otro	1
City of Kansas City - (KS)	KS	Residencial	3
Kansas City Power & Light Co	KS	Residencial	1
Kansas City Power & Light Co	MO	Residencial	6

Kansas Gas & Electric Co	KS	Residencial	1
City of Kaukauna	WI	Otro	1
KBR Rural Public Power District	NE	Otro	1
KEM Electric Coop Inc	ND	Residencial	2
Kentucky Utilities Co	KY	Residencial	6
City of Kings Mountain - (NC)	NC	Otro	1
Kingsport Power Co	TN	Otro	1
Kosciusko County Rural E M C	IN	Otro	1
Village of L'Anse - (MI)	MI	Otro	1
La Plata Electric Assn, Inc	CO	Residencial	1
LaCreek Electric Assn, Inc	SD	Residencial	4
City of Lake City - (MN)	MN	Otro	1
City of Lake Crystal - (MN)	MN	Residencial	7
Lake Mills Light & Water	WI	Otro	1
City of Lake View - (IA)	IA	Otro	1
Lamb County Electric Coop, Inc	TX	Otro	1
Lake Country Power	MN	Otro	1
Laurens Electric Coop, Inc	SC	Residencial	1
Lee County Electric Coop, Inc	FL	Residencial	10
City of Leesburg - (FL)	FL	Residencial	1
Lehi City Corporation	UT	Otro	1
Licking Valley Rural E C C	KY	Otro	1
Lincoln Electric System	NE	Residencial	5

Litchfield Public Utilities	MN	Residencial	1
City of Lodi - (WV)	WI	Otro	1
Long Island Power Authority	NY	Residencial	4
City of Longmont	CO	Residencial	1
Los Angeles Department of Water & Power	CA	Otro	1
Energy Louisiana LLC	LA	Otro	1
Louisville Gas & Electric Co	KY	Residencial	6
Loup River Public Power Dist	NE	Otro	1
City of Loveland - (CO)	CO	Residencial	2
Lower Colorado River Authority	TX	Otro	1
Lower Valley Energy Inc	ID	Residencial	8
Lower Valley Energy Inc	WY	Residencial	8
Lumbee River Elec Member Corp	NC	Residencial	5
Lyon Rural Electric Coop	IA	Residencial	7
City of Madison - (SD)	SD	Residencial	8
Madison Gas & Electric Co	WI	Residencial	4
Magic Valley Electric Coop Inc	TX	Residencial	4
City of Manassas - (VA)	VA	Residencial	4
Manitowoc Public Utilities	WI	Otro	1
City of Manning	IA	Residencial	3
City of Maquoketa - (IA)	IA	Otro	1
City of Marshall - (MI)	MI	Otro	1
City of Marshall - (MN)	MN	Residencial	10



Town of Massena - (NY)	NY	Residencial	6
Maui Electric Co Ltd	HI	Residencial	4
McLean Electric Coop, Inc	ND	Residencial	1
Montana-Dakota Utilities Co	ND	Otro	1
Montana-Dakota Utilities Co	WY	Residencial	8
Montana-Dakota Utilities Co	MT	Otro	1
Montana-Dakota Utilities Co	SD	Otro	1
City of McPherson - (KS)	KS	Otro	1
Mecklenburg Electric Cooperative	VA	Otro	1
City of Medford - (WI)	WI	Residencial	1
Medina Electric Coop, Inc	TX	Otro	1
City of Menasha - (WI)	WI	Otro	1
Nodak Electric Coop Inc	ND	Residencial	8
MidAmerican Energy Co	IA	Residencial	10
MidAmerican Energy Co	IL	Residencial	10
MidAmerican Energy Co	SD	Residencial	7
Midwest Energy Cooperative	MI	Residencial	8
Metropolitan Edison Co	PA	Residencial	1
Menard Electric Coop	IL	Residencial	7
Midstate Electric Coop, Inc	OR	Residencial	3
Mid-Carolina Electric Coop Inc	SC	Residencial	1
Mid-Yellowstone Elec Coop, Inc	MT	Residencial	1
Middle Georgia El Member Corp	GA	Otro	1

Midwest Energy Inc	KS	Otro	1
Midwest Electric Member Corp	NE	Otro	1
City of Milton-Freewater- (OR)	OR	Residencial	7
ALLETE, Inc.	MN	Residencial	10
Village of Minster - (OH)	OH	Otro	1
Mississippi County Electric Co	AR	Otro	1
Entergy Mississippi LLC	MS	Residencial	2
Mississippi Power Co	MS	Residencial	2
KCP&L Greater Missouri Operations Co.	MO	Residencial	6
Modesto Irrigation District	CA	Residencial	10
Monongahela Power Co	WV	Otro	1
City of Monroe - (NC)	NC	Otro	1
Monroe County Elec Coop, Inc	IL	Otro	1
NorthWestern Energy LLC - (MT)	MT	Otro	1
City of Moorhead - (MN)	MN	Residencial	9
City of Mora - (MN)	MN	Otro	1
Moreau-Grand Electric Coop Inc	SD	Residencial	7
South Central Indiana REMC	IN	Residencial	1
Village of Mt. Horeb - (WI)	WI	Otro	1
Mountain View Elec Assn, Inc	CO	Residencial	5
Village of Muscoda - (WI)	WI	Otro	1
City of Naperville - (IL)	IL	Otro	1
Navopache Electric Coop, Inc	AZ	Residencial	1

Navarro County Elec Coop, Inc	TX	Otro	1
Nebraska Public Power District	NE	Residencial	1
City of Negaunee	MI	Otro	1
Nevada Power Co	NV	Residencial	10
Village of New Glarus - (WI)	WI	Otro	1
New Hampshire Elec Coop Inc	NH	Residencial	4
City of New Holstein - (WI)	WI	Otro	1
New London Electric&Water Util	WI	Otro	1
Entergy New Orleans Inc	LA	Residencial	7
New Prague Utilities Comm	MN	Residencial	7
City of New Richmond	WI	Otro	1
New Smyrna Beach City of	FL	Residencial	9
New Ulm Public Utilities Comm	MN	Otro	1
New York State Elec & Gas Corp	NY	Residencial	6
City of Newark - (DE)	DE	Otro	1
Newberry Electric Coop, Inc	SC	Residencial	1
Niagara Mohawk Power Corp.	NY	Residencial	7
Niobrara Valley El Member Corp	NE	Otro	1
North Carolina Mun Power Agny #1	NC	Residencial	1
Northern Virginia Elec Coop	VA	Residencial	2
Noble County R E M C	IN	Otro	1
Norris Public Power District	NE	Residencial	3
North Arkansas Elec Coop, Inc	AR	Residencial	10

North Carolina El Member Corp	NC	Residencial	3
North Carolina Eastern M P A	NC	Residencial	10
North Central MO Elec Coop Inc	MO	Residencial	7
North Central Elec Coop, Inc	ND	Otro	1
North Central Public Pwr Dist	NE	Otro	1
City of North Platte	NE	Residencial	3
Northern Indiana Pub Serv Co	IN	Residencial	2
Northern Lights, Inc	ID	Otro	1
Northern Neck Elec Coop, Inc	VA	Residencial	10
Northern States Power Co	WI	Residencial	10
Northern States Power Co	MI	Otro	1
Northern States Power Co - Minnesota	MN	Residencial	10
Northern States Power Co - Minnesota	ND	Residencial	10
Northern States Power Co - Minnesota	SD	Residencial	10
Northern Wasco County PUD	OR	Otro	1
Northwest Iowa Power Coop	IA	Residencial	10
Northwest Rural Pub Pwr Dist	NE	Otro	1
Northwestern Wisconsin Elec Co	WI	Residencial	1
City of Norway	MI	Otro	1
Northfork Electric Coop, Inc	OK	Otro	1
City of Norwood - (MA)	MA	Residencial	9
Oakdale Electric Coop	WI	Residencial	10
Oconomowoc Utilities	WI	Otro	1

Oconto Falls Water & Light Comm	WI	Otro	1
Ohio Edison Co	OH	Residencial	4
Ohio Power Co	OH	Residencial	1
Oklahoma Gas & Electric Co	OK	Residencial	9
Oklahoma Gas & Electric Co	AR	Otro	1
Omaha Public Power District	NE	Residencial	10
City of Onawa - (IA)	IA	Residencial	3
Orange & Rockland Utils Inc	NY	Residencial	7
Tri-County Electric Coop, Inc	SC	Residencial	1
P K M Electric Coop, Inc	MN	Residencial	6
City of Osage - (IA)	IA	Residencial	1
Osceola Electric Coop, Inc	IA	Residencial	7
Otter Tail Power Co	MN	Residencial	8
Otter Tail Power Co	ND	Residencial	5
Otter Tail Power Co	SD	Residencial	5
City of Owatonna - (MN)	MN	Residencial	10
Owen Electric Coop Inc	KY	Residencial	3
Otsego Electric Coop, Inc	NY	Residencial	1
City of Owensboro - (KY)	KY	Otro	1
Pacific Gas & Electric Co	CA	Residencial	9
PacifiCorp	ID	Otro	1
PacifiCorp	UT	Residencial	10
PacifiCorp	OR	Otro	1

Palmetto Electric Coop Inc	SC	Residencial	10
Panhandle Rural El Member Assn	NE	Otro	1
People's Cooperative Services	MN	Residencial	10
City of Parker - (SD)	SD	Otro	1
Parkland Light & Water Company	WA	Otro	1
Pee Dee Electric Coop, Inc	SC	Residencial	1
Orlando Utilities Comm	FL	Otro	1
PUD No 1 of Pend Oreille County	WA	Otro	1
Pennsylvania Electric Co	PA	Otro	1
Pemiscot-Dunklin Elec Coop Inc	MO	Otro	1
PPL Electric Utilities Corp	PA	Otro	1
Pennsylvania Power Co	PA	Residencial	1
Pee Dee Electric Member Corp	NC	Otro	1
PECO Energy Co	PA	Residencial	8
Piedmont Electric Member Corp	NC	Residencial	10
Piedmont Municipal Power Agny	SC	Otro	1
Pierce-Pepin Coop Services	WI	Residencial	3
City of Plymouth - (WI)	WI	Otro	1
Polk County Rural Pub Pwr Dist	NE	Otro	1
City of Port Angeles - (WA)	WA	Otro	1
Portland General Electric Co	OR	Residencial	5
Poudre Valley R E A, Inc	CO	Otro	1
The Potomac Edison Company	WV	Otro	1

Potomac Electric Power Co	DC	Residencial	10
Potomac Electric Power Co	MD	Residencial	10
New York Power Authority	NY	Otro	1
Village of Prairie Du Sac - (WI)	WI	Otro	1
Polk-Burnett Electric Coop	WI	Residencial	1
Preston Public Utilities Comm	MN	Residencial	1
City of Preston	IA	Otro	1
Price Electric Coop Inc	WI	Residencial	7
Princeton Public Utils Comm	MN	Residencial	3
Prince George Electric Coop	VA	Residencial	5
Public Service Co of Colorado	CO	Residencial	10
Duke Energy Indiana Inc	IN	Residencial	9
Public Service Co of NH	NH	Residencial	3
Public Service Co of NM	NM	Residencial	10
Public Service Co of Oklahoma	OK	Residencial	2
Public Service Elec & Gas Co	NJ	Residencial	5
City of Radford - (VA)	VA	Otro	1
Randolph Electric Member Corp	NC	Otro	1
Rayle Electric Membership Corp	GA	Otro	1
Red River Valley Rrl Elec Assn	OK	Otro	1
Town of Reading - (MA)	MA	Otro	1
Reedsburg Utility Comm	WI	Otro	1
City of Richland Center - (WI)	WI	Otro	1

Richland Electric Coop	WI	Otro	1
Riverland Energy Cooperative	WI	Residencial	9
City of River Falls	WI	Otro	1
Roanoke Electric Member Corp	NC	Residencial	6
Rochester Public Utilities	MN	Residencial	10
Rochester Gas & Electric Corp	NY	Residencial	6
City of Rock Hill - (SC)	SC	Residencial	3
Rockland Electric Co	NJ	Residencial	1
Rolling Hills Electric Coop	KS	Otro	1
Roseau Electric Coop, Inc	MN	Residencial	7
City of Roseville - (CA)	CA	Residencial	10
Rural Electric Conven Coop	IL	Residencial	1
Rutherford Elec Member Corp	NC	Residencial	10
Sacramento Municipal Util Dist	CA	Residencial	1
Salt River Project	AZ	Residencial	6
San Luis Valley R E C, Inc	CO	Otro	1
City of San Antonio - (TX)	TX	Residencial	10
Santee Electric Coop, Inc	SC	Residencial	10
San Diego Gas & Electric Co	CA	Residencial	9
Access Energy Coop	IA	Otro	1
San Patricio Electric Coop Inc	TX	Otro	1
Satilla Rural Elec Member Corporation	GA	Otro	1
Scenic Rivers Energy Coop	WI	Residencial	10



SEMO Electric Cooperative	MO	Otro	1
City of Seaford- (DE)	DE	Otro	1
Heartland Rural Elec Coop, Inc	KS	Residencial	7
Sawnee Electric Membership Corporation	GA	Residencial	10
Sedgwick County El Coop Assn Inc	KS	Otro	1
City of Sergeant Bluff - (IA)	IA	Residencial	1
Shakopee Public Utilities Comm	MN	Residencial	10
Sharyland Utilities LP	TX	Otro	1
RushShelby Energy	IN	Residencial	2
Shelby Electric Coop, Inc	IL	Residencial	5
Shenandoah Valley Elec Coop	VA	Residencial	1
City of Shelly - (MN)	MN	Otro	1
Town of Shrewsbury - (MA)	MA	Residencial	1
Sierra Pacific Power Co	NV	Residencial	10
Singing River Elec Pwr Assn	MS	Otro	1
City of Sioux Center	IA	Residencial	1
Sioux Valley SW Elec Coop	MN	Otro	1
Sioux Valley SW Elec Coop	SD	Otro	1
Slinger Utilities	WI	Otro	1
PUD 1 of Snohomish County	WA	Residencial	2
South Carolina Electric&Gas Company	SC	Otro	1
South Carolina Public Service Authority	SC	Residencial	1
South Central Public Pwr Dist	NE	Otro	1

South Plains Electric Coop Inc	TX	Otro	1
South River Elec Member Corp	NC	Residencial	2
City of South Sioux City	NE	Otro	1
Southeastern Indiana R E M C	IN	Residencial	6
Southern California Edison Co	CA	Residencial	10
Bear Valley Electric Service	CA	Otro	1
Southern Indiana Gas & Elec Co	IN	Residencial	10
Southern Maryland Elec Coop Inc	MD	Residencial	10
Southwest Arkansas E C C	AR	Otro	1
Southwest Louisiana E M C	LA	Otro	1
Southwest Public Power Dist	NE	Otro	1
Southwestern Electric Power Co	AR	Otro	1
Southwestern Electric Power Co	TX	Otro	1
Southwestern Electric Power Co	LA	Otro	1
Southwestern Public Service Co	NM	Residencial	7
Southwestern Public Service Co	TX	Residencial	10
Snapping Shoals El Member Corp	GA	Residencial	1
City of St Charles - (IL)	IL	Otro	1
St Croix Electric Coop	WI	Residencial	7
City of St James - (MN)	MN	Residencial	7
City of Saint Peter	MN	Residencial	6
Stanton County Public Pwr Dist	NE	Residencial	6
Stearns Cooperative Elec Assn	MN	Residencial	1

South Central Power Company	OH	Residencial	3
Town of Sterling - (MA)	MA	Residencial	6
Steuben Rural Elec Coop, Inc	NY	Otro	1
Stillwater Utilities Authority	OK	Otro	1
City of Stoughton - (WI)	WI	Otro	1
Tallapoosa River Elec Coop Inc	AL	Otro	1
City of Sturgeon Bay - (WI)	WI	Otro	1
Sulphur Springs Valley E C Inc	AZ	Otro	1
Sumter Electric Coop, Inc	FL	Residencial	1
Sun Prairie Utilities	WI	Otro	1
Superior Water and Light Co	WI	Otro	1
Taylor Electric Coop - (WI)	WI	Residencial	7
City of Tacoma - (WA)	WA	Otro	1
City of Tallahassee - (FL)	FL	Otro	1
Tampa Electric Co	FL	Residencial	4
City of Taunton	MA	Residencial	2
Taylor County Rural E C C	KY	Residencial	1
Tennessee Valley Authority	AL	Otro	1
Tennessee Valley Authority	GA	Otro	1
Tennessee Valley Authority	KY	Otro	1
Tennessee Valley Authority	MS	Otro	1
Tennessee Valley Authority	NC	Otro	1
Tennessee Valley Authority	TN	Otro	1

Tennessee Valley Authority	VA	Otro	1
City of Thief River Falls	MN	Residencial	1
Thumb Electric Coop of Mich	MI	Residencial	1
City of Tipp City - (OH)	OH	Otro	1
Tri-County Elec Member Corp	GA	Residencial	5
The Toledo Edison Co	OH	Residencial	4
TriEagle Energy, L.P.	TX	Residencial	1
Tri-County Electric Coop	MN	Residencial	9
MiEnergy Cooperative	IA	Residencial	6
Tri-County Electric Coop, Inc	CO	Otro	1
Tri-County Electric Coop, Inc	OK	Otro	1
Trico Electric Cooperative Inc	AZ	Otro	1
Truman Public Utilities Comm	MN	Otro	1
Two Rivers Water & Light	WI	Otro	1
TXU Energy Retail Co LP	TX	Residencial	1
Tri-County Electric Coop	MI	Residencial	10
Union Electric Co - (MO)	MO	Residencial	4
Duke Energy Kentucky	KY	Residencial	10
United Electric Coop Service Inc - (TX)	TX	Residencial	10
United Illuminating Co	CT	Residencial	1
United Power, Inc	CO	Residencial	10
Hawaiian Electric Co Inc	HI	Residencial	10
Upper Peninsula Power Co	MI	Otro	1

City of Valley City	ND	Residencial	7
UNS Electric, Inc	AZ	Otro	1
City of Vermillion - (SD)	SD	Residencial	7
Verendrye Electric Coop Inc	ND	Residencial	10
City of Vernon	CA	Otro	1
Vernon Electric Coop	WI	Residencial	7
Victory Electric Coop Assn Inc	KS	Otro	1
City of Vinton - (IA)	IA	Otro	1
Virginia Electric & Power Co	NC	Residencial	10
Virginia Electric & Power Co	VA	Residencial	10
City of Volga - (SD)	SD	Otro	1
City of Wadena - (MN)	MN	Residencial	7
City of Wadsworth - (OH)	OH	Residencial	7
City of Wahoo - (NE)	NE	Residencial	1
Wake Electric Membership Corp	NC	Otro	1
Walton Electric Member Corp	GA	Otro	1
City of Warren - (MN)	MN	Otro	1
City of Waseca - (MN)	MN	Residencial	5
Washington Electric Coop - (OH)	OH	Residencial	1
Waterloo Light & Water Comm	WI	Otro	1
Watertown Municipal Utilities	SD	Otro	1
Village of Waunakee - (WI)	WI	Otro	1
Waupun Utilities	WI	Otro	1

West Penn Power Company	PA	Residencial	1
West River Electric Assn Inc	SD	Residencial	10
AEP Texas North Company	TX	Otro	1
City of Westby	WI	Otro	1
Western Farmers Elec Coop, Inc	OK	Otro	1
Western Massachusetts Electric Company	MA	Otro	1
Twin Valleys Public Power Dist	NE	Otro	1
Wharton County Elec Coop, Inc	TX	Residencial	6
City of Westerville - (OH)	OH	Residencial	5
City of Westminster - (SC)	SC	Otro	1
Wheeling Power Co	WV	Residencial	5
White River Valley El Coop Inc	MO	Otro	1
Whitehall Electric Utility	WI	Otro	1
Northeastern Rural E M C	IN	Residencial	5
Wild Rice Electric Coop, Inc	MN	Residencial	10
Willmar Municipal Utilities	MN	Residencial	9
City of Windom	MN	Otro	1
Winner Municipal Utility	SD	Residencial	5
Wiregrass Electric Coop, Inc	AL	Residencial	1
Wisconsin Electric Power Co	MI	Otro	1
Wisconsin Electric Power Co	WI	Otro	1
Wisconsin Power & Light Co	WI	Residencial	1
WPPI Energy	WI	Otro	1

Wisconsin Public Service Corp	MI	Residencial	4
Wisconsin Public Service Corp	WI	Residencial	7
Withlacoochee River Elec Coop	FL	Residencial	1
City of Woodbine - (IA)	IA	Residencial	1
Woodruff Electric Coop Corp	AR	Otro	1
Yellowstone Valley Elec Co-op	MT	Otro	1
York Electric Coop Inc	SC	Residencial	10
City of Worthington - (MN)	MN	Residencial	1
Perennial Public Power Dist	NE	Residencial	2
Southside Electric Coop, Inc	VA	Residencial	4
Seminole Electric Cooperative Inc	FL	Residencial	4
EnergyUnited Elec Member Corp	NC	Residencial	4
Kentucky Power Co	KY	Otro	1
Westar Energy Inc	KS	Residencial	1
Bluestem Electric Coop Inc	KS	Otro	1
Tucson Electric Power Co	AZ	Otro	1
Unitil Energy Systems	NH	Residencial	1
Cass County Elec Coop Inc	ND	Residencial	10
Western Indiana Energy REMC	IN	Otro	1
Town of Langford- (SD)	SD	Otro	1
Little Ocmulgee El Member Corp	GA	Otro	1
Red Lake Electric Coop, Inc	MN	Residencial	6
Red River Valley Coop Pwr Assn	MN	Residencial	7

Electrical Dist No3 Pinal County	AZ	Otro	1
Texas-New Mexico Power Co	TX	Otro	1
Dixie Escalante R E A, Inc	UT	Otro	1
Wabash Valley Power Assn, Inc	IL	Residencial	10
Wabash Valley Power Assn, Inc	IN	Residencial	9
Wabash Valley Power Assn, Inc	IN	Residencial	9
Wabash Valley Power Assn, Inc	MO	Residencial	10
Colquitt Electric Membership Corp	GA	Otro	1
Rappahannock Electric Coop	VA	Residencial	10
Sullivan County R E C, Inc - (PA)	PA	Residencial	1
City of White - (SD)	SD	Otro	1
Emerald People's Utility Dist	OR	Otro	1
Oncor Electric Delivery Company LLC	TX	Residencial	8
NSTAR Electric Company	MA	Residencial	4
City of Moreno Valley - (CA)	CA	Residencial	2
Entergy Texas Inc.	TX	Otro	1
Marin Clean Energy	CA	Residencial	1
Efficiency Maine Trust	ME	Otro	1
City of Winter Park - (FL)	FL	Otro	1
Pittsburg Power Company	CA	Otro	1
Cape Light Compact	MA	Residencial	4
DC Sustainable Energy Utility	DC	Residencial	1
CKenergy Electric Cooperative	OK	Residencial	1



Upper Michigan Energy Resources Corp.	MI	Residencial	1
---------------------------------------	----	-------------	---

*Tabla 5. Proveedores de servicios de flexibilidad en EE.UU.*

## Anexo II – Proveedores de programas para analizar

<b>Proveedor</b>	<b>Estado</b>
Southern California Edison Co	CA
San Diego Gas & Electric Co	CA
Baltimore Gas & Electric Co	MD
Florida Power & Light Co	FL
Arizona Public Service Co	AZ
Pacific Gas & Electric Co	CA
Potomac Electric Power Co	MD
City of San Antonio - (TX)	TX
Duke Energy Florida, Inc	FL
Northern States Power Co - Minnesota	MN
Commonwealth Edison Co	IL
Great River Energy	MN
Delmarva Power	DE
Consumers Energy Co	MI
Duke Energy Carolinas, LLC	NC
Public Service Co of Colorado	CO
Duke Energy Progress - (NC)	NC
Portland General Electric Co	OR
North Carolina Eastern M P A	NC
Virginia Electric & Power Co	VA
Austin Energy	TX
Buckeye Power, Inc	OH

Public Service Elec & Gas Co	NJ
PacifiCorp	UT
Oklahoma Gas & Electric Co	OK
ALLETE, Inc.	MN
Louisville Gas & Electric Co	KY
Kentucky Utilities Co	KY
Nevada Power Co	NV
PECO Energy Co	PA
Delaware Electric Cooperative	DE
Duke Energy Indiana Inc	IN
Georgia Power Co	GA
MidAmerican Energy Co	IA
Sawnee Electric Membership Corporation	GA
Indianapolis Power & Light Co	IN
Omaha Public Power District	NE
Public Service Co of NM	NM
Choctawhatche Elec Coop, Inc	FL
Interstate Power and Light Co	IA
Salt River Project	AZ
Consolidated Edison Co-NY Inc	NY
Duke Energy Ohio Inc	OH
Atlantic City Electric Co	NJ
Southern Maryland Elec Coop Inc	MD

United Electric Coop Service Inc - (TX)	TX
Oncor Electric Delivery Company LLC	TX
Rappahannock Electric Coop	VA
Palmetto Electric Coop Inc	SC
Blue Ridge Elec Member Corp - (NC)	NC
Kansas City Power & Light Co	MO
KCP&L Greater Missouri Operations Co.	MO
Hawaiian Electric Co Inc	HI
Southern Indiana Gas & Elec Co	IN
Idaho Power Co	ID
Berkeley Electric Coop Inc	SC
Entergy Arkansas Inc	AR
Northwest Iowa Power Coop	IA
Wisconsin Public Service Corp	WI
Jackson Electric Member Corp - (GA)	GA
Lee County Electric Coop, Inc	FL
CenterPoint Energy	TX
East Kentucky Power Coop, Inc	KY
Flint Electric Membership Corp	GA
Niagara Mohawk Power Corp.	NY
Northern States Power Co	WI
Otter Tail Power Co	MN
Green Mountain Power Corp	VT

Hoosier Energy R E C, Inc	IN
Wabash Valley Power Assn, Inc	IN
City of Columbia - (MO)	MO
Coweta-Fayette El Member Corp	GA
Duke Energy Kentucky	KY
New York State Elec & Gas Corp	NY
Modesto Irrigation District	CA
Denton County Elec Coop, Inc	TX
Sierra Pacific Power Co	NV
Rochester Gas & Electric Corp	NY
El Paso Electric Co	TX
Riverland Energy Cooperative	WI
Cass County Elec Coop Inc	ND
North Arkansas Elec Coop, Inc	AR
Rochester Public Utilities	MN
Tri-County Electric Coop	MN
Beltrami Electric Coop, Inc	MN
Rutherford Elec Member Corp	NC
Capital Electric Coop, Inc	ND
Piedmont Electric Member Corp	NC
Southwestern Public Service Co	TX
MiEnergy Cooperative	IA
Barron Electric Coop	WI

City of Owatonna - (MN)	MN
United Power, Inc	CO
Scenic Rivers Energy Coop	WI
Horry Electric Coop Inc	SC
First Electric Coop Corp	AR
Nodak Electric Coop Inc	ND
Central Georgia El Member Corp	GA
City of Fort Collins - (CO)	CO
Wild Rice Electric Coop, Inc	MN
Oakdale Electric Coop	WI
York Electric Coop Inc	SC
Energy New Orleans Inc	LA
Indiana Michigan Power Co	IN
Orange & Rockland Utils Inc	NY
Midwest Energy Cooperative	MI
Eau Claire Electric Coop	WI
Farmers Electric Coop, Inc - (MO)	MO
Jackson Electric Coop, Inc - (WI)	WI
Northern Neck Elec Coop, Inc	VA

*Tabla 6. Proveedores de programas para analizar*

## Anexo III – Alineación del TFM con los ODSs

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, son 17 objetivos establecidos por las Naciones Unidas en 2015 que sustituyeron a los 8 Objetivos de Desarrollo del Milenio. Estos objetivos son parte de la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y están diseñados para crear un mundo más sostenible abordando las 3 dimensiones de la sostenibilidad: la económica, social y ambiental.

El ODS primario que se ha identificado es el ODS 7 – Energía asequible y no contaminante, el cual es atribuido a un ODS social. En específico el target 7.2 - “De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas” y el target 7.b – “ De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo”.

Los servicios de flexibilidad buscan, entre otras cosas, reducir costes al evitar la necesidad de invertir en un aumento de la capacidad de la red de transporte, lo que se relaciona con el target 7.b. Además, los servicios de flexibilidad también buscan una gestión eficiente de los recursos energéticos fomentando la incorporación de energías renovables en el mix energético. Este motivo se relaciona con el target 7.2 y con el ODS 12 – Producción y Consumo Responsables, el cual se ha considerado como un ODS secundario con una dimensión económica. En este caso el target específico que aplica es el 12.2 – “De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales”.

Por último, como ODS secundario con una dimensión ambiental se ha identificado el ODS 13 – Acción por el clima. En específico el target 13.3 – “Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana”.

Los servicios de flexibilidad tienen varias barreras de entrada, y una de las clasificaciones de las barreras de entrada son las comportamentales, entre las que se incluyen, pero no están limitadas: la desconfianza por parte de la población debido al desconocimiento y la disminución del control percibido por parte de los usuarios. Educar a la población es fundamental para poder utilizar todas las herramientas disponibles para luchar contra el cambio climático.