



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

SECTOR ENERGÍA

PERFIL DE PROPUESTA: DESARROLLO DE ENVOLVENTES Y DE SISTEMAS DE CONTROLES INTELIGENTES PARA EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE SUSTENTABLES

1. Antecedentes

El Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) abarca todas las acciones que se realizan en las diversas etapas del quehacer energético para optimizar su uso, partiendo de los recursos, pasando por los servicios, hasta llegar al nivel de los consumidores. En otras palabras, es el manejo planificado, desde el punto de vista técnico-económico, de la energía requerida para la producción o la prestación de un servicio y que concede especial atención a la protección del medio ambiente. El consumo de energía es el último eslabón de una cadena de decisiones y acciones, por lo que es necesario su análisis dentro del contexto social donde ocurre. Las medidas de UREE significan tanto en la implementación de políticas a nivel país de sustitución de fuentes de energía, empleando las energías renovables propias más abundantes para reemplazar en la medida de lo posible los hidrocarburos, desarrollando modificación de procesos, equipos de generación y aprovechamiento y costumbres de la población en el uso racional de la energía.

La Agencia Internacional de Energía (IEA) estima que los consumos energéticos en edificios Residenciales, Comerciales y los Públicos son del 30% al 40% de la energía utilizada a nivel mundial. Dicho sector contribuye entre el 25% y el 35% de las emisiones de CO₂ mundiales.

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC) se prevé [¹] que las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) resultantes de edificios residenciales, comerciales y públicos crezcan de 1,9-2,9 GtC/año [²] en 2010, 1,9-3, 3 GtC/año en 2020, y 1,9-5,3 GtC/año en 2050. Las tecnologías que se aplican para el uso eficiente de la energía en los edificios, con períodos de amortización para el consumidor, menor a 5 años tienen la posibilidad económica de reducir las emisiones de carbono en un 25%

[¹] Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático. Documento técnico I (1996) y III (2007) del IPCC.

[²] GtC/año. Emisión de 10⁹ toneladas de Carbono por año.



Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

para 2020 y hasta un 40% para 2050, en relación con la referencia del escenario IS92.

Como puede verse en la Figura 1^[3], los edificios tienen un importante potencial de reducción de emisiones, el más importante frente a los demás sectores, luego de implementar un uso racional de la energía. Se pueden lograr aplicando las cuatro medidas generales siguientes: i) programas basados en el mercado, según las cuales se proporciona a clientes o fabricantes asistencia técnica y/o incentivos; ii) normas obligatorias de uso eficiente de la energía en el lugar de fabricación de los materiales envolventes o en el momento de la construcción del edificio; iii) normas voluntarias para los usuarios en el uso eficiente de la energía de los edificios, y iv) mayor insistencia en programas privados o públicos de I&D para obtener productos más eficientes. Si bien todas las medidas tienen algunos costos administrativos y de transacción, el efecto global para la economía será favorable en la medida en que las tecnologías utilizadas para ahorrar energía sean rentables.

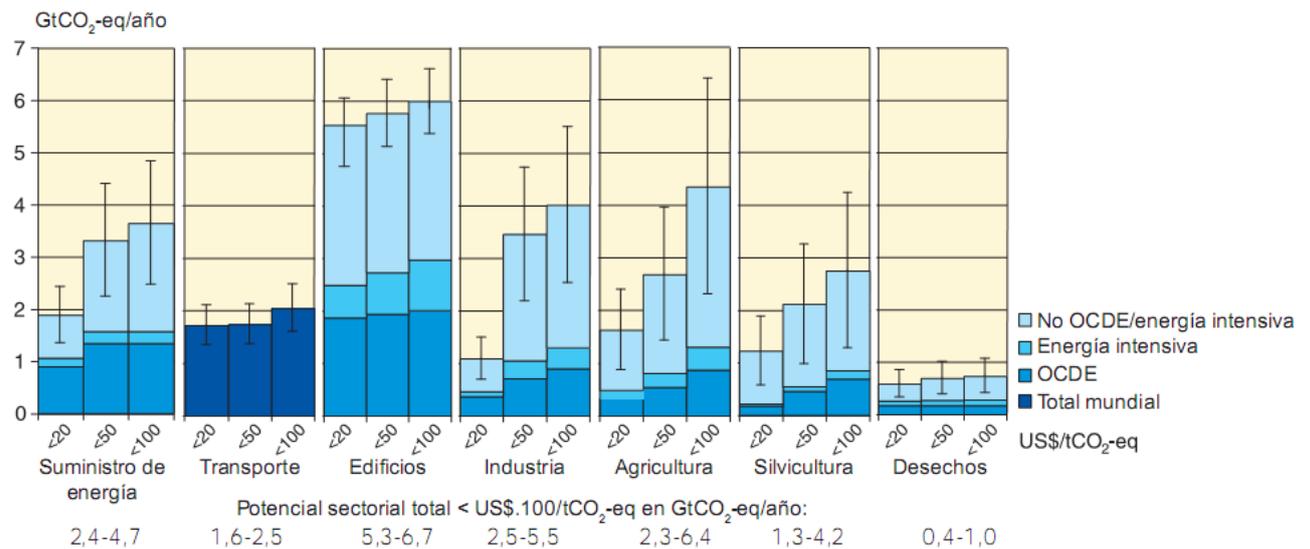


Figura 1: Potencial económico de mitigación por sectores en 2010, estimados mediante estudios de planteamiento ascendente

Para la República Argentina como se aprecia en la Figura 2 ^[4], la suma del sector Residencial con el Comercial y Público, tiene una participación del 31% en el consumo total de energía, mientras que este sector, es el responsable del 55%

[3] Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático. Documento técnico III (2007) del IPCC.

[4] Secretaría de Energía. Información de mercado-Publicaciones-Energía en general-Balances energéticos-2010. www.energia.mecon.gov.ar



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

del consumo total de electricidad (Figura 3) y del 50% del consumo total de gas por red (Figura 4).

Por lo tanto, se trata de un sector de sumo interés para investigar, desarrollar e innovar en la aplicación de nuevas tecnologías de UREE a fin de disminuir estos consumos. Cabe acotar que en este campo se ha trabajado sobre todo en la edificación en zonas aisladas aplicando el concepto de aprovechamiento bioclimático, pero muy poco en el área urbana donde se presenta una problemática totalmente distinta.

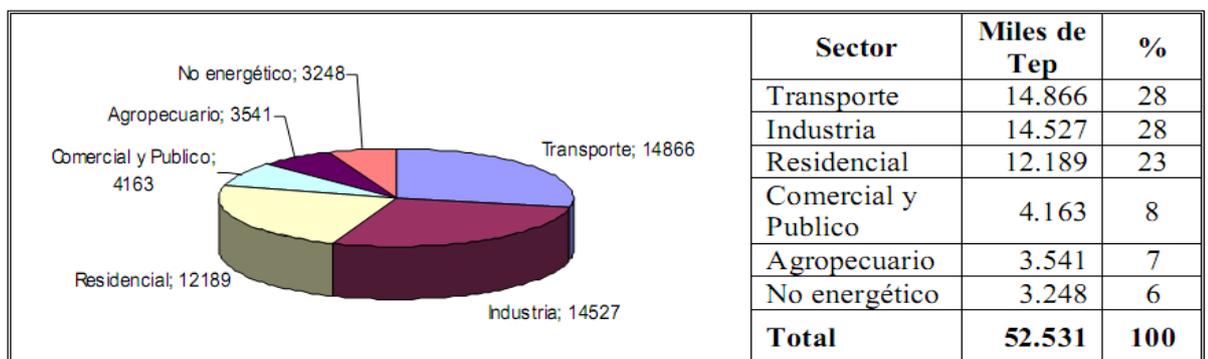


Figura 2: Consumo de energía total por sectores. Elaboración propia

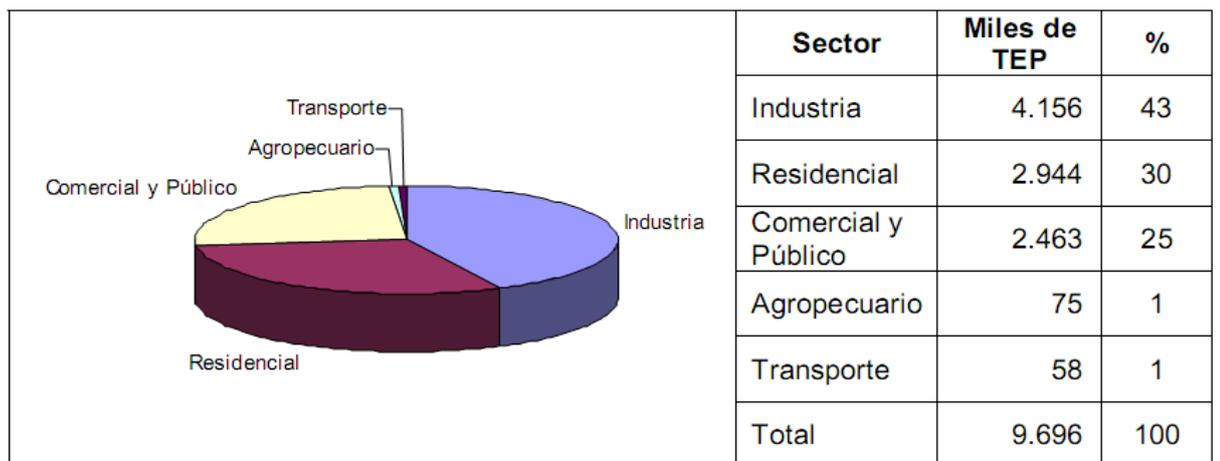


Figura 3: Consumo de electricidad por sectores. Elaboración propia



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

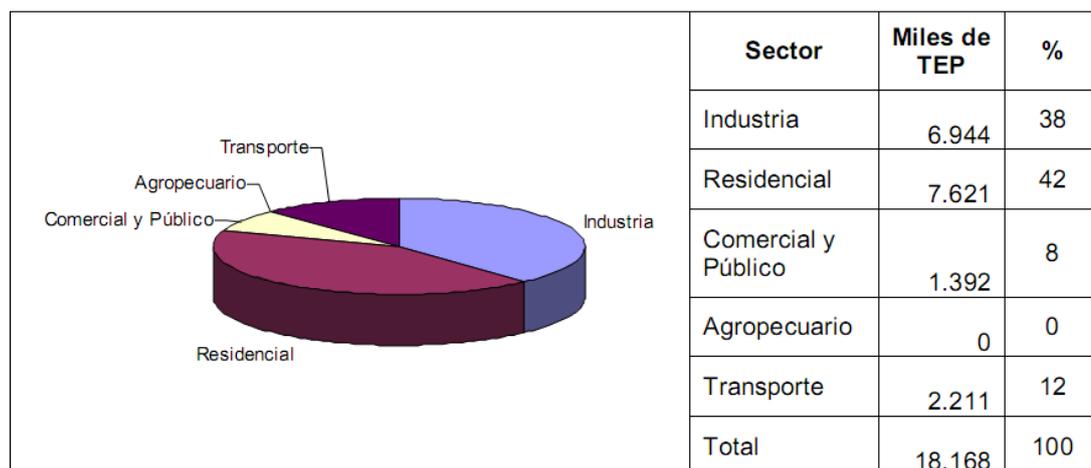


Figura 4: Consumo de gas distribuido por redes para diferentes sectores. Elaboración propia

La contribución de tecnologías para la disminución de pérdidas y ganancias térmicas por envolvente y sustentabilidad energética de los edificios a la reducción de picos de demanda de energía eléctrica y consumo de recursos fósiles, en particular el gas natural, y por consiguiente obteniendo en el estudio del ciclo de vida, una reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Existen algunos programas nacionales que impulsan el tema UREE en edificios como el Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos (PROUREE) de la Dirección Nacional de Promoción de la Secretaría de Energía de la Nación y el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), regulado por el Decreto 140/2007, el que, entre otras actividades, fomenta la cogeneración de energía, lo que puede aplicarse en particular en edificios públicos y comerciales.

Al presente no existe un requisito de certificación nacional de eficiencia energética para edificios con inclusión en los pliegos de las obras como de cumplimiento obligatorio de este cálculo, salvo para la Ley 13.059 de la provincia de Buenos Aires y el Decreto 8.757 de la Municipalidad de Rosario, provincia de Santa Fe, que establece las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de edificios. Hay varias normas IRAM [5] que normalizan los

[5] Norma IRAM 11601, (1986), Acondicionamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los materiales de construcción. Métodos de cálculo. Instituto Argentino de Normalización. Norma IRAM 11603, (1992), Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización. Norma IRAM 11604, (1990), Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor, Instituto Argentino de Normalización. Norma IRAM 11605, (1980), Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en viviendas. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica K. Instituto Argentino de Normalización. Norma IRAM 11625, (1991),



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

requerimientos de acondicionamiento térmico de los edificios para cada una de las zonas bioambientales del país, en función de la interacción edificio-clima-hombre. En sus diferentes reglamentaciones establece métodos de cálculo, indicadores termofísicos de los materiales, valores admisibles de transmitancia térmica etc.; en particular cabe mencionar la norma IRAM 11900 "Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios", no siendo ninguna de estas normas de carácter obligatorio.

La utilización de programas de simulación para la construcción de edificios permite detectar situaciones de desconfort y evaluar las posibles soluciones. Esto impacta en la calidad de vida de las personas, lo que afecta a los usuarios que no cuentan con ingresos económicos suficientes para adquirir equipos de calefacción y/o refrigeración y/o abonar el costo de la energía necesaria para mejorar las condiciones térmicas de sus hogares. La disminución del consumo energético del edificio obtenido por aplicaciones de prácticas de eficiencia energética, impacta positivamente en situaciones de confort. Además, la necesidad de realizar simulaciones térmicas de edificios puede contribuir a generar una fuente de trabajo importante para un área especializada de profesionales y técnicos.

En lo referente a recursos humanos si bien hay grupos de I+D en el tema de eficiencia energética o sustentabilidad energética en edificios (domótica) en varias Universidades del país, no hay un programa específico en las Universidades para formar especialistas en el tema de construcción de edificios energéticamente eficientes.

2. Identificación del problema

En el Informe Mundial de Energía de las Naciones Unidas se define el término energía sustentable como "aquella que se produce y usa para respaldar el desarrollo humano a largo plazo, en todas sus dimensiones sociales, económicas y ambientales". El concepto no sólo se refiere al suministro continuo de energía sino a la producción y uso de los requerimientos energéticos que fomenten el bienestar humano y el equilibrio ecológico a largo plazo.

Siempre los edificios son energéticamente dependientes, costosos y su construcción representa una gran inversión en el sector de la economía. Deben adaptarse a sitios cuya topografía, capacidad portante, clima, puntos de acceso, orientación etc., varían completamente de un lugar a otro. Son socialmente sensibles y si no se adaptan se convierten rápidamente en obsoletos. Wellesley-



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Miller [6] habla en sus apreciaciones sobre una tecnología de edificios con capacidad de respuesta a las necesidades ambientales, sociales e individuales, que contribuya a conservar la energía, que utilice los recursos naturales escasos, económica y eficientemente, que pueda reciclar sus materiales, que se enriquezca con el tiempo y que funcione armónicamente con la naturaleza.

El Consejo de la Comunidad Europea, en septiembre de 1993, aprobó la directiva 93/76/CE en la que se expresan las medidas específicas para la limitación de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), basadas en la mejora de la eficiencia energética. La directiva es de cumplimiento obligatorio por todos los estados miembros para obtener la Calificación Energética de los Edificios (CEV). Esta norma define al ahorro energético como: La consecuencia final del correcto funcionamiento de una instalación o sistema en un edificio, donde la relación consumo/costo es menor que la unidad y en consecuencia la emisión de gases nocivos es mínima.

Las características termodinámicas [7] determinadas por la orientación, el aislamiento, el asoleamiento, la forma, la capacidad térmica, la ventilación, la infiltración y la eficiencia de los sistemas de acondicionamiento artificial, definen las bases de una integración operativa entre edificación y sitio. Define el concepto de ecología edilicia a partir de la transformación de la relación estética entre interior y exterior, pasando de una relación escultural a una relación operativa. Los problemas energéticos tienen un impacto significativo en todas las tipologías arquitectónicas. Los edificios, que consumen energía durante su construcción y operación, deben verse como dispositivos regulador del medio ambiente. La opción de diseño más fácil sería aplicar el criterio de botella térmica (gran aislación y poco aventanamiento). La más difícil consiste en mejorar las cargas térmicas integrando el edificio de forma tan completa como sea posible a las condiciones específicas del sitio. El lento proceso de transformación de la tecnología es dotar a las viviendas de un metabolismo integral re-diseñando la fisiología de la edificación.

Loesch Loser [8] define a la envolvente de un edificio como el elemento que completa la vestimenta de las personas para proteger su físico y conseguir el máximo confort y bienestar posible a través de sus distintas funciones. La técnica constructiva tiene como opciones amortiguar al máximo la variabilidad del clima por medio de materiales y técnicas adecuadas o crear un ambiente especial a través de la climatización artificial, o combinar adecuadamente ambos criterios. Para una temperatura y humedad de confort, y una renovación del aire

[6] Wellesley-Miller, S., (1978), Apuntes acerca de la necesidad de una nueva tecnología para la construcción. En La casa otra. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España, pp. 26-50.

[7] Arq. María Celina Filippin. Tesis Doctoral en Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta. 2005.

[8] Loesch Loser, R. (1982), Defectos en la construcción y sus reparaciones. Argentina.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

adecuada los materiales que forman la envolvente deben tener características de intercambio de los factores mencionados en forma controlada. El incumplimiento de determinados requisitos y las Normas vigentes, en cuanto a las condiciones de habitabilidad, significa hipotecar el futuro. Una vivienda concebida con materiales que no verifiquen las condiciones de habitabilidad, en cuanto a aislación térmica y resistencia se refiere, no permite amortizar la inversión realizada, que resulta proporcional a un elevado costo energético e inversamente proporcional a su vida útil^[9].

La conjunción entre la forma óptima desde el punto de vista energético, la forma y el diseño, la forma y el propósito de la obra, y la forma y la construcción, permitirá concebir un edificio sustentable, confortable, energéticamente eficiente y tecnológicamente apropiado. Para ello se pone el foco en particular en todo lo que se refiere a la sustentabilidad de los edificios, analizando su envolvente y el empleo inteligente de equipos desde el punto de vista energético.

Una herramienta fundamental para el diseño inteligente de edificios es la disponibilidad de programas de simulación con la posibilidad de ingresar variables locales y realizar estudios integrales de sistemas pasivos (ganancia directa, envolvente, inercia térmica, etc.) y sistemas activos en edificios (aire acondicionado, calefacción, iluminación, etc.), además incorporar datos característicos de aislantes y de condiciones higrotérmicas de materiales y componentes de la construcción nacionales y datos meteorológicos locales. Asimismo, es necesario disponer de sistemas integrales de manejo inteligente de gestión (energética, seguridad, confort, etc.) en los edificios para el posterior control y optimización de su funcionamiento, adaptando el funcionamiento de los sistemas activos a las diferentes condiciones meteorológicas a lo largo del año. Todo esto requiere de nuevos materiales, equipos energéticamente eficientes y sistemas operativos de control.

Por ello, se deben desarrollar módulos de simulación higrotérmica que representen al edificio y a sus subsistemas y que sean capaces de predecir con suficiente exactitud los requerimientos energéticos del edificio y la respuesta de sus subsistemas, teniendo en cuenta, además, los posibles escenarios debidos al comportamiento de los usuarios. La simulación es una herramienta fundamental de certificación de edificios en los casos que se requiera el cálculo de pérdidas por envolvente.

Se ha avanzado en el país considerablemente en el manejo de programas de simulación de origen internacional y existen algunos grupos que han desarrollado programas locales pero con cálculos limitados. Es necesario, sin embargo, desarrollar programas de simulación nacionales que sean válidos para

[9] C.I.C.R. (1998), Comportamiento térmico de mampuestos y techos cerámicos. Ficha técnica N°1. Cámara Industrial de Cerámica roja, Argentina.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

las diferentes condiciones climáticas del país y que sirvan para acreditaciones futuras de edificios energéticamente eficientes. Asimismo, es necesario contar con sistemas, equipos y sensores que permitan medir, registrar y optimizar el funcionamiento de una vivienda o de un edificio comercial o público.

Uno de los obstáculos que se presenta es la falta de datos meteorológicos para incorporarlos en los programas de simulación térmica, en particular de las grandes ciudades en donde el microclima urbano modifica los datos de las estaciones de medición existentes. Otra es la necesidad de normativas, documentación técnica y diseño a nivel nacional para certificación de edificios que establezca las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles y servicios y materiales eficientes para la construcción de los mismos.

Actualmente no existen empresas ni estudios de arquitectura o PyMEs innovadoras que utilicen sistemáticamente el recurso de la simulación de pérdidas y ganancias térmicas por la envolvente en el diseño de los edificios, fundamentalmente por falta de requisito de certificación nacional de eficiencia energética para los mismos, como se mencionó anteriormente.

Todo el país presenta un gran potencial de aplicación, tanto en lo referente a estrategias de diseño pasivo de edificios, como en el uso de tecnologías activas, adaptadas a las condiciones bioclimáticas correspondientes. La simulación del funcionamiento de los equipos de acondicionamiento de aire, ventilación e iluminación, depende de las condiciones de confort utilizadas, lo cual es una apreciación que varía de acuerdo a la zona geográfica y a las costumbres y características de la población.

En lo referente a las oportunidades de intervención a partir de la articulación de tecnologías de propósito general (TPG), se presentan principalmente en el área de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), dado que éstas se deben incorporar en los edificios para un manejo y gestión adecuado de sus sistemas energéticos y su posterior monitoreo. También hay potencial en el área de biotecnología, por ejemplo utilizando biocombustibles como fuente energética en las calderas de los edificios, o el uso de materiales orgánicos, con un tratamiento previo, para la producción de aislantes térmicos, así como aplicar la nanotecnología para el uso de materiales nanoporosos, como los aerogeles con excelentes características térmicas y acústicas.

Por lo expuesto anteriormente es necesario impulsar y/o desarrollar un programa sustentable de medición de datos meteorológicos especialmente en zonas urbanas con datos horarios y con amplia cobertura nacional (en todos los casos se debe incluir el recurso solar horaria-radiación horizontal). Además conformar un equipo multidisciplinario para confeccionar un proyecto de ley de una norma de alcance nacional, con cumplimiento obligatorio a nivel municipal, que establezca los niveles de acondicionamiento higrotérmicos exigibles en las construcciones, teniendo en cuenta el uso y las distintas categorías de edificios.



*Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva*

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

3. Descripción de la propuesta

3.1. Objetivo general

Disponer de tecnologías para el diseño y elementos para la construcción de edificios energéticamente sustentables.

3.2. Objetivos específicos

1. Obtención de herramientas para el desarrollo detallado de módulos de simulación higrotérmica, con incorporación de datos meteorológicos locales, que representen al edificio y a sus subsistemas, para predecir con suficiente exactitud los requerimientos energéticos del edificio y su respuesta ante posibles escenarios debido al comportamiento de los usuarios.
2. Desarrollo de sistemas y sensores que permitan medir, registrar y analizar el funcionamiento de un edificio.
3. Investigación de nuevos materiales para envolventes (adecuados a cada región) con óptimas características térmicas y acústicas y superficies vidriadas para aperturas auto controladas.

3.3. Resultados esperados

1. Edificación de prototipos energéticamente eficientes de diferentes características (residencial, comercial y público) con instalación de sistemas de control y de gestión.
2. Adecuación, desarrollo y/o validación local de simuladores probados en base a módulos que conformen el software de evaluación higrotérmica y energética, de acuerdo a distintos elementos y equipos (acondicionador de aire, iluminación, etc.) que componen un edificio.
3. Desarrollo de sensores, software y hardware para sistemas inteligentes de gestión, aprendizaje y control de edificios.
4. Adaptación y transformación de sensores genéricos para usos específicos (medición de parámetros de confort ambiental, etc.).
5. Disponibilidad de nuevos materiales envolventes y recubrimientos con óptimas características térmicas y acústicas, y de superficies vidriadas para aperturas inteligentes auto-controladas; en particular desarrollo de componentes nanotecnológicos y materiales orgánicos para la producción de aislantes térmicos.