

03

La necesidad de implementación de la eficiencia energética en la edificación del Nordeste de Argentina



El crecimiento natural de la población requiere la concreción de nuevas edificaciones para diferentes usos (vivienda, trabajo, servicios, etc.), que deberían contemplar la problemática del siglo XXI: el uso eficiente de los recursos, como la energía, que hace posible la vida y el desarrollo. El NEA depende de la energía eléctrica para el desarrollo de actividades en todos los sectores; no existe aún una red de distribución de gas natural que pueda complementar a la de energía eléctrica. La alta demanda de energía eléctrica de la edificación se debe a la necesidad de satisfacer sus funciones básicas de habitabilidad. En los últimos 40 años tuvo lugar un proceso de urbanización acelerado, con crecimiento edilicio cuantitativo, no cualitativo. Argentina ha devenido en un país dependiente de la importación para producir energía: desde 2003 se han exportado cerca de U\$S 10 mil millones anuales para adquirir gas natural y petróleo. Un 66 % de la energía eléctrica generada proviene de fuentes fósiles. El 32 % tiene origen nuclear e hidráulico. La oferta de energía «limpia» no cubre actualmente el 2 % de la demanda total en Argentina y para 2050 alcanzará solo el 10 % de la demanda total. El NEA se beneficiaría con una política de Estado regional que aliente la materialización de edificaciones energéticamente eficientes.

The need for the implementation of energy efficiency in the building of the northeast of Argentina

The natural growth of the population needs the concision of new buildings for different uses (housing, work, services, etc.) that should contemplate the problems of the XXIst century: the efficient use of the resources, like the energy, that makes the life and the development possible. The NEA–Region depends on the Electric power for the activities development in all the sectors, there still does not exist a distribution network of natural gas that could complement that of electric power. The high demand of electric power of the Building owes to the need to satisfy its basic habitability functions. In last 40 years an intensive urban development process took place, with growth edilicio quantitatively, not qualitatively. Argentina has occurred in a country dependent on the import to produce energy: from 2003 have been exported annual close to U\$S 10 Billions to acquire Natural gas and Oil. 66 % of the generated electric power comes from fossil sources. 32 % has origin in nuclear and hydraulic. The offer of «clean energy» does not cover at present 2% of the entire demand in Argentina and for 2050 it will reach only 10% of the entire demand. The NEA would benefit with a politics of the regional state that encourages the buildings materialization energéticamente efficient.



Autores

M.Sc. M.Ing. Arq. Guillermo José Jacobo

Arq. Carlos Alberto Coronel Gareca

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad del Nordeste

Argentina

Palabras claves

Energía

Tecnología

Normativa

Sustentabilidad

Ambiente

Key words

Energy

Technology

Rules

Sustainability

Environment

Artículo recibido | *Artigo recebido:*

31 / 03 / 2018

Artículo aceptado | *Artigo aceito:*

23 / 11 / 2018

Email: gjjacobo@hotmail.com

elcarlos@hotmail.com

INTRODUCCIÓN: SITUACIÓN «CLIMA-USUARIOS DE LOS EDIFICIOS»

El presente es un artículo de reflexión sobre la situación de la edificación desde la óptica de la energía. Se basa en los resultados obtenidos y publicados en proyectos ejecutados de investigación acreditados. El objetivo es transparentar a la comunidad la situación de la energía en la edificación en el siglo XXI. Se parte de la hipótesis de que no debe continuar el elevado consumo de energía final.

Según el intendente de la ciudad de Resistencia, Chaco:

«El déficit habitacional de la provincia del Chaco, que alcanza a 57 000 viviendas aproximadamente. En la República Argentina en el período 2003–2015 se construyeron 1,2 millones de soluciones habitacionales y las demandas de nuevas viviendas ascienden a 1,5 millones de unidades en todo el país. En tanto, existen dos millones de viviendas que presentan deficiencias en calidad. En el período 1973–2007, en 34 años anteriores sólo se habían podido construir cerca de 50 000 soluciones habitacionales». (El diario de la región, enero 12 de 2018)

De acuerdo con el Censo Nacional de 2010 (S&T Research, 2011), la población de la región noreste de Argentina (NEA) alcanzó a 3,7 millones de habitantes. En 2018 habitan la región cerca de 4 millones de personas. Debido al crecimiento anual promedio del 7 %, se estima para el año 2040 cerca de cinco millones. A 2018, el 80 % de la población regional vive en zonas urbanas. Según el INDEC, en 2010 existían 999 475 hogares en el NEA que habitaban en 940 000 viviendas. A 2018, se podría alcanzar las 1,1 millones de viviendas. Sin embargo, al incorporar a los edificios «no habitacionales», se estima un parque edilicio del NEA de 1,5 a 1,7 millones de unidades, el que, para 2040, podría alcanzar los 2 millones de unidades edilicias construidas y en servicio. Estadísticamente, habitan cuatro personas por vivienda construida a 2018. Para 2040, se estima lo harán cinco personas. El NEA se encuentra ubicado en una zona climática calificada como «subtropical» en el territorio argentino (Fig. 01). Conforme a la Norma IRAM 11603 (INTI, 1996), corresponde a una zona bioambiental «I. Muy cálida»

(Fig. 02), con dos subzonas: «I.a. Muy cálida–seca», al oeste hasta el límite de Santiago del Estero y Salta, al norte con Paraguay; «I.b. Muy cálida–húmeda», limitando con el río Paraná, donde habita el 80 % de la población. Este clima se define según sus temperaturas medias anuales, superiores a los 20°C, con máximas promedios superiores a 35°C y con escasa amplitud térmica (Pellini, s/f).

Esto implica que, durante todo el período estival anual, que actualmente supera los seis meses de duración, las temperaturas diarias difieren menos de 10°C entre el día y la noche. También está influenciada por los vientos cálidos predominantes del noreste y del norte. Las precipitaciones oscilan anualmente entre los 1000 mm y 1700 mm, por lo que recibe también el nombre «sin estación seca». Las heladas son poco frecuentes, con un máximo promedio de 5 días al año. Este clima se localiza preferentemente en Misiones, casi la totalidad de Corrientes y en el extremo este del Chaco y de Formosa. En cambio, en el clima «subtropical cálido y seco» las temperaturas medias anuales son superiores a los 20°C pero con marcadas amplitudes térmicas diarias y anuales, progresivamente hacia el oeste. Este tipo de clima se extiende en el noroeste del Chaco, centro y norte de Formosa. Esta situación climática descrita se sintetiza en el Diagrama de Olgay (Fig. 03) para caracterizar el clima del sitio geográfico en relación con las condiciones de bienestar higrotérmico de los habitantes. En la Figura 3 se observan las condiciones climáticas mensuales, y solo en breves períodos, el clima regional se ubica dentro del área de bienestar humano: «El clima regional resulta dificultoso para el desarrollo de las actividades cotidianas (habitar) en los edificios, bajo condiciones climáticas naturales» (Jacobo y Alías, 2016; 2017). Durante el período estival se debe incorporar movimiento del aire en los espacios interiores de los edificios; en cambio, en el período invernal se debe incorporar radiación térmica, en ambos casos de manera artificial.

En la Figura 3 también se pueden ver los valores estadísticos máximos y mínimos promedios anuales de temperatura del aire exterior y de humedad relativa para la ciudad de Resistencia, NEA. Cuando se tratan los valores absolutos máximos y mínimos, las condiciones

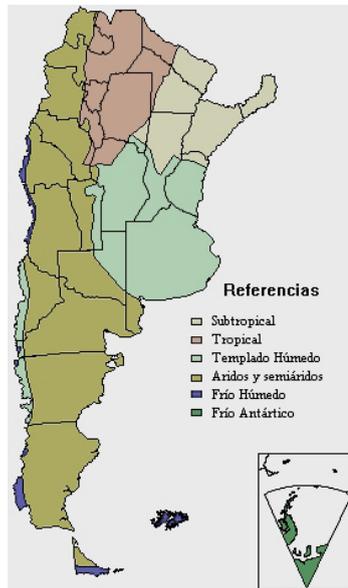


FIGURA 1 | El NEA en la zona subtropical de Argentina.
Fuente: Pellini (s/f).

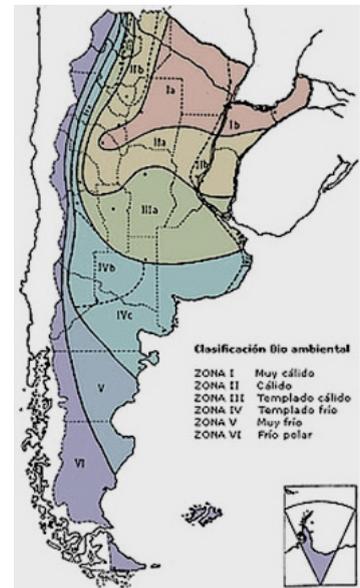


FIGURA 2 | El NEA ubicado en la zona bioambiental «I. Muy cálida» (Ia y Ib) según la Norma IRAM 11603. Fuente: INTI, 1996.

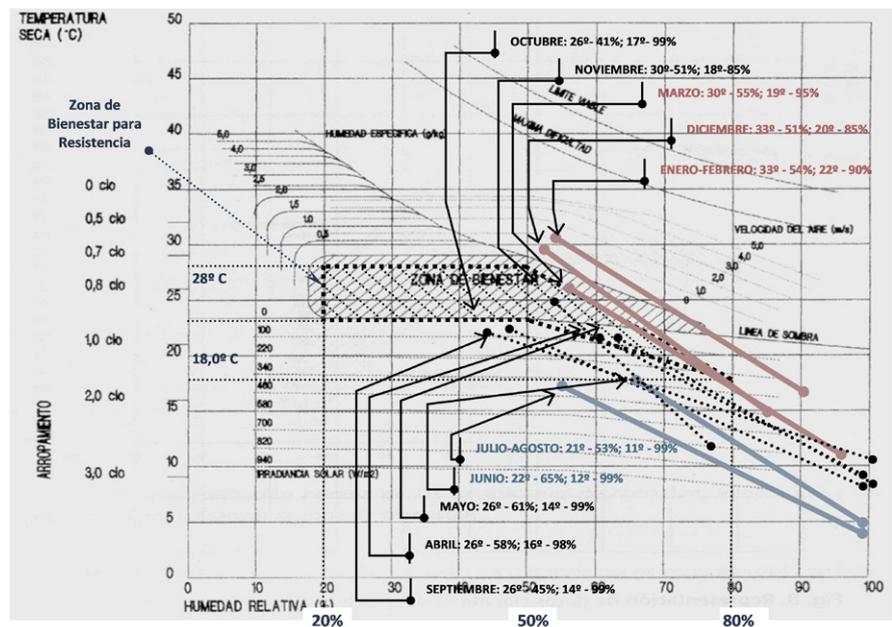


FIGURA 3 | Diagrama de Olgay para la ciudad de Resistencia, las condiciones climáticas naturales se encuentran en un 90 % fuera del área de bienestar higrotérmico. Fuente: Jacobo y Alías, 2015; 2016; 2017.

climáticas del sitio geográfico NEA se hacen extremas y críticas para el desarrollo normal de las actividades humanas en los espacios interiores de los edificios.

La situación natural descrita influye en la forma y en la calidad de vida de los que habitan dicha área geográfica (cerca del 80 % de la población regional), de manera tal que, para poder desarrollar la actividad diaria, deben hacer uso, durante el período estival (e incluso en cortos períodos invernales), de equipamientos electromecánicos de climatización artificial. Esta situación climática se verifica con el Diagrama de Givoni (Fig. 04), que establece las estrategias a implementar en la edificación, por medio del diseño y la tecnología, para garantizar las condiciones de habitabilidad higrotérmica de los usuarios de los espacios interiores. En el caso de la zona muy cálida-húmeda del NEA, el Diagrama de Givoni indica las dos estrategias a implementar en la edificación, del tipo «activas» (Fig. 04):

- Refrigeración, con ventilación, artificial, en períodos estivales.
- Calefacción artificial, en períodos invernales (Jacobo y Alías, 2016; 2017).

En las dos situaciones climáticas estacionales (que pueden abarcar casi 10 meses en períodos anuales), se deben utilizar equipos electromecánicos de climatización artificial en los edificios, los cuales son los mayores consumidores intensivos de energía eléctrica (Fig. 05). En estas circunstancias, los edificios, para ser habitables, resultan «dependientes de energía». Esto es consecuencia de su irregular concreción (proyecto, dirección y ejecución), pues no se consideran las condiciones de habitabilidad higrotérmica del usuario como «factor de diseño» y el consumo de energía eléctrica se concentra principalmente en la climatización artificial de los espacios interiores regionales (Jacobo y Alías, 2016; 2017).

SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN EN ARGENTINA

La Fundación para el Desarrollo Eléctrico (FUNDELEC, 2015), estimaba que antes del año 2013 se encontraban instalados 3 millones de equipos electromecánicos de climatización artificial para los edificios en Argentina. Además, se comentaba que en el período 2010–2014 se vendieron 4 millones de equipos similares (Fig. 06).

Actualmente, se cree que se encuentran en servicio cerca de 10 millones de equipos electromecánicos de climatización artificial para los edificios en Argentina, con un promedio general estimado de un equipo electromecánico de climatización artificial cada cuatro personas: «un equipo electromecánico por familia tipo».

Extrapoladas las cifras anteriores a la situación actual del NEA, se obtiene una estimación de cerca de un millón equipos electromecánicos instalados y en servicio activo para climatización artificial en el parque edilicio existente. Esta realidad, oculta para la mayoría de la población, se puede comprender según dos factores que influyen sobre el usuario de los edificios erigidos en el NEA:

1°Factor metabólico (Jacobo, 2015; 2016): orgánicamente cada cuerpo humano tiene una temperatura interna promedio de 36°C, la que se transmite por un proceso físico irreversible hacia el sector de menor temperatura que constituye la periferia corporal, «la piel», por donde se efectivizan los procesos de transferencia de energía térmica de conducción, radiación y convección, mediante diversos mecanismos metabólicos autónomos (vasoconstricción y vasodilatación de arterias que regulan el flujo de sangre y por ende la cantidad de energía termina que se transmite (Tabla 1), hacia el aire que rodea el cuerpo. En el caso de no poder concretarse esta transferencia de energía desde el interior a la periferia corporal en períodos estivales, debido principalmente a que el aire circundante posee una temperatura superior o igual a la corporal, se producen descompensaciones orgánicas internas que pueden hasta causar la muerte del individuo. En los períodos invernales la situación es inversa, pues se produce una pérdida acelerada de energía térmica interna con la consiguiente reducción de la temperatura corporal, lo que puede también causar diferentes trastornos orgánicos internos y hasta llegar a la muerte del individuo. Estas dos situaciones metabólicas tienen lugar en la mayoría de los espacios internos de los edificios que no se encuentran en las condiciones adecuadas de habitabilidad higrotérmica, que generan un desequilibrio psicofísico en el cuerpo humano o pérdida de bienestar corporal. La situación corporal humana ideal es la de habitar en un clima interior «indiferente», donde las transferencias de energía

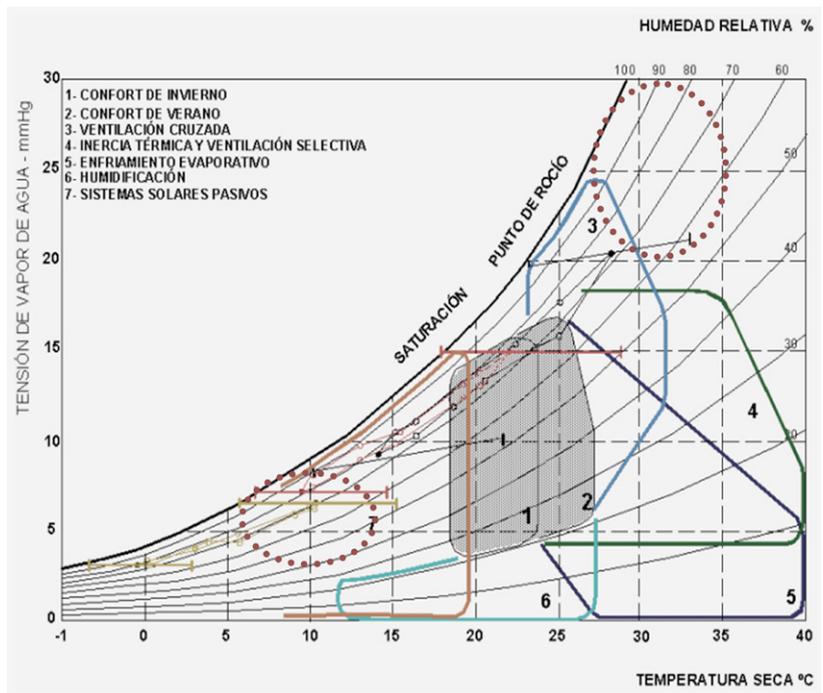


FIGURA 4 | Diagrama de Givoni. Los datos climáticos del sitio de la ciudad de Resistencia, marcados en círculos rojos. Para los meses: noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, refrigeración. Para mayo, junio, julio, agosto, calefacción. En ambos casos no son aplicables las soluciones pasivas de climatización, se debe consumir energía para climatizar. Centro gris: zona de bienestar higrotérmico. Fuente: Jacobo y Alías, 2015; 2016; 2017.

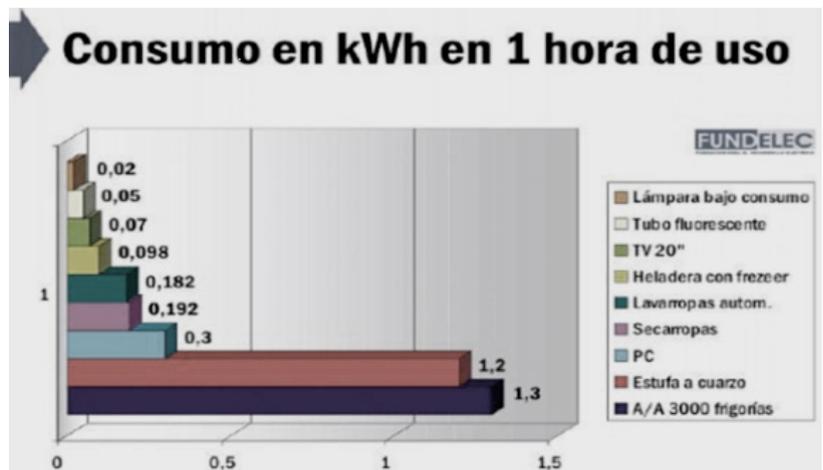


FIGURA 5 | Consumos de energía eléctrica en los edificios en Argentina. Los rubros de climatización artificial en los espacios interiores de los edificios son los que más demandan energía eléctrica final. Fuente: Jacobo y Alías, 2016; 2017.

Informe Verano 2014-2015

3.1. El tema de los equipos de aire acondicionado

¿Los equipos de aire acondicionado tienen la culpa de de todo? Ciertamente, no. Pero para graficar los inconvenientes que acarrearán para las compañías bastará un ejemplo. Quienes quieran instalar un equipo de aire acondicionado en su casa, deben necesariamente adaptar su red eléctrica hogareña. Esto es porque el consumo de ese equipo es tan alto que demanda una línea exclusiva para no afectar al resto de los electrodomésticos.

Esto que sucede en una casa, se multiplica por los casi de 4 millones de aire acondicionados que se vendieron en los últimos cinco años y los 5 millones que se calcula que ya funcionaban anteriormente (según datos oficiales actualizados al 2013, **el 38,7% de los hogares de la Ciudad de Buenos Aires y el Conurbano tiene, al menos, un aire acondicionado**). De este modo, se traduce inevitablemente a la red de distribución, con la salvedad de que la empresa no se entera *a priori* de qué casas, o qué manzanas, necesitarán mayor potencia de energía, sino únicamente cuando éstas encienden sus equipos de aire acondicionado y se produce el salto en la demanda.

De este modo, por más que en el acumulado del mes no se hayan registrado record, el factor que más afecta a toda distribuidora es el consumo pico de un solo instante e, inclusive, no el general, sino el que se demarca por zonas.

FIGURA 6 | Informe de FUNDELEC sobre la situación del consumo energético en Argentina, donde se estima la cantidad de equipos individuales de climatización artificial instalados y en servicio dentro del parque edilicio habitacional. Fuente: FUNDELEC, 2015.

entre el cuerpo humano y su medio inmediato se realizan sin perturbaciones ni sensaciones orgánicas negativas, que se conocen vulgarmente como «sensaciones de confort», cuando lo adecuado es que el cuerpo humano se encuentra en estado de bienestar higrotérmico.

2º *Factor edilicio* (Jacobo, 2015; 2016): los volúmenes construidos (edificios) deben poseer la capacidad de protección en sus elementos perimetrales (paredes, techos, carpinterías, etc.), para poder desarrollar la vida interior. Una de las funciones más importantes es la protección ante el clima, además de garantizar seguridad, privacidad, comodidad, etc. La protección climática se garantiza con la impermeabilidad a las precipitaciones (lluvias principalmente), radiación solar (energía térmica) y el viento (aire con humedad, polvo y temperatura), que transmiten energía térmica que se manifiesta por medio de la temperatura del aire externo. Estos factores son controlables a través de envolventes constructivas que posean adecuadas «resistencias térmicas» al paso de la energía (pérdidas y/o ganancias desde el interior o desde el exterior). En el caso de que

una determinada tecnología de la construcción no posea la adecuada resistencia térmica, se produce el fenómeno físico de la «transmisión de energía» de una cara más caliente a la otra menos caliente de un elemento constructivo perimetral en menor o mayor tiempo, que se denomina «transmitancia térmica», («K» o «U», en «W/m²°C»). Cuanto menor es la resistencia térmica perimetral de la envolvente constructiva de un edificio, mayor es la transmitancia térmica, que significa: mayor es la cantidad de energía como flujo térmico, lo que implica que mayores son las pérdidas y/o ganancias térmicas en los espacios interiores. Así, el aire interior se calienta o se enfría en cortos períodos, desequilibrando las condiciones de habitabilidad higrotérmica por lo que, para restaurar a las condiciones interiores adecuadas, el usuario debe recurrir al uso de equipos electromecánicos (energía eléctrica) para la climatización artificial (Alías y Jacobo, 2011).

Estos dos factores citados interactúan simultáneamente en el interior de los edificios. Sin embargo, existe un tercer factor, que es externo al edificio y de carácter urbano, denominado «isla de calor» (Fig. 07), que es un

Tabla 1: EFECTOS DE LA TEMPERATURA DEL ESPACIO INTERIOR SOBRE EL HOMBRE
Fuente: JACOBO, G., 2015, 2016 y 2017.

T (°C)	SENSACIÓN CORPORAL	SENSACIÓN DE BIENESTAR	ESTADO ORGÁNICO	EFECTOS	TIPO DE CLIMA
50	Intolerable				
45	Límite de la tolerancia				
		Insoportable	Sobrecalentamiento y falla en la regulación orgánica	Colapso circulatorio	PESADO
40	Muy caliente	Sin Bienestar	Incremento del Stress debido al extremo sudor y circulación sanguínea	Peligro de golpe térmico. Problemas cardiovasculares y respiratorios	
35	Caliente	Bajo nivel de Bienestar		Regulación normal del sudor y de los cambios vasculares	Deshidratación
30	Tibio				
24 - 26	NEUTRAL	CON BIENESTAR	REGULACIÓN POR CAMBIOS DEL TORRENTE SANGUÍNEO	SALUD NORMAL	INDIFERENTE
20	Fresco	Bajo nivel de Bienestar	Incremento de pérdida de calor sensible. Mayor arropamiento o ejercicios físicos	Desecamiento de la mucosa y de la piel	IRRITANTE
15	Frio	Sin Bienestar	Vasoconstricción. Tiritar en pies y manos. Disminución de la circulación periférica	Dolores musculares	PESADO
10	Muy Frio				
05	Límite de la tolerancia	Insoportable	Enfriamiento y falla en la regulación orgánica	Colapso circulatorio	
00	Intolerable				

TABLA 1 | Efectos de la temperatura del espacio interior sobre el Hombre. Fuente: JACOBO, G.: 2015, 2016 y 2017.

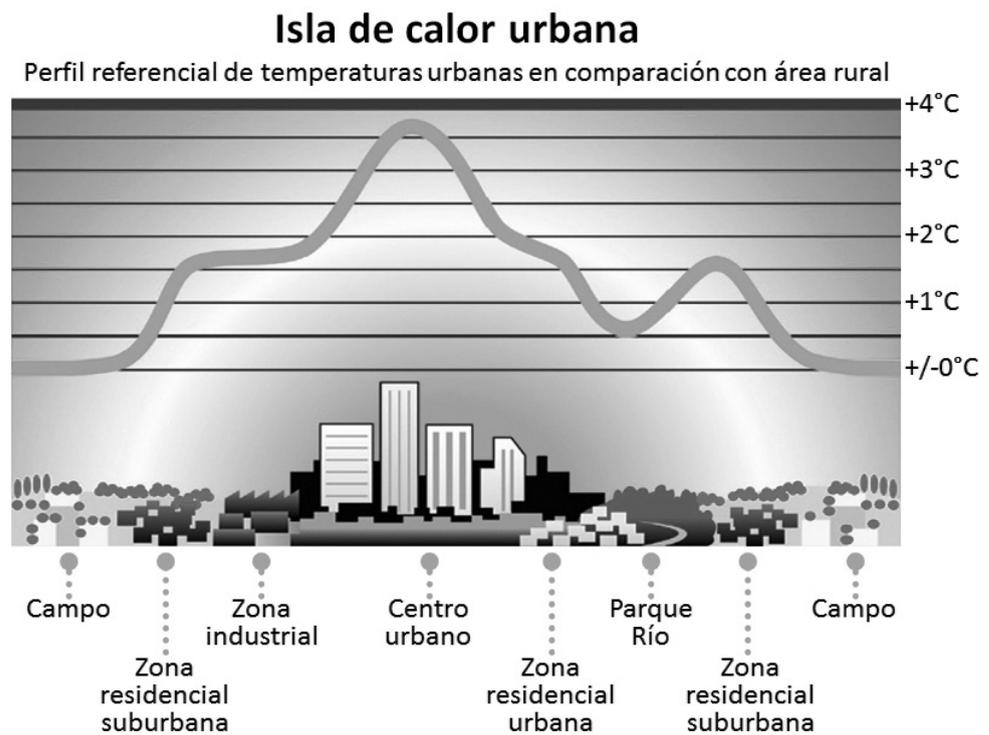


FIGURA 7 | Esquema de la «isla de calor» sobre los centro urbanos. Fuente: Jacobo, 2016.

fenómeno de calentamiento del aire ubicado sobre un área urbana.

La alta densidad edilicia en un área urbana, la falta de áreas verdes, pavimentos impermeables y el uso desenfrenado del automóvil incrementan la magnitud de este fenómeno no deseado (Fig. 07). En las ciudades, la energía solar incidente es acumulada en los volúmenes construidos y emitida posteriormente, conformando así una masa heterogénea de «acumuladores de calor». Además, simultáneamente se dificulta el movimiento del aire por medio de la edificación, especialmente falta de ingreso de flujos de aire con menores valores de temperatura desde zonas rurales cercanas. De igual manera, se verifica una reducción de la evapotranspiración debido a las menores superficies de vegetación en las ciudades. Este indeseado efecto térmico sobre áreas urbanas, independientemente de su posición geográfica, es notorio cuanto mayor es la urbe. La ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina) es un buen ejemplo, sustancialmente más caliente que la de Corrientes, (provincia de Corrientes, Argentina), se encuentra sobre el río Paraná, que se comporta como un regulador térmico natural). Todos estos factores combinados influyen directamente sobre el valor de la temperatura de la masa de aire ubicada sobre la ciudad. Entonces así se incrementa el valor de la temperatura del aire urbano con respecto a los valores registrados e informados por el Servicio Meteorológico Nacional (que cuenta con instalaciones protegidas en sectores naturales y ventilados). Por tal motivo, en las ciudades como Resistencia, el valor real de temperatura del aire urbano alcanza entre 45° y 50°C en los días críticos de verano (con valores registrados por el SMN de entre 40°C y 45°C). Según el sector de la ciudad y su conformación (color, rugosidad, porosidad, forma, sombreado o no, superficies opacas, orientación, etc.), que lleva a que la temperatura del aire «capa límite» (ubicado a una distancia máxima que no supera los 3 mm desde el volumen del edificio) alcance aún valores mayores, entre 55° a 70°C. Esto es el valor térmico real que se transmite a los espacios interiores de los edificios debido al fenómeno físico de la «conducción» a través del cerramiento perimetral constructivo del edificio hasta alcanzar la onda térmica la superficie interior del paramento, desde donde se transmite por «radiación» y por «convección» al aire interior, que una vez calenta-

do, afecta directamente al usuario, pues es el causal directo de dificultar la disipación de energía térmica por medio de la piel humana, que se realiza desde el interior del cuerpo humano a su epidermis periférica (Jacobo, 2015; 2016; 2017).

SITUACIÓN TECNOLÓGICA DE LA EDIFICACIÓN DEL NEA DESDE LA ÓPTICA DE LA ENERGÍA

Los ambientes interiores sufren un calentamiento de su aire, producto de un paso (casi instantáneo en las superficies vidriadas) de la energía térmica a través de su envolvente constructiva. Este fenómeno de transferencia de flujos de energía térmica de la cara más caliente a la menos caliente de un objeto, tiene lugar en todos los volúmenes o edificios, en mayor o menor medida según la resistencia térmica de su envolvente constructiva, la cual depende de la tecnología de la construcción utilizada. Vale comentar que en los últimos 100 años en el NEA devino una evolución de la tecnología de la construcción para materializar los edificios erigidos en su territorio regional (tanto en zonas urbanas como no urbanas (Fig. 08).

Dicha evolución tecnológica abarcó desde edificios con resistencias térmicas perimetrales con valores altos, como las edificaciones tipo coloniales construidas con adobe y madera (Fig. 08, a la izquierda), cuyos coeficientes de conductividad térmica (λ) varían de 0,60 a 0,80 m²°C/W. A partir de aproximadamente 1960–1970, se empezaron a utilizar otros materiales de construcción con valores altos de « λ », de 50 a 200 m²°C/W (Fig. 08 a la derecha), como los metálicos (chapas, perfiles hierro, aluminio, etc.), hormigones, mezclas cementicias, vidrios, etc., los cuales permiten una veloz transmisión de energía térmica (conducción) de una cara a la otra del cerramiento perimetral de los edificios: en verano el fenómeno se verifica desde el exterior al interior, en invierno se invierte el sentido de transmisión térmica. Este devenir tecnológico de la edificación en el NEA acompañó paralelamente a un proceso de masivo de edificación (Alías y Jacobo, 2014).

Además, la expansión comercial inmobiliaria en los últimos 30 años (debido a la demanda generada por el crecimiento natural de la población) genera la ejecución masiva de edificios en altura (Figura 9), cuyos volúmenes son construidos cada vez más livianos (en los



FIGURA 8 | Ejemplo de la evolución en los últimos 100 años de la edificación en el NEA: de construcciones con adobe y madera (izquierda) a las de cerámicos huecos, chapas y vidrio (derecha). De altas a bajas resistencias térmicas perimetrales de la edificación regional. *Fuente:* Jacobo, 2016; 2017.



FIGURA 9 | Edificios en altura en el NEA: hasta 1960 perímetros macizos (izquierda). Desde 1970, con esqueletos estructurales. Desde 1980, con cerramientos de ladrillos huecos y losas alivianadas (derecha). Bajo las acciones climáticas regionales: la temperatura del aire y del viento intenso. Cerramientos constructivos perimetrales (abajo derecha), sin sellado de las juntas verticales de los mampuestos huecos, quedando secciones transversales con aire y solamente selladas por los revoques y superficiales. *Fuente:* Jacobo, 2016; 2017.

últimos 15 años se erigieron cerca de 500 edificios en altura en las ciudades principales del NEA, como objetivos de inversión económica). Esto también implica que grandes superficies construidas se encuentren expuestas a factores climáticos extremos: altas temperaturas del aire que produce dilataciones en los elementos constructivos, y también, los vientos regionales que hacen oscilar a los edificios en altura. Las acciones naturales simultáneas generan microfisuras en las superficies perimetrales de los volúmenes, afectando directamente a los materiales de terminaciones exteriores (revoques, revestimientos, pinturas, fijaciones de carpinterías, etc.) debido a que poseen diferentes módulos de elasticidad con respecto a la estructura del edificio.

Por las microfisuras de los paramentos perimetrales se filtra aire, con su natural alto contenido de humedad regional, así que la resistencia térmica perimetral del volumen construido se reduce aún más, situación que se agrava cuanto el volumen es importante. El factor económico también participa en fenómeno de infil-

tración de aire húmedo por medio de las microfisuras superficiales de los edificios, pues se utiliza masivamente el ladrillo premoldeado cerámico hueco, cuya técnica de trabajo para abaratar costos de ejecución, no contempla el macizado de las juntas verticales, quedando huecos que solo son rellenados superficialmente por las terminaciones constructivas perimetrales (Fig. 09, página anterior). En el caso de los edificios en altura, fueron construidos casi 500 en Resistencia y Corrientes desde 2003 a 2018. La consecuencia es que se materializan puentes térmicos en cantidades y dimensiones importantes, como así también, se multiplican las patologías constructivas (Alías *et al.*, 2015) que posibilitan, durante su larga acción destructiva, la ruina de la edificación, con la consiguiente afección a la salud y la calidad de vida de los usuarios (Fig. 10). Esta situación descrita también se replica en las carpinterías externas y en las cubiertas de las edificaciones erigidas en el NEA (Suárez y Jacobo, 2015; Suárez, *et al.*, 2016; Venhaus Held, *et al.*, 2015). La tecnología

de la construcción implementada de manera masiva en la edificación del NEA en los últimos 40 años es el punto débil que afecta directamente al sistema energético regional, pues se multiplicaron los puentes térmicos, con la consiguiente reducción de las resistencias térmicas perimetrales de los edificios, (Fig. 10), y llevaron a que la población debiera volcarse al uso masivo de equipos electromecánicos de climatización artificial, que funcionan mediante el consumo de energía eléctrica. En la Fig. 10 (izquierda) se observa que la fachada del edificio se encuentra prácticamente cubierta con equipos electromecánicos individuales de acondicionamiento climático artificial. También se observan las manchas de humedad en los niveles superiores del edificio (derecha), las cuales son generadas por la acción térmica (dilataciones y contracciones) y por la acción horizontal del viento (oscilaciones); y, simultáneamente sobre el volumen en altura, son causales de las microfisuras superficiales por donde se infiltra aire con altos valores de humedad relativa, situación que favorece la reducción de la resistencia térmica perimetral del edificio en altura (Alías *et al.*, 2015); Jacobo y Alías, 2017). Además, el factor socioeconómico, que en los últimos 30 años llevó a que un tipo de instalación (caracterizada como «de lujo» en 1970), como es el caso de los equipos electromecánicos de climatización artificial, pasara a ser consumido por toda la población regional, sin distinción de poder adquisitivo y con generosas facilidades crediticias desde el año 2008.

El inicio del cambio de uso de tecnología de la construcción data aproximadamente en 1972, cuando se reglamentó el FONAVI, la debilidad del sistema edilicio argentino en cuanto a calidad y tiempo de duración de los volúmenes construidos. En 1973 se iniciaron las ejecuciones masivas de emprendimientos sociales en Argentina con programas oficiales habitacionales, lo que fomentó la ejecución acelerada y a bajos costos por medio del uso del mampuesto de ladrillos cerámicos huecos en reemplazo de la técnica del mampuesto de ladrillo común cerámico cocido y macizo, que antiguamente se denominaba el «arte del buen construir» (Figuras 9 y 10), más lento de ejecutar y más costoso por el empleo de mano de obra calificada, tipo «artesanal» (Jacobo y Alías, 2017). Este devenir tecnológico de la edificación llevó a que el 80% de los edificios existentes actualmente y en ejecución en el NEA se materialice

con la tecnología «tipo FONAVI», que se caracteriza por su elevada transmisión de la energía térmica en todos sus cerramientos perimetrales. Vale comentar que las normas técnicas del FONAVI, expedidas por el Estado argentino, también contemplan y recomiendan la aplicación de la normativa relativa al acondicionamiento térmico en la edificación, contenida en la serie 11.600 del IRAM, sin embargo, no se las aplica en la práctica. Este marco normativo regulatorio tampoco se encuentra incorporado como de cumplimiento obligatorio en los códigos de edificación ni en los reglamentos de construcción municipales de las ciudades del NEA. La normativa del IRAM establece tres niveles de calidad constructiva con relación a la transmitancia térmica: primero, por la superior y cara «A» ($K = 0,50 \text{ W/m}^2\text{°C}$), adecuada para climas fríos por su buen nivel de aislamiento térmico que genera el «efecto termo» de conservación de la energía térmica en los espacios interiores. Luego, el nivel intermedio «B» ($K = 1,00 \text{ W/m}^2\text{°C}$), de buena calidad constructiva. Por último, el nivel bajo «C» ($K = 1,80 \text{ W/m}^2 \text{ ° C}$), la que debería ser cumplimentada por todos los emprendimientos edilicios financiados por el Estado argentino (Jacobo y Alías, 2017). No obstante, el 95% de la edificación ejecutada desde que se masificó el uso de la tecnología FONAVI (adoptada también por el mercado privado e inmobiliario de la construcción desde cerca de 1980) supera ampliamente el nivel «C»: el valor límite de $K = 1,80 \text{ W/m}^2\text{°C}$ es superado en la práctica. (Porta y Jacobo, 2015). Esta situación del comportamiento energético de la edificación según el tipo de tecnología constructiva utilizada se verificó en los diferentes estudios realizados sobre la edificación existente en el predio del Campus Universitario de la UNNE (Alías *et al.*, 2011; Suárez y Jacobo, 2015; Venhaus Held *et al.*, 2016) de la ciudad de Resistencia, donde se encuentran diferentes tecnologías constructivas utilizadas en diferentes períodos de tiempo y circunstancias sociales y políticas, pues desde el inicio de los edificios destinados al «hogar escuela», a principio de la década de 1950 a la fecha, transcurrieron 70 años. En las edificaciones del Campus Resistencia–UNNE se observa el devenir tecnológico constructivo de Argentina y del NEA, desde el «arte del buen construir» (buena calidad, pero lenta, costosa ejecución y bajo costo de mantenimiento) a las ampliaciones y nuevos edificios ejecutados con las de-

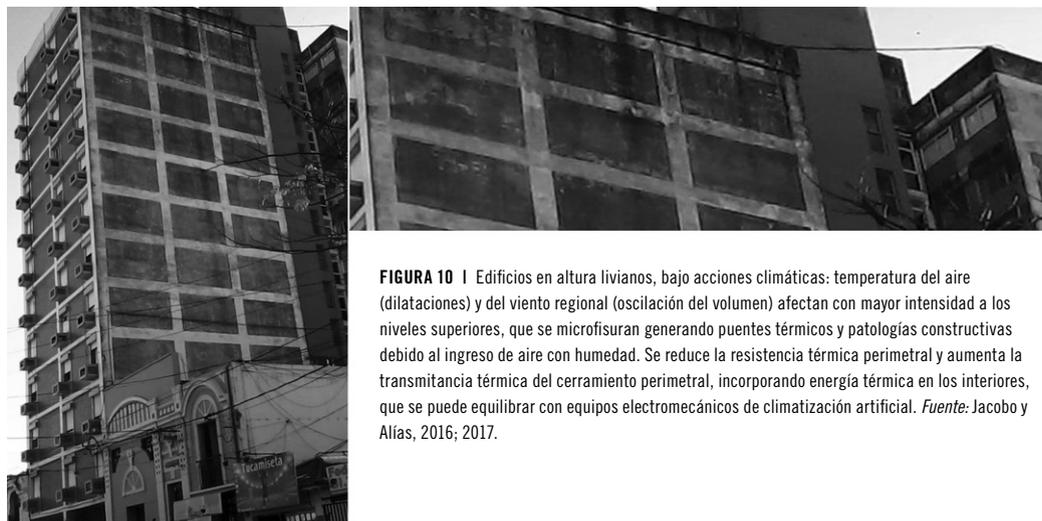


FIGURA 10 | Edificios en altura livianos, bajo acciones climáticas: temperatura del aire (dilataciones) y del viento regional (oscilación del volumen) afectan con mayor intensidad a los niveles superiores, que se microfisuran generando puentes térmicos y patologías constructivas debido al ingreso de aire con humedad. Se reduce la resistencia térmica perimetral y aumenta la transmitancia térmica del cerramiento perimetral, incorporando energía térmica en los interiores, que se puede equilibrar con equipos electromecánicos de climatización artificial. Fuente: Jacobo y Alías, 2016; 2017.

nominadas del «tipo FONAVI» (media a baja calidad, rápida ejecución, bajos costos constructivos iniciales y altos costos de mantenimiento).

La característica entre uno y otro tipo de solución técnico–constructiva se basa en el grado de capacitación de la mano de obra utilizada (Jacobo y Alías, 2016). La primera responde a la del tipo «artesanal» (con práctica continua, y de larga data, de una técnica exigente para manipular y elaborar el producto final), basado en el dominio de la técnica constructiva del mampuesto cerámico macizo cocido fijado con mortero húmedo tanto en sus juntas horizontales como en las verticales, de manera de no dejar intersticios transversales a las secciones del cerramiento perimetral del edificio para evitar que se conformen cámaras internas de aire. Esto lleva a que los parámetros perimetrales sean verdaderas superficies murarias monolíticas a las que luego se le aplicaba terminaciones exteriores e interiores de varias capas para así alcanzar un alto grado de impermeabilización ante diferentes factores externos, principalmente los climáticos. Además, se complementaba el trabajo de albañilería con las carpinterías de madera maciza (puertas y ventanas exteriores con maderas regionales semiduras), con la utilización de galerías externas y con cerramientos de los vanos externo con postigones o celosías de madera maciza sobre las superficies vidriadas en las ventanas, las que generaban importante sombreadamiento en toda la superficie vertical externa y evitaban que impactara directamente la radiación solar.

Los techos se materializaban con características de «pesados», pues se conformaban con tejas de adobe cocido sobre estructuras de madera maciza (cabreadas o vigas) con entablonados superiores para apoyar el maderamen superior de fijación de las tejas. En otros casos, se materializaban las cubiertas con bovedillas de ladrillos comunes revestidos con capas de tierra de espesores importantes para luego ubicar diferentes elementos de terminación y aislaciones hidráulicas en sus partes superiores. En los primeros edificios en altura que fueron erigidos en el NEA (Alías y Jacobo, 2014), se realizaba un sombreado de la losa superior por medio pilares de mampostería sobre los cuales apoyaban losetas premoldeadas ubicadas con juntas abiertas, de manera que las precipitaciones fluyeran a los desagües inferiores y conformar cámaras de aire ventiladas sobre las losas superiores. Con estas soluciones tecnológicas se retardaba el paso de la energía térmica generada por la continua e intensa radiación solar. Cuando se utilizaban chapas metálicas como recubrimiento superior, las mismas se ubicaban sobre importantes cámaras de aire ventiladas naturalmente. Todo esto se utilizó regionalmente hasta la década de 1980 y se caracterizaba por su alta resistencia térmica perimetral. Los efectos sobre el hábitat humano de la tecnología denominada el «arte del buen construir» se manifiestan en la generación de las condiciones adecuadas de habitabilidad higrotérmica para los usuarios, pues en el caso del edificio del Ex Hogar Escuela (Alías *et al.*, 2011; 2012;

2013), durante períodos estivales críticos, se vivencia el «efecto caverna» dentro los espacios internos, lo que implica que el valor de la temperatura del aire interior es notoriamente inferior al del exterior, lo que lleva a que la climatización artificial de estos espacios interiores sea lo mínimo necesario. En cambio, en los edificios anexos al original, más nuevos y ejecutados en su mayoría con la tecnología «tipo FONAVI», se hace necesaria la climatización artificial de los espacios interiores debido a las altas temperaturas del aire interior de los locales (Alías y Jacobo, 2013; Jacobo, 2016).

Se han verificado estas diferencias de comportamiento energético de estos edificios de manera experimental, con relevamientos in situ durante períodos estivales e invernales con actividades internas, por medio de termocuplas instaladas en diferentes locales del edificio, en algunos del sector original antiguo y en otras de los sectores más nuevos, que recogían los datos térmicos interiores y se almacenaban digitalmente, para luego trazar gráficas, en donde se observaban claramente el comportamiento de las temperaturas interiores y exteriores. En los sectores antiguos, las curvas de temperatura se diferenciaban notablemente, que implica que las exteriores son más elevadas que las interiores y estas últimas se encontraban dentro de la «zona de confort», que debería denominarse «bienestar coroporal higrotérmico» (Jacobo, 2001). Se verificó este comportamiento relevado con la herramienta informática ECOTECT®, que proporcionó resultados para diferentes períodos (semanales, mensuales, anuales, etc.) de todos los sectores existentes (nuevos y antiguos), obteniéndose similares comportamientos térmicos: adecuados en los sectores antiguos ejecutados con la del «arte del buen construir», deficitarios en los nuevos ejecutados con el «tipo FONAVI». Esto se realizó en la sede edilicia de la FAU-UNNE, donde los sectores nuevos (aulas de talleres) se encuentran con orientación noroeste (la más crítica, en el clima cálido-húmedo) (Alías *et al.*, 2012; 2013; Gallipoliti *et al.*, 2012; Jacobo *et al.*, 2011). También en la sede de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNNE, donde los sectores nuevos se encuentran protegidos perimetralmente por arboledas y por el edificio antiguo, con orientación noreste (más benigna en el NEA). (Fig. 11)

DISCUSIÓN DE RESULTADOS: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Con el devenir de las dos últimas décadas del siglo XX y las transcurridas en el XXI, se concretó la consolidación en el mercado comercial privado del NEA, la opción constructiva «tipo FONAVI», debido principalmente a sus bondades económicas en cuanto a los bajos costos y rapidez de ejecución, que no se reflejan en la buena calidad final ni en el comportamiento energético de los edificios para garantizar las condiciones mínimas de habitabilidad higrotérmica en los espacios interiores, no materializan una envolvente constructiva perimetral protectora. Esta situación no es exclusiva de la región NEA, sino que es una réplica de la nacional, por lo que, cuando se presentan períodos climáticos críticos, la población en general debe hacer uso de los equipos electromecánicos de climatización artificial de los edificios (Alías *et al.*, 2013). Esta situación se produce una demanda pico generalizada de energía, que supera notoriamente la oferta de generación y distribución nacional de energía eléctrica final (Fig. 12).

Argentina debió exportar divisas en los últimos 10 años por valores anuales cercanos a los U\$S 10 mil millones, para importar combustibles fósiles (gas natural y petróleo), pues desde el año 2003 ha perdido la autosuficiencia energética nacional. Además, los últimos años de subvenciones a las tarifas de los servicios públicos llevaron a que se tergiversara el valor monetario de los mismos entre el costo real del servicio y su facturación final.

También influye la «valorización subjetiva» de la energía eléctrica, pues se llegó a observar el uso masivo de equipos de climatización artificial con ventanas y puertas abiertas en los edificios con la excusa de que «costaba muy barato». Una situación más negativa de esta realidad es el robo de energía, mala costumbre que se ha hecho normal en la sociedad argentina, debido a la posición pasiva al respecto de parte del mismo Estado argentino (Fig. 13).

Para comprender mejor la magnitud del problema de consumo energético en Argentina, vale comentar los resultados del Censo Nacional del año 2010 (Fig. 14).

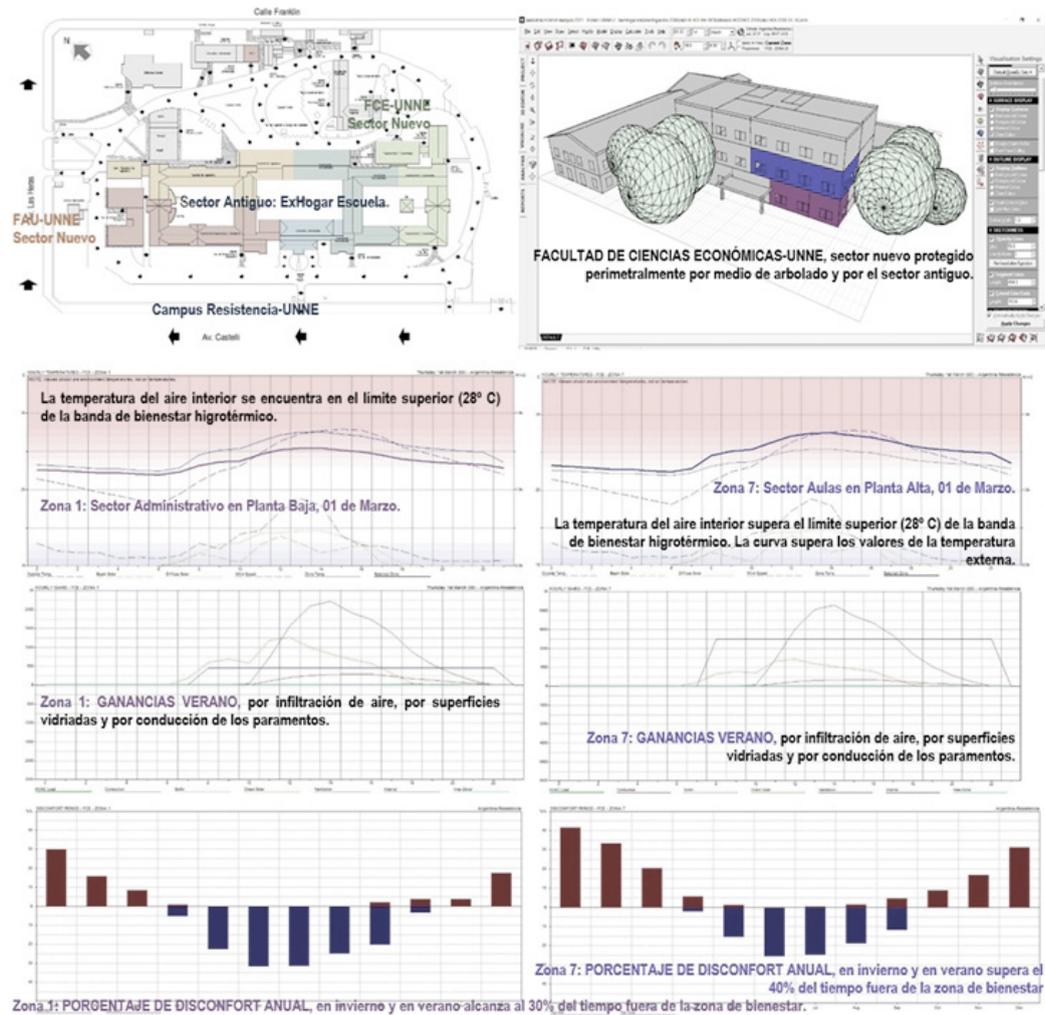


FIGURA 11 | Simulaciones con el programa ECOTECT® del comportamiento térmico de los edificios del Campus Resistencia-UNNE. Facultad de Ciencias Económicas en 2017–2018, para comparar con los realizados en la FAU-UNNE en 2010–2012. En ambos sectores nuevos se ejecutaron ampliaciones (1985–2005) con tecnología tipo «FONAVI». Los comportamientos difieren en las protecciones externas de los edificios. En económicas, con buena orientación y protección perimetral se alcanzan condiciones aceptables de habitabilidad térmica. En arquitectura, con mala orientación y sin protección externa, las condiciones de habitabilidad son deplorables. En ambos casos, la envolvente constructiva no genera la resistencia térmica adecuada para evitar las pérdidas y/o ganancias térmicas anuales. *Fuente:* Coronel Gareca, 2017–2018.



FIGURA 12 | Publicaciones periodísticas del NEA que reflejan los efectos sobre la sociedad del consumo masivo de la energía eléctrica en esa zona. Aumento del consumo de energía eléctrica final y la alta demanda urbana, ambas en situaciones climáticas críticas: necesidad de climatización artificial *Fuente:* Jacobo y Alias, 2016; 2017.

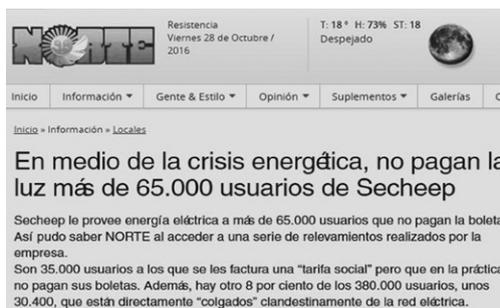


FIGURA 13 | Publicación periodística que refleja los efectos sobre la sociedad del consumo masivo de la energía eléctrica en el NEA. *Fuente:* Jacobo y Alias, 2016; 2017.

TOTAL DEL PAÍS	TOTAL	Tabla I: TIPO DE VIVIENDA en Argentina.								
		CASA	RANCHO	CASILLA	DEPARTAMEN-TO	PIEZAS EN INQUILINATO	PIEZAS EN HOTEL O PENSIÓN	LOCAL NO CONSTRUIDO PARA HABITACIÓN	VIVIENDA MÓVIL	
Viviendas	11.317.507	8.930.534	174.920	202.310	1.896.124	67.765	22.802	18.370	4.682	
Hogares	12.171.675	9.620.634	194.453	227.916	1.984.946	89.201	29.446	19.999	5.080	
Población	39.672.520	32.992.266	750.377	870.503	4.719.885	220.902	56.817	48.850	12.920	
PROVINCIA / JURISDICCIÓN	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS PARTICULARES		Viviendas colectivas						
TOTAL DEL PAÍS	13.835.751	Habitadas		Deshabitadas		23.626				
PROVINCIA / JURISDICCIÓN	Total	POBLACIÓN			En viviendas particulares		En viviendas colectivas			
TOTAL DEL PAÍS	40.117.096	39.675.905			441.191					
PROVINCIA / JURISDICCIÓN	Viviendas Total	HOGARES			Hogares		Hogares por vivienda			
TOTAL DEL PAÍS	11.317.507	12.171.675			1,1					
PROVINCIA / JURISDICCIÓN	CALIDADES CONSTRUCTIVAS									
TOTAL DEL PAÍS	I	II	III	IV	Total	I %	II %	III %	IV %	%
	7.493.755	2.697.945	1.465.274	514.701	12.171.675	61,6	22,2	12,0	4,2	100

Argentina al año 2010: **4,5** Millones de unidades habitacionales y/o r
 Argentina al año 2020: **5,5** millones de unidades habitacionales a ser saneadas
 En el NEA, al año 2010: **414.253** unidades habitacionales a ser saneadas y reemplazar **81.892**
 Al año 2015: **500 mil** viviendas en situación deficitaria y cerca de **100.000** irre recuperables.

FIGURA 14 | Cuadro síntesis de la situación de la edificación en viviendas en Argentina. *Fuente:* Censo Nacional 2010, INDEC; Jacobo, 2016.

• FISURAS EN PARAMENTOS	49%
• FILTRACIONES EN JUNTAS	38%
• FALLAS EN LAS CARPINTERÍAS	33%
• FALLAS EN LAS CUBIERTAS	29%
• FALLAS EN LA AISLACIÓN TÉRMICA Y BARRERA DE VAPOR	30%

FIGURA 15 | Fallas características en las envolventes constructivas de los emprendimientos habitacionales sociales en la República Argentina. *Fuente:* Jacobo, 2016.

 BALANCE ENERGETICO NACIONAL REPUBLICA ARGENTINA AÑO 2015 REVISION 1 - UNIDADES en MILES DE TEP										
ACTIVIDADES	PETROLEO	DERIVADOS DE PETROLEO	GAS NATURAL	CARBON MINERAL	ENERGIA NUCLEAR	ENERGIA HIDRAULICA	OTROS PRIMARIOS	OTROS SECUNDARIOS	ELECTRICIDAD	TOTAL
CONSUMO FINAL	-	21,586	21,118	5	-	-	997	635	11,147	55,487
RESIDENCIAL	-	1,364	9,361	-	-	-	84	201	4,047	15,057
COMERCIAL Y SERVICIOS	-	382	1,464	-	-	-	42	134	2,620	4,642
TRANSPORTE	-	13,260	2,469	-	-	-	-	-	52	15,780
AGROPECUARIO	-	3,300	-	-	-	-	129	-	92	3,521
INDUSTRIAL	-	476	7,824	5	-	-	742	-	4,336	13,383
NO ENERGETICO	-	2,804	-	-	-	-	-	300	-	3,103

FIGURA 16 | Consumo energético final por sector (2010–2016). Valores similares a 2015. Edificación: 35 % del total. Fuente: Ministerio de Energía y Minería de la República Argentina, 2016.

En la Figura 14 se indican las cantidades de unidades de viviendas que deben ser saneadas y reemplazadas por ser inservibles para habitar. Al año 2015, en el nordeste de Argentina se encontraban 500 mil unidades en situación tecnológicamente deficitaria y 100 mil irre recuperables.

Para comprender mejor la magnitud del problema de consumo energético en Argentina, vale comentar los resultados del Censo Nacional del año 2010 (Fig. 14).

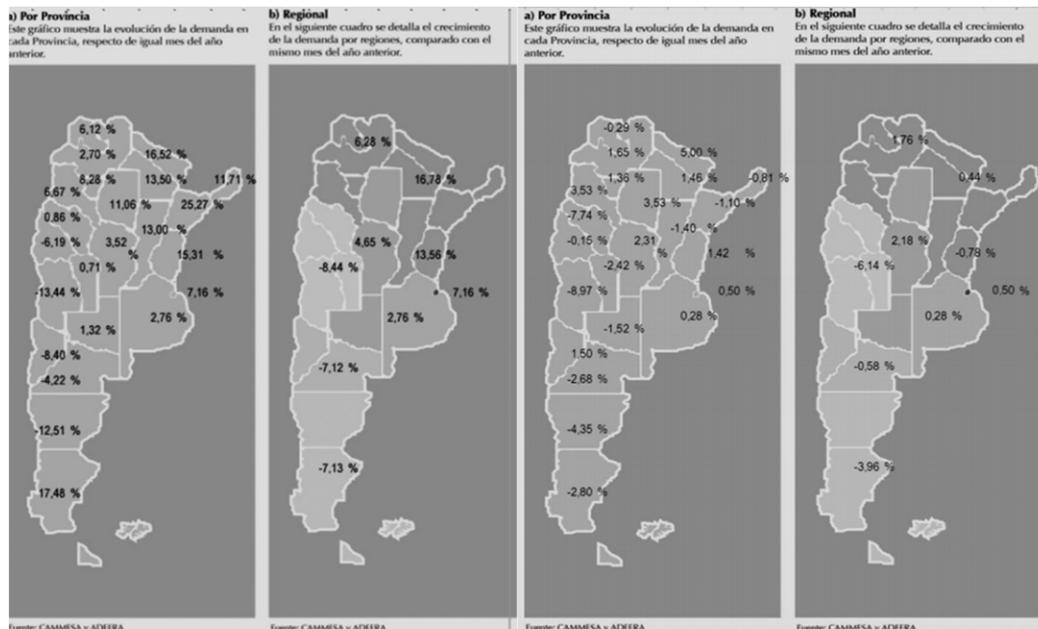
En la Figura 14 se indican las cantidades de unidades de viviendas que deben ser saneadas y reemplazadas por ser inservibles para habitar. Al año 2015, en el nordeste de Argentina se encontraban 500 mil unidades en situación tecnológicamente deficitaria y 100 mil irre recuperables.

Tanto los edificios denominados «deficitarios» (Fig. 14), como los «irrecuperables», tienen características tecnológicas negativas comunes, serios defectos en sus envolventes constructivas, que fueron verificados por medio de un estudio realizado por la antigua Secretaría de Vivienda de la Nación (1990) mediante una auditoría realizada sobre 25 mil unidades de viviendas ejecutadas en diferentes operatorias oficiales del FONAVI y con no más de cuatro años de puesta en servicio:

Todas estas patologías constructivas tienen su efecto directo sobre la calidad de vida de los espacios interiores de los edificios, pues son heterogeneidades constructivas por donde la energía térmica fluye, en forma de ganancia o pérdida de calor, a través de la envolvente perimetral del edificio, materializándose así los puentes térmicos perimetrales (Alías y Jacobo, 2015; 2016).

En la edificación del NEA se manifiesta con la presencia de manchas de humedad en los espacios interiores con deficientes ventilaciones, en sectores donde el proceso de destrucción de los materiales es notorio debido a la presencia de agua líquida infiltrada por oquedades que se iniciaron en las microfisuras de las superficies perimetrales. (Fig. 15)

Se estima que para el año 2020 en Argentina habrá 16 millones de edificios en servicio de los cuales 5,5 millones se caracterizarán por tener desmedidos consumos energéticos causados por las patologías constructivas. Esta situación no es característica de algún sector social en particular, sino que el comportamiento social en general es similar ante el fenómeno descrito, llegándose al caso en el que el robo de energía eléctrica, en Argentina y en el NEA, es un comportamiento social impune independientemente de la capacidad económica del implicado en el problema (Fig. 13). La región NEA participa activamente en esta problemática, por lo que se requiere encarar esta situación como política de Estado regional de mediano plazo para revertir la situación para el año 2030, pues la energía eléctrica final ofertada actualmente no es suficiente para cubrir la demanda ocasionada por la edificación en general. Vale acotar que el consumo de energía final *per cápita* en Argentina fue de 1,5 toneladas equivalentes de petróleo en el año 2015 y de 2800 kWh/año/*per cápita* de promedio. Las fuentes principalmente utilizadas (2010–2016) tienen un fuerte predominio de los combustibles fósiles importados. El consumo de energía final en distintos sectores (2010–2016) es de 55 millones de Tep distribuidos en un 35% en el sector edilicio nacional (Fig. 16).



MÁXIMOS HISTÓRICOS DE POTENCIA Y ENERGÍA

Días	HÁBIL		SÁBADO		DOMINGO	
	POT MW	ENE GWh	POT MW	ENE GWh	POT MW	ENE GWh
MÁXIMA	25380	523,9	21866	477,9	21973	436,2
FECHA	12/02/16	12/02/16	18/01/14	18/01/14	27/12/15	27/12/15
HORA	14:35	-	15:00	-	22:33	-
T° MED Bs.As.	31,0 °C	31,0 °C	32,9 °C	32,9 °C	28,3 °C	28,3 °C
SEMANA	N° 03					
	18/01/16 AL 24/01/16					
MÁXIMA	3316,9 GWh					

lunes, 15 de febrero de 2016



El 12/02/2016 fueron superados los máximos históricos de POTENCIA y ENERGÍA del SADI para día Hábil, correspondiendo 25380 MW a las 14:35 Y 523,9 GWh respectivamente.
 El 18/01/2014 fueron superados los máximos históricos de POTENCIA y ENERGÍA del SADI para día Sábado, correspondiendo 21866 MW a las 15:00 y 477,9 GWh respectivamente.
 El 27/12/2015 fue superado el máximo histórico de POTENCIA para día domingo del SADI, correspondiendo 21973 MW a las 22:33.
 El 27/12/2015 fue superado el máximo histórico de ENERGÍA del SADI para día Domingo, correspondiendo 436,2 GWh.
 En la Semana N° 03 del 2016, fue superado el máximo histórico de ENERGÍA SEMANAL, correspondiendo 3316,9 GWh.

FIGURA 17 | Consumo de Energía Eléctrica Final en Argentina en días climáticos críticos, en fechas que fueron anuladas las subvenciones a las tarifas. En dichos días el sistema colapsa, independientemente de los costos de la tarifa de la energía (Informes: Enero y Julio 2016). Fuente: Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (2016).



1. Introducción

En Argentina, el consumo eléctrico muestra inconfundibles señales de estar relacionado con la temperatura y, por ende, con la altura del año.

Con altas temperaturas, el consumo eléctrico sube. Con las bajas temperaturas, el consumo eléctrico sube. Y, en consecuencia, se mantiene en sus niveles más bajos cuando se registran temperaturas moderadas.

De este modo, el consumo eléctrico global sube de diciembre a marzo y de junio a agosto, en tanto que se mantiene en sus valores más bajos en abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre.

2. Consumo eléctrico residencial

Según las estadísticas de CAMMESA, durante el 2010, el consumo eléctrico del sector residencial representó entre el 34,5% y 46,3% de la demanda total requerida por todos los usuarios.

FIGURA 18 | Máximos históricos de consumo de energía eléctrica final en el verano de 2018 en Argentina. La oferta de energía eléctrica final se encuentra al límite de equilibrar la demanda total. Fuente: FERNÁNDEZ BLANCO, P., 2018. Fuente: FUNDELEC, 2016.

En cambio, para el NEA incrementa el consumo energético final a un valor cercano al 50% para el sector edilicio, mientras se reduce el consumo en los sectores agropecuario, transporte e industrial. En el parque edilicio del NEA, el 80% del consumo final se destina a la climatización artificial de los espacios interiores, seguido por el de la iluminación artificial. Durante los días no laborables, en el NEA, el 90% de la energía final demandada y consumida proviene del sector edilicio cuando las condiciones climáticas son críticas (invierno o verano). Independientemente del día laboral o no, el sistema nacional de generación y distribución de energía eléctrica no tiene capacidad para cubrir la demanda y así colapsa, manifestándose con cortes prolongados del suministro del fluido eléctrico, para perjuicio de toda la población en todos los órdenes de la vida. Se considera que, al ritmo actual de crecimiento natural de la población y también de la edificación, para el año 2020 la región NEA se encontrará en déficit continuo y crítico de provisión de energía eléctrica final: la demanda es (y será) continuamente superior a la oferta (Fig. 17 y 18).

CONCLUSIONES: PROPUESTA PARA EL NEA

Según la situación expuesta (uso final de la energía eléctrica en la edificación), se hace necesario que el nea desarrolle e implemente una política de Estado que trascienda el mediano plazo. Sin embargo, en el corto plazo se debe iniciar un proceso de uso racional de la energía final sin afectar la calidad de vida de la población. Se podría implementar una política de Estado para el parque edilicio existente bajo los siguientes conceptos (Jacobo y Alías, 2016; 2017):

- Saneamiento energético de la construcción, pues solo en el NEA se han erigido cerca de 50 mil unidades habitacionales sociales desde 1975 (tecnología tipo FONAVI), sin contar las del mercado inmobiliario privado, que podrían duplicar el campo total de intervención tecnológica, lo cual implicaría creación de fuentes de trabajo. El saneamiento supone también calificación energética del parque edilicio construido a partir del relevamiento de la situación. Sin embargo, salvo la edificación, en Argentina se encuentran calificados según su consumo de energía eléctrica todos los objetos (automóviles, electrodomésticos, maquinarias, etc.), por lo que se requiere una actualización del marco técnico-legal.

- Optimización energética de la edificación para las obras nuevas dentro del territorio regional, tanto en emprendimientos privados como del Estado.

Estas políticas de Estado ya han probado su eficacia en su implementación masiva desde el año 2002 dentro de la Unión Europea, en particular en Alemania, donde se concretó el llamado Cambio energético» (Energiewende) hasta 2050 (Sánchez, 2014; Ministerio Federal de Relaciones Exteriores, 2016). Los objetivos son:

- Minimizar sustancialmente el consumo de petróleo y gas foráneos para producir energía eléctrica hasta 2050, cuando se produzca masivamente energía solo desde fuentes renovables no contaminantes y no se exporten divisas para comprar insumos fósiles.
- Reducir continuamente y sustancialmente la demanda del sector edilicio, donde se encuentran 55 millones de edificios en servicio para una población de 83 millones.

El objetivo práctico es que la climatización artificial de los espacios interiores de los edificios deba ser activada solo cuando sea necesaria, no continuamente. En la actualidad, debido a la insuficiente resistencia térmica de las envolventes constructivas del parque edilicio regional, se utilizan de manera continua las instalaciones de climatización artificial, aunque las condiciones climáticas externas no alcancen situaciones críticas. Esto significa que los equipos electromecánicos de climatización deberían activarse en los edificios solo a partir del momento en que la temperatura del aire interior supere un valor máximo de 28°C en verano o sea menor a 18°C en invierno (Jacobo, 2015; 2016). Entre estos valores se encuentra el «área de bienestar higrotérmico corporal» de los usuarios de la región NEA (Jacobo, 2001), quienes además deben recibir siempre el movimiento del aire que los rodea en períodos estivales debido a los altos valores regionales de humedad relativa, y para esto los ventiladores de techo son suficientes y de bajo consumo energéticos. Con la puesta en práctica masiva de estos objetivos, sería posible alcanzar una reducción sustancial del consumo de energía eléctrica final, con valores de hasta un 30%, según resultados de los trabajos de investigación ejecutados y acreditados y experiencias internacionales.

El objetivo es concretar una práctica social activa, pues la población participa activamente, como en el caso de la Unión Europea en general, donde el Estado es el principal protagonista en la divulgación, implementación y control de su ejecución por parte de la población. En el corto plazo, se podría equilibrar la demanda con la oferta de energía eléctrica final, lo que permitiría asegurar una provisión continua del servicio energético a toda la población, como también una reducción de la facturación a cada usuario, a quien no le afectaría su calidad de vida en los espacios interiores. Además, al existir una reducción masiva de la demanda energética, si hubiera sobrante de la oferta, podría ser redireccionado a emprendimientos productivos provinciales, con tarifas adecuadas al efecto de financiar la creación de puestos de trabajo, especialmente en la PyMEs. En el caso de continuar la situación actual, sin emprender políticas de Estado relacionadas con la problemática expuesta, los estudios macroeconómicos realizados indican que las inversiones necesarias para generar y distribuir mayores volúmenes de energía por el sistema interconectado nacional implicarían inversiones que el Estado argentino no se encuentra condiciones de asumir (Fig. 16), pues con las actuales inversiones hechas por el mismo dentro del campo de la generación de energía renovables no se alcanza a cubrir el 2% de la demanda nacional, situación que podría mejorar en el año 2025 a un 10% de la demanda total, lo que todavía resulta insuficiente, ya que el restante 90% se continuaría generando a base de combustibles fósiles (Jacobo, 2016; 2017). Vale comentar que el sistema interconectado nacional (distribución de la energía eléctrica) requiere elevadas inversiones para su mejoramiento y ampliación, y ese es el otro punto débil de la oferta irregular durante los períodos climáticos críticos. Por lo señalado, la estrategia para encarar una solución, en el corto y mediano plazo, se encuentra en la reducción de la demanda general de energía eléctrica. Se considera un error estratégico tratar de ampliar la oferta de generación y de distribución de energía eléctrica, pues no es financiable por la macroeconomía argentina (Fig. 19). La demanda de energía final aumenta continuamente con el crecimiento natural poblacional, cerca de 400 mil nuevos habitantes anualmente en Argentina (Censo, 2010), los cuales demandan energía eléctrica

ELCRONISTA DÓLAR BONOS CONSUMO BONO DE FIN DE AÑO BLANQUEO USD

Edición Impresa PODRÍA EVITAR CONSTRUIR DOS CENTRALES DEL TIPO YACYRETA Jueves 25 de Agosto de 2016

Afirman que la eficiencia energética ahorraría u\$s 31.000 millones en inversiones

Es el desembolso que se dejaría de abonar en el sector eléctrico si la demanda de energía se redujera 25,6% a 2030. De lo contrario, habría que construir 5000 MW por u\$s 67.300 millones

por VERONICA DALTO



El país podría ahorrar 50,8 TWh por año, con las medidas que ya adopta desde 2006 y otras nuevas

Argentina sufre el problema de la escasez de energía. A la par de la necesidad de montar obras de infraestructura en medio de la incertidumbre de precios, también se plantea que un uso racional y eficiente de la energía podría reducir a la mitad las inversiones en el sector eléctrico, según un informe de la Fundación Vida Silvestre Argentina.

FIGURA 19 | Inversiones necesarias para equilibrar la oferta con demanda actual de energía final. Fuente: Dalto, 2016.

final para todos los órdenes de la vida, en particular para el uso y concreción del hábitat construido: edificios urbanos.

Aunque el Estado nacional ha iniciado una política ambiciosa de generación alternativa de energía eléctrica desde 2016, explotando fuentes renovables eólicas y solares, con grandes inversiones en los dos últimos años, el resultado cubre el 2% de la demanda general actual y no llega al 10% del total de energía final demandada para 2050. El 90% de la energía demanda se generaría con recursos no renovables y con altos costos macroeconómicos y ambientales. Pero la problemática energética no es exclusiva de la región NEA, sino que es de toda la República Argentina. Aunque a nivel nacional ya se han iniciado acciones técnicas y políticas concretas al respecto desde el año 2007, como el PRONUREE y las nuevas disposiciones técnico-legales puestas en práctica en la provincia de Buenos Aires, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en la de Rosario, provincia de Santa Fe, y en la ciudad de Tucumán, con la aplicación de la Calificación Energética en

la Edificación, que se corresponde con casos únicos actualmente en Argentina: exigencias para lograr un uso eficiente de la energía en la edificación. Estas acciones implementadas fueron hechas dentro de marcos legales con fuerza de ley (obligatorios, diferentes a las normas, que son recomendaciones) que deberían establecer (Jacobo y Alías, 2016; 2017):

- Incorporación en los Códigos de Edificación municipales de diferentes ciudades la obligatoriedad de presentación (en la documentación técnica) de los procedimientos numéricos detallados en la normativa técnica de IRAM-INTI para verificar la transmitancia térmica y el riesgo de condensación en las envolventes constructivas de los edificios.
- Capacitación a los agentes del Estado de las áreas técnicas relacionadas con la construcción, quienes verifican, en la documentación técnica y en las obras en ejecución, su real implementación práctica.

Ambas acciones fueron realizadas, en algunos casos con mayor ajuste, y actualmente en la ciudad de Rosario se está ampliando el campo de aplicación, pues se inició con obras singulares de grandes consumidores energía y ahora se está bajando la escala de la edificación a cumplimentar las exigencias. Sin embargo, no ha sido suficiente la difusión pública sobre la problemática, teniendo en cuenta que es algo que afecta a toda la población nacional y regional la regular calidad de la energía eléctrica suministrada, que conlleva también los cortes del servicio cuando colapsa la oferta por la alta demanda: se debería lanzar una campaña oficial de concientización social sobre la problemática expuesta.

Por último, se debería avanzar hacia un marco técnico-legal regional acorde a la situación climática, ya que la existente es genérica y en algunos casos no es aplicable en la región NEA, que permita concretar en un corto plazo, de no más de 10 años, el etiquetado energético en la edificación regional, pues cualquier electrodoméstico que se comercializa en Argentina lo posee. No obstante, la edificación no está contemplada por parte del Estado argentino. Lo propuesto debería ser implementado en diferentes escalas y gradualmente, hasta cubrir el 100% de la edificación regional, tal como lo realiza desde hace unos años el municipio de la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina), diferenciando las obras oficiales del Estado de las de las privadas. También considerando el volumen de las mismas, iniciando las acciones sobre las obras singulares de grandes superficies construidas en las que se ha verificado el elevado consumo de energía eléctrica final, como es el caso de los edificios en altura.

Lo comentado y desarrollado constituye una problemática real para todos los ciudadanos, pero desconocida en sus causas reales. Con una participación activa de los Estados provinciales de la región NEA los ciudadanos podrían beneficiarse en cuanto al mejoramiento de la calidad de vida de las edificaciones y también sería una contribución a la mejora del medioambiente.

Lo importante a tener en cuenta es que no se puede continuar en la senda actual, basada en el consumo masivo y descontrolado de la energía eléctrica final, puesto que es un recurso finito, dependiente de recursos naturales no renovables, lo que impacta negativamente en el medioambiente. Además, los estándares de vida del siglo XXI no admiten que no exista consumo de energía en todos los órdenes de la vida cotidiana actual. Por eso, sin energía no existe posibilidad del desarrollo de la vida y tampoco podrían existir en ningún país del planeta el Estado, la sociedad y la cultura. ■



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOCIACIÓN DE DISTRIBUIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (2016).** *Informes: Enero y Julio*. Recuperado de: www.adeera.com.ar/archivos/ADEERA-Informe-%20ene%2016.pdf www.adeera.com.ar/archivos/ADEERA-Informe-R6-%20julio%2016.pdf
- ALÍAS et al. (2010a):** Aspectos del desempeño térmico del parque habitacional social de resistencia y corrientes. En la XXXIII Reunión de ASADES y XIX Encuentro de IASEE, Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional–INENCO, UNSa y CONICET, Cafayate, Salta. *Averma*, 14. ASADES.
- **(2010b):** Monitoreo y simulaciones desempeño higrotérmico de viviendas sociales en Resistencia, en días de verano e invierno. XXXIII ASADES y XIX IASEE, Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional, UNSa y CONICET, Cafayate, Salta. *Averma*, 14. ASADES.
- ALÍAS, H. Y JACOBO, G. (2011):** «Eficiencia energética en viviendas sociales. Incidencia de la envolvente en el consumo eléctrico para mantener el bienestar higrotérmico en los espacios interiores.» *Arquisur*, (01. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL.
- **(2011a):** Monitoreo térmico de aulas, FAU–UNNE. Resistencia en días de invierno y condiciones de ocupación. En la XXXIV Reunión de ASADES y XX Encuentro de IASEE. Organizada: Instituto de Tecnologías Aplicadas, Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Coorganizada: Secretaría de Desarrollo Ciencia y Tecnología de Santiago del Estero. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. *Averma*, 15. ASADES.
- **(2011b):** Simulaciones desempeño térmico de aulas de la Facultad de Arquitectura–UNNE y contrastación con mediciones en invierno. En la XXXIV Reunión de ASADES y XX Encuentro de IASEE. Organizada: Instituto de Tecnologías Aplicadas, Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Coorganizada: Secretaría de Desarrollo Ciencia y Tecnología de Santiago del Estero. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. *Averma*, 15. ASADES.
- **(2012):** Monitoreo y simulaciones de desempeño térmico de aulas de la Facultad de Arquitectura de la UNNE en días de verano y condiciones reales de uso. Presentado en el XXXIV ASADES y el XX IASEE. Instituto de Tecnologías Aplicadas ITA, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Santiago del Estero y Secretaría de Desarrollo Ciencia y Tecnología de Santiago del Estero, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. *Averma*, 15. ASADES.
- **(2013):** Aplicación cualitativa de la termografía en el diagnóstico higrotérmico edilicio. Caso: sede de facultad de arquitectura–UNNE. XXXVI ASADES y el XXII IASEE. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Publicado en *Actas*, 1.
- **(2015):** Determinación y análisis de la carga térmica de climatización de edificios en altura de Resistencia y Corrientes. 7º Congreso Internacional CRETA, VII FAU–UNNE. FAU–UNNE. Resistencia, Argentina.
- ALÍAS, H. Y JACOBO, G. (2012):** Sustentabilidad en viviendas de interés social desde la perspectiva del desempeño energético–ambiental: incidencia de la tecnología constructiva de las envolventes. V Seminario Medio Ambiente, Ahorro Energético e Innovación Tecnológica en Arquitectura, Sociedad Central de Arquitectos. Buenos Aires, Argentina.
- **(2013):** Eficiencia energética edilicia en el NEA para una Arquitectura Sustentable. Metodologías de evaluación. VI CRETA, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- **(2014):** Crisis energética argentina: la urgencia del cambio de paradigma en el diseño arquitectónico del parque habitacional de interés social. Caso del NEA. XXV CLEFA 2014, Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

-
- COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO SA (CAMMESA) (2018):** *Informe de máximos históricos demandados de energía eléctrica en Argentina*. Recuperado de la web de CAMMESA: <http://portalweb.cammesa.com/default.aspx>
- CORONEL GARECA, C. (2017–2018):** Simulaciones de comportamiento térmico con el programa ECOTECT®.
- DALTO, V. (agosto 26 de 2016):** Afirman de la necesidad de la eficiencia energética en Argentina. *El cronista comercial*. Recuperado de: www.cronista.com/economia politica/Afirman-que-la-eficiencia-energetica-ahorraria-us-31.000-millones-en-inversiones-20160825-0048.html
- EL DIARIO DE LA REGIÓN (enero 12 de 2018):** *Déficit habitacional y perspectivas*. Recuperado de: http://eldiariodelaregion.com.ar/articulo/deficit-habitacional-y-perspectivas_OwyPIIquIX
- FERNÁNDEZ BLANCO, P. (enero 1 de 2018):** Advierten que se pagará un costo excesivo para salir de la crisis eléctrica. *La Nación*. Recuperado de: www.lanacion.com.ar/2103911-advierten-que-se-pagara-un-costo-excesivo-para-salir-de-la-crisis-electrica
- FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO ELÉCTRICO (FUNDELEC) (2011):** *Informe sobre el consumo hogareño de electricidad y su impacto en la tarifa final*, (31). Recuperado de: www.fundelec.com.ar/informes/info0031.pdf
- GALLIPOLITI, V. et al. (2012):** Análisis constructivo y de desempeño higrotérmico-energético en aulas de Facultad de Arquitectura-UNNE en invierno. XXXIV ASADES y XX IASEE. Instituto de Tecnologías Aplicadas ITA, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Santiago del Estero y Secretaría de Desarrollo Ciencia y Tecnología de Santiago del Estero, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. *Averma*, 15. ASADES.
- INTI (1996):** *Normas IRAM de Acondicionamiento Ambiental*. Serie 11600 desde la 11601.
- JACOBO, G. (2001):** *El confort en los espacios arquitectónicos del NEA*. Corrientes: Ediciones Moglia.
- (2016): «Eficiencia Energética en la Edificación del NEA, ¿Por qué?». En Primeras Jornadas Técnicas sobre Eficiencia Energética en la Edificación del NEA en la FAU-UNNE, Resistencia, Chaco.
- JACOBO, G. et al. (2011a).** Edificios de los Hogares-Escuela: Hitos urbanos y tecnológicos en el NEA. En XXX Encuentro del Arquisur y XV Congreso del Arquisur, en la FAU-UNNE. Resistencia, Chaco.
- (2011b): Parque habitacional social y energía en centros urbanos NEA. En XXX Encuentro del Arquisur y XV Congreso del Arquisur, en la FAU-UNNE. Resistencia, Chaco.
- JACOBO, G. Y ALÍAS, H. (2015):** Eficiencia energética en la arquitectura. Algunas situaciones paradigmáticas. Presentado en el 7° Congreso Internacional Creta, VII FAU-UNNE. FAU-UNNE. Resistencia, Chaco.
- (marzo 3 de 2016): 12 edificios de Resistencia y Corrientes consumen elevada energía. *DataChaco.com*. Resistencia, Chaco. Recuperado de: <http://datachaco.com/noticias/view/84632>
- (marzo 6 de 2016): *La primera semana de marzo estuvo entre las de mayor demanda energética del año*. Dirección Provincial de Energía, Corrientes. Recuperado de: <http://dpec.com.ar/1038/La-primera-semana-de-marzo-estuvo-entre-las-de-mayor-demanda-energetica-del-ano>
- (2016a): Es elevado el consumo energético de los nuevos edificios en Resistencia y Corrientes. *Publicación digital* en <http://chacodiapordia.com/interes-general/noticia/120172/es-elevado-el-consumo-energetico-de-los-nuevos-edificios-en-resistencia-y-corrientes> ; www.radiodos.com.ar/notix/noticia/86676_un-informe-alerta-sobre-excesivo-consumo-energetico-en-nuevos-edificios-de-corrientes-y-resistencia.htm ; www.diarioprimeraline.com.ar/informacion-general/2017/3/3/advierten-elevado-consumo-energetico-nuevos-edificios-corrientes-resistencia-38468.html
- (2016b): Energía: nuevo pico histórico y alto consumo en edificios. *El Litoral.com.ar*. Corrientes. Recuperado de: www.ellitoral.com.ar/453160/Energia-nuevo-pico-historico-y-alto-consumo-en-edificios

-
- **(2016c). 1970–2016:** Edificación No Sustentable en Argentina. XX Congreso Internacional Arquisur 2016 – Hábitat Sustentable. Universidad de Bio Bio, Chile.
 - **(2016d):** Eficiencia Energética en la Edificación del NEA. En Primeras Jornadas Técnicas sobre Eficiencia Energética en la Edificación del NEA en la FAU–UNNE. Resistencia. Chaco.
 - **(2016h). 1970–2016:** Edificación No Sustentable en Argentina. En XX Congreso Internacional Arquisur 2016 – Hábitat Sustentable. Universidad de Bio Bio, Chile.
 - **(mayo de 2017):** Arquitectura Energéticamente Optimizada. Jornada Técnica en el Consejo Profesional de la Ingeniería, Arquitectura y Agrimensura de Corrientes, Sede Central de CPIAyA. Corrientes.
 - **(agosto de 2017):** Arquitectura Energéticamente Optimizada y su Aplicación Profesional. Curso de Actualización Profesional en el Consejo Profesional de la Ingeniería, Arquitectura y Agrimensura de Corrientes, Sede Central de CPIAyA. Corrientes.
 - **(septiembre de 2017):** La eficiencia energética aplicada en la edificación de la provincia del Chaco como factor de desarrollo provincial. En Congreso CONIE 2017 – Innovación para un estado al servicio del ciudadano, organizado por la Dirección de Investigación del Instituto Provincial de Administración Pública del Chaco, en la Casa de las Culturas del Chaco, Resistencia, Chaco.
 - **(2017):** La construcción no convencional como estrategia para el mejoramiento de la eficiencia energética y ambiental de la Arquitectura: experiencia en la enseñanza de grado. IX Creta 2017, «Arquitectura, Diseño y Tecnología en la Construcción Sostenible del Ambiente». FADU– Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe: Ediciones FADU–UNL.
- MINISTERIO FEDERAL DE RELACIONES EXTERIORES (2016):** *La Energiewende alemana*. Berlín. Recuperado de: [www.alemaniaparati.diplo.de/Pellini, C. \(s/f\). Climas de argentina condiciones climáticas de la República Argentina. Recuperado de: https://historiaybiografias.com/clima6/](http://www.alemaniaparati.diplo.de/Pellini, C. (s/f). Climas de argentina condiciones climáticas de la República Argentina. Recuperado de: https://historiaybiografias.com/clima6/)
- PORTA, C. Y JACOBO G. (2015):** Rehabilitación energética de cubiertas de edificios existentes. Soluciones tecnológico – constructivas aplicables en el NEA. 7° Creta, VII FAU–UNNE. FAU–UNNE. Resistencia, Chaco.
- SÁNCHEZ, C. (2014):** Energiewende, la asombrosa reforma eléctrica de Alemania para llegar a un escenario casi 100 % renovable en 2050. *Mercado eléctrico*. Recuperado de: www.energynews.es/energiewende-la-asombrosa-reforma-electrica-de-alemania-para-llegar-a-un-escenario-casi-100-renovable-en-2050/
- SUÁREZ, B.R. Y JACOBO, G. (2015):** Rehabilitación Térmica de Cerramientos de Vanos (Vidrios y Marcos de Carpinterías) e edificios existentes. Propuesta de Soluciones Tecnológico–Constructivas aptas para el NEA. Presentado en el 7° Congreso Internacional Creta, VII FAU–UNNE. FAU–UNNE. Resistencia, Chaco.
- SUÁREZ, R. et al. (2016):** La problemática higrotérmica de las carpinterías de edificios del nordeste argentino. Simulaciones con Therm 6.3. En XX Congreso Internacional Arquisur 2016 – Hábitat Sustentable. Universidad de Bio Bio, Chile.
- S&T RESEARCH (2011):** *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001–2010*. Recuperado de: www.st-research.com.ar
- VENHAUS HELD, M. et al. (2015):** Determinación de la conductividad térmica de la celulosa de papel reciclado. Posibles procesos productivos y propuestas para su uso como aislante térmico de edificios en el nordeste argentino. XXXVIII ASADES 2015, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael, Mendoza.
- **(2016):** Las envolventes constructivas en la construcción no convencional de edificios del Noroeste Argentino y el problema de los puentes térmicos. Simulaciones con Therm 6.3. XX Congreso Internacional Arquisur 2016 – Hábitat Sustentable. Universidad de Bio Bio, Chile.