

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES DE BASE SOLAR A ESCALA URBANA. CASO DE ESTUDIO: BARRIO DE FLORES – CABA

A. Figueira¹, A. Maggi¹, S. Miguel¹, E. Fernandez¹, D. Grosso¹, L. Santamaria¹

Laboratorio Bio-Ambiental de Diseño - Facultad de Planeamiento Socio-Ambiental
Arquitectura - Universidad de Flores.

Pedernera 288 2do piso- C.P. 1406 –Ciudad de Buenos Aires

Tel: 011 4610-9300 int: 326 e-mail: anifigueira@gmail.com

Recibido 15/08/19, aceptado 18/10/19

RESUMEN Se propone una metodología para aprovechar el potencial energético solar urbano para la producción de energía de base renovable. Se toma como caso de estudio el Barrio de Flores en la Ciudad de Buenos Aires. A partir del relevamiento de los usos del suelo, la forma urbana y las tipologías de las cubiertas (en planta y sección) se calculan de manera teórica las superficies disponibles para tal fin. Los resultados estiman que el barrio posee 232.945 m² de superficie útil en edificios no residenciales, recibiendo en promedio 349.418 MWh de irradiación solar global acumulada en un año. Con paneles fotovoltaicos se podría cubrir el 12% de la demanda energética de los habitantes de Flores. Este estudio podría contribuir a la planificación urbana sostenible e incorporar nuevas variables al momento de aplicar los códigos de planeamiento urbano.

Palabras Claves: Radiación solar, desarrollo urbano, energías renovables

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, es reciente el abordaje sobre la capacidad y planificación en la implementación de la generación y distribución de energías en base renovable. Para ello es necesario que los centros urbanos incorporen estas variables al momento de planificar y ordenar el crecimiento urbano en el territorio.

Uno de los casos recientes es el de la Provincia de Salta, que cuenta con una plataforma de cálculo de sistemas fotovoltaicos y solares térmicos denominada SiSol que surge de un Proyecto de Investigación y un convenio entre la UNSa (Universidad Nacional de Salta) y la Secretaría de Energía de Salta.

Por otra parte, las ciudades argentinas que están atravesando un crecimiento urbano, no consideran aún ampliar la red de consumo energético vinculado a los cambios que se están produciendo en la matriz energética Nacional. Por lo tanto, existe una gran oportunidad para el aprovechamiento del recurso solar para abastecer la creciente demanda.

Para acceder al potencial del aprovechamiento de los recursos de fuentes renovables aplicados a los centros urbanos, es deseable implementar medidas y políticas locales para activar la utilización solar

¹ Investigador del laboratorio Bio-ambiental de Diseño de la Facultad de Planeamiento Socio -Ambiental de la Universidad de Flores.

en las estructuras urbanas. Un ejemplo reciente es el de Uruguay que desde hace varios años ha implementado políticas para solventar el aumento de consumo energético, a pesar del crecimiento casi nulo de la población. De este modo le permite afrontar así, de manera autónoma, este incremento del consumo. Según el Informe de Medio Ambiente y Energía generado por la Dirección Nacional de Energía (DNE), la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el desarrollo en Uruguay (AECID), el Gobierno de Uruguay plantea como objetivo central de esta política energética la satisfacción de todas las necesidades energéticas a costo que resulten adecuados para todos los sectores sociales y que aporten competitividad al país. Mediante políticas sustentables, tanto desde el punto de vista económico, como el medioambiental, se definen lineamientos a seguir con metas a corto, medio y largo plazo.

Otra condición a tener en cuenta para aprovechar el potencial energético solar urbano real es la elaboración de un estudio y diagnóstico que derive en una serie de documentos que constituyan la “planificación solar urbana” de la zona en tratamiento, para lograr información certera sobre la radiación solar recibida en cada cubierta (techo), en cada hora del día y en cada mes del año considerando la geometría de los mismos y la forma urbana construida y planificada. Mundialmente existen pocos estudios que propongan un proyecto de este tipo. Tal es el caso para la ciudad de Valparaíso en Chile (Araya-Muñoz, et al., 2014) donde se creó un software que tiene como objetivo la estimación de dicho potencial de geometría y de orientación espacial. Este programa puede ser utilizado por las autoridades locales, urbanistas y las empresas encargadas de gestionar la energía del lugar y así promocionar la utilización de este recurso energético que no solo ordena el impacto del crecimiento urbano sobre el medio ambiente sino también se orienta a lograr la autonomía energética del sector urbano en estudio.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta el derecho de los habitantes de acceder a la energía solar sin que esta se vea interrumpida por modificaciones edilicias futuras. Un ejemplo de protección del “derecho al sol” se propone en California en el año 1978. Ese año se sanciona la Ley de Servidumbre Solar (Solar Easement Law - secciones de código civil, 801 y 801.5) que ofrece la posibilidad de proteger el futuro acceso solar a través de una servidumbre negociada con los propietarios y vecinos. Esto significa que el damnificado recibe el derecho a la luz del sol a través de los bienes inmuebles del vecino. Se previene de esta manera pérdidas de las inversiones debido a la limitación solar, ya que las nuevas construcciones que obstaculizan la radiación de sol deben entregarles a las construcciones existentes la misma cantidad de energía que le restringen. Actualmente, según The Community Associations Institute, 34 estados de los Estados Unidos prohíben u ofrecen la posibilidad de sancionar las restricciones impuestas a los propietarios de viviendas que impidan la instalación de paneles solares y su disponibilidad asociada (Mesa et al., 2013).

MARCO TEÓRICO

Con el correr del Siglo XXI, la obtención y el consumo de combustibles fósiles serán cada vez más costosos y representará un mayor riesgo desde los aspectos económicos y ambientales para los ciudadanos (Caamaño et al., 2011). Por otra parte, en las ciudades se concentra 80% de la población mundial, en donde se consume casi el 75% de la energía total y es donde se producen las mayores emisiones de CO₂ (Gómez, et al., 2017). La Organización de las Naciones Unidas reporta (2019) que un 90% de la población mundial tiene acceso a la energía eléctrica, pero será necesario redoblar los esfuerzos para alcanzar a aquellos que todavía no tienen acceso a ella.

Por esto, es necesario implementar políticas de Estado y normas técnicas que promuevan el desarrollo de ciudades sustentables, en donde se mitiguen los efectos adversos sobre los problemas ambientales, se construyan edificios adecuados a la eficiencia energética y se promuevan la incorporación de energías renovables.

En el año 2015 fue sancionada la Ley 27.919 modificando la Ley 26190, “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energías Destinada a la producción de Energía Eléctrica” que determina el objetivo de lograr una contribución de las fuentes renovables de energía

hasta alcanzar el 20% del consumo de energía eléctrica nacional al 31 de diciembre 2025. Se propone también, la utilización de la norma IRAM – ISO 50001 para la implementación de sistemas de Gestión de la Energía en orden de alcanzar este 20% de maneras más acelerada.

En 2017 se promulgó la Ley de Generación distribuida de energías renovables integrada a la red eléctrica pública (Ley 27.424 bajo el Decreto 1075/2017), reglamentada por el Decreto 986/2018, donde cada consumidor tiene posibilidades de ser generador de energía eléctrica (autoconsumo) e inyectar al sistema de la red el excedente de lo producido. Así se contribuye a fijar nuevas políticas energéticas e incentivar a los usuarios a cambiar su forma de consumo. Esta norma ya comenzó a implementarse en las provincias Salta (Ley 7824), Mendoza (Ley 9084/26 de Julio 2018), San Luis (Ley N° IX-0921-2014), Neuquén (Ley 3006) y Corrientes (Ley 6428). La provincia de Santa Fe, pionera en cuestiones de inyección a la red eléctrica desde hace ya 5 años, cuenta con un marco regulatorio de inyección de energía limpia a la red eléctrica para pymes y residenciales. (Ley 12.503/ 2005, Decreto 1565/16, Decreto 1710/18, Resolución 140/2018 –Prosumidores).

Recientemente desde el Ministerio de Hacienda –Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética- se incentiva con mayor profundidad a las pequeñas y medianas empresas con la disposición N° 82/2019. Se instrumenta un beneficio promocional en forma de certificado de crédito fiscal para ser aplicado al pago de impuestos nacionales. Estos beneficios se otorgan según el tipo de Usuario-Generador, la tecnología utilizada, la potencia instalada. El monto de este beneficio equivale a quince pesos por unidad de potencia (15 \$/W), con un tope máximo de un millón de pesos.

Otras herramientas de apoyo y gestión de los derechos al sol, se encuentran en algunos Códigos de edificación y Planeamiento Municipales. Consisten en regulaciones para proteger sistemas solares existentes o futuros, dependiendo de los gobiernos locales, ordenanzas y códigos de construcción. A su vez cuentan con parámetros sobre el usufructo solar (acceso a luz solar sin obstrucciones de vecinos hacia una propiedad). Esto ocurre por ejemplo en Inglaterra, donde se considera al derecho al sol como un derecho adquirido, siendo que un edificio que haya recibido luz natural por más de veinte años está habilitado a impedir cualquier obstrucción que prive este derecho. (Mesa, A, et al., 2013).

Knowles (1981) ha estudiado que las densidades muy altas tendrán un efecto adverso en el acceso solar si se busca acondicionar con ganancias directas. Además, determinó un equilibrio llamado “Envoltente Solar”, evitando el eclipse de un edificio a las edificaciones vecinas durante los periodos críticos de recepción de energía del día y del año. Algunas de sus investigaciones como las realizadas en la ciudad de Los Ángeles, donde determina que edificios de entre 3 a 7 pisos, son óptimos en términos de Envoltente Solar. Estos trabajos podrían aplicarse al caso de la ciudad de Buenos Aires al tratarse de ciudades en latitudes similares (34°) y realizar un análisis comparativo al respecto. Por lo tanto, se considera importante el factor de la densidad en el estudio de acceso al Sol, junto con la forma de la envoltente, el volumen edilicio, el entorno, etc.

El Código de Planeamiento Urbano de la Ciudad de Buenos Aires menciona una única referencia al asoleamiento: plantea que cuando se construyan en una misma parcela uno o más edificios de perímetro libre, estos se deberán emplazar asegurando 3 horas de asoleamiento, al menos para la mitad de los locales de primera clase de cada unidad de vivienda durante el solsticio de invierno. (Código de Planeamiento Urbano de la CABA, Sec. 4.8.2, 2017).

Un estudio realizado para la ciudad de Buenos Aires en el 2018, plantea la creación de Macromanzanas, con el objeto de contribuir a la propuesta del Nuevo Código Urbanístico-2018 para la ciudad. En uno de los análisis sobre el crecimiento de densidad y, en consecuencia, modificación de la forma urbana y consumo energético, se plantea la posibilidad de generación de energía eléctrica y térmica aprovechando la disponibilidad solar de cubiertas de los nuevos edificios. A través de estimaciones y desarrollo de un modelo teórico, se logró proponer y alcanzar un porcentaje aceptable para la generación energía limpia para compensar el aumento de la demanda energética que se produciría a partir del crecimiento urbano. (Miguel et al., 2017).

METODOLOGÍA

Para mitigar el impacto sobre el crecimiento urbano y promover un desarrollo sustentable, una de las medidas a considerar es el aprovechamiento extensivo de la radiación solar en áreas urbanas. Para ello, se deben estudiar distintos sectores de la ciudad en relación al acceso al sol y dimensionar el potencial solar con el objeto de obtener un diagnóstico y resultados certeros (Viegas, 2011). Se podría determinar el impacto ambiental generado por la no disponibilidad del recurso solar debido a que esta conduce a la generación de mayor consumo (Mesa et. al., 2013). El recurso solar en gran medida está condicionado por las características del entorno, la altura de las edificaciones, la separación entre volúmenes y las proporciones del espacio exterior, como también por las obstrucciones de construcciones. En altas densidades además de necesitar un buen diseño hacia el aprovechamiento solar se requiere medidas establecidas por organismos de gestión. En Argentina, estas medidas están plasmadas en los Códigos de Planeamiento Urbano y Edificación de cada ciudad.

En el caso de Buenos Aires, mientras es obligatorio asegurar el asoleamiento durante tres horas en el solsticio de invierno de la mitad de los locales de primera clase de cada vivienda no se asegura el derecho al asoleamiento por obstrucciones de construcciones linderas futuras. Por otro lado, normas nacionales de IRAM (11601/2002, 11603/1996, 11604/2001 y 11605/1996) y AADL (J20-06/1972) establecen niveles mínimos de habitabilidad térmica y lumínica recomendados, pero que no son de carácter obligatorio.

Al momento de diseñar una instalación en base a fuentes renovables, los equipos solares requieren que las sombras proyectadas por obstáculos (edificios, elementos arquitectónicos, arbolado urbano e infraestructuras) sean mínimas. Además, variables como la inclinación de instalación, dimensiones, tecnología y otros factores influyen directamente en la cantidad energía generada (Amado y Poggi, 2012). De este modo surge el desafío de la planificación solar urbana. El concepto de Envoltente Solar de Knowles puede ser aplicado a casos actuales, vinculando la superficie y volumetrías existentes con las alturas y superficies permitidas por Código de Planeamiento Urbano, de forma de encontrar situaciones favorables y desfavorables.

La agencia internacional IRENA (International Renewable Energy Agency) recomienda el aprovechamiento de las grandes áreas de envoltentes y techos para el emplazamiento de sistemas de captación de energía como complemento a medidas de eficiencia energética en edificaciones, implicando la producción de energía de forma distribuida (IRENA, 2016). En el caso de tecnologías solares fotovoltaicas o solar térmica deben considerarse aspectos de impacto urbanístico, por ello la opción es que las superficies de captación estén coplanares en la edificación; formando parte de la envoltente. (Wall et al., 2012).

Este trabajo toma una porción de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (que tiene una extensión de 20.300 Ha). El área de estudio es el barrio de Flores, de 860 Ha distribuidas en 516 manzanas. (Figura 1).



Figura 1: Imagen del área urbana de intervención - Barrio de Flores.

De acuerdo a un estudio preliminar de sub-zonas dentro del Barrio de Flores, se han definido tres sectores de acuerdo a la morfología urbana, los usos del suelo y en consecuencia diferentes tipologías edilicias (Figura 4):

1-Sector Norte: Comprendido entre las calles Av. Gaona al norte, Av. Tte. Gral. Donato Alvarez al este, Av. Rivadavia al sur y la calle Cuenca al Oeste: Se caracteriza por ser una zona consolidada, posee una alta densidad de uso residencial y comercial, creciendo considerablemente en las avenidas. Debido a ello carece de espacios disponible a nivel cero.

2-Sector Centro: Al Norte Av. Rivadavia, el límite al Este está compuesto por las calles Curapaligüe – Av. Directorio y Av. Carabobo, Av. Eva Perón al sur y Portela al Oeste: La particularidad de esta zona es que contiene una mixtura de densidades. Hacia el Norte hallaremos una alta densidad residencial y comercial, en la parte central una densidad media y en la franja sur, sector atravesado por la Autopista 25 de Mayo, una densidad baja.

3-Sector Sur: está delimitado por Av. Eva Perón al Norte, Av. Carabobo – Castañares al este, Av Riestra – AV. Perito Moreno y Av. Castañares al sur y Portela, Au. 25 de Mayo, Au. Pres. Cámpora: Se caracteriza por ser el menos consolidado de los tres. Está compuesto por una densidad residencial y comercial baja que va disminuyendo hacia el Sur. En la zona central hallaremos usos variados como depósitos, Terminales de Colectivos, Cementerio, Hospital, Clubs. En el Sur localizamos predios de grandes proporciones que en su gran parte carecen de uso, lo cual ofrece amplias superficies ociosas disponibles.

Con esta primera evaluación se ha realizado un relevamiento de los perfiles urbanos, volumetrías y particularidades de la forma urbana con el objeto de estudiar qué superficie en la zona seleccionada tendría el potencial de instalar equipamiento de generación de energía de base renovable solar y que dicha producción sea eficiente.

Dentro de las tipologías de edificio relevados hemos solo considerado edificios públicos, educativos e industriales. La selección de estas tipologías radica en que son de variadas morfologías y escalas de edificio, proponen en general un uso de abastecimiento de servicios y dependen de un solo propietario o dominio, siendo más factible de implementar un sistema de generación energético centralizado. Excluyendo de este trabajo los usos residenciales caracterizados por pertenecer a distintos propietarios, siendo así mucho más dificultoso su cálculo y puesta en práctica.

Por otra parte, se realizó un inventario de superficies disponibles y su morfología, que dará como resultado la superficie real de aprovechamiento del recurso solar para el sector de estudio dentro de la Ciudad de Buenos Aires. El relevamiento corresponde a imágenes satelitales, documentación digital e información pública del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires actuales.

Las categorías relevadas se sintetizan en tres grupos: 1-Techos o cubiertas de edificios existentes, 2-superficies libres y ociosas (que no constituyan espacios verdes) y 3-los laterales de la Autopista 25 de Mayo que tienen sus caras expuestas al Norte.

Seguidamente, se ha desarrollado una categorización del tipo de cubierta en implantación (planta) derivada de la forma de las mismas. (Figura 2).

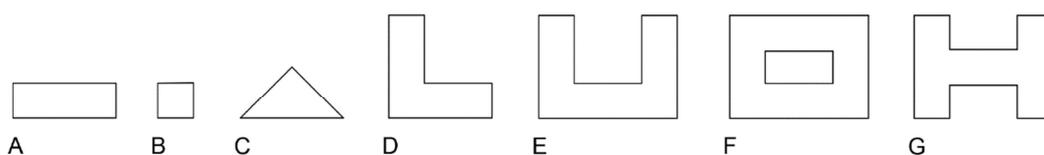


Figura 2: Categorización del tipo de cubierta en implantación (planta): A: Implantación del edificio en forma rectangular, B: Implantación de tipo cuadrada, C: Implantación triangular, D: Implantación de forma de "L", E: Implantación en forma de "U", F: Implantación con patio central, G: Implantación en forma de "H", Elaboración propia.

Por otro lado, estas mismas cubiertas relevadas, se clasificaron según su forma volumétrica (en sección) (Figura 3), de esta manera se podrá estudiar la capacidad de alojar sistemas de producción de energía y la manera de disposición en estas superficies, teniendo en cuenta además las orientaciones con respecto al sol.

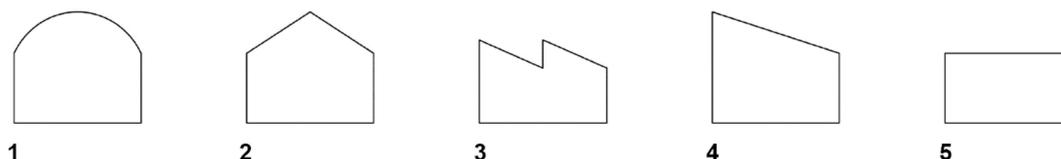


Figura 3: Categorización del tipo de cubierta según su forma volumétrica (sección): 1: Cubierta cañón, 2: Cubierta a dos aguas, 3: Cubierta shed, 4: Cubierta a un agua, 5: Cubierta plana o superficie plana disponible a nivel cero, Elaboración propia.

A continuación, se cuantifican las tipologías existentes de implantación (Tabla 1). Destacándose en un 61% las cubiertas de tipo rectangulares (A), y en segundo lugar se encuentran las cubiertas con tipología en forma de U (E). El 10% de los techos disponibles son de tipologías cuadrada (B) y el 9% de tipología con patio central (F). Y en menor proporción la tipología de forma de H (G), forma de L (D) y tipología en forma de triángulo (G), cada una poseen un 3%, 1% y 1%.

TIPO IMPLANTACIÓN	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
	53	9	1	1	12	8	3	87
	61%	10%	1%	1%	14%	9%	3%	100%

Tabla 1: Porcentaje de tipo de cubierta en implantación (planta)

También, se evalúa qué tipos cubiertas existen en el barrio, y la de mayor proporción son las de cubierta plana (5) en un 60%. Las de menor proporción son las de cubiertas shed (3) y cubiertas a un agua (4). Las proporciones medias son las del 24 % de cubiertas tipo a dos aguas (2) y en un 10% de cubierta cañón (1).

TIPO DE CUBIERTAS	1	2	3	4	5	TOTAL
	11	26	3	4	65	109
	10%	24%	3%	4%	60%	100%

Tabla 2: Porcentaje de tipo de cubierta según su forma volumétrica (sección)

RESULTADOS OBTENIDOS

El relevamiento arrojó como resultado que, de las 516 manzanas existentes en el barrio de Flores, 64 de ellas (el 12.40%) tienen superficies disponibles para captación solar. Siendo el 1% de uso hospitalario y clínicas, 2% de uso industrial, el 36% corresponde a terrenos libres, el 30% a edificios públicos, el 9% a lotes vacantes u ociosos y finalmente el 22% son edificios educativos. (Figura 4).

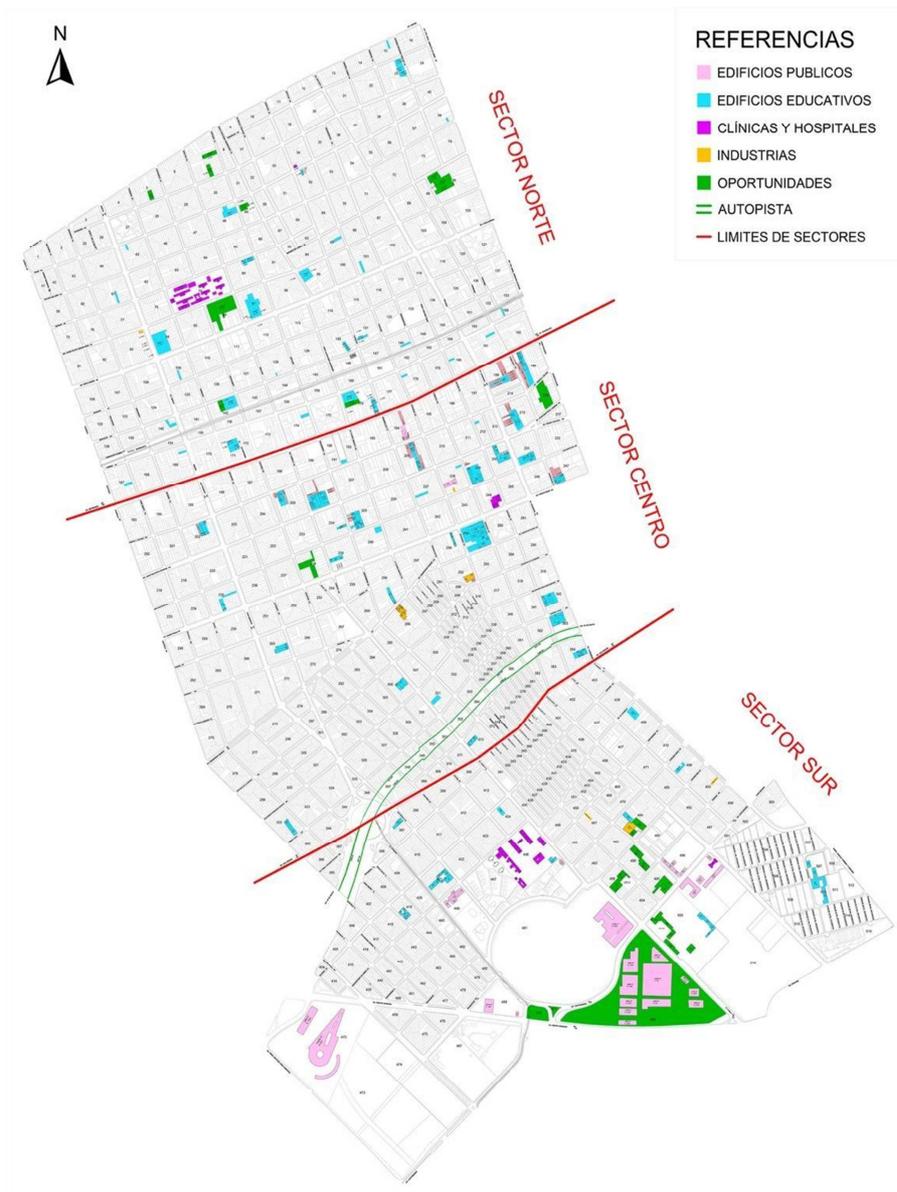


Figura 4 – Plano del Barrio de Flores en donde se definen los 3 sectores y se vuelcan las superficies disponibles relevadas de acuerdo al uso de los edificios. Elaboración propia.

En relación a los tres sectores en que se ha dividido el barrio de Flores, el sector Norte se caracteriza principalmente por contar con edificios escolares y sectores ociosos de oportunidad, mientras que el Sur tiene una alta concentración de superficies de terreno libre y edificios públicos. El sector Central se destaca por tener la mayor parte de cubiertas industriales. En la zona Norte y en la zona céntrica de Flores se dispone de superficies de tamaños semejantes mientras que, en la zona Sur, al ser una zona de menor densidad habitacional, existen superficies de captación solar de mayor tamaño.

Por lo tanto, si sumamos todas las superficies en planta relevadas, de acuerdo a lo analizado anteriormente, se obtiene una superficie disponible de 285.079 m². A esto le debemos sumar 3.079 metros lineales de la autopista, duplicarse al considerar cada borde, y multiplicar por una altura de 0,992 m (dimensión de un panel solar promedio), dando como resultado una superficie útil de 6.109 m². Entonces la superficie total disponible es de 291.188 m².

Con el fin de obtener una superficie real estimada para la generación de energía en base solar, corresponde aplicar una reducción de un 20% a la superficie disponible debido al espacio extra que requiere el mantenimiento de los módulos y la separación entre ellos para evitar sombras (Amado y

Poggi, 2012). Por lo tanto, la superficie disponible útil para la captación solar en el barrio de Flores es de 232.945 m².

Con el objeto de dimensionar el potencial de producción energético, y a que refiere esta superficie obtenida, tomamos como parámetro la carta de distribución anual del promedio de la irradiación solar global acumulada sobre superficie plana; que en la zona del barrio de Flores es de 1.5 MWh/m² (Grossi Gallegos y Righini, 2007). Consecuentemente, la energía aprovechable sobre la superficie disponible es de 349.417,50 MWh.

De acuerdo al estudio del consumo energético en la Ciudad de Buenos Aires desarrollado por CEDEM (Centro de Estudios para el Desarrollo Económico Metropolitano), la Dirección General de Estadística y Censos del Ministerio de Hacienda y el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (Informe de Resultados 736, Julio 2014), un habitante de esta ciudad consume por año 1,6 MWh; mayor al indicador promedio del país 0,9 MWh por habitante. Esto se debe a que en Buenos Aires conviven con el uso residencial permanente actividades diurnas de producción y trabajo que incrementa el consumo relativo del que habita la ciudad.

Según el CEDOM (Centro de Documental de Información y Archivo Legislativo) el Barrio de Flores posee 142.695 habitantes. Consecuentemente y considerando los índices que fueron detallados en el párrafo previo se obtiene que la demanda energética promedio del Barrio es 228.312 MWh anual.

Finalmente, y con la necesidad de abastecer la demanda eléctrica del caso de estudio se calcula la cantidad de paneles fotovoltaicos que cabrían en la superficie disponible. Teniendo en cuenta paneles de 320Wp - elegidos como ejemplo para este cálculo dentro de las opciones en mercado actual - cuya superficie es 1.94 m², la cantidad de paneles asciende a 120.053 unidades. Luego, se consideran las horas solar pico para Buenos Aires (3,3 HSP) y el rendimiento del sistema (0,6) (Quadri, 2003) para determinar la energía generada. Entonces el valor obtenido para ésta es de aproximadamente 27.764 MWh por año. Esta energía equivale al 12% de la demanda energética residencial anual del barrio de Flores.

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos en este trabajo indican que, a partir del recorte de un área de estudio de la Ciudad de Buenos Aires, es posible generar información sistematizada del potencial que existe en la forma urbana y las superficies expuestas a la radiación solar de ser aprovechadas para la generación de energías renovables.

Por otra parte, aún falta concientizar a las autoridades, antes de aplicación de códigos locales y planificadores urbanos y a su vez mostrar herramientas simples para la verificación de este potencial energético.

También se deberían incorporar en Códigos de Planeamiento y Edificación variables de producción energética y condiciones vinculadas al “derecho al sol”, para que en un futuro se puedan proponer legislaciones al respecto y desarrollar ciudades más sostenibles.

Este trabajo es parte de un proyecto de Investigación financiado por la Secretaría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Flores, sobre el aprovechamiento del recurso solar para la potencial producción de energías renovables, que se encuentra en fase inicial.

Los pasos siguientes llevarán a focalizar las superficies relevadas y considerar las obstrucciones reales existentes que afectan a cada caso y la incidencia de sombras recibidas por volumetrías propias y del entorno. De este modo, se podrá sistematizar y definir con precisión el potencial de generación energético real.

REFERENCIAS

- Amado, M; Poggi, F; [en línea] (2012) Towards solar urban planning: a new step for better energy performance. Energy Procedia 30, 1261-1273; Dirección URL: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1876610212016554?token=0DCCEEEACEE410DEB1DC50A6434F316AE9FBF78FCC6E18F4B5A8F991DEC66246C18EE842725627AFFD75D2D52ACCD81> [consulta: Abril 2016].
- Mesa, A; Giusso, C; Galvez, D; (2013) Potencial solar urbana: Análisis de la incidencia de los Marcos Normativos, en Ciudades de escala media Argentinas. Acta de la XXXVI Reunion de Trabajo de la Asociacion Argentina de Energias Renovables y Medio Ambiente Voll. Pp.01.125-01.132; ISBN: 978-987-29873-0-5.
- Araya -Muñoz,D; Carvajal, D; Sáez-Carreño, A; Bensaid,S; Soto-Márquez, E; (2014) Assessing the solar potential of roofs in Valparaíso -Chile” Elsevier B.V. Energy and Buildings, Vol 69, pp 62-73, ISSN: 0378-7788.
- Código del Planeamiento Urbano - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, (2017).
- Código Técnico de Edificación (CET) (2006) Real Decreto 314/2006. – Madrid.
- Gómez, N; Higuera, E; Ferrer y Arroyo, M; [en línea] (2017) Herramientas de evaluación del potencial energético y optimización solar en el planeamiento de las áreas urbanas. Trienal de Investigación FAU UCV 2017, Caracas. ISBN: 978-980-00-2879-7. Dirección URL: http://trienal.fau.ucv.ve/2017/publicacion/articulos/AS/extenso/TIFAU2017_Extenso_AS-03_NGomez.pdf [consulta: Abril 2016]
- Grossi, H; Righini, R; (2007) Atlas de energía solar de la República Argentina. Argentina, APF suma.
- IRENA [en línea] (2016) Renewables Energy in Cities. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, Dirección URL: https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Statistics_2016.pdf [consulta: 26 de Junio 2019]
- Knowles R.L., (1981) Sun, Rhythm and Form. The MIT Press, Massachusetts.
- Miguel, S; Mora, F; Figueira, A; Faggi A; Fernández, E; (2017) Herramientas urbanas y ambientales que contribuyen a definir el modelo de Macromanzana para Buenos Aires. Acta de la XL Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Voll. Pp.01.125-01.132; ISBN: 978-950-605-862-3.
- Solar Easement Law [en línea] (1978) Civil Code, section 801 – 801.5 – U.S.A. Dirección URL: <http://www.statesadvancingsolar.org/policies/policy-and-regulations/solar-access-laws>. [Consulta: Enero 2018]
- Viegas, G; (2011) Desarrollo metodológico a partir de mosaicos urbanos para evaluar la eficiencia energética el aprovechamiento de la energía solar en el marco de la sustentabilidad urbana. Ambiente Construido, Porto Alegre, v11, pp. 139-155. ISSN 1678-8621
- Wall, M; Probst, M.C.M.; Roocker, M.C.; Dubois, M; Horbat, M; Jorgensen, O.B, Kappel, K; [en línea] (2012) Achieving solar energy in architecture-IEA SHC Task 41; Energy Procedia, vol.30, pp. 1250-1260, Dirección URL: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1876610212016542?token=6BBA2154E090F2203D24DF6AA8CC92A87313572C83C63BBD4F4B2D14FF6A7EC1E28D0DCE4AA286ECB13974B40877A728>
- Quadri, N; (2003) Energía Solar. Alsina. Buenos Aires, Alsina. ISBN 950-553-11-7
- Aumento de tarifas residenciales del servicio de energía eléctrica. Análisis del posible impacto en escenarios alternativos. Informe de Resultados 736 - Julio 2014 - Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. [En línea]. Dirección URL: https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/wp-content/uploads/2015/04/ir_2014_736.pdf [consulta: Junio 2019]
- Anuario Estadístico 2017- Dirección General de Estadística y Censo Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires - Ministerio de Economía y Finanzas. [En línea]. Dirección URL: https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/wpcontent/uploads/2018/10/anuario_estadistico_2017.pdf. [Consulta: 26 de junio 2019]
- Sisol. Sistema de Información Solar Salta. Gobierno de la Provincia de Salta. Ministerio de Producción, Trabajo y Desarrollo Sustentable. Secretaría de Energía <http://sisol.salta.gob.ar/>
- Naciones Unidas. (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. eISBN: 978-92-1-047889-2, ISSN: 2521-6899, ISSN: 2521-6902.

IRAM 11.601, Acondicionamiento térmico de edificios – Método de cálculo, 2002. IRAM 11.603, Acondicionamiento térmico de edificios – Clasificación bioambiental de la República Argentina, 1996. IRAM 11.604, Acondicionamiento térmico de edificios – Verificaciones de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente Volumétrico G de Pérdidas de calor. Cálculo y valores límites, 2002. IRAM 11.605, Acondicionamiento térmico de edificios – Condiciones de habitabilidad en edificios, 1996.
IRAM AADL J20-06 Norma Nacional niveles de iluminancia. 1972

**METHODOLOGY TO DETERMINE THE RENEWABLE ENERGY GENERATION
POTENTIAL, FROM SOLAR BASE TO URBAN SCALE. STUDY CASE: FLORES
NEIGHBORHOOD - BUENOS AIRES CITY**

ABSTRACT A methodology to take advantage of urban solar energy potential for renewable energy production is proposed. Flores neighborhood is chosen as a study case in the City of Buenos Aires. From the survey of land use, urban form and roofs' typologies (plan and section), the available areas are estimated in a theoretical way. The results show that this area has 232.945 sqm of useful nonresidential surface and receives 349.417,50 MWh average of global solar irradiation accumulated per year. It could supply 12% of the energy demand of the residential sector of Flores. This study could contribute to sustainable urban planning and incorporate new variables when applying urban planning codes.

Keywords: Solar radiation, urban development, renewable energy