

# Determinación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en una matriz energética sustentable mediante análisis de escenarios

Estudio de caso en zonas áridas con alto riesgo hídrico

Determination of greenhouse gas emissions (GHG) in a sustainable energy matrix through scenario analysis. Case Study in arid zones with high hydric risk

Alba Inés Ramos Sanz

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Buenos Aires, República Argentina.

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHA-CONICET). San Juan, República Argentina.

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD)

Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)

PhD. Profesora categoría Adjunto, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD), Universidad Nacional de San Juan (UNSJ; 2007-actualidad). Argentina.

[https://scholar.google.es/citations?view\\_op=new\\_articles&hl=es&imq=Alba+Ramos+Sanz#](https://scholar.google.es/citations?view_op=new_articles&hl=es&imq=Alba+Ramos+Sanz#)

<https://orcid.org/0000-0003-4069-4740>

[draarqalbaramossanz@gmail.com](mailto:draarqalbaramossanz@gmail.com)

Ramos-Sanz, A. I. (2020). Determinación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en una matriz energética sustentable mediante análisis de escenarios. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(2), 114-125. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2752>



[doi.org/10.14718/RevArq.2020.2752](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2752)

## Resumen

Se toma por caso de estudio una matriz energética sustentable, a fin de estimar las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq; GEI) por MWh de energía consumida y per cápita. Los antecedentes indican que dicha matriz se abastece con frecuencia de una matriz convencional nacional; la prueba de hipótesis confirma dicho supuesto. La matriz cubre la demanda energética en el 17% de las veces. Se determina el coeficiente de variación, a fin de observar el comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq/per cápita, según la participación de la matriz energética sustentable, en ocasiones en las cuales no cubre la demanda y debe proveerse con recursos fósiles del Sistema Interconectado Nacional. Se concluye que el nivel medio de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el 83% de las ocasiones crece hasta 5 veces más que el estimado por unidad de energía (0,10 CO<sub>2</sub>eq/MWh), y hasta 8 veces por usuario (5,20 tnCO<sub>2</sub>eq/per cápita).

**Palabras clave:** Indicadores ambientales; suministro de energía; consumo de energía; balance energético; energía renovable

## Abstract

A Sustainable Energy Matrix is taken as a case study to estimate the equivalent carbon dioxide (CO<sub>2</sub>eq; GHG) emissions per MWh of energy consumed and per capita. Background data indicate that said matrix is often supplied with a national conventional matrix. The hypothesis test confirms this assumption; the Matrix covers the energy demand 17% of the time. The variation coefficient is determined, in order to observe the behavior of CO<sub>2</sub>eq / Per Capita emissions according to the participation of the Sustainable Energy Matrix, at times when it does not cover the demand and it must be provided with fossil resources from the National Interconnected System. It is concluded that the average level of GHG emissions 83% of the time increases up to five times that estimated per unit of energy (0.10 CO<sub>2</sub>eq / MWh) and up to eight times per user (5.20 tnCO<sub>2</sub>eq / Per Capita).

**Keywords:** Environmental indicators; energy supply; energy consumption; energy balance; renewable energy

Recibido: mayo 29/2019

Evaluado: noviembre 5/2019

Aceptado: mayo 7/2020

## Introducción

El presente trabajo se desarrolla dentro del marco de un proyecto de investigación financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Dentro de este, se busca estimar el monto de emisiones de dióxido de carbono por unidad de energía consumida, para el caso de una matriz energética que responde a criterios de sostenibilidad, dado que más de la mitad del recurso energético primario nace en usinas hidroeléctricas. Sorpresivamente, dichas represas se asientan en una zona de clima árido extremo, y entonces se plantea la necesidad de conocer el desempeño de esa matriz y su sostenibilidad resultante.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas de efecto invernadero (GEI) que se encuentra de forma natural en la atmósfera. Existe un consenso global de la comunidad científica por el cual se atribuyen los efectos del calentamiento global al incremento de los GEI, de origen antropogénico. Una vez el CO<sub>2</sub> y otros gases en menor cantidad —monóxido de carbono, metano, nitrógeno, etc.— son emitidos a la atmósfera, con el paso de los meses, y hasta doce años después, se carbonizan y conforman, finalmente, un gas distinto, que es el CO<sub>2</sub>. Por tal motivo, las emisiones en su conjunto suelen denominarse como CO<sub>2</sub> equivalentes, ya que el final de su proceso se dirige a conformarse como moléculas de dicho gas.

A escala global, el sistema de generación de energía contribuye en el 30% del total de las emisiones de GEI (Clemente y Naharro, 2009, pp. 19-29) procedentes de centrales térmicas que producen energía a partir de combustibles fósiles. Según fuentes de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2019), el 81% de la energía producida en el mundo en 2007, proviene de combustibles fósiles, y se estima que para 2030 ese porcentaje descenderá al 70% del total.

Los consensos internacionales persiguen la disminución de las emisiones GEI al ambiente, por medio de instrumentos de estandarización de la información compartida y metodologías comunes. Un organismo perteneciente a las Naciones Unidas, The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2019), reúne a un grupo de especialistas en materia de cambio climático, y asiste a la comunidad científica y en general sobre problemáticas vinculadas al calentamiento global. El IPCC proporciona metodologías para el cálculo de las emisiones de GEI a la atmósfera en formato de documentos técnicos, con el fin de que las distintas naciones adapten esta metodología a sus datos disponibles. Por otra parte, la metodología del análisis del ciclo de vida, a diferencia de la del IPCC, que aplica el término *carbón neutro* a las fuentes de energía renovables, reconoce que estas últimas tienen un impacto ambiental cuantificable. Algunos países se han comprometido a proporcionar información ambiental a través de un documento anual mediante las *comunicaciones nacionales*, en las cuales especifican la magnitud de sus emisiones de GEI al ambiente (IPCC, 2019). El último de tales documentos presentados por Argentina data de 2015, y se titula *Tercera comunicación nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático* (Secretaría de Ambiente y desarrollo Sustentable de la Nación, 2019).

Según el IPCC (2019), la incertidumbre en la determinación de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq se debe, en parte, a la variabilidad de los recursos energéticos, pero el organismo no dispone de rangos de incertidumbre por defecto. En general, pocas naciones disponen de suficiente información de calidad para llevar a cabo estimaciones consistentes, por lo cual se procede a hacer cálculos sencillos con métodos determinísticos, poco confiables para proyecciones. La matriz energética de un país, por ejemplo, es una especie de fotografía de los recursos energéticos potenciales de los que dispone dicho país, pero la generación efectiva de energía es el flujo que se visibiliza mediante el balance energético, en el cual, a su vez, se ve reflejada la oferta energética en las diversas instancias —primaria y secundaria— y el consumo o la demanda de cada sector.

Según datos estadísticos del Banco Mundial (BM), (2019), entre 1960 y 2014, las emisiones GEI per cápita anuales en Argentina se duplicaron, al pasar de 2,40 tnCO<sub>2</sub>eq a 4,70 tnCO<sub>2</sub>eq. Con el fin de cumplir con los compromisos internacionales con el medio ambiente, Argentina deberá reducir el empleo de los combustibles fósiles para la generación de energía, debido a los cuales emite actualmente unos 200 millones de tnCO<sub>2</sub>eq/año<sup>1</sup> (Apud et al., 2014) e incorporar fuentes de origen renovable a su matriz, aunque parte de esta transformación deberán llevarla a cabo individualmente los usuarios de energía, mediante la autogenera-

ción. El objetivo consiste en promover la generación de energía con base en recursos renovables. El *Plan de Acción de Energía y Cambio Climático* (MinAmbiente y MinEnergía, 2017) señala que en 2016, el 88,4% de la oferta energética interna total proviene de fuentes no renovables: en el 55,4%, del gas natural, y en el 31,8%, del petróleo. En referencia a la capacidad de generación de electricidad, el 61,2% de la potencia instalada corresponde a fuentes térmicas, seguidas por las hidroeléctricas, con el 31,5%, por las nucleares, con el 5,2%, y por las renovables no convencionales (pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, solar, eólica, biomasa, biogás), con el 2,1%. Este compromiso ambiental conduce a una serie de políticas ambientales que promueven la generación de energía mediante recursos renovables, a partir de las cuales se llevan a cabo inversiones en centrales hidroeléctricas y solares fotovoltaicas.

La mayor diversificación de la matriz energética no atiende solo a la disminución de los GEI, sino que contribuye a disminuir el riesgo del sistema energético de un país; la incorporación de fuentes energéticas de diversos orígenes garantiza el suministro energético para una sociedad dada (Molina et al., 2011). Es razonable suponer que cuanto mayor dependencia haya de un solo tipo de recurso, tanto mayor riesgo de suministro se corre si la fuente escasea, o si no se facilita el acceso a ella por algún motivo. Hay estudios que señalan que la variabilidad del recurso hídrico en las cuencas en zonas áridas es elevada; para el caso analizado en este trabajo, se prevé para el periodo 2021-2030 una disminución de entre el 13% y el 30% en los caudales de la cuenca del río San Juan (Boninsegna y Villalba, 2019), según lo cual se estima un impacto negativo en la generación de energía a partir de dicha fuente. Respecto de esta observación, en el presente trabajo se lleva a cabo un análisis de escenarios de generación de energía de una *matriz energética sustentable*, la cual se compone en el 85% de fuentes hidroeléctricas. Se estima su vulnerabilidad al verse afectado el recurso hídrico y presentarse, en consecuencia, diversos niveles de *hidraulicidad* en la cuenca de generación. De esta manera se observa la medida en la cual el suministro de energía comienza a alimentarse de fuentes de origen no renovable desde el Sistema Interconectado Nacional (SIN), en diversa proporción para cada escenario de hidraulicidad. Es posible notar que, en efecto, un suministro de energía proveniente de recursos renovables se caracteriza por menores emisiones de CO<sub>2</sub>, en relación con lo que ocurre cuando el suministro se nutre desde el SIN cuya matriz energética se compone en el 88,4% de fuentes no renovables.

Según datos de la International Energy Agency (IEA, 2019), en el mundo entero, la demanda energética creció en el 3,2% durante el periodo 2015-2016, hasta alcanzar los 20.863 TWh. Este crecimiento interanual en los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) fue del 1,4%, mientras que los países no pertenecientes a dicha organización

<sup>1</sup> Este monto de emisiones constituye el 0,6% del total del sector energético mundial (Apud et al., 2014).

declararon un incremento del 4,8%. El 42% de este consumo mundial (8.684TWh) corresponde al sector industrial, seguido por el 27% (5.681TWh) originado en el sector residencial (IEA, 2019). En Argentina, con un total de 136 TWh de consumo de energía eléctrica, el 39% de la demanda corresponde al sector industrial; el 34%, al residencial, y el 26%, al oficial y comercial; el 1% restante se distribuye entre transporte y agro (Ministerio de Energía y Minería, 2019). En la provincia de La Rioja y de San Juan —sitio del presente análisis— el sector residencial origina la mayor demanda de energía eléctrica de Argentina (Chávez et al., 2017), con 4.026 KWh/año por persona. Esta demanda energética se explica parcialmente por la rigurosidad del clima árido tanto en verano como en invierno, y por la baja penetración de la red de gas natural en la ciudad. Se destaca la relevancia que tienen los sectores industriales y residenciales en la demanda energética a escala mundial, nacional y provincial; sin embargo, el sector industrial es inestimable, lo cual quiere decir que gran cantidad de establecimientos disponen de fuentes de autogeneración de energía que no son contabilizadas por las estadísticas oficiales. En ese sentido, el comportamiento energético del sector residencial es más claro de observar, pues en Argentina no existe gran difusión de fuentes renovables de generación de energía aplicadas a los hogares de forma masiva; así mismo, es el sector residencial el más sensible a las acciones tendientes a la reducción del consumo energético, ya sea mediante el incremento de las tarifas, mediante la educación del usuario o bien mediante la mejora de la envolvente con estrategias pasivas.

En el presente estudio se espera determinar el impacto del consumo energético de los diferentes sectores, tomando por indicador las emisiones de GEI, con base en una matriz energética sustentable, con fuentes de origen renovable. Los esfuerzos tendientes a reducir las emisiones GEI mediante el Acuerdo de París en 2015 (Comisión Europea; 2020) apuntan a la diversificación de las matrices energéticas de los países del mundo, para reducir la proporción de recursos fósiles no renovables empleados en la obtención de energía. Se observan a continuación el desempeño de este tipo de matrices sustentables y sus proyecciones vinculándolos con las emisiones GEI resultantes de la obtención de energía eléctrica y del consumo de esta por parte de cada uno de los sectores de la demanda.

## Metodología

En este trabajo se procede a determinar la variación anual del nivel de emisiones GEI debidas al consumo energético por unidad de energía ( $TnCO_2eq/MWh \cdot año$ ) y por habitante ( $TnCO_2eq/per\ cápita \cdot año$ ) y para cada sector de consumo: industrial, residencial, comercial y de servicios. Los valores de emisiones resultantes no son determinísticos: se los define a partir de una reducida muestra plasmada en una distribución t de Student y se derivan de ella los rangos, sus valores medios y las desviaciones estándar.

Mediante datos oficiales (MINEM, 2019; EPSE, 2019) se define la composición de la matriz energética sustentable y la de la matriz energética convencional nacional, cuyo factor de emisiones se estima mediante un procedimiento definido por organismos internacionales, y, por lo tanto, es oficialmente conocido. El caso objeto de estudio ofrece un interés particular, al tratarse de una matriz energética sustentable definida en los términos que promulgan los Estados comprometidos con el control de emisiones GEI, como la OCDE, los países del Grupo de los 20 (G20), los que firmaron el Acuerdo de París y aquellos que integran paneles activos en organizaciones como las Naciones Unidas. Estas organizaciones tienen por objetivo la diversificación de las matrices energéticas mediante fuentes de origen renovable (OECD, 2020). El caso de estudio seleccionado constituye un ejemplo de sustentabilidad en tal sentido, dado que se compone en el 85% de fuentes renovables de origen hidroeléctrico; sin embargo, dicho recurso hidroeléctrico es escaso, ya que se inserta en un territorio de extrema aridez y escasas lluvias y nevadas, y, en consecuencia, la hidraulicidad de la cuenca es variable año a año.

Respecto de lo ya mencionado, datos oficiales Ministerio de Minería y Energía de la Nación (2019) revelan la variable productividad de energía por parte de la Central Los Caracoles, una de las represas más importantes de la matriz energética sustentable, pues contribuye al 35% de la potencia hidroeléctrica instalada. Con esta información se infiere que, al tratarse de un sistema interconectado, alimentado de la misma cuenca, en el resto de las represas de la matriz energética sustentable tal situación se replica. Para confirmar dicho supuesto, se lleva a cabo una prueba de hipótesis mediante un t-Test<sup>2</sup> y se la compara con el valor crítico (tc). Una vez se estiman los valores en la región de aceptación o de rechazo de la hipótesis, se determina el riesgo asociado a la generación hidroeléctrica en la matriz energética sustentable, mediante el coeficiente de variación (CV). Infiriendo los resultados del CV del caso Los Caracoles sobre la totalidad de las represas de la matriz energética sustentable y dejando fijas las variables de generación de energía solar y térmica, se lleva a cabo un análisis de sensibilidad mediante escenarios sobre la variable crítica de generación hidroeléctrica. Se plantean tres escenarios según el nivel de hidraulicidad (bajo, medio y alto) de la cuenca del río San Juan, estimado por los datos oficiales ya citados. Los escenarios plantean balances energéticos, cuyos déficits deben ser compensados por el Sistema Interconectado Nacional (SIN), cuyo factor de emisión de la matriz convencional es superior al factor de emisión de la matriz energética sustentable, definido en 0,38  $tncO_2eq/MWh$ .

2 Es un estadístico de prueba entre los valores medios de dos muestras, a fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas, siempre y cuando los datos tengan una distribución t de Student.

El consumo energético dentro de los límites geopolíticos de la provincia de San Juan se determina recurriendo a datos de un solo año, complementados con datos históricos. En el primer caso, estos datos son útiles para conocer la demanda energética relativa intersectorial. A partir de información transversal provista por DIES (2014), se determinan el consumo energético absoluto y el relativo (%) de 2011 para los sectores económicos residencial, industrial, comercial, oficial, de riego y de servicios. Se complementa dicha información con datos registrados en un periodo longitudinal de 19 años, comprendido entre 1995 y 2014, proporcionados por Chévez et al. (2017). A partir de datos poblacionales (INDEC, 2019) se estiman los consumos per cápita y las consecuentes emisiones GEI, ya definidas con el CV para cada escenario. Los resultados se comparan con valores de emisiones normalizadas por Ferraro et al. (2013) para el territorio argentino. Dichos valores se proyectan en una barra que representa la concentración de CO<sub>2</sub>eq/per cápita y año. En esta barra es posible caracterizar el efecto sobre las emisiones GEI de la dispersión de la matriz energética sustentable analizada, considerando *ceteris paribus* las demás variables, como el consumo energético. Posteriormente se procede a comparar estos resultados de consumo energético y emisiones GEI locales y nacionales comparando con los valores per cápita de otros países del mundo, recurriendo a datos estadísticos provistos por el BM (2019).

### Descripción de las matrices energéticas: sustentable y convencional

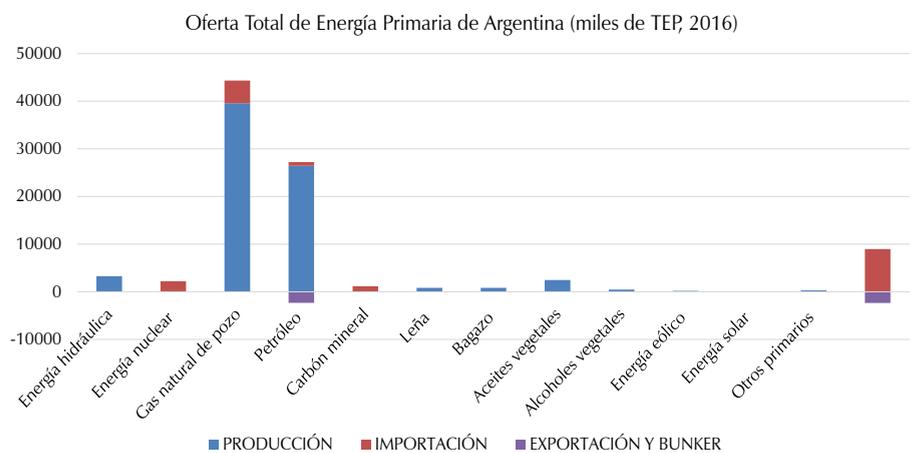
Para Argentina, el 93% de la oferta total de energía primaria (OTEP<sup>3</sup>) es producida con recursos propios; principalmente, gas natural y petróleo, y eso señala una tendencia hacia la autonomía energética, marcada por una fuerte producción nacional de energéticos no renovables. Las importaciones de energía nuclear, petróleo y gas se iniciaron en 2010, señal de un déficit energético negativo del 7%, como puede observarse en la figura 1. Entre los recursos que se importan se encuentran el carbón mineral, el petróleo y la energía nuclear. Simultáneamente, se registran exportaciones de petróleo. La fuente primaria más utilizada es el gas natural, como se muestra en la figura 1, y del cual el país dispone en abundancia; en orden de jerarquía, este país se ubica como el tercero en Sudamérica con mayor disponibilidad de dicho recurso (U. S. Energy Information Administration, 2019). En efecto, el 45% de la oferta de energía secundaria nacional se compone de gas distribuido.

Según datos del Ministerio de Energía y Minería de la Nación (MINEM, 2019), la potencia instalada de la matriz eléctrica total experimentó un crecimiento del 127% durante el periodo

1992-2017. Según la información provista, en la actualidad el 33% de la matriz energética nacional se compone de fuentes primarias de origen hidroeléctrico; sin embargo, en el balance energético nacional 2016, como se pudo apreciar en la figura 1, se observa la oferta de energía por tipo de recurso, y se nota un alcance del 4% del total de energía hidráulica en el total de energía primaria producida en el país (3,53 MTEP). La matriz energética constituye, claramente, el potencial de generación —*potencia instalada*— de energía que tiene un país, mientras que el balance refleja el tipo de energía que *efectivamente* se produjo y se consumió en un periodo dado.

La matriz energética objeto de estudio se ubica en la provincia de San Juan, localizada a 68°32'11" de longitud oeste y 31°32'15" de latitud sur, cuyas precipitaciones medias anuales son < 200 mm; en la ciudad, se reducen a la mitad (*Atlas Universidad Nacional de San Juan*, 2020). Este sitio se caracteriza, según la Norma IRAM 11603 (Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM], 1996) por insertarse en la zona *bioclimática III a templada cálida*, con amplitudes térmicas diarias > +/- 14 K. La normativa señala que esta área se define por temperaturas medias de invierno iguales a los 8,3 °C, con mínimas de hasta 0,3 °C y medias de verano de 26,4 °C y máximas de 34,5 °C. Según el Departamento de Información Económica y Social (DIES, en Frank et al, 2016) —en línea con la tendencia nacional—, el consumo de energía en la provincia de San Juan se incrementa cada año entre el 1% y el 4%. En San Juan existe una elevada participación en renovables, la cual comprende el 85% de su matriz energética en energía de origen hidroeléctrico; el 8,4%, de origen solar, y el 5,8%, de origen térmico (gas natural y gasoil). La generación de energía hidroeléctrica es provista por un sistema de siete represas interconectadas: Caracoles, El Horcajo, Tambolar, Punta Negra, Quebrada de Ullum, Ullum I-II La Olla y Cuesta del Viento. Dichas centrales se ubican de manera escalonada a diversa altura y distancia, desde el nacimiento del río San Juan. La matriz energética sustentable dispone de una capacidad instalada de 220 miles

Figura 1. Diagrama de barras del balance energético nacional. OTEP en Argentina durante 2016. Fuente: Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación (2020).



3 La oferta total de energía primaria (OTEP) es medido en miles de toneladas equivalentes de petróleo (TEP), y alcanza los 84.000 MTEP.

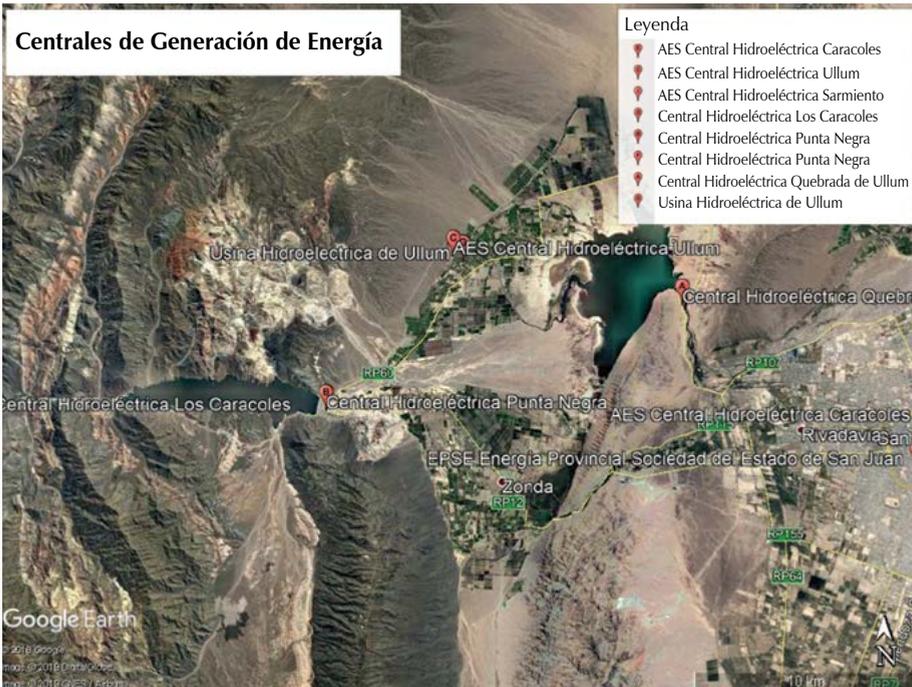
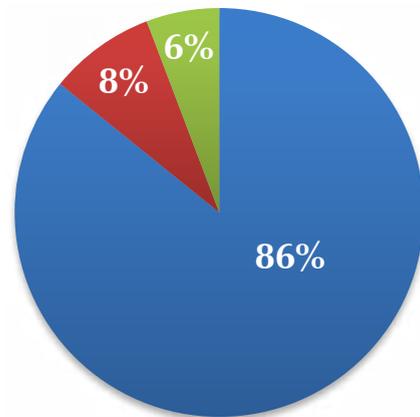


Figura 2. Imagen satelital del sistema interconectado de represas.

Fuente: US Dept of State Geographer (2018). Google Earth Pro.

### Matriz energética de San Juan



- Hidroeléctrica
- Solar
- Térmica (Gas natural + gasoil)

Figura 3. Diagrama de la matriz energética sustentable.

Fuente: elaboración propia, con base en Frank et al. (2016) y AES (2019).

de TEP, para abastecer una demanda energética local promedio de 161 miles de TEP. La figura 2 muestra el sistema interconectado de represas, y la figura 3, la matriz energética sustentable.

### Prueba de hipótesis

Hay escasos datos oficiales relacionados con la productividad de las represas hidroeléctricas comprendidas en el caso objeto de estudio. Se presenta a continuación un registro de la generación de energía hidroeléctrica en la represa Los Caracoles (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S. A. [CAMESA], *Informes mensuales*, 2009-2014) desde 2009, cuando empezó a producir, y cuyo trabajo representa el 35% de la energía total obtenida en la provincia mediante la explotación de dicho recurso renovable.

En un periodo de 6 años de observación, la potencia instalada se alcanza en el 17% de las oportunidades; la generación de energía hidroeléctrica

Represa hidroeléctrica Los Caracoles (base de regresión)		
Año	% del potencial	Miles de TEP (MTEP)
2009	60%	36,7
2010	95%	58,5
2011	7%	4,1
2012	2%	1,2
2013	4%	2,3
2014	10%	6,1
Promedio		18,2
DESVEST (+/-)		23,9

Tabla 1. Datos históricos de generación de energía en la represa Los Caracoles.

Fuente: Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S. A. (CAMESA). *Informes mensuales* 2009-2014 (2019, recuperado de Wikipedia).

permanece por debajo de la potencialidad en el 83% de las veces, y durante 4 años consecutivos fue de una productividad < 10% del potencial.

Con esta evidencia se plantea una prueba de hipótesis, a fin de determinar si es posible que la matriz energética sustentable objeto de estudio genere energía *por debajo* de los valores teóricos, cuyo potencial de generación alcanza los 182 MTEP/año de origen hidroeléctrico. Se utiliza como antecedente la muestra de la represa hidroeléctrica Los Caracoles en el periodo de 6 años, según se pudo apreciar en la tabla 1.

$$H_0: \mu > 182 \text{ MTEP/año} \quad | \quad H_1: \mu < 182 \text{ MTEP/año}$$

Debido a que las observaciones son  $n < 30$ , se recurre al empleo de un t-Test, propio de una distribución t de Student;

1. Error tipo I  $\alpha = 0,01$  (una cola); confiabilidad 99%.

2. Valor crítico  $t_c = 2,015$  para  $\alpha = 0,05$  y 5 grados de libertad; 5-1.

$$\text{Error estándar} \quad EE(\sigma) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = 97.551 \text{ MWh/año} \quad (1)$$

$$\text{Estadístico t} \quad t = \frac{(x - \mu)}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = 5,61 \quad (2)$$

Dado que  $5,61 (t) > 3,3649(t_c)$  se rechaza  $H_0$ . Esta prueba de hipótesis permite hacer inferencias sobre la población objeto de estudio. Puede decirse que existe suficiente evidencia empírica para inferir que la generación de energía hidroeléctrica en el resto de las represas del sistema se encuentra por debajo del potencial.

### Riesgo de la matriz energética sustentable asociado a la variabilidad del recurso hídrico

Los datos de generación de energía hidroeléctrica registrados en tabla 1 señalan un riesgo asociado a la disponibilidad del recurso. Para estimar la tasa de variabilidad del mencionado riesgo, se define un coeficiente de variación (Cv):

$$\text{Coeficiente de variación } Cv = \frac{\sigma}{\bar{X}} = 1,2 \quad (3)$$

$$\text{Rango de variación } X * (1 - Cv) \leq E(MWh) \leq X * (1 + Cv) \quad (4)$$

Se puede inferir que los factores hídrico-ambientales que afectan a la generación de energía hidroeléctrica en Los Caracoles afectan también a las demás represas del área considerada, al tratarse de un sistema que se nutre de la misma cuenca del río San Juan. En la tabla 2 se determinan los rangos de variación de generación de energía para cada represa, así como sus montos en MTEP.

Puede observarse que la generación de energía supera el 9% del potencial en la mayoría de los casos, pero no será > 68% de este, sino una vez cada 6 años, con el 17% de probabilidad. A cada valor de posición en el rango —máxi-

ma, media y mínima— le corresponde un escenario I, II y III, respectivamente. Los escenarios (tabla 3) asisten a identificar situaciones ambientales de *alta hidraulicidad* (escenario I), *media hidraulicidad* (escenario II) y *muy baja hidraulicidad* (escenario III). Cada escenario señala las cantidades de energía producida por la central, así como el diferencial oferta-demanda del total del balance energético.

### Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq)

Se utilizan los factores estándar de emisión de CO<sub>2</sub>eq para la generación de energía eléctrica mediante la quema de combustibles fósiles, como se detalla en la tabla 4, considerando los recursos según unidades de volumen (gas natural) o peso. Con el fin de cuantificar las emisiones frecuentemente consideradas *neutras*, como las producidas por las fuentes de energía solar, eólica e hidroeléctrica, y visibilizar el impacto de estas —aunque sea relativamente despreciable—, se recurre al empleo de los factores estándar proporcionados en la metodología del análisis del ciclo de vida (ACV). El factor de emisión para la generación de energía eléctrica mediante energía térmica ha sido estimado en una media igual a 0,53 tnCO<sub>2</sub>eq/MWh año (MINEM, 2019).

Confiabilidad		67%	68%	68%	68%	68%	68%	68%
MTEP+CV	X*1+Cv	42,1	13,9	7,8	1,7	17,7	20,3	20,3
Media	X	18,2	6,0	3,4	0,7	7,6	8,8	8,8
MTEP-CV	X*1-Cv	5,7	1,9	1,1	0,2	2,4	2,8	2,8
Confiabilidad		9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%

➤ Tabla 2. Rangos de generación de energía posible para cada central hidroeléctrica (MTEP), a partir del Cv.

Fuente: elaboración propia (2019).

%	Fuente	Central	Capacidad instalada	Escenario I	Escenario II	Escenario III
				(alta hidraulicidad)	(media hidraulicidad)	(baja hidraulicidad)
[MWh/año]						
85,8%	Hidro	Ullum I-II La Olla	235.000	160.729	69.403	21.923
		Quebrada de Ullum	132.000	90.282	38.984	12.314
		Cuesta del Viento	28.000	19.151	8.269	1848
		Caracoles	730.000	487.942	210.667	66.609
		Tambolar	345.000	235.964	101.890	32.184
		Punta Negra	300.000	180.000	88.600	27.986
		El Horcajo	345.000	235.964	101.890	32.184
8,4%	Solar	San Juan	11.000	11.000	11.000	11.000
		Cañada Onda I y II	13.500	13.500	13.500	13.500
		Parque Solar Ullum	38.000	38.000	38.000	38.000
		Las Lomitas	4800	4800	4800	4800
5,8%	Térmica	Sarmiento	372.000	372.000	372.000	372.000
OFERTA TOTAL			2.554.300	1.849.333	1.059.003	634.348
Consumo promedio total			1.871.222	1.871.222	1.871.222	1.871.222
Diferencial y déficit			683.078	-21.889	-812.219	-1.236.874

➤ Tabla 3. Matriz energética y balance de energía para tres escenarios posibles.

Fuente: elaboración propia (2019).

Tabla 4. Factores de emisión por recurso utilizado para generar energía primaria. Fuente: datos estadísticos (MINEM, 2019).

Unidad	Recurso	Factor estándar de emisión (tnCO <sub>2</sub> eq)	
		Convencional	Análisis del ciclo de vida
MWh	Solar fotovoltaica	0,000	0,035
	Eólica	0,000	0,007
	Hidroeléctrica	0,000	0,020
dam <sup>3</sup>	Gas natural	1,936	-
tn	Carbón mineral	2,441	-
	Fuel oil	3,127	-
	*Factor de emisión por quema de combustibles fósiles, por unidad de energía generada	0,530	-
MWh	*Factor de emisión nacional por unidad de energía secundaria consumida	0,380	-

Factores de emisión GEI								
Recurso	Potencial		Escenario I (generación máxima) (MWh/año)		Escenario II (generación media) (MWh/año)		Escenario III (generación mínima) (MWh/año)	
	Solar FV	858	0,3%	858	0,3%	858	0,1%	858
Hidro	50.760	20,5%	33.841	14%	14.873	3%	4.681	0,7%
Gas oil	197.160	79%	197.160	82%	197.160	38%	197.160	29%
Gas natural		0%	8.318	3,5%	308.643	59%	470.012	70%
Total	248.778	100%	240.176	100%	521.533	100%	672.711	100%
Factor TnCO <sub>2</sub> e/MWh		0,10		0,13		0,49		1,06

Tabla 5. Factores de emisión para consumo de energía en cada escenario. Fuente: elaboración propia (2019).

El factor de emisiones empleado en este apartado para cuantificar las emisiones GEI *por consumo* de energía secundaria que ingresa desde el Sistema Interconectado Nacional para suplir los diferenciales en la oferta para cada escenario es de 0,38 tnCO<sub>2</sub>eq/MWh. Este último es el factor que corresponde a la energía que cubre al déficit, para los tres escenarios estimados en la tabla 4.

## Resultados

### Indicadores ambientales: factores de emisiones GEI

A medida que se pronuncia una menor *hidraulicidad* en el caudal del río San Juan, la demanda local depende en mayor medida del Sistema Interconectado Nacional, con lo cual se incrementa el valor promedio de su factor de emisiones GEI, al provenir de una matriz energética convencional con gran proporción (67%) de fuentes no renovables. Puede observarse en tabla 5 que el factor de emisión varía en función de la disponibilidad de cada recurso.

Puede observarse, igualmente, que el escenario I, cuya estimación es del 95% de la potencia instalada de generación de energía, presenta niveles de emisiones GEI bajos, en comparación con los otros dos escenarios. Como ya se ha mencionado, esta *línea verde* se ha presentado una vez cada 6 años, con una probabilidad del 17%. El escenario opuesto (III) se ha construido con base en los valores máximos extremos del rango superior, por lo cual constituye, precisamente, valores posibles, pero cuya probabilidad se asemeja a los extremos inferiores (escenario I). Por ello, cabe enfocarse principalmente en el escenario II, como un valor medio para un diagnóstico más factible.

### Consumo energético y emisiones GEI sectoriales

Mediante datos oficiales (Departamento de Información Económica y Social [DIES], 2014), se caracteriza el consumo energético de los sectores económicos residencial (44%), industrial (36%), comercial (7%), oficial (5%), de riego (4%), alumbrado público (3%) y servicios sanitarios (1%). Cabe hacer una observación en cuanto

### Emisiones GEI Sectoriales

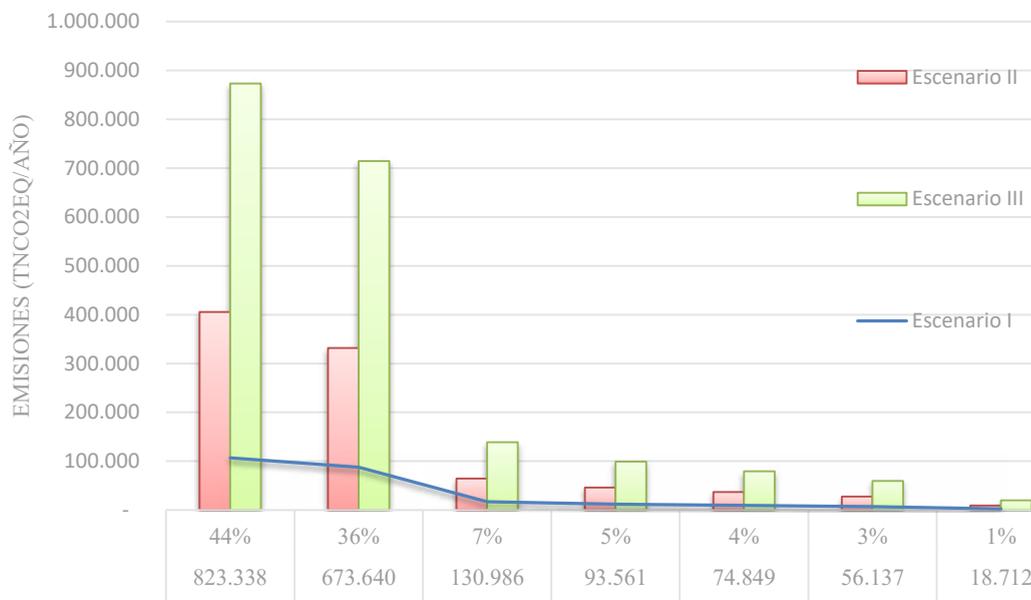


Figura 4. Emisiones GEI derivadas de los consumos energéticos por sector, para cada escenario y cada año. Fuente: elaboración propia, con base en datos estadísticos de consumo energético sectorial (DIES, 2014).

a la participación del sector riego: este porcentaje es relativamente bajo para pertenecer a una zona árida, cuya fuente de riego se obtiene mediante bombeo desde napas subterráneas. En el ámbito nacional, dichas participaciones son diferentes; particularmente, en el sector transporte (29%), no contemplado a escala provincial. En el país, el consumo energético en los sectores residencial (27%) e industrial (24%) se ha visto afectado a lo largo de su historia por una progresiva desindustrialización nacional, una mayor autonomía energética de las industrias hacia la autogeneración y una producción marcada por el consumo de gas. En San Juan, casi la mitad de la energía que se produce se destina exclusivamente al sector residencial.

En el caso del sector industrial, los consumos energéticos están en función de variables económicas (macro y micro) y tecnológicas, pero en el caso del sector residencial los consumos dependen principalmente de las características urbanas, del parque edilicio, de la interacción de las unidades habitacionales frente al clima y de los hábitos de los usuarios. En la figura 4 se observa el impacto que tienen en las emisiones GEI locales los sectores de mayor consumo energético: residencial (44%) e industrial (36%), en cualquiera de los 3 escenarios. En estos sectores el potencial de reducción del consumo energético es fundamental para disminuir la contaminación ambiental.

La rigurosidad del clima árido, de gran amplitud térmica, y en el cual se halla la matriz energética sustentable, no solo explica en parte la variabilidad en la generación hidroeléctrica, sino también, la creciente demanda energética del sector residencial en acondicionamiento térmico.

Algunos estudios (Frank, 2019) señalan que la demanda energética del sector residencial, y particularmente, de edificios en altura localizados en la provincia de San Juan, se vincula, principalmente, al empleo de equipos de acondicionamiento térmico (61%) y otros artefactos de uso cotidiano (37%), como heladeras, lavarrapas, etc. Esta información indica que una persona por año podría generar, en promedio, 1 tn CO<sub>2eq</sub> tan solo en el uso de artefactos de aire acondicionado.

### Indicadores ambientales: emisiones GEI per cápita

Considerando una población local de 681.023 personas en la zona objeto de estudio (INDEC, 2019), se determina que el consumo energético per cápita medio para el periodo transversal (2011) alcanza los 2,75 MWh/año. Este consumo no se aleja demasiado del promedio nacional, de 3,11 MWh por persona y año. En su estudio longitudinal de 19 años (1995-2014), Chévez et al. (2017) señalan que la población sujeto de estudio presenta consumos per cápita mayores que los estimados para 2011, con 4 MWh/año. Esta diferencia encuentra su razón en variaciones en la demanda; en el caso de Chévez et al. (2017), se halla una demanda de energía superior durante el periodo 1995-2014, en comparación con el caso registrado por los organismos oficiales a lo largo del periodo 2011 (Frank et al., 2016; AES, 2019). Considerando dicho antecedente y dada su extensión temporal, se estiman los factores de emisión en cada escenario para la población sujeto de estudio y para el enfoque longitudinal (1995-2014) y seccional (2011), como se aprecia en la tabla 6.

**Emisiones históricas GEI/energía consumida per cápita  
[TnCO<sub>2</sub>eq/pers\*año]  
(1995-2014)**

Escenario I	Escenario II	Escenario III
0,52	2,00	4,30
0,36	1,40	2,90

Emisiones GEI por energía consumida per cápita [TnCO<sub>2</sub>eq/pers\*año] (2011)

Tabla 6. Emisiones de CO<sub>2</sub>eq para cada escenario, a partir del consumo energético medio anual.

Fuente: elaboración propia, con datos de consumo energético provisto por Chévez et al. (2017) y el Departamento de Información Económica y Social (DIES, en Frank et al., 2016).

En el escenario II se cuadruplican las emisiones per cápita respecto de las estimadas en el escenario I, el más similar (95 %) al potencial de generación de la matriz energética sustentable. En un escenario III con muy baja hidraulicidad en el caudal, las emisiones per cápita son 8 veces superiores a las esperadas, con base en el potencial de la matriz energética sustentable, con igual consumo energético.

Respecto de análisis determinísticos previos realizados sobre la matriz energética sustentable analizada, se cita el trabajo de Frank et al. (2016), el cual señala una emisión per cápita = 0,10 tnCO<sub>2</sub>eq/MWh año, correspondiente al 100% de generación de energía hidroeléctrica potencial. Este valor, multiplicado por los 4 MWh de consumo energético medio anual per cápita, establece emisiones GEI por 0,40 tnCO<sub>2</sub>eq. El resultado es similar al observado en el escenario I, con un enfoque determinístico basado en la generación potencial de la matriz energética sustentable, como se vio en la tabla 3. Al introducir el riesgo asociado a la variabilidad de la hidraulicidad del río San Juan, el parámetro de emisiones GEI per cápita se aleja significativamente del valor esperado, de lo cual resulta 8 veces la emisión teórica, estimada con base en la visión determinística y sin riesgo de la generación de energía a partir de la potencia instalada. El escenario I se manifiesta con el 17% de probabilidad, mientras que el restante 83% de las ocasiones (años) las emisiones GEI son superiores a 0,52 TnCO<sub>2</sub>eq per cápita.

Considerando los datos de consumo energético relativo de cada sector económico, en San Juan y disponiendo de una matriz energética sustentable, las emisiones GEI per cápita para el sector residencial pueden alcanzar, en el peor escenario, hasta 1,90 tnCO<sub>2</sub>eq/MWh año, donde 1,16 tnCO<sub>2</sub>eq/MWh año corresponde a las emisiones debidas al empleo de equipos de aire acondicionado (Frank, 2019). En tal sentido, en el peor escenario, el 29% de las emisiones GEI originadas en los límites geopolíticos de San Juan se deben al empleo de estos artefactos de acondicionamiento térmico, a pesar de la penetración de gas natural en el sector edilicio capitalino,

analizado por la autora. Se puede inferir que en el sector residencial de zonas semirurales y rurales, ante la baja penetración de las redes de distribución de gas natural, este consumo energético en acondicionamiento térmico es mayor, así como las emisiones GEI.

**Etiquetado de emisiones GEI per cápita**

En la figura 5 se observa la representación gráfica de los niveles de emisiones GEI, producto del consumo anual de energía eléctrica per cápita medido en tnCO<sub>2</sub>eq. Ferraro et al. (2013) proporcionan *estándares nacionales* de emisiones anuales que van desde 0,08 hasta 2,03 tnCO<sub>2</sub>eq per cápita. Los valores de dichos estándares se obtienen a partir del factor de emisión para consumo, con base en la Matriz Energética Nacional (2010), estimada en 0,38 tnCO<sub>2</sub>eq/MWh. Esos estándares se restringen a los resultados de estudios realizados en Argentina, y se plasman, en este caso, como lo han hecho varios autores, en una figura, uno de cuyos extremos es de color verde, y el extremo opuesto, rojo. El color verde (hacia el valor 0,08) señala un mejor desempeño ambiental por consumo por persona al indicar emisiones GEI relativamente bajas. En el caso extremo, el color rojo (hacia el valor 2,03) indica mayores emisiones GEI y un desempeño ambiental negativo. La misma figura en colores se aplica a gran diversidad de casos y productos, y se la cita como indicativo a fin de observar el grado de desplazamiento de las emisiones GEI per cápita consecuentes con dos variables: el consumo de energía eléctrica, por un lado, y, por otro, la variabilidad de la composición de los recursos con los cuales se obtiene esa energía. Dicha representación cromática permite comparar la dispersión gráfica de las emisiones GEI de la Matriz Energética Nacional (2010, en color) y la dispersión gráfica de la matriz energética sustentable (1995-2014, sin relleno o en blanco), al ser analizada con la perspectiva de los escenarios I, II y III.

Los rangos obtenidos en este trabajo mediante el análisis de sensibilidad utilizando escenarios optimistas, medios y pesimistas se presentan en un rectángulo sin relleno, plasmado sobre la gráfica en colores en la figura 5. Se consideran tanto el periodo transversal de consumo de energía eléctrica (2011) como el registro histórico longitudinal de 19 años (1995-2014). En ambos casos, las emisiones GEI per cápita de la matriz energética sustentable local sobrepasan los estándares nacionales, pues se extienden hasta superar los valores máximos de la figura (2,03 tnCO<sub>2</sub>eq/pers\*año). El rango señala que es posible que en algunos años (uno cada 6) las emisiones GEI se ubiquen hacia la izquierda (verde), entre los 0,36 y los 0,52 tnCO<sub>2</sub>eq/pers\*año; sin embargo, el valor de emisiones GEI per cápita del escenario II —el más probable— se localiza en el extremo rojo de las emisiones a escala nacional. Puede observarse que, también en el

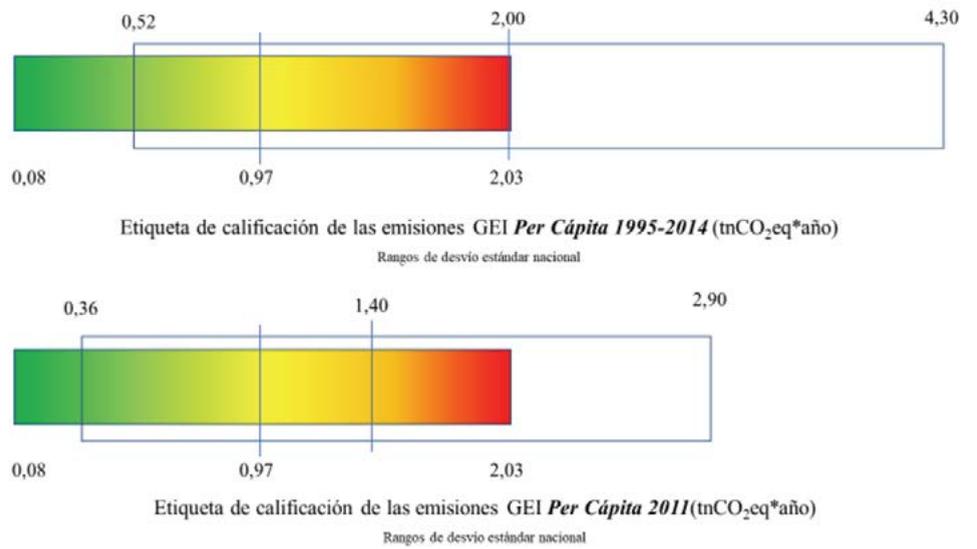
ámbito nacional, San Juan —aun disponiendo de una matriz energética sustentable— podría generar emisiones GEI superiores a las observadas en la Matriz Energética Nacional, cuya mayor proporción corresponde a fuentes no renovables.

### Benchmarking de emisiones GEI per cápita en otros países del mundo

Los valores de las emisiones GEI van en concordancia con el grado de desarrollo económico del país. De esa manera, según datos estadísticos del BM (2019), las naciones cuyos ciudadanos presentan ingresos económicos bajos exhiben un promedio de 0,30 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año; aquellos con ingresos medianos, uno de 3,90 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año; los que disponen de ingresos medios-altos, uno de 6,60 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año, y los ciudadanos con ingresos altos, uno de 10,70 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año. En la figura 6 se destaca el elevado nivel de emisiones que presentan países como Arabia Saudita (19,52 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año), seguido por Estados Unidos (16,49 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año) y Canadá (15,11 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año).

En Argentina, hasta el 29% de la matriz energética se compone de fuentes hidroeléctricas; en Brasil, el 61%; en Chile, el 31,7%; en Bolivia, el 28,9%; en Paraguay, el 100%, y en Uruguay, el 60%. En el país, solo el 10% del total de la energía final consumida proviene de fuentes de origen renovable (solar y eólica). Este valor es relativamente inferior, en comparación con los demás países limítrofes de la región, como Chile (24%), Uruguay (58%), Paraguay (62%), Brasil (44%) y Bolivia (17,5%). Como puede observarse, no obstante disponer de recursos similares entre países limítrofes, Argentina tiene un menor porcentaje de fuentes no convencionales (hidro y renovables) en su matriz energética que los demás países de la región, e igual acceso a la electricidad en la población (superior al 90% en todos los casos).

Datos registrados en 2014 señalan que Argentina se ubica (Banco Mundial, 2019) entre los países con menores emisiones GEI (promedio ponderado), con 4,74 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año, en línea con la media mundial, de 5 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año. Junto con Chile y Venezuela, este valor de emisiones GEI per cápita es uno de los más altos de América Latina, región cuyo promedio de emisiones es de 3,10 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año (figura 6). Los países miembros de la OCDE<sup>4</sup>, los cuales se han comprometido a mantener, y en algunos casos —como Francia y Polonia— reducir, sus emisiones, alcanzan las 9,50 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año. Este valor triplica las emisiones GEI de América Latina y duplica el valor de las emisiones en la matriz energética sustentable objeto de análisis.



Se observa que, pese al impacto del riesgo hídrico de la matriz energética sustentable analizada sobre el nivel de emisiones GEI, el escenario pesimista (III: 4,30 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año), definido en el presente trabajo, señala montos de GEI menos impactantes que los observados en los países desarrollados, cuyos parámetros se aproximan y superan los 10 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año.

Cuando la matriz energética sustentable satisficiera su potencial de generación —uno de cada seis años—, las emisiones GEI locales per cápita se ubican entre las más bajas del mundo: entre los 0,36 y los 0,52 t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq/pers\*año.

### Discusión

El valor estimado de emisiones con base en la potencia instalada de la matriz energética es un valor extremo y con baja probabilidad de ocurrencia, y ofrece una impresión de sustentabilidad engañosa. La matriz energética sustentable analizada es difícil de mantener en el tiempo, y solo el 17% de las veces promete emisiones despreciables. Una de las razones de esta variabilidad puede hallarse en la creciente contracción de los glaciares andinos (*Diario de Cuyo*, 2018), manifestada en una reducción del caudal del río<sup>5</sup>. La introducción del concepto de riesgo en los análisis, en general, conduce a la disminución de errores de estimación. Podemos ver que un rango en sí mismo ofrece valores esperados flexibles, para diferentes probabilidades. Al considerar el espectro de valores probables, se identifica el impacto de una variable independiente, extraña al análisis, como lo es el nivel de hidraulicidad del río sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>eq por unidad de energía generada y por usuario. En consecuencia, otra cuestión por rever es el valor

Figura 5. Etiqueta de emisiones per cápita de GEI en t<sub>n</sub>CO<sub>2</sub>eq\*año para periodos longitudinales (1995-2014) y transversales (2011) de consumo de energía eléctrica en San Juan.

Nota: Las líneas en colores indican la variación de mayor (rojo) a menor (verde) cantidad de emisiones. La línea en blanco señala los valores GEI obtenidos en el presente trabajo.

Fuente: elaboración propia, con base en estándares nacionales proporcionados por Ferraro et al. (2013).

<sup>4</sup> Agrupa a 36 países, cuya extensa lista puede consultarse en diversos sitios de internet. De América Latina, Chile y México hacen parte de esta organización en la actualidad.

<sup>5</sup> Este factor tiene relación con fenómenos mundiales como las mayores temperaturas ocasionadas por el calentamiento global y la disminución de las lluvias en zonas desérticas del planeta.



Figura 6. Distribución geopolítica del promedio ponderado de emisiones de GEI per cápita y por países para 2014.

Fuente: Banco Mundial (2019).

del factor de emisión: analizar si debe ser considerado un valor rígido, o bien, un rango de valores posibles; particularmente, en matrices en las cuales impera la incertidumbre.

Por otra parte, cabría preguntarse si la escala de aproximación de las emisiones por países no es demasiado amplia; hay estudios (Puliafito et al., 2017) que señalan la mayor precisión alcanzada en la estimación de las emisiones al abordar regiones a escalas inferiores a las departamentales. Resulta razonable escalar las emisiones a dichos límites, pues las normativas de acondicionamiento térmico, entre otras que afectan al consumo energético residencial (casi el 50% en San Juan), dependen de los municipios, los partidos o los departamentos (Chávez et al., 2017).

En vista de la gran participación en la demanda energética del sector residencial, parece determinante reducir las emisiones a la atmósfera mediante la optimización de la envolvente de viviendas barriales. Estudios (Blasco Lucas et al., 2011) confirman que el mayor consumo energético en viviendas se produce para conservar el confort higrotérmico de los usuarios, y que esto supone el uso de diversos recursos no renovables. En el mencionado trabajo también se ha verificado que la calidad de diseño y construcción de los hogares es uno de los factores que influyen fuertemente en el consumo de energía. Sería posible conservar constante el nivel de emisiones GEI mediante el diseño de un sistema tarifario que penalice el mayor consumo energético en épocas de baja generación hidroeléctrica. De esa manera, la incertidumbre respecto de la disponibilidad de energía de origen renovable, ligada al riesgo de baja *hidraulicidad*, podría comunicarse al consumidor y ser este un sujeto activo sobre el nivel de emisiones GEI.

## Conclusiones

Los escenarios I, II y III elaborados en el presente trabajo se basan en evidencia empírica de un caso altamente representativo, como lo es el que constituye la central hidroeléctrica Los Caracoles, cuyo potencial de generación de energía comprende el 35% de la matriz energética sustentable analizada. Este registro histórico contradice la hipótesis de sustentabilidad energética y ambiental ( $H_0$ ) esperada en una matriz energética sustentable, principalmente constituida por recursos renovables, cuyo potencial de generación hidroeléctrica alcanza el 85% de esta. Mediante una prueba de hipótesis t-test se confirma dicho supuesto.

Respecto de las emisiones originadas en la matriz energética sustentable objeto de análisis, con rangos entre los 0,52 y los 4,30  $\text{tnCO}_2\text{eq}$  año/per cápita, con una media de 2,00  $\text{tnCO}_2\text{eq}$  año/per cápita, se puede decir que en periodos de baja *hidraulicidad* las emisiones GEI se incrementan significativamente, y que este efecto negativo presenta mayor frecuencia (83%) que el escenario esperado o potencial (17%). Es decir, la mayoría de los años se producen emisiones GEI superiores a las reflejadas a partir de la composición de la matriz energética sustentable abordada. En el escenario más pesimista, existe el 66% de déficit energético en la matriz energética sustentable, que debe ser cubierto mediante la provisión de energía eléctrica secundaria inyectada por el Sistema Interconectado Nacional, con sus consecuentes incrementos en las emisiones GEI a la atmósfera (0,38  $\text{tnCO}_2\text{eq}/\text{MWh}$ ).

Los resultados obtenidos mediante los métodos estadísticos de prueba de hipótesis permiten establecer inferencias sobre la población verificando que la matriz energética sustentable estudiada genera energía hidroeléctrica por debajo del prome-

dio esperado, lo cual impacta significativamente sobre el desempeño ambiental incrementando de un año al otro el nivel de emisiones a la atmósfera. La matriz energética sustentable analizada se ve afectada de forma directa por el nivel de *hidraulicidad* de la cuenca, debido a que es la generación hidroeléctrica su principal componente (85%). La matriz energética nacional se compone de fuentes hidroeléctricas abundantes y estables, asentadas en cuencas prominentes. A escala nacional, la variabilidad de la *hidraulicidad* de la matriz energética sustentable analizada impacta en menos del 5% de la generación hidroeléctrica en el país, por lo tanto, no sería factible suponer que el factor de CO<sub>2</sub>eq por unidad de energía producida sea muy diferente del estimado para Argentina. En el plano internacional, las emisiones locales de CO<sub>2</sub>eq per cápita originadas en la Matriz Energética Nacional (4,75 y 4,35 tnCO<sub>2</sub>eq año/per cápita; Banco Mundial e IEA, respectivamente) entre una de las más bajas, si consideramos que Estados

Unidos emite entre 14,95 y 16,49 tnCO<sub>2</sub>eq año/per cápita.

Los parámetros de emisiones GEI por escenario obtenidos en este trabajo son aplicables a todo sector o población cuya demanda energética total provenga de la matriz energética sustentable objeto de análisis. Es posible que el sector industrial deba contemplar los efectos de la autogeneración de energía en la estimación de sus emisiones.

## Nomenclaturas

- $\mu$ ; media poblacional o teórica, igual a 730.000 MWh\*año
- $x$ ; media muestral, igual a 182.000 MWh\*año
- $\sigma$ ; desviación estándar de la muestra 97.551 MWh\*año
- $s$ ; desviación estándar de la población
- $n$ ; observaciones o eventos (6 años)
- $C_v$ ; coeficiente de variación

## Referencias

- AES Argentina. (2019). *Negocios*. <https://www.aesargentina.com.ar/>
- Apud, E., Aráoz, J. C., Devoto, E., Echarte, R. (2014). *Argentina debe modificar su Matriz Energética*. <https://www.exsecretarios.com.ar/>
- Atlas Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). (2020). *Precipitaciones medias anuales*. <http://www.atlas.unsj.edu.ar/contenidos/PRECIPITACIONESMEDIASANUALESdoc.html>
- Banco Mundial. (2019). *Datos. Emisiones de CO<sub>2</sub>*. <https://datos.bancomundial.org/>
- Blasco Lucas, I., Facchini, M., Avelin, R., Roses, R., Hoese, L., . (2011). Análisis comparado de Consumos energéticos en el sector residencial de la ciudad de San Juan. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 1, 61-69. <http://www.asades.org.ar/biblioteca/revista-averma/>
- Boninsegna, J., Villalba, R. (2019). *Documento sobre la oferta hídrica en los oasis de riego de Mendoza y San Juan en escenarios de cambio climático*. <https://inta.gov.ar/>
- Chávez, P., Martini, I., Díscoli, C. (2017). Políticas de eficiencia energética orientadas al sector residencial de la República Argentina. *Revisión de Trayectorias Disímiles. Revista Investigación Joven*, (2017), 7-17. <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov>
- Clemente, C., Naharro, J. (2009). Comparación de las tecnologías de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> en la generación de energía. *Anales de la Real Academia de Doctores de España*, 13, 19-29. <http://www.publicacionesrade.es/index.php/arade>
- Comisión Europea (2020) *Acuerdo de París*. [https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es)
- Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico SA (CAMESA). (2019). *Informes mensuales 2009-2014*. <https://despachorenovables.cammesa.com/>
- Departamento de Información Económica y Social (DIES). *Consumo de Electricidad 2014*. <http://dies.chaco.gov.ar>
- Diario de Cuyo*. (2018). Confirman que el río San Juan traerá menos agua de la que se esperaba. <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/>
- Energía Provincial Sociedad del estado (EPSE). *Hidráulica, solar, térmica*. <http://epsesanjuan.com.ar/web/energia/hidraulica/1>
- Ferraro, R., Gareis, M. C. y Zulaica, L. (2013). Aportes para la estimación de la huella de carbono de los grandes asentamientos urbanos de Argentina. *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 87-106. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg>
- Frank, A. (2019). *Herramienta integral de valoración de la eficiencia energética de edificios de viviendas particulares en altura en etapa post-ocupación; el habitante como eje fundamental. Casos de estudio en ciudad de San Juan, Argentina*. En prensa.
- Frank, A., Kuchen, E., Alamino Naranjo, Y., Arballo, B. (2016). Emisiones de dióxido de carbono originadas por el consumo de energía eléctrica en edificios de la Provincia de San Juan-Argentina. *Revista Internacional Hábitat Sustentable*, 6(1). <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/2352>
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). (1996). *Norma IRAM 11603: Clasificación Bioambiental de la República Argentina*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2019). *Censo 2010*. <https://www.indec.gov.ar/>
- International Energy Agency (IEA). (2019). *Estadísticas por países. Emisiones*. <https://www.iea.org/statistics/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Ministerio de Energía y Minería de la Nación. (2017). *Plan de acción nacional de energía y cambio climático*. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/planes-sectoriales/energia>
- Ministerio de Energía y Minería de la Nación Argentina (MINEM). (2019). *Datos y Estadísticas*. <https://www.argentina.gob.ar/energia/datos-y-estadisticas>
- Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. (2020). *Balances Energéticos*. <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>
- Molina, J., Martínez, V., Rudnick, H. (2011). *Evaluación de escenarios de generación, diversidad energética y emisiones de CO<sub>2</sub> del Sistema Interconectado Central de Chile*. Conferencia. Third Latin American Meeting on Energy Economics, ELAEE 2011. <https://www.iaee.org/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2020). *Data*. <https://data.oecd.org/>
- Puliafito, S., Castesana, P., Allende, D., Ruggeri, M., Pinto, S., Gariglio, A. (2017). *Inventario de alta resolución de emisiones atmosféricas del sector energético para Argentina. Parte III: Comparación con otras bases*. Conferencia. PROIMCA-PRODECA 2017. <https://utn.edu.ar/es/>
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2019). *Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático*. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/cambioclimatico/>
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *Elección de la metodología y realización de nuevos cálculos*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/>
- US Dept of State Geographer. (2018). *Google Earth Pro*. <https://www.google.com.ar/intl/es/earth/>
- US Energy Information Administration (EIA). (2019). *Analysis*. <https://www.eia.gov/international/analysis/country/ARG>
- Wikipedia. (2019). *Represa Los Caracoles*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Represa\\_Los\\_Caracoles](https://es.wikipedia.org/wiki/Represa_Los_Caracoles)

ISSN: 1657-0308 (Impresa)  
E ISSN: 2357-626X (En línea)

22

Vol.

Nro. 2 REVISTA DE ARQUITECTURA  
(Bogotá)

Arquitecto



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

- Revista de Arquitectura (Bogotá)
- Vol. 22 Nro. 2 2020 julio-diciembre
- pp. 1-154 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X
- Bogotá, Colombia

## A Orientación editorial

### Enfoque y alcance

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* (ISSN 1657-0308 Impresa y E-ISSN 2357-626X en línea) es una publicación científica seriada de acceso abierto, arbitrada mediante revisión por pares (doble ciego) e indexada, en donde se publican resultados de investigación originales e inéditos.

Está dirigida a la comunidad académica y profesional de las áreas afines a la disciplina. Es editada por la Facultad de Diseño y el Centro de Investigaciones (CIFAR) de la Universidad Católica de Colombia en Bogotá (Colombia).

La principal área científica a la que se adscribe la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* según la OCDE es:

Gran área: 6. Humanidades

Área: 6.D. Arte

Disciplina: 6D07. Arquitectura y Urbanismo

También se publican artículos de las disciplinas como 2A02, Ingeniería arquitectónica; 5G03, Estudios urbanos (planificación y desarrollo); 6D07, Diseño.

Los objetivos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son:

- Promover la divulgación y difusión del conocimiento generado a nivel local, nacional e internacional
- Conformar un espacio para la construcción de comunidades académicas y la discusión en torno a las secciones definidas.
- Fomentar la diversidad institucional y geográfica de los autores que participan en la publicación.
- Potenciar la discusión de experiencias e intercambios científicos entre investigadores y profesionales.
- Contribuir a la visión integral de la arquitectura, por medio de la concurrencia y articulación de las secciones mediante la publicación de artículos de calidad.
- Publicar artículos originales e inéditos que han pasado por revisión de pares, para asegurar que se cumplen las normas éticas, de calidad, validez científica, editorial e investigativa.
- Fomentar la divulgación de las investigaciones y actividades desarrolladas en la Universidad Católica de Colombia.

Palabras clave de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*: arquitectura, diseño, educación arquitectónica, proyecto y construcción, urbanismo.

Idiomas de publicación: español, inglés, portugués y francés.

**Título abreviado:** Rev. Arquít.

**Título corto:** RevArq

### Políticas de sección

La revista se estructura en tres secciones correspondientes a las líneas de investigación activas y aprobadas por la institución, y dos complementarias, que presentan dinámicas propias de la Facultad de Diseño y las publicaciones relacionadas con la disciplina.

**Cultura y espacio urbano.** En esta sección se publican los artículos que se refieren a fenómenos sociales en relación con el espacio urbano, atendiendo aspectos de la historia, el patrimonio cultural y físico, y la estructura formal de las ciudades y el territorio.

**Proyecto arquitectónico y urbano.** En esta sección se presentan artículos sobre el concepto de proyecto, entendido como elemento que define y orienta las condiciones proyectuales que devienen en los hechos arquitectónicos o urbanos, y la forma como estos se convierten en un proceso de investigación y nuevo de conocimiento. También se presentan proyectos que sean resultados de investigación, los cuales se validan por medio de la ejecución y transformación en obra construida del proceso investigativo. También se contempla la publicación de investigaciones relacionadas con la pedagogía y didáctica de la arquitectura, el urbanismo y el diseño.

**Tecnología, medioambiente y sostenibilidad.** En esta sección se presentan artículos acerca de sistemas estructurales, materiales y procesos constructivos, medioambiente y gestión, relacionados con los entornos social-cultural, ecológico y económico.

**Desde la Facultad.** En esta sección se publican artículos generados en la Facultad de Diseño, relacionados con las actividades de docencia, extensión, formación en investigación o internacionalización, las cuales son reflejo de la dinámica y de las actividades realizadas por docentes, estudiantes y egresados; esta sección no puede superar el 20% del contenido.

**Textos.** En esta sección se publican reseñas, traducciones y memorias de eventos relacionados con las publicaciones en *Arquitectura y Urbanismo*.

A Portada: Sokkuri (significa reflejo inverso)  
Mode Gakuen Cocoon Tower, Shinjuku, Tokyo, Japan  
Fotografía: Arquitecto José Tomás Pachajoa-Herrera  
(2012, diciembre)  
CC BY-NC



## A Frecuencia de publicación

Desde 1999 y hasta el 2015, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* publicó un volumen al año, a partir del 2016 se publicarán dos números por año en periodo anticipado, enero-junio y julio-diciembre, pero también maneja la publicación anticipada en línea de los artículos aceptados (versión Post-print del autor).

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se divulga mediante versiones digitales (PDF, HTML, EPUB, XML) e impresas con un tiraje de 700 ejemplares, los tiempos de

producción de estas versiones dependerán de los cronogramas establecidos por la editorial.

Los tiempos de recepción-revisión-aceptación pueden tardar entre seis y doce meses dependiendo del flujo editorial de cada sección y del proceso de revisión y edición adelantado.

Con el usuario y contraseña asignados, los autores pueden ingresar a la plataforma de gestión editorial y verificar el estado de revisión, edición o publicación del artículo.

## A Canje

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* está interesada en establecer canje con publicaciones académicas, profesionales o científicas del área de *Arquitectura y Urbanismo*, como medio de reconocimiento y discusión de la producción científica en el campo de acción de la publicación.

### Mecanismo

Para establecer canje por favor descargar, diligenciar y enviar el formato: RevArq FP20 Canjes

Universidad Católica de Colombia (2020, julio-diciembre). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(2), 1-152. Doi: 10.14718

ISSN: 1657-0308  
E-ISSN: 2357-626X

Especificaciones:  
Formato: 34 x 24 cm  
Papel: Mate 115 g  
Tintas: Negro y policromía

## A Contacto

Dirección postal:  
Avenida Caracas No. 46-72.  
Universidad Católica de Colombia  
Bogotá D.C. (Colombia)  
Código postal: 111311

Facultad de Diseño  
Centro de Investigaciones (CIFAR).  
Sede El Claustro. Bloque "L", 4 piso  
Diag. 46A No. 15b-10  
Editor, Arq. César Eligio-Triana

Teléfonos:  
+57 (1) 327 73 00 – 327 73 33  
Ext. 3109; 3112 o 5146  
Fax: +57 (1) 285 88 95

Correo electrónico:  
revistadearquitectura@ucatolica.edu.co  
cifar@ucatolica.edu.co

Página WEB:  
www.ucatolica.edu.co  
vínculo Revistas científicas  
<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/revistas-cientificas>  
[http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas\\_ucatolica/index.php/RevArq](http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/RevArq)





**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

## Universidad Católica de Colombia

Presidente  
Édgar Gómez Betancourt

Vicepresidente - Rector  
Francisco José Gómez Ortiz

Vicerrector Jurídico  
Edwin de Jesús Horta Vásquez

Vicerrector Administrativo  
Édgar Gómez Ortiz

Vicerrector Académico  
Elvers Medellín Lozano

Vicerrector de Talento Humano  
Ricardo López Blum

Director de Investigaciones  
Edwin Daniel Durán Gaviria

Directora Editorial  
Stella Valbuena García

## Facultad de Diseño

Decano  
Werner Gómez Benítez

Director de docencia  
Jorge Gutiérrez Martínez

Directora de extensión  
Mayerly Rosa Villar Lozano

Director de investigación  
César Eligio-Triana

Director de gestión de calidad  
Augusto Forero La Rotta

Comité asesor externo  
Facultad de Diseño  
Édgar Camacho Camacho  
Martha Luz Salcedo Barrera  
Samuel Ricardo Vélez  
Giovanni Ferroni del Valle

## Facultad de Diseño

Centro de Investigaciones - CIFAR

REVISTA DE ARQUITECTURA

# Arquitectura

Revista de acceso abierto,  
arbitrada e indexada

Publindex: Categoría B. Índice Bibliográfico Nacional IBN.

Esci: Emerging Source Citation Index.

Doaj: Directory of Open Access Journals.

Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

SciELO: Scientific Electronic Library Online - Colombia

Redib: Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

Ebsco: EBSCOhost Research Databases.

Clase: Base de datos bibliográfica de revistas de ciencias sociales y humanidades.

Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Directorio y catálogo).

Dialnet: Fundación Dialnet - Biblioteca de la Universidad de La Rioja.

LatinRev: Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanidades.

Proquest: ProQuest Research Library.

Miar: Matrix for the Analysis of Journals.

Sapiens Research: *Ranking* de las mejores revistas colombianas según visibilidad internacional.

Actualidad Iberoamericana: (Índice de Revistas) Centro de Información Tecnológica (CIT).

Google Scholar

Arla: Asociación de Revistas latinoamericanas de Arquitectura.

### Editorial

Av. Caracas N° 46-72, piso 5

Teléfono: 3277300 Ext. 5145

editorial@ucatolica.edu.co

www.ucatolica.edu.co

http://publicaciones.ucatolica.edu.co/

### Impresión:

JAVEGRAF

Calle 46A N°82-54 Int. 2

Bogotá, D. C., Colombia

http://www.javegraf.com.co/index.php

Julio de 2020

## Revista de Arquitectura (Bogotá)

Director  
Werner Gómez Benítez

Editora  
Anna Maria Cereghino-Fedrigò

Editores de sección  
A Rodrigo Andrés Barrios-Salcedo  
A Carolina Rodríguez-Ahumada  
A Johanna Rodríguez-Ahumada

### Equipo editorial

Coordinadora editorial  
María Paula Godoy Casabuenas  
mpgodoy@ucatolica.edu.co

Diseño y montaje  
Juanita Isaza  
juanaisaza@gmail.com

Traductora  
Inglés  
Erika Tanacs  
etanacs25@gmail.com

Corrector de estilo  
Gustavo Patiño Díaz  
correctordeestilo@gmail.com

Página Web  
Centro de investigaciones (CIFAR)

Distribución y canjes  
Claudia Álvarez Duquino  
calvarez@ucatolica.edu.co

Comité editorial y científico

### Cultura y espacio urbano

A Clara E. Irazábal-Zurita, Ph.D.  
University of Missouri. Kansas City, Estados Unidos

Margarita Greene Z., Ph.D.  
CEDEUS - Centro de Desarrollo Urbano Sustentable. Santiago, Chile  
Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

Beatriz García Moreno, Ph.D.  
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

Juan Carlos Pérgolis, M.Sc.  
Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia

### Proyecto arquitectónico y urbano

A Jean-Philippe Garric, Ph.D., HDR  
Université Paris I Panthéon-Sorbonne. Paris, Francia

Débora Domingo Calabuig, Ph.D.  
Universidad Politécnica de Valencia, España

Fernando Vela-Cossío, Ph.D.  
Universidad Politécnica de Madrid, España

Dania González Couret, Ph.D.  
Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba

Juan Pablo Duque Cañas, Ph.D.  
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

### Tecnología, medioambiente y sostenibilidad

A Maureen Trebilcock-Kelly, Ph.D.  
Universidad del Bío-Bío (Chile), Chile

Mariano Vázquez Espí, Ph.D.  
Universidad Politécnica de Madrid, España

Denise Helena Silva Duarte, Ph.D.  
Universidade de São Paulo (USP), Brasil

Luis Gabriel Gómez Azpeitia, Ph.D.  
Universidad de Colima. Colima, México



# CONTENIDO

Contextos  
Contexts  
3-11

Cultura y espacio urbano  
Culture and urban space  
12-59

Proyecto arquitectónico y urbano  
Architectural and urban project  
60-93

Tecnología, medioambiente y  
sostenibilidad  
Technology, environment and  
sustainability  
94-152

- ES Espacio y tiempo del taller de proyectos arquitectónicos:  
la Escuela de Arquitectura de Valencia .....3  
Débora Domingo-Calabuig  
Laura Lizondo-Sevilla
- 
- ES La comunidad local en la valoración del patrimonio rural.....12  
La escuela Francisco Arias en Lavallo  
Isabel Durá-Gúrpide  
Matías J. Esteves
- ES Hábitat Accesible. Desarrollo de modelos conceptuales  
urbano-habitacionales.....24  
Alina Delgado-Bohórquez
- ES Monumentos y arte urbano: percepciones, actitudes y valores  
en la ciudad de Manizales.....37  
Rodrigo Santofimio-Ortiz  
Sandra Milena Pérez-Agudelo
- ES Nueva centralidad en interfase urbano-rural (I-UR) .....48  
Caso: sector Umopalca, zona sur de Arequipa Metropolitana  
David Jesús Lovon-Caso  
Ana de los Ángeles Larota-Sanz
- 
- ES Arquitecturas tradicionales y populares: un reto para la historiografía de la  
arquitectura en Colombia .....60  
Guillermo Gutiérrez-Morales
- ES EN Mito o realidad. ....69  
Gustave Eiffel y el templo San Marcos de Arica  
Darci Gutiérrez-Pinto
- ES La caminabilidad como estrategia proyectual para  
las redes peatonales del borde urbano.  
Barrio Sierra Morena, Usme .....78  
Marielena Medina-Ruiz
- 
- ES Ciudades costeras e indicadores de sostenibilidad:  
una aproximación desde el metabolismo urbano de la calle .....94  
El caso de la avenida Juan Ponce de León, en San Juan, Puerto Rico  
María Helena Luengo-Duque
- ES EN Fabricación de ladrillos con polvo-residuo de mármol en México.....106  
Propiedades físicas y mecánicas del polvo-residuo de mármol  
de la provincia de la Comarca Lagunera, en México  
C. Ponce-Palafox  
Julián Carrillo  
A. López-Montelongo
- ES Determinación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)  
en una matriz energética sustentable mediante análisis de escenarios.....114  
Estudio de caso en zonas áridas con alto riesgo hídrico  
Alba Inés Ramos Sanz
- ES La participación infantil en proyectos urbanos.....126  
El juego en espacios públicos para la promoción del aprendizaje  
de conceptos ambientales  
Carolina Polo-Garzón  
Adriana Patricia López-Valencia  
Alba Inés Ramos Sanz
- ES Gestión territorial y sus implicaciones con el ODS11 .....141  
Reflexiones desde Colombia y Costa Rica  
Tania Giraldo-Ospina  
Félix Zumbado-Morales

La postulación de un artículo a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* indica que el o los autores certifican que conocen y aceptan la política editorial, para lo cual firmarán en original y remitirán el formato RevArq FP00 Carta de originalidad.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* maneja una política de Autoarchivo VERDE, según las directrices de SHERPA/RoMEO, por lo cual el autor puede:

- *Pre-print* del autor: Archivar la versión *pre-print* (la versión previa a la revisión por pares)
- *Post-print* del autor: Archivar la versión *post-print* (la versión final posterior a la revisión por pares)
- Versión de editor/PDF: Archivar la versión del editor – PDF/HTML/XLM en la maqueta de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

El Autoarchivo se debe hacer respetando la licencia de acceso abierto, la integridad y la imagen de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, también se recomienda incluir la referencia, el vínculo electrónico y el DOI.

El autor o los autores son los titulares del Copyright © del texto publicado y la Editorial de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* solicita la firma de una autorización de reproducción del artículo (RevArq FP03 Autorización reproducción), la cual se acoge a la licencia CC, donde se expresa el derecho de primera publicación de la obra.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se guía por las normas internacionales sobre propiedad intelectual y derechos de autor, y de manera particular el artículo 58 de la Constitución Política de Colombia, la Ley 23 de 1982 y el Acuerdo 172 del 30 de septiembre de 2010 (Reglamento de propiedad intelectual de la Universidad Católica de Colombia).

Para efectos de autoría y coautoría de artículos se diferencian dos tipos: “obra en colaboración” y “obra colectiva”. La primera es aquella cuya autoría corresponde a todos los participantes al ser fruto de su trabajo conjunto. En este caso, quien actúa como responsable y persona de contacto debe asegurar que quienes firman como autores han revisado y aprobado la versión final, y dan consentimiento para su divulgación. La obra colectiva es aquella en la que, aunque participan diversos colaboradores, hay un autor que toma la iniciativa, la coordinación y realización de dicha obra. En estos casos, la autoría corresponderá a dicha persona (salvo pacto en contrario) y será suficiente únicamente con su autorización de divulgación.

El número de autores por artículo debe estar justificado por el tema, la complejidad y la extensión, y no deberá ser superior a la **media de la disciplina**, por lo cual se recomienda que no sea mayor de cinco. El orden en que se enuncien corresponderá a los aportes de cada uno a la construcción del texto, se debe evitar la autoría ficticia o regalada. Si se incluyen más personas que trabajaron en la investigación se sugiere que sea en calidad de colaboradores o como parte de los agradecimientos. La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* respetará el número y el orden en que figuren en el original remitido. Si los autores consideran necesario, al final del artículo pueden incluir una breve descripción de los aportes individuales de cada uno de firmantes.

La comunicación se establece con uno de los autores, quien a su vez será el responsable de informar a los demás autores de las notificaciones emitidas por la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

En virtud de mantener el equilibrio de las secciones y las mismas oportunidades para todos los participantes, un mismo autor puede postular dos o más artículos de manera simultánea; si la decisión editorial es favorable y los artículos son aceptados, su publicación se realizará en números diferentes.

## A Acceso abierto

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, en su misión de divulgar la investigación y apoyar el conocimiento y la discusión en los campos de interés, proporciona acceso abierto, inmediato e irrestricto a su contenido de manera gratuita mediante la distribución de ejemplares impresos y digitales. Los interesados pueden leer, descargar, guardar, copiar y distribuir, imprimir, usar, buscar o referenciar el texto completo o parcial de los artículos o la totalidad de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.



Esta revista se acoge a la licencia *Creative Commons (CC BY-NC de Atribución – No comercial 4.0 Internacional)*: “Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a

partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos”.

La *Revista de Arquitectura* es divulgada en centros y grupos de investigación, en bibliotecas y universidades, y en las principales facultades de Arquitectura, mediante acceso abierto a la versión digital y suscripción anual al ejemplar impreso o por medio de canje, este último se formaliza mediante el formato RevArq FP20 Canjes.

Para aumentar su visibilidad y el impacto de los artículos, se envían a bases de datos y sistemas de indexación y resumen (SIR) y, asimismo, pueden ser consultados y descargados en la **página web de la revista**.

La *Revista de Arquitectura* no maneja cobros, tarifas o tasas de publicación de artículo (Article Processing Charge-APC), o por el sometimiento de textos a la publicación.

La *Revista de Arquitectura* se compromete a cumplir y respetar las normas éticas en todas las etapas del proceso de publicación. Los autores de los artículos publicados darán cumplimiento a los principios éticos contenidos en las diferentes declaraciones y legislaciones sobre propiedad intelectual y derechos de autor específicos del país donde se realizó la investigación. En consecuencia, los autores de los artículos postulados y aceptados para publicar, que presentan resultados de investigación, deben firmar la declaración de originalidad (formato RevArq FP00 Carta de originalidad).

La *Revista de Arquitectura* reconoce y adopta los principios de transparencia y buenas prácticas descritos por COPE, “Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing” (2015).

El equipo editorial tiene la obligación de guardar la confidencialidad acerca de los artículos recibidos, y abstenerse de usar en sus propias investigaciones datos, argumentos o interpretaciones hasta tanto el artículo no sea publicado. También debe ser imparcial y gestionar los artículos de manera adecuada y en los plazos establecidos. La selección de revisores se hará con objetividad y estos deberán responder a la temática del artículo.

El editor, los autores y los revisores deben seguir las normas éticas internacionales definidas por el Committee on Publication Ethics (COPE), con el fin de evitar casos de:

- Fabricación, falsificación u omisión de datos.
- Plagio y autoplagio.
- Publicación redundante, duplicada o fragmentada.
- Omisión de referencias a las fuentes consultadas.
- Utilización de contenidos sin permiso o sin justificación.
- Apropiación individual de autoría colectiva.
- Cambios de autoría.
- Conflicto de interés (CDI) no revelado o declarado.
- Otras que pudieran surgir en el proceso de investigación y publicación.

La fabricación de resultados se genera al mostrar datos inventados por los autores; la falsificación resulta cuando los datos son manipulados y cambiados a capricho de los autores; la omisión se origina cuando los autores ocultan deliberadamente un hecho o dato. El plagio se da cuando un autor presenta como ideas propias datos creados por otros. Los casos de plagio son los siguientes: copia directa de un texto sin entrecomillar o citar la fuente, modificación de algunas palabras del texto, paráfrasis y falta de agradecimientos; el autoplagio se da cuando el mismo autor reutiliza material propio que ya fue publicado, pero sin indicar la referencia al trabajo anterior. La revista se apoya en herramientas digitales que detectan cualquiera de estos casos en los artículos postulados, y es labor de los editores y revisores velar por la originalidad y fidelidad en la citación. La publicación redundante o duplicada se refiere a la copia total, parcial o alterada de un trabajo ya publicado por el mismo autor.

En caso de sospechar de alguna mala conducta se recomienda seguir los **diagramas de flujo elaborados por COPE (2008)**, con el fin de determinar las acciones correspondientes.

La *Revista de Arquitectura* se reserva el derecho de retractación de publicación de aquellos artículos que, posterior a su publicación, se demuestre que presentan errores de buena fe, o cometieron fraudes o malas prácticas científicas. Esta decisión se apoyará en “Retraction Guidelines” (COPE, 2009). Si el error es menor, este se podrá rectificar mediante una nota editorial de corrección o una fe de erratas. Los autores también tienen la posibilidad de solicitar la retractación de publicación cuando descubran que su trabajo presenta errores graves. En todos los casos se conservará la versión electrónica y se harán las advertencias de forma clara e inequívoca.

## A Privacidad y manejo de la información. Habeas Data

Para dar cumplimiento a lo previsto en el artículo 10 del Decreto 1377 de 2013, reglamentario de la Ley 1581 de 2012, y según el Acuerdo 002 del 4 de septiembre de 2013 de la Universidad Católica de Colombia, “por el cual se aprueba el manual de políticas de tratamiento de datos personales”:

La *Universidad Católica de Colombia*, considerada como responsable o encargada del tratamiento de datos personales, manifiesta que los datos personales de los autores, integrantes de los comités y pares revisores, se encuentran incluidos en nuestras bases de datos; por lo anterior, y en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, la Universidad solicitará siempre su autorización, para que en desarrollo de sus funciones propias como Institución de Educación Superior, en especial las relacionadas con la docencia, la extensión y la investigación, la *Universidad Católica de Colombia* pueda recolectar, recaudar, almacenar, usar, circular, suprimir, procesar, intercambiar, compilar, dar tratamiento, actualizar, transmitir o transferir a terceros países y disponer de los datos que le han suministrado y que han sido incorporados en las bases de datos de todo tipo que reposan en la Universidad.

La *Universidad Católica de Colombia* queda autorizada, de manera expresa e inequívoca, en los términos señalados por el Decreto 1377 de 2013, para mantener y manejar la información de nuestros colaboradores (autores, integrantes de los diferentes comités y pares revisores); así mismo, los colaboradores podrán ejercer sus derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir sus datos personales, para lo cual se han dispuesto las siguientes cuentas de correo electrónico:

contacto@ucatolica.edu.co y revistadearquitectura@ucatolica.edu.co

## A Directrices para autores

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* recibe artículos de manera permanente. Los artículos se procesan a medida que se postulan, dependiendo el flujo editorial de cada sección.

El idioma principal es el español, y como opcionales están definidos el inglés, el portugués y el francés; los textos pueden ser escritos y presentados en cualquiera de estos.

Los artículos postulados deben corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación, ser originales e inéditos y sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y brevedad.

Como punto de referencia se pueden tomar las tipologías y definiciones del Índice Bibliográfico Nacional, Publindex (2010) que se describen la continuación:

1. *Artículo de revisión*: documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

2. *Artículo de investigación científica y tecnológica*: documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

3. *Artículo de reflexión*: documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Adicional a estas tipologías, se pueden presentar otro tipo de artículos asociados a procesos de investigación-creación y/o investigación proyectual. En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas y sea evidente el aporte a la disciplina.

En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas.

## A Instrucciones para postular artículos

Postular el artículo en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* y adjuntar comunicación escrita dirigida al editor RevArq\_FP00 Carta de originalidad (debidamente firmada por todos los autores en original); de igual manera, se debe diligenciar el formato de hoja de vida RevArq\_FP01 Hoja de Vida (una por cada autor).

En la comunicación escrita el autor expresa que conoce y acepta la política editorial de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, que el artículo no está postulado para publicación simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales y que no existe conflicto de intereses (ver modelo RevArq\_FP06 CDI) y que, de ser aceptado, concederá permiso de primera publicación, no exclusiva a nombre de la Universidad Católica de Colombia como editora de la revista.

Los artículos deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En la primera página del documento se debe incluir:

**TÍTULO:** no exceder 15 palabras.

**Subtítulo:** opcional, complementa el título o indica las principales subdivisiones del texto.

**Nombre del autor o autores:** nombres y apellidos completos o según modelo de citación adoptado por el autor para la normalización de los nombres del investigador. Como nota al pie (máximo 100 palabras): formación académica, experiencia profesional e investigativa, código ORCID <https://orcid.org/>, e información de contacto, correo electrónico.

**Filiación institucional:** debajo del nombre se debe declarar la institución en la cual se desarrolló el producto, de la cual recibió apoyo o aquella que respalda el trabajo investigativo.

**Resumen:** debe ser analítico, se redacta en un solo párrafo, da cuenta del tema, el objetivo, la metodología, los resultados y las conclusiones; no debe exceder las 150 palabras.

**Palabras clave:** cinco palabras o grupo de palabras, ordenadas alfabéticamente y que no se encuentren en el título o subtítulo; estas sirven para clasificar temáticamente al artículo. Se recomienda emplear principalmente palabras definidas en el tesoro de la Unesco (<http://databases.unesco.org/thessp/>), en el tesoro de Arte & Arquitectura © (<http://www.aatespanol.cl>), o Vitruvio (<http://vocabularyserver.com/vitruvio/>)

También se recomienda incluir título, resumen y palabras clave en segundo idioma.

- La segunda página y siguientes deben tener en cuenta:

El cuerpo del artículo se divide en: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión de resultados; posteriormente se presentan las Conclusiones, y luego las Referencias bibliográficas y los Anexos (modelo IMRYD). Las tablas y figuras se deben incorporar en el texto.

**Descripción del proyecto de investigación:** en la introducción se debe describir el tipo de artículo y brevemente el marco investigativo del cual es resultado y diligenciar el formato (RevArq\_FP02 Info Proyectos de Investigación).

**TEXTO:** todas las páginas deben venir numeradas y con el título de artículo en la parte superior de la página. Márgenes de 3 cm por todos los lados, interlineado doble, fuente Arial o Times New Roman de 12 puntos, texto justificado (Ver plantilla para presentación de artículos). La extensión de los artículos debe ser de alrededor de 5.000 palabras ( $\pm$  20 páginas, incluyendo gráficos, tablas, referencias, etc.); como mínimo 3.500 y máximo 8.000 palabras. Se debe seguir el estilo vigente y recomendado en el Manual para Publicación de la American Psychological Association (APA). (Para mayor información véase <http://www.apastyle.org/>)

**Citas y notas al pie:** las notas aclaratorias o notas al pie no deben exceder cinco líneas o 40 palabras, de lo contrario estas deben ser incorporadas al texto general. Las citas pueden ser:

**Corta:** (con menos de 40 palabras) se incorporan al texto y pueden ser: textuales (se encierran entre dobles comillas), parafraseo o resumen (se escriben en palabras del autor dentro del texto).

**Cita textual extensa:** (mayor de 40 palabras) debe ser dispuesta en un renglón y un bloque independiente con sangrías y omitiendo las comillas, no olvidar en ningún caso la referencia del autor (Apellido, año, página).

**Referencias:** como modelo para la construcción de referencias se emplea el estilo recomendado en el Manual para Publicación de la American Psychological Association (APA) (<http://www.apastyle.org/>).

**Siglas:** en caso de emplear siglas en el texto, las figuras o las tablas, se debe proporcionar la equivalencia completa la primera vez que se empleen y encerrarlas entre paréntesis. En el caso de citar personajes reconocidos se deben colocar nombres o apellidos completos, nunca emplear abreviaturas.

**Figuras y tablas:** las figuras (gráficos, diagramas, ilustraciones, planos, mapas o fotografías) y las tablas deben ir numeradas y contener título o leyenda explicativa relacionada con el tema del artículo, que no exceda las 15 palabras (Figura 1. xxxxx, Tabla 1. xxxx, etc.) y la procedencia (fuente: autor o fuente, año, página). Estas se deben referenciar en el texto de forma directa o entre paréntesis; se recomienda hacerlo con referencias cruzadas.

También se deben entregar en medio digital, independiente del texto, en formatos editables o abiertos. La marcación de los archivos debe corresponder a la incluida en el texto. Según la extensión del artículo se deben incluir de 5 a 10 gráficos. Ver guía para la búsqueda de imágenes de dominio público o bajo licencias Creative Commons (CC).

El autor es el responsable de *adquirir los derechos o las autorizaciones* de reproducción a que haya lugar para imágenes o gráficos tomados de otras fuentes, así como de entrevistas o material generado por colaboradores diferentes a los autores; de igual manera, se debe garantizar la protección de datos e identidades para los casos que sea necesario.

**FOTOGRAFÍA:** pueden ser entregadas en original para ser digitalizadas, de lo contrario se deben digitalizar con una resolución igual o superior a 300 dpi para imágenes a color y 600 para escala de grises. Los formatos de las imágenes pueden ser TIFF, PSD o JPG, y deben cumplir con las características expresadas en el punto anterior (figuras).

**PLANIMETRÍA:** se debe entregar la planimetría original en medio digital, en lo posible en formato CAD, y sus respectivos archivos de plumas o en PDF; de no ser posible, se deben hacer impresiones en tamaño carta con las referencias de los espacios mediante numeración y lista adjunta. Deben tener escala gráfica, escala numérica, norte, coordenadas y localización. En lo posible, no deben contener textos, achurados o tramas.

Para más detalles, consultar el documento *RevArq Parámetros para Autores Descripción* en el portal web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

### Beneficios

Como reconocimiento a los autores, se les hará envío postal de dos ejemplares de la edición impresa sin ningún costo y entregada en la dirección consignada en el formato de hoja de vida (RevArq\_FP01); adicionalmente, se enviará el vínculo para la descarga de la versión digital.

También se enviará una constancia informativa en la que se relaciona la publicación del artículo y, de manera opcional, se pueden detallar las fechas del proceso editorial y el arbitraje realizado.

\* Todos los formatos, las ayudas e instrucciones detalladas se encuentran disponibles en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* [http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticolica/revistas\\_ucaticolica/index.php/RevArq](http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticolica/revistas_ucaticolica/index.php/RevArq).

\*\* Para consultar estas instrucciones en otro idioma por favor acceder a la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

La selección de revisores se realiza de acuerdo con los siguientes criterios:

- Afinidad temática.
- Formación académica.
- Experiencia investigativa y profesional.
- Producción editorial en revistas similares o en libros resultado de investigación.

El proceso de arbitraje se basa en los principios de equidad e imparcialidad, y en los criterios de calidad y pertinencia.

El desarrollo de la revisión se realiza según el formato (RevArq FP10 Evaluación de artículos) y las observaciones que el revisor considere necesarias en el cuerpo del artículo. En cualquiera de los conceptos que emita el revisor (Aceptar, Publicable con modificaciones, Reevaluable o No publicable), y como parte de la labor formativa y de comunidad académica, el revisor hará sugerencias para mejorar el documento. El revisor podrá solicitar una nueva relectura del artículo después de los ajustes realizados por el autor.

El revisor también deberá diligenciar el formato RevArq FP01 Hoja de Vida, con el fin de certificar y soportar el proceso de revisión ante los SIR que así lo soliciten.

En el proceso de arbitraje se emplea el método  **doble ciego** , los nombres del revisor no serán conocidos por el autor y viceversa. Con el fin de garantizar el anonimato del autor, al artículo postulado se le han podido suprimir nombres, instituciones o imágenes que puedan ser asociadas de manera directa al autor.

Aunque se procura el anonimato, una vez recibida la invitación como par revisor del artículo, el revisor debe cerciorarse de que no exista conflicto de intereses (CDI) o alguna limitante que afecte la revisión o que pueda ser vista como tal (lazos familiares, amistad o enemistad, vínculos contractuales o laborales, posiciones éticas, etc.), de presentarse esta situación se notificará al editor. (Ver modelo RevArq FP06 CDI).

Dada la confidencialidad del proceso de revisión, y considerando los derechos de autor y de propiedad intelectual que pueda haber sobre el material que se entrega, el revisor se compromete a mantener en absoluta reserva su labor, a limitar el uso de la obra entregada solo para el propósito designado y a devolver la documentación remitida una vez concluya la actividad.

El tiempo establecido para las revisiones de pares es de máximo un mes a partir de la confirmación de la recepción de la documentación. Ese plazo podrá ser modificado de mutuo acuerdo entre el editor y el revisor, siempre y cuando no afecte la periodicidad de la revista, la impresión o el tiempo para emitir una respuesta al autor.

Los revisores se acogerán a "COPE Ethical Guidelines for Peer Reviewers" de COPE.

### Beneficios

Como retribución a los revisores se les hará envío postal de un ejemplar de la edición impresa sin ningún costo y entregada en la dirección consignada en el formato de hoja de vida. También, si es de interés para el revisor, podrá hacer la solicitud de alguna de las publicaciones editadas y presentes en el  **catálogo de publicaciones**  de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, previa aprobación de la Editorial y sujeto a la disponibilidad.

Si lo desea tendrá derecho a una constancia de la colaboración en la revisión de artículos, la cual solo contendrá el periodo en el cual se realizó la actividad. También tendrá la posibilidad de aceptar o no la publicación de su nombre, nacionalidad y nivel máximo de formación en la página web de la  **Revista de Arquitectura (Bogotá)**  en su calidad de colaborador.

### A Proceso de revisión por pares

Luego de la postulación del artículo, el editor de la  **Revista de Arquitectura (Bogotá)**  selecciona y clasifica los artículos que cumplen con los requisitos establecidos en las  **directrices para los autores** . El editor podrá rechazar en primera instancia artículos, sin recurrir a un proceso de revisión, si los considera de baja calidad o por presentar evidencias de faltas éticas o documentación incompleta.

Los artículos se someterán a un primer dictamen del  **editor, de los editores de sección y del Comité Editorial** , teniendo en cuenta:

- Afinidad temática, relevancia del tema y correspondencia con las secciones definidas.
- Respaldo investigativo.
- Coherencia en el desarrollo del artículo, así como una correcta redacción y ortografía.
- Relación entre las figuras y tablas con el texto del artículo.

En esta revisión se verificará el nivel de originalidad mediante el uso de  **software**  especializado ( **Ithenticate**  o similar) y recursos digitales existentes para tal fin, también se observará la coherencia y claridad en los apartados del documento ( **modelo IMRYD** ), la calidad de las fuentes y la adecuada citación, esto quedará consignado en el formato ( **RevArq FP09 Revisión de artículos** ); esta información será cargada a la plataforma de gestión editorial y estará a disposición del autor.

En caso de que el artículo requiera ajustes preliminares, será devuelto al autor antes de ser remitido a revisores. En este caso, el autor tendrá veinte días para remitir nuevamente el texto con los ajustes solicitados.

Después de la preselección se asignan mínimo dos revisores especializados, quienes emitirán su concepto utilizando el formato ( **RevArq FP10 Evaluación de artículos** ) y las anotaciones que consideren oportunas en el texto; en esta etapa se garantizará la confidencialidad y el anonimato de autores y revisores ( **modalidad doble ciego** ).

Del proceso de revisión se emite uno de los siguientes conceptos que será reportado al autor:

- **Aceptar el envío** : con o sin observaciones.
- **Publicable con modificaciones** : se podrá sugerir la forma más adecuada para una nueva presentación, el autor puede o no aceptar las observaciones según sus argumentos. Si las acepta, cuenta con quince días para realizar los ajustes pertinentes.
- **Reevaluable** : cumple con algunos criterios y debe ser corregido. Es necesario hacer modificaciones puntuales y estructurales al artículo. En este caso, el revisor puede aceptar o rechazar hacer una nueva lectura del artículo luego de ajustado.
- **No publicable** : el autor puede volver a postular el artículo e iniciar nuevamente el proceso de arbitraje, siempre y cuando se evidencien los ajustes correspondientes.

En el caso de presentarse diferencias sustanciales y contradictorias en los conceptos sobre la recomendación del revisor, el editor remitirá el artículo a un revisor más o a un miembro del Comité Editorial quien podrá actuar como tercer árbitro, con el fin de tomar una decisión editorial sobre la publicación del artículo.

Los autores deberán considerar las observaciones de los revisores o de los editores, y cada corrección incorporada u omitida debe quedar justificada en el texto o en una comunicación adjunta. En el caso que los autores omitan las indicaciones realizadas sin una argumentación adecuada, el artículo será devuelto y no se dará por recibido hasta que no exista claridad al respecto.

El editor respetará la independencia intelectual de los autores y a estos se les brindará el derecho de réplica en caso de que los artículos hayan sido evaluados negativamente y rechazados.

Los autores, con su  **usuario y contraseña** , podrán ingresar a la plataforma de Gestión Editorial, donde encontrarán los conceptos emitidos y la decisión sobre el artículo.

El editor y el Comité Editorial se reservan el derecho de aceptar o no la publicación del material recibido. También se reservan el derecho de sugerir modificaciones de forma, ajustar las palabras clave o el resumen y de realizar la corrección de estilo. El autor conocerá la versión final del texto antes de la publicación oficial del mismo.

Cuando un artículo es aceptado para su publicación, el autor debe firmar la autorización de reproducción ( **RevArq FP03 Autorización reproducción** ). Para más información ver:  **Política de derechos de autor**

### Notas aclaratorias:

La  **Revista de Arquitectura (Bogotá)**  busca el equilibrio entre las secciones, motivo por el cual, aunque un artículo sea aceptado o continúe en proceso de revisión, podrá quedar aplazado para ser publicado en un próximo número; en este caso, el autor estará en la posibilidad de retirar la postulación del artículo o de incluirlo en el banco de artículos del próximo número.

El editor y los editores de sección de la  **Revista de Arquitectura (Bogotá)**  son los encargados de establecer contacto entre los autores y revisores, ya que estos procesos se realizan de manera anónima.

Arquitectura

- PÁG. 3** ● Espacio y tiempo del taller de proyectos arquitectónicos: la Escuela de Arquitectura de Valencia  
 Space and time of the design studio: the Architectur  
 Débora Domingo-Calabuig  
 Laura Lizondo-Sevilla
- PÁG. 12** ● La comunidad local en la valoración del patrimonio rural. La escuela Francisco Arias en Lavalle  
 The local community in the appreciation of rural heritage. Francisco Arias school in Lavalle  
 Isabel Durá-Gúrpide  
 Matías J. Esteves
- PÁG. 24** ● Hábitat accesible. Desarrollo de modelos conceptuales urbano-habitacionales  
 Affordable Habitat - The Development of Housing and Neighbourhood Simulation Models  
 Alina Delgado-Bohórquez
- PÁG. 37** ● Monumentos y arte urbano: percepciones, actitudes y valores en la ciudad de Manizales  
 Monuments and urban art: perceptions, attitudes and values in the city of Manizales  
 Rodrigo Santofimio-Ortiz  
 Sandra Milena Pérez-Agudelo
- PÁG. 48** ● Nueva centralidad en interfase urbano-rural (I-UR). Caso: sector Umapalca, zona sur de Arequipa Metropolitana  
 New Centrality in Rural Urban Interface. Case: Sector Umapalca, South Zone of Metropolitan Arequipa  
 David Jesús Lovon-Caso  
 Ana de los Ángeles Larota-Sanz
- PÁG. 60** ● Arquitecturas tradicionales y populares: un reto para la historiografía de la arquitectura en Colombia  
 Traditional and popular architectures: a challenge for architecture historiography in Colombia  
 Guillermo Gutiérrez-Morales
- PÁG. 69** ● Mito o realidad. Gustave Eiffel y el templo San Marcos de Arica  
 Between Mith or Reality. Gustave Eiffel and temple San Marcos de Arica  
 Darci Gutiérrez-Pinto
- PÁG. 78** ● La caminabilidad como estrategia proyectual para las redes peatonales del borde urbano. Barrio Sierra Morena, Usme  
 Walkability as a design strategy for pedestrian networks on the urban edge. Sierra Morena, Usme Neighbourhood  
 Marielena Medina-Ruiz
- PÁG. 94** ● Ciudades costeras e indicadores de sostenibilidad: una aproximación desde el metabolismo urbano de la calle. El caso de la avenida Juan Ponce de León, en San Juan, Puerto Rico  
 Coastal cities and sustainability indicators: an approach from the urban metabolism of the street. The case of Juan Ponce de León avenue, in San Juan, Puerto Rico  
 María Helena Luengo-Duque
- PÁG. 106** ● Fabricación de ladrillos con polvo-residuo de mármol en México. Propiedades físicas y mecánicas del polvo-residuo de mármol de la provincia de la Comarca Lagunera, en México  
 Physical and mechanical properties of bricks with dust residue from marble in México. Physical and mechanical properties of the marble dust-residue from the Comarca Lagunera Province, in Mexico  
 C. Ponce-Palafox  
 Julián Carrillo  
 A. López-Montelongo
- PÁG. 114** ● Determinación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en una matriz energética sustentable mediante análisis de escenarios. Estudio de caso en zonas áridas con alto riesgo hídrico  
 Determination of greenhouse gas emissions (GHG) in a sustainable energy matrix through scenario analysis. Case Study in arid zones with high hydric risk  
 Alba Inés Ramos Sanz
- PÁG. 126** ● La participación infantil en proyectos urbanos. El juego en espacios públicos para la promoción del aprendizaje de conceptos ambientales  
 Children's participation in urban projects. Play in public spaces for the promotion of the learning of environmental concepts  
 Carolina Polo-Garzón,  
 Adriana Patricia López-Valencia
- PÁG. 141** ● Gestión territorial y sus implicaciones con el ODS 11. Reflexiones desde Colombia y Costa Rica  
 Land Management and its implications with SDG 11 Reflections from Colombia and Costa Rica  
 Tania Giraldo-Ospina  
 Félix Zumbado-Morales



CONEXOTOS  
CONTEXTS

CULTURA Y ESPACIO URBANO  
CULTURE AND URBAN SPACE

PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y URBANO  
ARCHITECTURAL AND URBAN PROJECT

TECNOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD  
TECHNOLOGY, ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY

La Revista de Arquitectura es de acceso abierto, arbitrada e indexada y está presente en:


Revista de Arquitectura (Bogotá) Universidad Católica de Colombia  
 @REVARQUCATOLICA  
<https://www.mendeley.com/profiles/revista-de-arquitectura-bogota/>

