

**OBSERVATORIO FAU CIUDAD TERRITORIO. MICRORREGIÓN LA PLATA,  
BERISSO Y ENSENADA  
RESUMEN DEL TRABAJO A EXPONER**

**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL GEOTÉRMICO PARA LA CLIMATIZACIÓN  
DISTRITAL Y URBANA DEL GRAN LA PLATA, BASADO EN SISTEMAS DE  
BAJA ENTALPÍA COMO BOMBAS DE CALOR, SISTEMAS DE ABSORCIÓN Y  
B.T.E.S. (BOREHOLE THERMAL ENERGY STORAGE)**

**Birche María Belén, José Antonio Ferrer Tévar, Jorge Daniel Czajkowski**

**Laboratorio de arquitectura y hábitat sustentable – FAU UNLP**

**I+D 183: Gestión y certificación de edificios sustentables y energéticamente eficientes**

**mariabelenbirche@gmail.com**

Palabras clave: energía geotérmica de baja entalpía – Gran La Plata – climatización y agua caliente sanitaria.

Dentro de los diez temas propuestos para reflexionar dentro del marco del presente observatorio, se encuentra el tema 3: “Fortalecimiento de las actividades productivas, a partir de una oferta de infraestructura y equipamientos en forma colaborativa e integrada a escala de la microrregión de transporte (vial, ferroviario, fluvial y aéreo), energía (eléctrica, gas, no convencionales), agua y saneamiento (provisión, tratamiento, residuos) y telecomunicaciones (fibra óptica, redes de cuarta generación y sistemas digitales). Así como el fortalecimiento de la producción social del hábitat, en cuanto a la generación de trabajo, formación y capacitación.”

Respecto al mismo se busca aportar para repensar formas más adecuadas de intervención frente a las evidentes repercusiones del cambio climático.

Es conocido que en nuestro país resulta mayoritaria la forma común de materializar edificios para cualquier función. El uso del vidrio y de los metales no ferrosos, junto al hormigón armado y al ladrillo hueco cocido prácticamente monopolizan las edificaciones.

Pero no se ha considerado la variable climática, la adaptación al sitio o el uso de pautas bioclimáticas. Esto debido a que se propone un modo casi homogéneo de construcción con un uso variable de energía en climatización sustentado en subsidios crecientes. Esto lleva a que no se han incorporado en los edificios técnicas adecuadas de mitigación del cambio climático, sea por "contenido energético" (embodied energy buildings) del edificio al momento de su habilitación y durante su "vida útil", u en modificaciones en su diseño y materialización en relación al clima del lugar.

Las normativas existentes, en particular las Normas IRAM, si bien han sido actualizadas, no son de aplicación obligatoria en la mayor parte del país y las prácticas parecieran apuntadas a resolver sólo la reducción del costo inicial del edificio. Queda para los usuarios sean públicos o privados resolver las deficiencias, las patologías debidas al tipo de ocupación, la reposición y mantenimiento y los altos costos operativos; con sus recursos. En síntesis: costo inicial lo más bajo posible y no consideración del costo total en el ciclo de vida del edificio. Costo total que en algunos casos triplica el costo inicial.

La alta ineficiencia energética de los edificios trae consigo una excesiva demanda energética por m<sup>2</sup> habitable o km<sup>2</sup> urbanizado que a su vez implica la emisión de gases de efecto invernadero.

Aquí debemos recordar que la matriz de energía primaria de la Argentina en la última década varía entre el 85 a 95% de fuentes fósiles. En el caso de generación de energía eléctrica ha venido creciendo en el último quinquenio la participación de las energías renovables pero las fuentes fósiles siguen representando el 65% de la matriz. (MECON, 2020).

Si analizáramos el caso viviendas, sean de gestión pública o privada, el problema adquiere toda su relevancia si se advierte que será utilizada por franjas de usuarios que están mayormente situados

en lo que el INDEC denomina "bajo el límite de la pobreza". En un contexto de suba de las tarifas de la energía, el impacto socioeconómico es alto en sectores vulnerables. Podría argumentarse que estos ahorros no son cuantitativamente significativos, dada la imposibilidad de los usuarios de acceso económico a los combustibles para mejorar las condiciones de confort térmico de sus viviendas. Sin embargo, si se extrapolaran los ahorros energéticos a los obtenibles en las viviendas de los sectores medios y de los edificios constitutivos del terciario (administración, educación y salud), los ahorros de energía serían indudablemente significativos.

Lo dicho hasta ahora muestra que si se deseara reducir significativamente la demanda de energía en climatización anual de la región del gran La Plata sería muy difícil implementar una rehabilitación masiva de todos los edificios tal como han hecho países como Alemania, Francia, Reino Unido.

La pregunta es ¿Qué podemos hacer en nuestro país en la persistente crisis que se encuentra desde hace medio siglo?

Una alternativa es explorar la factibilidad de las tecnologías geotérmicas para ser implementadas como servicio urbano aprovechando las especiales características climáticas y del suelo en la micro región a orillas del río de La Plata, siendo La Plata, la cuarta ciudad con más habitantes de la Argentina de acuerdo al censo del 2010.

Las energías geotérmicas basan sus distintos sistemas de funcionamiento en el calor terrestre o en la inercia térmica del suelo.

El calor terrestre es una fuente de energía que no depende de las condiciones climatológicas, de la estación anual y está disponible 24 horas al día, 365 días al año. Según Llopis Trillo y Rodrigo Angulo (2008), entre sus principales beneficios se puede comentar que es ilimitado a la escala humana, siempre que la explotación se haga de forma racional. Todo lo contrario que las energías fósiles que se agotan a medida que se extraen. Además, es una energía constante que depende de las características intrínsecas del subsuelo, lo cual asegura una gran regularidad en su utilización. También se trata de energía limpia, las instalaciones que emplean bombas de calor geotérmicas para calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria sólo consumen energía eléctrica para el funcionamiento de los compresores eléctricos, de las bombas de circulación y de los ventiladores del interior del edificio. Las emisiones equivalentes de gases son únicamente las correspondientes a la producción en origen de esa energía, muy inferiores a las de los sistemas tradicionales. Respecto de los costos, estos sistemas poseen una inversión inicial elevada pero el costo de explotación es bajo y cada vez será más competitivo con la explotación de las energías fósiles, donde los precios irán creciendo con el agotamiento de los recursos y las restricciones ambientales. Es destacable también, la fácil accesibilidad de los recursos geotérmicos de baja entalpía que están presentes en todo el suelo de los continentes a disposición de la humanidad. Disminuye las pérdidas energéticas derivadas del transporte de electricidad y la contaminación que provoca el transporte de combustibles. Alcaraz, et. al. (2016) indica que los impactos ambientales de esta energía renovable, no están todavía clarificados. Si bien es cierto que el impacto visual es nulo en comparación con las energías eólica o solar, poco se conoce acerca de la influencia del incremento de temperatura en la calidad del agua subterránea. Las consecuencias sobre aspectos biológicos, químicos y físicos no están suficientemente estudiadas.

La clasificación de la energía geotérmica adoptada por Carro Pérez et al. (2018) considera diferentes tipos de acuerdo a la temperatura. Encontramos energía geotérmica de temperatura alta  $> 150^{\circ}\text{C}$ , temperatura media  $150^{\circ}\text{C} > T > 90^{\circ}\text{C}$  y baja temperatura  $90^{\circ}\text{C} > T > 25^{\circ}\text{C}$  y muy baja temperatura  $25^{\circ}\text{C} > T$ .

Para poder aprovechar la energía geotérmica de baja entalpía generalmente se utilizan intercambiadores de calor, los cuales pueden ser tierra-agua o tierra-aire. Ambos funcionan de igual manera, sólo que cambia el fluido.

Llopis Trillo y Rodrigo Angulo (2008) mencionan que en la región de la cuenca del Río de la Plata es posible utilizar energía geotérmica de baja temperatura.

Por debajo de los dos metros de profundidad y hasta los 100 m de profundidad la temperatura se mantiene casi constante a la temperatura media anual del sitio. Que en el caso de la región urbanizada de La Plata es de  $16.7^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media en verano es de  $22.4^{\circ}\text{C}$  y la de invierno de  $9.6^{\circ}\text{C}$  con máximas medias de  $28.3^{\circ}\text{C}$  y mínimas medias de  $5.8^{\circ}\text{C}$ . Implica que hay suficiente amplitud para acumular calor a escala urbana y trabajar a contra clima en los sistemas conocidos

como Seasonal Thermal Storage. Entre los antecedentes internacionales se requieren pozos de intercambio térmico distanciados como mínimo 100 m y/o con diferencias de profundidad de 50 m si las perforaciones están más cercanas de los 100 m.

Los mejores sistemas son los conocidos como B.T.E.S. (borehole thermal energy storage) que son de circuito cerrado y por cañerías plásticas (usualmente de polipropileno) se hace circular agua entre el intercambiador profundo y el intercambiador en sala de máquinas. El Dr. José Antonio Ferrer Tevar (2017) destaca el escaso espacio requerido de este sistema, frente a otros de desarrollo horizontal. El mayor ejemplo de implementación es el centro gubernamental de Berlín que abastece de calor a centenares de miles de m<sup>2</sup> construidos. El almacenamiento de energía térmica se está volviendo particularmente importante para el almacenamiento de electricidad en combinación con plantas de energía solar de concentración donde el calor solar se puede almacenar para la producción de electricidad cuando la luz solar no está disponible (IRENA, 2013). Otra aplicación destacable resulta la utilización de calor geotérmico en invernaderos, para producción de alimentos y para la realización de diferentes procesos como pasteurización de lácteos. Usarlo para tales fines puede ayudar a aumentar la disponibilidad de alimentos, reducir la dependencia de los combustibles fósiles, proteger contra la volatilidad de los precios y disminuir las emisiones nocivas del sector. (IRENA, 2019).

La gran pregunta para realizarnos es qué potencialidad tiene nuestra región y qué factibilidad hay de proponer como sistema innovador de energía y emisiones cercanas a cero para mantener grupos de edificios o sectores urbanos a termostato (20 a 15°C). Además, evaluar la factibilidad de tecnologías mediante ciclo de compresión o de absorción apoyados por energías renovables para generación térmica y eléctrica.

#### Objetivo general

Analizar la factibilidad de las tecnologías geotérmicas de baja entalpía según cada tipo de edificio de la clasificación adoptada, con el fin de poder ser implementadas como servicio urbano, para reducir la demanda de energía en climatización anual de la región del gran La Plata. Avanzar en estrategias de diseño ambientalmente consciente que tiendan a la adaptación al cambio climático y protocolos de producción de edificios de “baja energía”.

#### Objetivos particulares

- Estudiar procedimientos para la determinación de indicadores de eficiencia energética y emisiones de GEI aplicables a los principales tipos edilicios.
- Analizar los estándares vigentes en la normativa nacional y propuesta de nuevos de ser necesario.
- Realizar recomendaciones de diseño para los segmentos bioclimáticos propuestos según tipos edilicios junto a un modelo de certificación.
- Proponer escenarios de aplicación de programas de eficiencia energética con el fin de elaborar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, cuantificando GEI.
- Desarrollar un sistema informatizado modular para la evaluación y gestión de la eficiencia energética, certificación y etiquetado de edificios.
- Estudiar la caracterización energética de la edificación bonaerense.

Las unidades de análisis serán edificios clasificados por tipo y función basados en trabajos previos que en este proyecto serán revisados bajo un criterio común para estimar una demanda global de energía de municipios del Gran La Plata.

Se analizará la bibliografía sobre BTES a fin de estimar el potencial geotérmico de la región GLP. Se establecerán los campus de la UNLP como unidades de análisis de intervención de prefactibilidad técnico-económica.

La metodología de trabajo combina los estudios de demanda de energía en edificios del LAYHS FAU UNLP con los estudios e implementaciones realizados en España por el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas). En particular del Proyecto RehabilitaGeoSol (<http://projects.ciemat.es/web/rehabilitageosol/>).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carro Pérez Magalí E., Peiretti Agustina y Francisca Franco M. (2018). Energía geotérmica de baja entalpía en suelos loésicos: cálculo y diseño para caso de estudio.
- Ferrer Tevar José Antonio (2017). Sistemas de climatización IV geotermia y almacenamiento estacional.
- García Alcaraz María del Mar, Vives Luis, Vázquez Suñé, Enric: (2016). Herramientas SIG para cuantificar el potencial geotérmico somero y sus impactos ambientales.
- IRENA (2013). Thermal Energy Storage.
- IRENA (2019). Accelerating geothermal heat adoption in the agri-food sector: Key lessons and recommendations.
- J.A. Díaz Angulo, J.J. Pérez Díez, J.A. Ferrer Tevar, M.R. Heras. (2015). Energetic experimental evaluation of the active systems of the RDB building 70 of the SSP-ARFRISOL. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.09.062 ISBN: 0378-7788
- Llopis Trillo, Guillermo; Rodrigo Angulo, Vicente (2008). Guía de la energía geotérmica.
- Silvia Soutullo, Luis A. Bujedo, Jesús Samaniego, José Antonio Ferrer Tevar, R. Carazo, M.R. Heras (2018). Energy performance assessment of a polygeneration plant in different weather conditions through simulation tools. Energy and Buildings 124:7-18. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.04.031
- The REHABILITAGEOSOL Project, Reference RTC-2016-5004-3, is a Project funded by the National Program for Research, Development and Innovation in Society Challenges, within the framework of the National Plan for Scientific and Technical Research and Innovation 2013 -2016 from the State.
- Antonio Garrido Marijuán, J. D. Marcos, Jose Antonio Ferrer Tevar y M.R. Heras. (2015). Análisis y simulación de nuevas propuestas de trigeneración solar distribuida en el marco de las SMART CITIES. Conference: XIII Congreso Ibero-Americano de Climatización y Refrigeración (CIAR M.R. Heras, María José Jiménez, Jose Antonio Ferrer Tevar (2014). TOWARDS A NEW GENERATION OF BUILDINGS WITH ALMOST ZERO ENERGY CONSUMPTION AND ZERO-EMISSION. Edit. CIEMAT, Madrid. Editor: MR Heras and R Bosqued (coord.) ISBN: 978-84-7834-712-4
- M. Reuss, (2015) The use of borehole thermal energy storage (BTES) systems. Advances in Thermal Energy Storage Systems. <https://doi.org/10.1533/9781782420965.1.117>
- S. Gehlin (2016). Borehole thermal energy storage. Advances in Ground-Source Heat Pump Systems. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100311-4.00011-X>
- Cynthia Ann Cruickshank, Christopher Baldwin (2016) Sensible Thermal Energy Storage: Diurnal and Seasonal. Storing Energy. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803440-8.00015-4>
- H.Ö. Paksoy, B. Beyhan, (2015) Thermal energy storage (TES) systems for greenhouse technology. Advances in Thermal Energy Storage Systems. <https://doi.org/10.1533/9781782420965.4.533>
- B.Nordell, A.Snijders y L.Stiles (2015). The use of aquifers as thermal energy storage (TES) systems. En Advances in Thermal Energy Storage Systems. Methods and Applications. <https://doi.org/10.1533/9781782420965.1.87>
- K. Soga, Y. Rui (2016) Energy geostructures. En Advances in Ground-Source Heat Pump Systems. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100311-4.00007-8>
- P.D. Thomsen, P.M. Overbye. (2016). Energy storage for district energy systems. En Advanced District Heating and Cooling (DHC) Systems. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-374-4.00007-0>