



Revista de Arquitectura e Ingeniería
ISSN: 1990-8830
Olga-Toledo@empai.co.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería
de Matanzas
Cuba

Proyecto de Instalación de Fuente Renovable de Energía en la Villa de alojamiento de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas.

Díaz López, Ing. Alina; Tabío Alfonso, Ing. María Elena; Cruz Palacios, Ing. Arianne; Veliz Alonso, M.Sc. Juan Israel

Proyecto de Instalación de Fuente Renovable de Energía en la Villa de alojamiento de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas.

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, núm. 1, 2022

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193970042003>

Proyecto de Instalación de Fuente Renovable de Energía en la Villa de alojamiento de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas.

Project for the Installation of a Renewable Energy Source in the Accommodation Villa of the Matanzas Architecture and Engineering Projects Company.

Ing. Alina Díaz López alina-diaz@empai.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería. Matanzas, Cuba., Cuba

Ing. María Elena Tabío Alfonso maria-tabio@empai.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería. Matanzas, Cuba., Cuba

Ing. Arianne Cruz Palacios arianne-cruz@empai.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería. Matanzas, Cuba. E-mail: arianne-cruz@empai.cu, Cuba

M.Sc. Juan Israel Veliz Alonso juan.veliz@umcc.cu
Universidad Camilo Cienfuegos de Matanzas, Cuba., Cuba

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, núm. 1, 2022

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Recepción: 19 Enero 2022
Aprobación: 24 Febrero 2022

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193970042003>

Resumen: La principal fuente de generación de electricidad en el mundo son las termoelectricas, las que utilizan grandes cantidades de combustible fósil, es agotable y un alto contaminante de la atmósfera. Desde hace varias décadas se ha fomentado la utilización de fuentes renovables de energía, para disminuir el gasto energético y contribuir con el cuidado del medio ambiente. La Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas (EMPAI) tiene una Villa de alojamiento para los trabajadores, donde se realizó un estudio para instalar calentadores solares, para la reducción del consumo de energía y mejorar el confort de los trabajadores. El presente artículo tiene como objetivo exponer el impacto económico constructivo y ambiental que tendrá la implementación de esa fuente renovable. Se determinó que para suplir la necesidad de agua caliente de toda la edificación se deben instalar siete calentadores solares, los cuales tienen un valor de inversión de \$432714.56, la que se recupera en tres años y tres meses, obteniéndose un ahorro de energía eléctrica que anual de 29.69 MW, tiene un costo de \$132125.84. Por el concepto de calentamiento del agua para aseo del personal se deja de emitir 32.8 Kg al año de gases contaminantes a la atmósfera. La edificación tiene 602m² de cubierta aprovechable para la instalación del equipamiento.

Palabras clave: ahorro, calentador solar, consumo, energía eléctrica, gasto.

Abstract: The main source of electricity generation in the world are thermoelectric plants, which use large amounts of fossil fuel, it is exhaustible and a high pollutant of the atmosphere. For several decades, the use of renewable energy sources has been promoted to reduce energy expenditure and contribute to caring for the environment. The Matanzas Architecture and Engineering Projects Company (EMPAI) has an accommodation Villa for workers, where a study was carried out to install solar heaters, to reduce energy consumption and improve the comfort of workers. This article aims to expose the economic, constructive and environmental impact that the implementation of this renewable source will have. It was determined that to meet the need for hot water in the entire building, seven solar heaters must be installed, which have an investment

value of \$432,714.56, which is recovered in three years and three months, obtaining savings in electrical energy that are annual of 29.69 MW, has a cost of \$132125.84. Due to the concept of heating water for personal hygiene, 32.8 Kg of polluting gases are no longer emitted into the atmosphere per year. The roof of the building has 602m² of usable roof for the installation of the equipment.

Keywords: saving, solar heater, consumption, electrical energy, expenses.

Introducción.

Una de las mayores preocupaciones del hombre hoy en día es la constante mutabilidad del cambio climático a nivel mundial, lo cual trae aparejado nefastas consecuencias para el patrimonio natural y construido, amenazado por eventos meteorológicos extremos. La alta demanda energética por parte de los países provoca la emisión de gran cantidad de gases contaminantes, son la principal causa del calentamiento global. [1]

La energía es considerada el motor del mundo, porque es la que climatiza sus casas, ilumina las calles, alimenta las industrias, desplaza los medios de transporte, es la base de cualquier actividad. [2] Para cubrir todas esas necesidades energéticas, la principal fuente generación mundial son las termoeléctricas, las que consumen altos volúmenes de combustibles fósiles diariamente.

En la década de los ochenta el hombre comenzó a tomar una conciencia energética, lo cual surge debido a la crisis producida en esos años, por el agotamiento de los hidrocarburos y sus altos precios. Se comienza a desarrollar la obtención de energía a partir de fuentes renovables, una vía que permite reducción de las emisiones de sustancias contaminantes al medio ambiente. [3]

En la actualidad las energías renovables son muy utilizadas en la generación de electricidad, sin ocasionar daños significativos al medio ambiente. Los países que tienen un mayor desarrollado de estas tecnologías son China, Estados Unidos, Rusia, la India entre otros. Cuba en los últimos años ha ido incursionando en este tipo de energía, aunque su utilización es muy baja con respecto a la energía solar que recibimos cada día y pudiéramos utilizar. Para lograr un mayor aprovechamiento de esta fuente, el país ha implementado la Política para el Desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía y con un cronograma de implementación hasta el año 2030, el cual es imprescindible para lograr la soberanía energética del país. [1]

En Cuba la energía solar térmica comenzó a emplearse a partir del año 2000, es utilizada fundamentalmente en el sector turístico, en instalaciones para alojamiento y casa de visitas, para contribuir con el ahorro energético y lo que mejora el confort de las personas.

La energía solar térmica es una fuente limpia, silenciosa, confiable y generosa, que promueve el autoconsumo y la independencia energética. La inversión se recupera con el ahorro de energía, los costos de mantenimiento son bajos, no producen ningún tipo de desperdicio o residuo peligroso de difícil eliminación y tiene elevada fiabilidad. [4]

La utilización de calentadores solares es una de las formas más eficaces de reducir la huella de carbono porque el impacto que tienen ese sistema

en el ambiente es mucho menor que el de los sistemas convencionales, los cuales son a base de algún combustible. [5]

La Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas (EMPAI) está certificada por la NC. ISO 50001 del 2018, Sistema de Gestión de la Energía, para la entidad fomentar el ahorro energético es una prioridad, además está certificada por la NC ISO 14001:2015 de Gestión ambiental, por lo que los proyectos que realizamos están vinculados con la protección del medio ambiente. La entidad tiene una Villa de alojamiento para sus trabajadores, se encuentra ubicada en el municipio de Matanzas, en el Reparto Armando Mestres. Esta instalación tiene la finalidad de acoger a las personas que residen fuera del municipio y la provincia, la misma tiene una capacidad de alojamiento de 40 personas. La edificación consta de dos bloques, que tienen 20 habitaciones y un pantry - comedor. El personal que ahí reside calienta agua para el aseo con hornillas eléctricas de alto consumo, lo que incrementa el gasto de energía eléctrica, para la disminución del mismo se realizó un estudio para la instalación de calentadores solares, mejorar el confort de los trabajadores y contribuir con el cuidado del medio ambiente.



Figura.1

Villa de Alojamiento de la EMPAI.

Elaboración propia.

El calentador solar que se propone instalar es un sistema foto-térmico capaz de utilizar la energía proveniente del Sol para el calentamiento de agua sin usar ningún tipo de combustible. Se compone por dos paneles solares, donde se captura y se transforma la energía solar en energía térmica, la cual, por convección, es la que se encarga de calentar el agua, hasta una temperatura entre los 50°C y 80°C, en las condiciones climáticas correctas. Posteriormente, el agua caliente pasa a un termo-tanque (acumulador), donde se almacena para su uso posterior. Este equipamiento tiene una vida útil de 15 años. [6]

Material es y métodos

Con base en el análisis del estado del arte y la práctica en la implementación de fuentes renovables de energía para la producción de agua caliente en edificaciones, se elaboró una metodología (Figura 2), que secuencia los pasos a seguir.

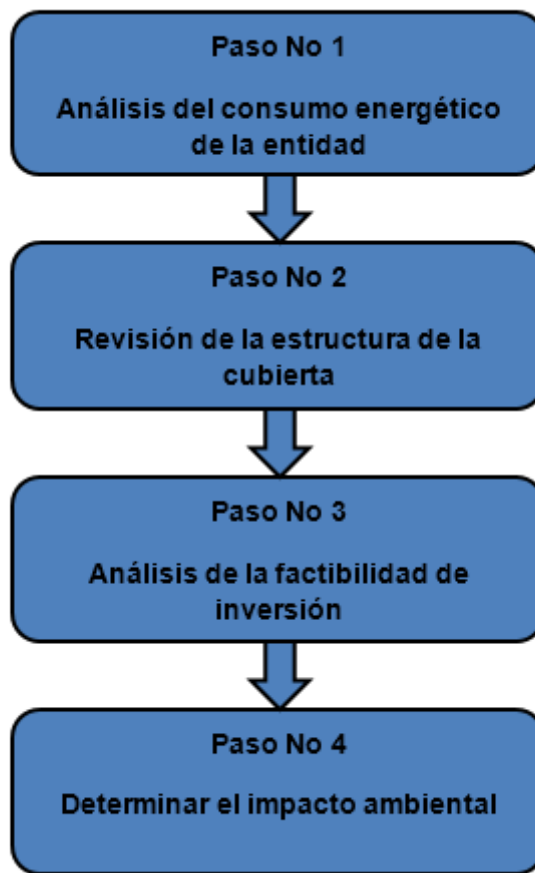


Figura No. 2
Metodología para el proyecto de instalación de fuente renovable de energía.
Elaboración propia.

1- Para el análisis del consumo energético de la entidad es necesario determinar la demanda de agua caliente y el equipamiento que se está utilizando actualmente para el calentamiento de la misma.

2- Con la revisión de la estructura de la cubierta se determinará si tiene la resistencia y condiciones necesarias para la instalación del equipamiento, además del tiempo de incidencia del sol.

3- En el análisis de la factibilidad de la inversión se determina la cantidad de calentadores solares necesarios para cubrir la demanda de agua caliente de la entidad, se analiza el valor de la inversión y tiempo de recuperación, la cual se cubre con el costo de la electricidad ahorrada durante los primeros años.

4- Para determinar el impacto ambiental que tiene la implementación de la fuente renovable de energía, se le aplica el factor de combustible que tiene establecido la Empresa Eléctrica al ahorro de energía anual.

Resultados

Desde principios del año 2019 el país enfrenta una crisis energética, la que trajo consigo la reducción de los planes de energía asignados a la empresa

en un 50 por ciento, por lo que se han adoptado una serie de medidas para su cumplimiento. La forma más eficaz para la reducción del gasto energético es la instalación de fuentes renovables de energía, por lo que se realizó un estudio para determinar el principal consumo de electricidad en la instalación.

En el estudio para la reducción del consumo energético de la entidad, se determinó que el principal gasto energético es por calentamiento de agua para el aseo del personal, ya que se realiza con hornillas eléctricas de alto consumo.



Figura No.3

Equipo utilizado para el calentamiento de agua.

Elaboración propia.

Para determinar la necesidad de agua caliente se consultó la Resolución 287/2015 del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, donde refiere que el consumo de agua por trabajados es de 0.075 m³ al día para esta instalación. [7] Se verificó que la capacidad máxima de alojamiento es de 40 personas, para así poder determinar que la necesidad diaria de agua caliente es de 3000 litros.

Se determinó que el consumo de energía eléctrica diario es de 79.6 kw/h, por calentamiento de agua para aseo, lo que representa al año gasto de 29.691MW/h al año, el que tiene un costo de \$132125.84.

Para suplir la necesidad de agua caliente se propone instalar calentadores solares, disminuir el consumo de energía y así mejorar el confort en la instalación.

Se realizó la revisión de las cubiertas, verificándose que la mismas son de placa, planas, resistentes y sin proyección de sombra, incide la radiación solar durante todo el día. Permite las fijaciones mecánicas para el soporte del equipamiento y su buen funcionamiento. En las mismas, tienen una superficie aprovechable total de 602m². Como la estructura cuenta las condiciones necesarias para la instalación del equipamiento se realizó una búsqueda en Internet en los catálogos de este tipo de equipamiento, seleccionándose para el proyecto el calentador solar Termosifónico de 300 litros marca Chromagen. [8]

Sistema termosifónico

300L PRO

LÍNEA TSA (PERFIL ALTO)



Figura No. 4

Calentador solar termosifónico de 300 litros marca Chromagen.

Catálogo Termosifonico Chromagen.

Para determinar la cantidad de calentadores a instalar, fue consultado en Manual de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Aire, Gas y Vapor, [9] para obtener el índice de recuperación del agua caliente en un día es de 0.14 y el horario pico de utilización es de cuatro horas.

El bloque No 1 consta de 18 habitaciones con capacidad para 36 personas, con una demanda de agua caliente para un día de 2700 litros, para poder suplirla deben ser instalados seis calentadores solares Se tienen 438m² de cubierta aprovechable para la instalación del equipamiento.



Figura No. 5

Estructura del bloque No 1.

Elaboración propia.

El bloque No. 2, consta de dos habitaciones con capacidad para cuatro personas y un pantry-comedor para todo el personal, la demanda de agua caliente para un día es de 300 litros, para cubrirla debe instalarse un calentador solar Toda la cubierta puede ser aprovechada, tiene una extensión de 164m² para la instalación del equipo.



Figura No. 6
Estructura del bloque No 2.
Elaboración propia.

Para realizar el presupuesto de la inversión se realizó una búsqueda en Internet con el proveedor, para poder obtener el costo de los paneles y KIT de instalación. Se consultó las bases de costos del PRECONS [10] para establecer los precios de todos de accesorios necesarios para el montaje, además fue consultada la base de datos de los precios de suministro de importación con la que trabaja la EMPAI, estableciéndose la siguiente relación de precios:

- Suministro de paneles y kit de instalación de los siete calentadores solares tiene un conto de importación \$387,800.00

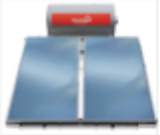
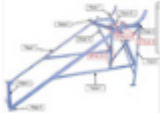
| Nº | Descripción | U/M | Total | Precio Unit. | Precio Total |
|---|--|-----|-------|--------------|--------------|
| Sistema de Producción de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S) | | | | | |
| 1 | <p>Panel solar temosifónico de 300 litros (similar a catálogo Chromagen)</p> <p>Dos paneles solares, perfil de aluminio anodizado AL6063-T5.</p> <p>Condiciones de trabajo: T máx de uso: 60 °C, T límite: 120 °C, Circuito Primario P máx: 3 bar, circuito Secundario P máx: 8 bar</p> <p>Tanque de acumulación de agua caliente sanitaria de cubierta exterior de acero galvanizado y lacado con aislamiento en poliuretano de 40 mm de espesor.</p> <p>Intercambiador de doble envolvente con presiones de trabajo de hasta 3 bares. Kit eléctrico compuesto por resistencia eléctrica de 2.3 kW y termostato de control.</p> <p>Imagen de Referencia </p> <p>Juego de soportes para los paneles construidos con perfiles de acero galvanizado en caliente atornillado entre ellos, inclinaciones variables, compuesto por barras soportes para dos paneles y componentes para la fijación; asegurando su larga duración.</p> <p>Imagen de Referencia </p> | u | 7 | 55400 | 387800 |

Tabla No. 1

Suministro de paneles y kit de instalación de los calentadores solares.

Elaboración propia.

- Suministro de los accesorios para la instalación de los calentadores solares - \$24,914.56.

| Nº | Descripción | U/M | Total | Precio Unit | Precio Total |
|---|---|-----|-------|-------------|------------------|
| Sistema de Producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) | | | | | |
| 1 | Tuberías de acero galvanizado (DIN 2440) Ø ¾" | m | 100 | 14.16 | 1,416.00 |
| 2 | Tuberías de acero galvanizado(DIN 2440) Ø 1" | m | 15 | 18.34 | 275.10 |
| 3 | Tuberías de acero galvanizado (DIN 2440) Ø 1¼" | m | 20 | 23.72 | 474.40 |
| 4 | Tuberías de acero galvanizado (DIN 2440) Ø 1½" | m | 70 | 27.98 | 1,958.60 |
| 5 | Coquilla de lana de roca con recubrimiento en (fojl de alum.) | u | 113 | 65.88 | 7,444.44 |
| 6 | Codo 90° de acero galvanizado Ø ¾" rosca-rosca interior | u | 70 | 8.46 | 592.20 |
| 7 | Codo 90° de acero galvanizado Ø 1½" rosca-rosca interior | u | 8 | 23.86 | 190.88 |
| 8 | Codo 90° de acero galvanizado Ø 1" rosca-rosca interior | u | 2 | 14.34 | 28.68 |
| 9 | Codo 90° de acero galvanizado Ø 1¼" rosca-rosca interior | u | 2 | 17.98 | 35.96 |
| 10 | Codo 30° de acero galvanizado Ø 1½" rosca-rosca interior | u | 2 | 30.00 | 60.00 |
| 11 | Te de acero galvanizado Ø ¾" | u | 4 | 15.40 | 61.60 |
| 12 | Te reducida de acero galvanizado Ø 1"x¾" | u | 2 | 19.14 | 38.28 |
| 13 | Te reducida de acero galvanizado Ø 1¼"x¾" | u | 2 | 28.38 | 56.76 |
| 14 | Te reducida de acero galvanizado Ø 1½"x¾" | u | 3 | 35.30 | 105.90 |
| 15 | Te de acero galvanizado Ø1¼" | u | 3 | 24.14 | 72.42 |
| 16 | Te de acero galvanizado Ø1½" | u | 3 | 29.82 | 89.46 |
| 17 | Reducido de acero galvanizado Ø 1"x¾" | u | 2 | 9.90 | 19.80 |
| 18 | Reducido de acero galvanizado Ø 1¼"x1" | u | 2 | 14.34 | 28.68 |
| 19 | Reducido de acero galvanizado Ø 1½"x1¼" | u | 4 | 18.40 | 73.60 |
| 20 | Reducido de acero galvanizado Ø 1½"x¾" | u | 3 | 17.02 | 51.06 |
| 21 | Reducido de acero galvanizado Ø 1¼"x¾" | u | 3 | 14.34 | 43.02 |
| 22 | Unión universal de acero galvanizado Ø ¾" | u | 80 | 30.12 | 2,409.60 |
| 23 | Unión Universal de acero galvanizado Ø1" | u | 20 | 36.36 | 727.20 |
| 24 | Unión Universal de acero galvanizado Ø1¼" | u | 5 | 48.20 | 241.00 |
| 25 | Unión Universal de acero galvanizado Ø1½" | u | 16 | 63.20 | 1,011.20 |
| 26 | Unión Universal de acero galvanizado Ø 2½" | u | 2 | 153.34 | 306.68 |
| 27 | Manguitos de dilatación de materiales flexibles | u | 23 | 75.00 | 1,725.00 |
| 28 | Válvula de cierre Ø 1" | u | 4 | 424.00 | 1,696.00 |
| 29 | Válvula de no retorno Ø 1" | u | 4 | 424.00 | 1,696.00 |
| 30 | Abrazaderas reforzadas isofónicas RI (similar APOLO) | u | 108 | 18.38 | 1,985.04 |
| Total | | | | | 24,914.56 |

Tabla No.2

Suministro de los accesorios para la instalación de los calentadores solares
Elaboración propia.

· Construcción de las bases y montaje del equipamiento tiene un costo de \$20,000.00

Las bases para el montaje del equipamiento son hormigonadas en el lugar, después se restituye la cubierta.

· La inversión tiene un costo total de \$432,714.56

El costo de la inversión es recuperada con el ahorro de energía eléctrica proporcionado en los primeros años. Para determinar el tiempo de recuperación se divide el costo de la inversión entre la energía eléctrica ahorrada anualmente, es recuperada en tres años y tres meses.

La protección del medio ambiente es una prioridad para la entidad, desde hace varios años tiene implementada y certificada la NC ISO 14001:2015 de Gestión Ambiental, además obtuvimos el Premio Nacional de Medio Ambiente en el año 2014. La incorporación de fuentes renovables de energía es la mejor manera de reducir la huella de carbono, para seguir contribuyendo con el cuidado ambiental. Para determinar las emisiones de carbono emitidas a la atmosfera se divide la energía eléctrica consumida en el año entre el factor de combustible, que tiene valor de 1.1068, se obtuvo mediante la facturación de la empresa eléctrica. La Villa de Alojamiento de la EMPAI en consumo de electricidad por

calentamiento de agua para el aseo emite indirectamente a la atmósfera 32.8 kg al año de dióxido de carbono, gas altamente contaminante para el medio ambiente. Esta situación puede modificarse con la instalación de los calentadores solares, se elimina el gasto energético por ese concepto y el daño ambiental, ya que estos equipos proporcionan muy bajas emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Conclusiones

En la realización del proyecto de instalación se pudo constatar que es factible la instalación de los siete calentadores solares, ya que la empresa ahorra anualmente \$132125.84 por la energía eléctrica que se deja de consumir con la utilización de esta fuente renovable.

La inversión es rentable ya que puede ser recuperada en 3 años y tres meses, a través del importe de la energía eléctrica ahorrada durante ese período.

Con la realización de éste proyecto se contribuye con el cuidado del medio ambiente, ya que indirectamente se dejan de emitir a la atmósfera 32.8 kg al año de dióxido de carbono, gas altamente contaminante.

Referencias

- 1- González, Y. A., & Vargas, D. R. R. (2021). El enfrentamiento al cambio climático desde la Agenda 2030 y las Universidades Cubanas. *Ojeando la Agenda*, (71), 2.
- 2- Martínez Duque, A. (2017). Realizar un análisis energético integral en el Hotel Villa Las Brujas (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Departamento de Ingeniería Mecánica). Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/10617/Martinez%20Duque%2c%20Adrian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 3- Gutiérrez, R. P., Gómez, M. D. C. E., Echevarría, A. M., Cardoso, E. L. B., & Jover, J. N. (2021). Las fuentes renovables de energía en tres comunidades rurales de Cuba. Límites y oportunidades. *Universidad y Sociedad*, 13(6), 109-122. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2372>
- 4- Cancio, A. R. M. (2016). Análisis del estado del arte del calentamiento de agua con energía solar: Minirrevisión. *Márgenes*, 4(2), 58 - 85. Disponible en: <file:///C:/Users/ELEANY~1.EMP/AppData/Local/Temp/426Texto%20del%20art%C3%ADculo-3282-1-10-20171218.pdf>
- 5- Galicia Barrio, Á., & Mateos Altamirano, A. (2020). Desarrollo de un calentador agua caliente sanitaria. Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/2215>
- 6- Reina, F. G., Rojas, R. R., Zamora, T. M., Mora, L. Y. H., & Rodríguez, F. H. (2021). Eficiencia de conversión de la energía, de la radiación solar en energía interna térmica, del agua en calentadores solares de tubos al vacío. *Revista colombiana de tecnologías de avanzada (RCTA)*, 37(1), 61-67.

Disponible en: <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/rcta/article/view/980>

- 7- Resolución 287/2015 del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
- 8- Catálogo Ternosifonico Chromagen. (2019). Disponible en: <https://chromagen.es/chromagen/wp-content/uploads/2019/11/Catalogo-2019.pdf>
- 9- Zepeda C. Sergio (2000). Manual de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Aire, Gas y Vapor. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=Manual+de+Instalaciones+Hidraulicas%2C+Sanitarias%2C+Aire%2C+Gas+y+Vapor%2C+cuyo+autor+es+Sergio+Zepeda%2C+edici%C3%B3n+del+a%C3%B1o+2000.+&ei=rfl>
- 10- Anexo II del PRECONS. Lista de costos. Elaborado:2021. En :Resolución 38 del Ministerio de la Construcción.