

ANEXO

1. Trabajo presentado en IV Congreso de Ambiente y Energías Renovables:

ESTUDIOS PRELIMINARES PARA LA FORMULACION DE UNA PINTURA PARA COLECTORES SOLARES A BASE DE PIGMENTOS ABSORBENTES SELECTIVOS

Zendrón Adriana^{1,a,b}, Paez Mateo^{2,a,c}, Romagnoli Roberto^{3,a,d}

¹Estudiante Facultad de Ingeniería, UNLP

²Profesional de Apoyo CIC

³Investigador CONICET, Profesor de Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, UNLP

^aCIDEPINT (Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas) (CONICET-CICPBA)
52 e/121 y 122, B1900AYB, La Plata, Argentina, Tel: 54 221 483.1141, Fax: 54 221 427.1537,
estelectro@cidepint.gov.ar^b, servicios3@cidepint.gov.ar^c, direccion@cidepint.gov.ar^d

Resumen

La tecnología de calentamiento de agua que utiliza radiación solar ya está desarrollada; es simple, eficiente, barata y segura. Existen muchas variantes de sistemas, pero existe una en particular que implica cero costo en la obtención de agua caliente y que ofrece garantía de durabilidad. La implementación de calefones solares no sólo da un rédito económico sino que también da la posibilidad de que la población comience a valorar los recursos naturales generando conciencia ambiental y el aprovechamiento de las energías renovables.

Con el fin de mejorar la eficiencia de los calefones solares, el objetivo general de este trabajo es realizar estudios que conduzcan a encontrar una formulación base de una pintura absorbente de la radiación solar, de baja emitancia térmica y que, además, contenga las propiedades físico-químicas esperadas de una pintura para realizar el recubrimiento de paneles colectores solares. Se formularon, prepararon y aplicaron pinturas sobre acero galvanizado y, luego, se evaluaron distintas propiedades relevantes al objetivo de este desarrollo: adhesión, color, brillo y medidas de temperatura alcanzadas.

Palabras clave: energías alternativas, colectores solares, pinturas solares, pigmentos selectivos.

Abstract

Water heating technology that uses solar radiation is already developed; Is simple, efficient, cheap and safe. There are many variants of systems, but there is one in particular that involves zero cost in obtaining hot water and offers a guarantee of durability. The implementation of solar water heaters not only gives an economic return but also gives the possibility to the population to begin to value the natural resources generating environmental awareness and the use of renewable energies.

In order to improve the efficiency of solar water heaters, the general objective of this work is to carry out studies that lead to finding a base formulation of a low heat emitting solar paint that also contains the physical and chemical properties expected from a painting to perform the coating of solar collector panels. Paintings were formulated, prepared and applied on galvanized steel and then different properties relevant to the objective of this development were evaluated: adhesion, color, gloss and temperature measurements.

Keywords: renewable energy, solar heaters, solar paints, selective pigments.

Introducción

"En los últimos años, el debate energético ha ido ganando importancia en la agenda global. Esto se debió al incremento de la demanda energética generada por el crecimiento de las economías emergentes, la alta dependencia de la energía proveniente de combustibles fósiles y los desafíos que impone el cambio climático, siendo el consumo energético en cualquiera de sus variantes (calor industrial, generación eléctrica, transporte) la principal causa de las emisiones de gases de efecto invernadero" [1]. En Argentina, al igual que lo ocurrido en la mayoría de las naciones emergentes durante los últimos 20 años, se han generado importantes cambios de escenario:

- modificaciones en la regulación de los mercados
- progresivo incremento del presupuesto público destinado al subsidio del sector energético
- penalización de las emisiones
- aumento de las importaciones de combustibles líquidos o de gas natural
- riesgos potenciales que implica la dependencia de la energía importada para la actividad económica de cada nación.

La discusión en torno a la matriz energética de Argentina está instalada en la agenda pública y se está dando en ámbitos gubernamentales, el sector privado y la sociedad civil.

En los países en desarrollo este consumo de agua caliente constituye entre el 30 y el 40% del consumo de energía de un hogar, porcentaje mayor que en los países desarrollados, donde el consumo de energía para producir agua caliente sanitaria se supone del 26% del consumo energético total de la vivienda [1]. Pero, en general, a nivel mundial, se ha convertido en el segundo uso energético doméstico en importancia después de la calefacción y la refrigeración. Por esta razón, el calentamiento de agua mediante energía solar, más allá de ser una alternativa ecológica, se ha convertido en una tecnología económicamente atractiva y competitiva en muchos países. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica.

En los últimos años se está produciendo un aumento notable de instalaciones de energía solar térmica en el mundo; los avances tecnológicos permitieron la fabricación de sistemas de mejor calidad y a menor costo y la sociedad está entendiendo, cada vez más, la necesidad de sustituir los combustibles fósiles.

Los colectores solares son dispositivos utilizados para coleccionar, absorber y transferir energía solar a un fluido. Emplean una tecnología sencilla para capturar la radiación solar y aprovechar esta energía para calentar agua o aire para las viviendas. Se los utiliza mayormente en zonas del país que no cuentan con agua caliente o fuentes de calefacción convencionales (gas o electricidad) o que actualmente se proveen de otros recursos como leña o carbón, consumidos en el interior de las viviendas. Estos desarrollos permitirán sustituir tanto a las fuentes convencionales como a las alternativas por un sistema no contaminante que utilice la radiación del sol, preservando el medio ambiente, mejorando la calidad de vida y promoviendo su salud.

El fundamento del diseño se basa en la capacidad de estos sistemas para captar la energía solar que recibe la superficie de la tierra y realizar la transformación de esa energía en energía térmica, logrando su aprovechamiento.

El desarrollar recubrimientos selectivos solares que permitan mejorar el rendimiento de colectores empleados en calefones, refrigeradores y hornos, pretende mejorar la capacidad de responder a la demanda de desarrollos de nuevos productos y tecnologías limpias y ampliar la oferta tecnológica de servicios siguiendo una de las directrices del conocido sistema de mejora continua.

Por ello, el objetivo general de este trabajo es realizar estudios que conduzcan a encontrar una

formulación base de una pintura absorbente de la radiación solar, de baja emitancia térmica y que además contenga las propiedades físico-químicas esperadas de una pintura para realizar el recubrimiento de paneles colectores solares.

Existen numerosos compuestos capaces de absorber la radiación solar. En este desarrollo, se utilizaron los siguientes: un óxido de cobalto (Co_3O_4), dióxido de manganeso (MnO_2) y uno de hierro conocido comercialmente como “ferrite” negro.

Además, se agregó negro de humo a todas las formulaciones para reforzar el “color negro” de las mismas. Estos pigmentos, polvos finos de color negro, no sólo absorben la radiación solar sino que mejoran el poder cubritivo de la pintura. Al mismo tiempo, se utilizó aluminio metálico en polvo tipo “non-leafing” para disminuir la emitancia térmica de la pintura (B. Orel et al. 2001) aprovechando la buena conductividad térmica de este material y el aerosil 200, partículas de sílice nanométricas, se emplearon como agente mateante y como agente reológico.

También se incorporó sílice superfino (cuarzo molido) como carga mineral, con el fin de otorgar dureza y abaratar los costos.

El porcentaje de cada uno de los compuestos se determinó utilizando un valor de la Concentración de Pigmento en Volumen (PVC = relación cuantitativa entre el pigmento y el ligante) de 22%, valor recomendado para este tipo de pinturas.

Se evaluaron distintas propiedades de las películas de pintura, relevantes al objetivo de este desarrollo: adhesión, color, brillo y medidas de temperatura.

Materiales y Métodos

Formulación

En primera instancia, se probó una fórmula base (**Fórmula pigmentaria C1**) con un 1% de partículas nanométricas de Co_3O_4 obtenido en el laboratorio mediante el método de síntesis por combustión (M.C. Gardey Merino et al. 2015), 5% de ferrite y de negro de humo, 1% de aluminio en polvo y 11% de cuarzo.

Luego se fue incrementando el contenido de Co_3O_4 desde 1% hasta 3%, manteniendo constante todas las demás condiciones, con el fin de verificar si dicho aumento en la concentración de pigmento, se traduce en una mejor capacidad de absorción, realizando posteriormente los ensayos de medidas térmicas (**Fórmulas pigmentarias C2 y C3**).

Posteriormente se probaron otras fórmulas pigmentarias variando las concentraciones individuales del ferrite (**Fórmulas F0, F2, F8**), el aluminio (**Fórmulas A2 y A3**) y por último una novena variante, probando el MnO_2 en reemplazo del Co_3O_4 (**Fórmula M1**).

En la Tabla 1 se resumen las distintas formulaciones probadas.

Para todas las pinturas, el contenido de resina utilizado rondó entre 49,00 y 50,00 gr, y el peso de los solventes (mezcla de aguarrás y xileno) utilizados fue de 22,50 gr.

El porcentaje de cada uno de los compuestos se determinó utilizando un valor de la Concentración de Pigmento en Volumen porcentual (PVC %) de 22 (ecuaciones 1 y 2), valor recomendado para este tipo de pinturas según la bibliografía. El PVC % indica la relación cuantitativa porcentual entre el pigmento y el ligante.

$$PVC = \frac{V_p}{V_p + V_l} \quad (1)$$

$$PVC \% = 100 * PVC \quad (2)$$

Siendo V_p : Volumen de pigmento
 V_l : Volumen de resina

Para realizar las formulaciones modificando la concentración en volumen de los pigmentos y mantener el valor del PVC constante, se varió la concentración de sílice en la fórmula pigmentaria y de la resina en la pintura.

Tabla 1- Formulaciones pigmentarias ensayadas (%p/p respecto al peso de pintura total)

Fórmula pigmentaria	Masa de Co_3O_4 (g)	Masa de Ferrite (g)	Masa de negro de humo (g)	Masa de Aluminio (g)	Masa de MnO_2 (g)	Masa de cuarzo superfino (g)
C1	1,00	5,00	5,00	1,00	0,00	11,00
C2	2,00	5,00	5,00	1,00	0,00	11,00
C3	3,00	5,00	5,00	1,00	0,00	10,00
F0	1,00	0,00	5,00	1,00	0,00	14,00
F2	1,00	2,00	5,00	1,00	0,00	12,00
F8	1,00	8,00	5,00	1,00	0,00	9,00
A2	1,00	5,00	5,00	2,00	0,00	10,00
A3	1,00	5,00	5,00	3,00	0,00	9,00
M1	1,00	5,00	5,00	1,00	1,00	11,00

Preparación de la superficie

Se emplearon paneles de 10 x 15 cm de acero galvanizado, teniendo en cuenta que es uno de los materiales de uso habitual en los colectores solares. El tratamiento realizado tiene por finalidad asegurar la correcta limpieza del sustrato, de manera de eliminar todas las impurezas (polvo, grasas, aceites, etc), y por otro lado, otorgar una rugosidad superficial suficiente para el correcto anclaje de la película de pintura al panel.

Las etapas involucradas en el proceso fueron:

1. Limpieza con xileno, repasando ambos lados de los paneles con un algodón embebido en el solvente.
2. Desengrasado con una solución de Carbonato de Sodio 5% p/p, calentada hasta ebullición. Una vez en ebullición, se sumergió el panel de acero galvanizado durante, aproximadamente, 5 minutos.
3. Tratamiento con Ácido Fosfórico:
Se utilizó una solución acuosa al 10% p/p la cual se aplicó con pincel sobre el lado del panel de acero galvanizado que se va a pintar, dejándola actuar 10 minutos. El tiempo óptimo de reacción fue determinado experimentalmente a partir de una inspección visual de la superficie (buscando lograr que el brillo metálico desaparezca por acción del ácido) y una prueba de adhesión entre el sustrato y la pintura.
4. Enjuague con abundante agua destilada.

Preparación de las pinturas

Se prepararon 100 gr de cada pintura a escala de planta piloto.

Para realizar la dispersión de los sólidos en el medio fluido, se utilizó un molino de bolas constituido por una olla de porcelana de 1 litro de capacidad con bolas de cerámica con una distribución de tamaños adecuada.

Para determinar el tiempo de dispersión adecuado de cada una de las pinturas se utilizó una cuña de molienda. Para este tipo de pinturas, la norma IRAM 1109 especifica que el grado de molienda final de las pinturas debe ser menor a 10 μm . Este valor resultó ser de 24 horas.

Aplicación de las pinturas

La aplicación de cada una de las pinturas sobre los paneles de acero, previamente tratados, se realizó con pincel de cerdas blandas. Se prepararon 4 probetas para cada tipo de pintura. El espesor de recubrimiento aplicado fue de $60 \pm 10 \mu\text{m}$.

El curado de las pinturas se realizó a temperatura ambiente durante 10 días.

Ensayos físico-químicos de control

Se evaluaron distintas propiedades de las películas de pintura, relevantes al objetivo de este desarrollo. La adhesión de la pintura al sustrato es importante teniendo en cuenta que el mismo es acero galvanizado y que, en general, la adhesión de las pinturas al acero galvanizado presenta dificultades. Las pinturas absorbentes de la radiación solar deben ser color negro mate, por esta causa también se midió el color y el brillo.

A continuación se describen las propiedades evaluadas y los respectivos ensayos que se realizaron para tal fin.

Adhesión

En este trabajo, el ensayo se realizó mediante la técnica de medición por corte establecida por la norma IRAM 1109 (Método B-VI). Para realizar la determinación, la pintura se aplicó sobre el sustrato elegido, en un espesor preestablecido, y se dejó secar/curar adecuadamente. Con un elemento cortante normalizado, se realizaron cortes perpendiculares hasta el sustrato de manera de obtener cuadrados de 1, 2 o 3 mm de lado según el espesor de la película.

Se cepilló el área de la cuadrícula, se pegó una cinta normalizada sobre ella, se tiró rápidamente de la cinta y se determinó el porcentaje de cuadrados que permanecen adheridos al sustrato. Este porcentaje se calificó con una escala que varía de 2 a 10 con intervalo de 2 unidades. El valor mínimo indica un desprendimiento de al menos un 65% de la película mientras que el 10 implica un 0% de desprendimiento.

Durabilidad

Para determinar el efecto que tiene la exposición a la intemperie sobre las pinturas, se utilizaron cámaras de envejecimiento acelerado en las que las pinturas se exponen en condiciones que simulan la exposición a la intemperie en lo que respecta a la radiación solar y a la humedad del ambiente.

Los paneles se inspeccionaron regularmente con el fin de determinar las propiedades de la película y las posibles fallas. Se emplearon normas y especificaciones para la determinación cuali y/o cuantitativa de las propiedades consideradas.

El equipo utilizado para el ensayo fue la cámara de ensayos UV, marca Q-LAB, modelo QUV Accelerated Weathering Tester.

Para evaluar el efecto de la resistencia a la intemperie se realizó, en primer lugar, un análisis visual del deterioro de los paneles respecto al ampollado, agrietado o desprendimiento de la película. En segundo lugar, el análisis fue comparativo de la evolución del color y del brillo entre las muestras no expuestas y las expuestas durante 300 horas en la cámara.

Evolución del brillo y del color

Existen medidores de brillo llamados usualmente "glossmeters", que cuantifican fotoeléctricamente la intensidad de un rayo de luz reflejado por la superficie en evaluación, en condiciones tales que el ángulo de medida es siempre igual al de incidencia.

La selección del ángulo de incidencia depende del brillo de la superficie a medir; así por ejemplo

para pinturas, la mejor correlación con la observación visual corresponde a un ángulo de incidencia y reflexión de 60°. En estas condiciones la escala de calificación es: 0-15, mate; 16-25, semimate; 26-50, poco brillante; 51-70, brillante y 71-100, muy brillante.

En el caso de estas pinturas selectivas, se espera que sean pinturas mate, a fin de minimizar las pérdidas de energía.

Con respecto al color, su relevancia está relacionada con la absorción de la radiación, lo cual se logra mediante la utilización de pigmentos negros. Sin embargo, la elevada exposición a la luz solar de la pintura conlleva a su deterioro por lo que se propuso realizar este análisis antes y después del ensayo de envejecimiento acelerado.

Para el presente trabajo, se empleó un espectrofotómetro portátil marca BYK Gardner, modelo Spectro-Guide Sphere Gloss.

En el ensayo se midieron los parámetros L, a y b, que indican el color que tiene la pintura.

Luminosidad (L): permite clasificar un color como equivalente a un gris que evoluciona del blanco L=100 al negro L=0 o viceversa.

Matiz o tinte (a, b): identifica el rojo/verde y el azul/amarillo.

Para evaluar el cambio de color sufrido para las muestras durante el envejecimiento, se utilizó el módulo del vector ΔE , que se calcula según la ecuación (3)

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2} \quad (3)$$

Donde Δa y Δb representan la variación de los índices de cromaticidad, y ΔL la variación de luminosidad.

Ensayos térmicos

Para realizar un análisis comparativo en lo que respecta a los aspectos térmicos de las pinturas, se realizaron medidas de temperatura de los sustratos pintados mediante un termómetro infrarrojo..

Para realizar las determinaciones los paneles se dispusieron en soportes de acrílico con una inclinación de 60° respecto a la horizontal y se expusieron al sol en la terraza del CIDEPINT (34°S 57°O, ciudad de La Plata), con orientación Norte. El período de medición estuvo comprendido entre las 11:00 y las 16:00 hs en una jornada con cielo despejado y con temperatura máxima de 18°C (durante el mes de Mayo).

Se midieron simultáneamente los nueve paneles pintados (correspondientes a las distintas formulaciones pigmentarias) y, con fines comparativos, dos paneles testigos: uno pintado con un esmalte sintético comercial (color negro mate) y otro sin pintar.

Además, se midió la temperatura que alcanzó el panel en la parte posterior no expuesta al sol, en tres momentos del ensayo, de manera de conocer (mediante una medida indirecta) la capacidad de transferencia de calor de cada fórmula. Esta medida es de particular importancia para el estudio de los colectores, ya que representaría la energía que sería transmitida desde los tubos hacia el fluido a calefaccionar.

Durante los primeros 14 minutos se realizaron medidas de temperatura cada intervalos de 2 minutos. En los siguientes 30 minutos, se midió a intervalos de 10 minutos. Luego, se realizaron medidas a intervalos de 20 minutos hasta finalizar el ensayo.

Resultados y Discusión

Ensayos físico-químicos de control

Adhesión

Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 2, en la cual figuran la calificación que se corresponde con la escala establecida en la norma y el porcentaje de desprendimiento observado.

Tabla 2. Resultados del ensayo de Adhesión.

Pintura	C1	C2	C3	F0	F2	F8	A2	A3	M1
Adhesión (IRAM 1109 BVI)	8 (5%)	8 (5%)	4 (35%)	6 (15%)	8 (5%)	6 (15%)	6 (15%)	8 (5%)	8 (5%)

A partir de los resultados obtenidos, puede observarse que varias de las pinturas aplicadas poseen un porcentaje de desprendimiento menor al 5%; valor que se considera aceptable en este desarrollo.

En general, es de conocimiento que las posibles causas de la pérdida de adhesión están directamente relacionadas con el grado de empaquetamiento de la mezcla pigmentaria en la película sólida. Una dispersión deficiente, y/o el uso de partículas muy finas y su tendencia natural a aglomerarse, pueden contribuir a generar discontinuidades en la película, favoreciendo el ingreso de agua y promoviendo la pérdida de adhesión.

Durabilidad

No se observaron daños como ampollado, agrietado, o desprendimiento de la película mediante una observación tanto a ojo desnudo como con lupa (aumento 10X) en los paneles pintados.

Los resultados del ensayo de brillo y de color correspondientes a las muestras sin envejecer y las muestras envejecidas, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultado de la medida de Color y Brillo de las muestras sin envejecer (coordenadas L,a,b, y Brillo) y expuestas en cámara UV (coordenadas L_{UV}, a_{UV}, b_{UV} y Brillo_{UV})

Pintura	L	L _{UV}	a	a _{UV}	b	b _{UV}	Brillo	Brillo _{UV}	ΔE
C1	25,02	25,06	0,10	0,23	0,20	0,74	2,32	3,56	0,55
C2	25,27	26,31	-0,06	0,40	-0,12	1,27	7,14	2,04	1,80
C3	24,08	24,04	0,12	0,26	0,73	0,95	4,54	3,34	0,27
F0	23,69	23,31	-0,05	0,08	0,26	0,24	5,38	4,44	0,57
F2	25,47	25,35	0,07	0,21	-0,21	0,79	4,08	4,00	0,47
F8	25,06	25,00	0,09	0,20	0,07	0,55	4,24	7,76	0,32
A2	25,86	24,93	0,07	0,23	-0,18	0,74	6,60	3,22	1,06
A3	25,87	25,43	-0,08	0,15	0,35	0,47	4,38	2,90	0,84
M1	24,80	23,85	0,05	0,32	0,25	0,73	9,34	2,46	1,19

En general, se observa cierta disminución de brillo entre los paneles envejecidos y sin envejecer debido, principalmente, a cambios químicos en el ligante utilizado. Esto es esperable para la resina alquídica elegida.

Sin embargo, cabe destacar que antes y después de la exposición a la irradiación UV las pinturas continúan siendo mate, cumpliendo con las expectativas de la pintura.

Con respecto a la luminosidad, se observan ligeros cambios, no significativos. Es esperable que no

existan cambios notables de coloración, a pesar de las variaciones en las coordenadas cromáticas a y b, cuyos cambios pueden atribuirse al negro de humo, que contiene partículas con restos orgánicos que son afectados por la radiación UV.

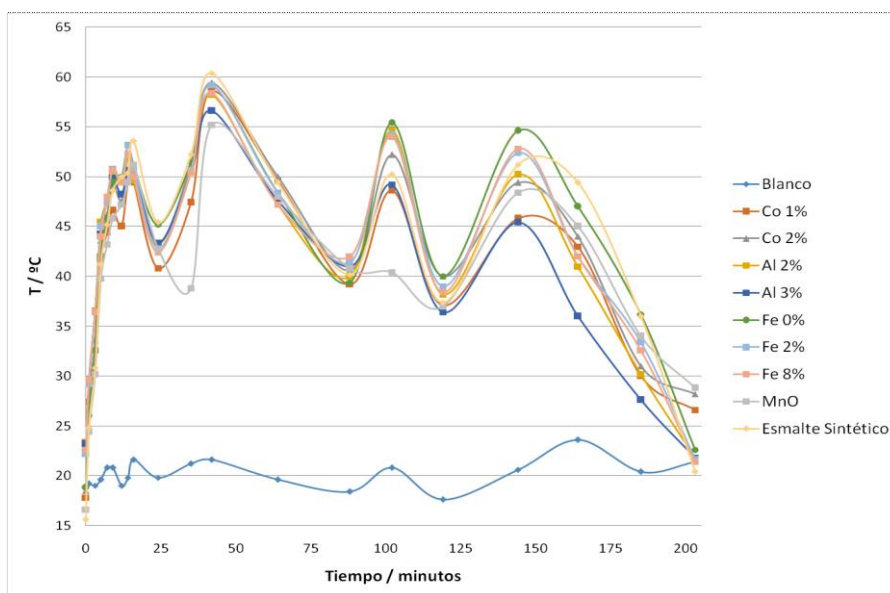
Por último, considerando los resultados que se obtuvieron y que el valor aceptable que dicta la norma ASTM 308 para el vector ΔE es 5, se demuestra que las pinturas resisten este tipo de radiación y según este criterio son aptas para la exposición solar.

Ensayos térmicos

Este ensayo sirvió de comparación entre los paneles pintados, el blanco (panel sin pintar) y el esmalte sintético comercial y permitió demostrar que utilizar las pinturas absorbentes, elevó la temperatura de los paneles en más del doble en todos los casos. Sin embargo, entre los paneles pintados la diferencia no fue comparativa.

El Gráfico 1, tiene en cuenta la temperatura medida en la cara expuesta al sol de los paneles pintados con cada una de las formulaciones.

Gráfico 1. Medidas de temperatura en función del tiempo de la cara expuesta.



Las medidas de temperatura de la parte posterior de los paneles se presentan en la Tabla 4.

Los resultados fueron relevantes ya que se encontró que en dos de las formulaciones desarrolladas, la temperatura en la parte posterior del panel fue más elevada y más cercana a la temperatura de la anterior; es decir, que transmite más calor y refleja menos energía. Este ensayo permitió destacar que las formulaciones **C1** y **M1** cumplen con las características deseadas en la pintura.

Tabla 4. Medidas de temperatura en cara expuesta ($T_{anterior}$) y no expuesta ($T_{posterior}$) de los paneles pintados (B corresponde al blanco y E.N al esmalte negro comercial).

Pintura	B	E.N	C1	C2	C3	F0	F2	F8	A2	A3	M1
$T_{anterior}$ (°C)	20,6	51,2	45,8	49,4	50,4	54,6	52,0	52,8	50,2	45,4	48,8
	20,2	50,8	49,0	52,0	51,0	52,0	50,0	50,0	50,0	50,2	48,8
	23,6	49,4	43,0	44,0	44,0	47,0	42,0	42,0	41,0	36,0	45,0
$T_{posterior}$ (°C)	19,8	23,4	33,8	21,6	25,0	25,8	24,8	21,8	22,6	24,2	35,6
	19,8	22,6	35,0	21,6	25,6	24,6	25,2	21,2	22,6	26,2	30,6
	22,8	24,0	33,0	24,0	26,0	26,0	23,0	24,6	24,0	27,0	35,0

Conclusiones

Las pinturas M1 y C1 tuvieron un mejor comportamiento con respecto al resto de las formulaciones, siendo preseleccionadas para continuar con estudios futuros que permitan mejorar el desempeño de un prototipo de colector para calentamiento de agua para uso sanitario.

Asimismo, estas pinturas se utilizarán para continuar con un ensayo a nivel de planta piloto en la Facultad de Arquitectura de la UNLP. El mismo consiste en realizar e instalar un prototipo de colector utilizando paneles pintados con las pinturas seleccionadas para realizar una medida de la temperatura que alcanza un ambiente en una jornada invernal.

Referencias Bibliográficas

Caprari J.J., 2003 Pinturas, Volumen 1, Red CYTED VIII.D.

Di Sarli A.R., 1995 Trabajo de Tesis: "Estudio del comportamiento de sistemas metal/cubierta orgánica protectora contra la corrosión", Facultad de Ingeniería, UNLP.

Fernández R., 2012 "Informe de síntesis: Aportes para un debate energético nacional", 2012

Gardey Merino M.C., 2015 "Síntesis y caracterización de pinturas selectivas de CoCuMnO_x para pinturas absorbentes solares."

Orel Z.C. y Klanjšek Gunde M., 2001 Spectrally selective paint coatings: Preparation and characterization. Solar Energy Materials & Solar Cells 68, 337-353.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA), Dra. Sol N. Roselli (CIDEPINT, CONICET) por el apoyo recibido para el presente trabajo y a la Dr. María C. Gardey Merino (Grupo CLIOPE, UTN- F.R. Mendoza) por la provisión de las partículas nanométricas de Co_3O_4 .

2. Link para descarga del libro electrónico del IV Congreso de Ambiente y Energías Renovables:
www.cayer.unvm.edu.ar