

Evaluación en servicio del comportamiento de pintura de demarcación horizontal en la Ciudad de Berisso, Buenos Aires

Veronica Vanesa Mechura^a, Hector Luis Delbono^a, Gustavo Das Neves^a

^aLEMaC Centro de investigaciones viales UTN FRLP – CIC PBA, Av. 60 esq. 124 s/n, C.P.: 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina

veromechura@gmail.com

Resumen

La demarcación horizontal se puede definir como un conjunto de líneas longitudinales y transversales, signos y símbolos en la superficie de la infraestructura de transporte. La misma representa una fracción de la señalización del tránsito y no puede ser reemplazada en la actualidad por otros medios.

Las marcas viales se pueden construir in situ mediante la aplicación directa sobre la calzada de un sistema de señalización vial horizontal constituido por un material base (pinturas, termoplásticos y plásticos en frío) y materiales de post mezclado.

En los estudios de los ensayos de implementación de las diversas metodologías de ensayos viales adaptados a los materiales de demarcación horizontal, realizados por el LEMaC, Centro de investigaciones viales FRLP CIC-PBA, se destaca la importancia de realizar una prueba de campo con los materiales utilizados. Por ejemplo, en los ensayos de durabilidad realizados con el equipo Wheel Tracking Test se observan variaciones en los parámetros esenciales, pero no se evidencian fallas en los recubrimientos. En cambio, en el ensayo Load Wheel Test (LWT) se producen desprendimiento de las películas de pintura. Por otro lado, con el equipo de Pulimento Acelerado se observa un comportamiento distinto de los materiales comparados con el ensayo Taber Abraser y, además, de manera similar al ensayo LWT, se observan fallas por desprendimiento de la pintura en alguno de los materiales. En base a la problemática planteada en estos ensayos, de poner en evidencia las fallas en servicio de las marcas viales, se demuestra la necesidad de una comparación en campo para observar el verdadero comportamiento en servicio y, de esta manera, interpretar los resultados obtenidos de los ensayos implementados en laboratorio.

El presente trabajo utiliza como base las sendas peatonales y franjas que se realizaron con los materiales en estudio en el acceso de la Facultad Regional La Plata realizadas en 2019 y 2020. Para llevarlo a cabo, se despliega la información técnica de los materiales utilizados, las condiciones ambientales tanto del día de aplicación como de los períodos posteriores y, los valores de los parámetros de visibilidad obtenidos en el día de la aplicación. Sobre la base de los resultados obtenidos se identificó desprendimiento de una de las pinturas en concordancia con lo evidenciado en el ensayo de Pulimento Acelerado y LWT, situación que puede estar relacionada con las condiciones climáticas extremas. Finalmente, las otras pinturas utilizadas evidencian un comportamiento adecuado de acuerdo con las secuencias fotográficas.

Palabras Clave: Señalización vial - Pinturas - Ensayos - Pruebas de campo.

1 Introducción

La demarcación horizontal cumple un papel muy importante en la reducción de accidentes, además de guiar a los conductores el camino que deben seguir. Sus funciones son dirigir el tránsito y prevenir a los conductores de obstáculos puntuales. La demarcación horizontal se puede definir como un conjunto de líneas longitudinales y transversales, signos y símbolos en la superficie de la infraestructura de transporte. La misma representa una fracción de la señalización general del tránsito y no puede ser reemplazada en la actualidad por otros medios.

Las marcas viales se construyen in situ mediante la aplicación directa sobre la calzada (sustrato) de un sistema de señalización vial horizontal constituido por un material base (pinturas, termoplásticos y plásticos en frío) y materiales de post mezclado (microesferas premezcladas o sembradas) [1].

En los trabajos realizados en el LEMaC, en los cuales se implementan ensayos de evaluación en servicio de los materiales de las marcas viales, se destaca la importancia de realizar una prueba de campo con los materiales ensayados. Estos estudios abarcan la implementación y adaptación de los ensayos Wheel Tracking Test (WTT), Load Wheel Test (LWT), Pulimento Acelerado y Taber Abraser.

En las primeras experiencias de los ensayos de durabilidad realizados con el equipo WTT [2] mediante la aplicación de dos pinturas (una de ellas es la pintura S1 que se utiliza en este trabajo), se observa que el ensayo brinda información sobre la variación de la resistencia al deslizamiento y el comportamiento de la pintura en cuanto a la luminancia, además, no se evidencian fallas por abrasión o desprendimiento de las películas de pintura según lo describe la norma ASTM 913/2009 [3]. En cambio, en las experiencias iniciales con el ensayo LWT [4] se evidencian desprendimiento de las películas de pintura en ambas condiciones de ensayo (sustrato de chapa y mortero) en las pinturas acuosas. Este desprendimiento se produce de forma más acelerada en el caso del sustrato realizado en mortero. Además, es importante mencionar que entre las pinturas utilizadas en ese ensayo se encuentra la pintura A1 y S1, ambas utilizadas en este trabajo.

Por otro lado, con el equipo de Pulimento Acelerado se observa un comportamiento distinto de los materiales comparados con el ensayo Taber Abraser debido a que algunas pinturas base acuosa evidencian un desprendimiento de la película de pintura. Además, las pérdidas de peso de los materiales base se diferencian en ambos ensayos. De esta manera, resulta notoria la diferencia en la pintura base solvente S1 que presenta una alta pérdida en el ensayo Taber Abraser y un mejor comportamiento en el ensayo de Pulimento Acelerado y; por otro lado, la pintura A1 presenta el mejor comportamiento en ambos casos, pero evidencia desprendimiento de película en el ensayo de Pulimento Acelerado [5].

En base a la problemática planteada en estos ensayos, es necesario poner en evidencia las fallas en servicio de las marcas viales en campo. De esta forma, se busca observar el verdadero comportamiento en servicio y, así, interpretar los resultados obtenidos de los ensayos implementados en laboratorio.

En algunos países, para evaluar el comportamiento de las marcas viales se utiliza el “ensayo de referencia” sin norma de aplicación. El ensayo consiste en aplicar el producto en un tramo de ruta y observar su evolución en el tiempo, siendo muy utilizado en nuestro país para evaluar el comportamiento de los distintos materiales existentes. Otro método utilizado es el Ensayo de Campo, que consiste en realizar las marcas viales de determinada manera, en un tramo de ruta con los productos a evaluar y, así estudiar el comportamiento en el tiempo. Estos se utilizan en muchos países con diferentes normativas de base. Por ejemplo, en Europa se utiliza la norma UNE EN 1824/2012 [6] y en Estados Unidos se utiliza la norma ASTM D713 [7].

En el marco de este trabajo se utilizan los datos de dos instancias de obra de la senda peatonal en la zona de la UTN FRLP en los años 2019 y 2020. Es importante destacar que debido a que es una zona de alto tránsito y urbana, no fue posible realizar una demarcación del tipo de campo de ensayo. Por este motivo y ante la necesidad, por el nuevo acceso peatonal de la facultad, se realizó dicha senda con los materiales en estudio. El objetivo del presente trabajo es recopilar la información disponible y desplegarla para lograr algunas conclusiones preliminares sobre el comportamiento de los materiales.

2 Materiales y métodos

Como se comenta anteriormente, en el año 2019 y 2020 se realizaron dos instancias de obra con distintos materiales. Con la finalidad de diferenciar los resultados se divide en dos métodos con la fecha de realización de los mismos.

Método 1: Corresponde al caso de aplicación sobre la Avenida 60 y la calle 124 en la ciudad de Berisso realizada el día 8 de junio de 2019. En la misma, se aplica en sentido Berisso-La Plata una

pintura de base solvente (S1) y, en sentido La Plata- Berisso una pintura base acuosa (A1). Ambas aplicaciones se realizan por pulverización con una máquina del estilo Graco linelazer 3900 y se siembran microesferas con un dispositivo regador como muestra la Fig. 1.



Fig. 1. Aplicación de pintura sobre la senda peatonal según el Método 1

Método 2: Corresponde al caso de aplicación sobre la Avenida 60 y la calle 124 en Berisso realizada el día 29 de febrero de 2020, en la cual se aplica una pintura base acuosa (A2) en el sentido Berisso-La Plata, esta se realiza por pulverización con una máquina del tipo graco linelazer 3900, y otra pintura a base de resinas Metil Metacrilato (M1) en el sentido La Plata- Berisso, cuya pulverización se realiza con una máquina del tipo Euroser.

Se realiza una búsqueda de las características técnicas de los materiales utilizados en ambas instancias. Además, se recopilan los datos de retroreflexión (RI30) y luminancia en iluminación difusa (Qd) de las mediciones que se realizan en el momento de la obra con un equipo EASYLUX. Por otro lado, se comparan las fotografías tomadas para observar la variación en el aspecto. Por último, se solicitan los datos de la estación meteorológica EMA con la finalidad de obtener las condiciones climáticas del día de aplicación de los materiales y en el período posterior. Finalmente se procesa toda la documentación conseguida para obtener resultados preliminares.

3 Resultados y discusiones

En la presentación de los resultados se mantiene la dinámica mencionada de los dos métodos.

3.1 Método 1

Del análisis de las características técnicas de los materiales utilizados se prepara el siguiente resumen:

Pintura A1: es una pintura acrílica acuosa. Según especificaciones del fabricante presenta una densidad ρ de $1,73 \text{ g/cm}^3$, un contenido en sólidos CS de 79,50%, la viscosidad (v) es de 86 UK. El tiempo de secado a la rodadura t es menor o igual a 30 minutos. En este caso se siembran microesferas ECH-20-WBP que presentan un tratamiento de Adherencia y Flotación (WBP) para pinturas base acuosa. La naturaleza del vidrio utilizado es Silico Sódico Cálculo.

Pintura S1: es una pintura a base de resinas acrílicas disueltas en solventes aromáticos y oxigenados. Según las especificaciones del fabricante, tiene una densidad de $1,4 \text{ g/cm}^3$, una viscosidad v de entre 80 y 95 UK y un contenido de sólido en masa mayor a 70%. El tiempo de secado t es menor o igual a 30 minutos. Para el sembrado de las microesferas se utilizan microesferas denominadas como TAF-S2. Las mismas son microesferas H-85 que presentan un tratamiento de adherencia y flotación (TAF) para pinturas base solvente.

En la Tabla 1, se presentan los resultados de las condiciones climáticas obtenidas con la estación meteorológica EMA en el momento de aplicación.

Tabla 1. Condiciones climáticas de aplicación. Fuente: estación Meteorológica EMA UTN FRLP (adaptación propia)

Zona pintada	Hora aprox.	Temp. Ext.	Hum. Ext.	Pto. Rocío	Vel. Viento	Dir. Viento	Sens. Term.
Pintura S1	9-9:30	10,8 a 12,3	58 % a 54 %	2,8 a 3,2	6,4 a 8	O	10,3 a 11,7
Pintura A1 Av.60 – Primer etapa	10	13,6	52 %	3,9	6,4	NO	13,5
Pintura sobre dársena	10:15	14	51 %	4	8	NO	13,7
Pintura A1 Av. 60 – Segunda etapa	12:30	17,6	40 %	3,8	9,7	O	17,6

A continuación, se presentan las Fig. 2 y Fig. 3 con la temperatura, humedad y precipitación en los días posteriores a la aplicación de la pintura.

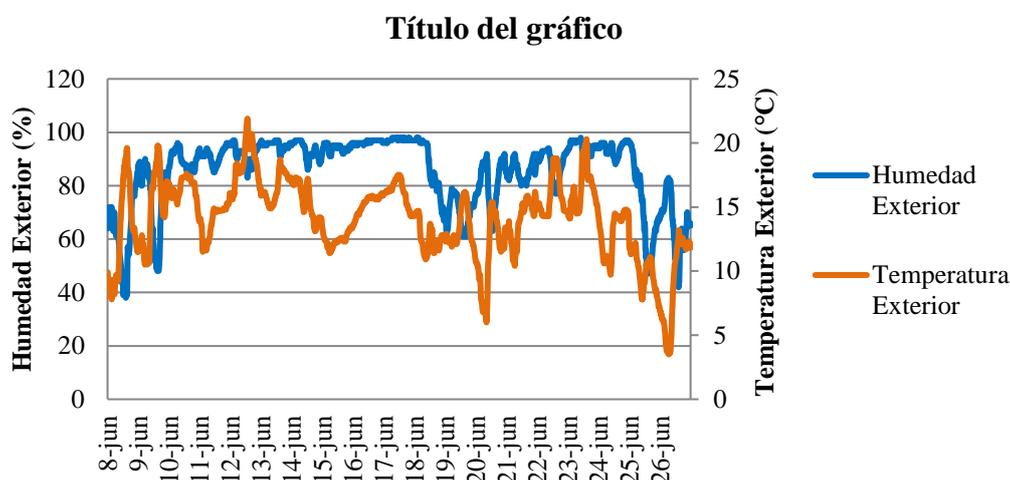


Fig. 2. Variación de la humedad y temperatura posterior a la aplicación. Fuente: estación Meteorológica EMA UTN FRLP (adaptación propia)

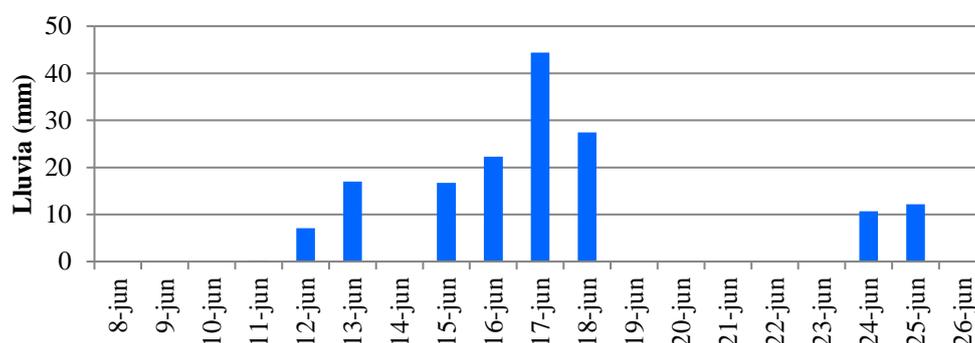


Fig. 3. Variación de la precipitación en el periodo posterior a la aplicación. Fuente: estación Meteorológica EMA UTN FRLP (adaptación propia)

De la Tabla 1 se destaca que, en el momento de la aplicación, la temperatura es inferior a 17°C. Por otro lado, de la Fig. 2 se resaltan las condiciones climáticas críticas debido a que luego de aplicada la pintura la temperatura se mantuvo en valores bajos, que oscilaban entre 10 °C y 20°C, con elevada

humedad ambiente (en general por encima de 80% salvo algunos picos más bajos de 40%). Además, como se muestra en la Fig. 3, se presenta una semana de lluvia seguida.

En la Fig. 4 se presentan los resultados de la evaluación de la retrorreflexión con una geometría de 30 metros (RL30) y de la luminancia en iluminación difusa (Qd) de ambas pinturas aplicadas en la senda peatonal y en la dársena de acceso. De esta Figura, se observa que los valores de luminancia en iluminación difusa presentan valores homogéneos en todas las franjas realizadas. Además, este valor es igual para el caso de ambas pinturas. Los valores de RL30 fueron superiores en el caso de las franjas de la pintura S1 comparado con los valores obtenidos de la pintura A1.

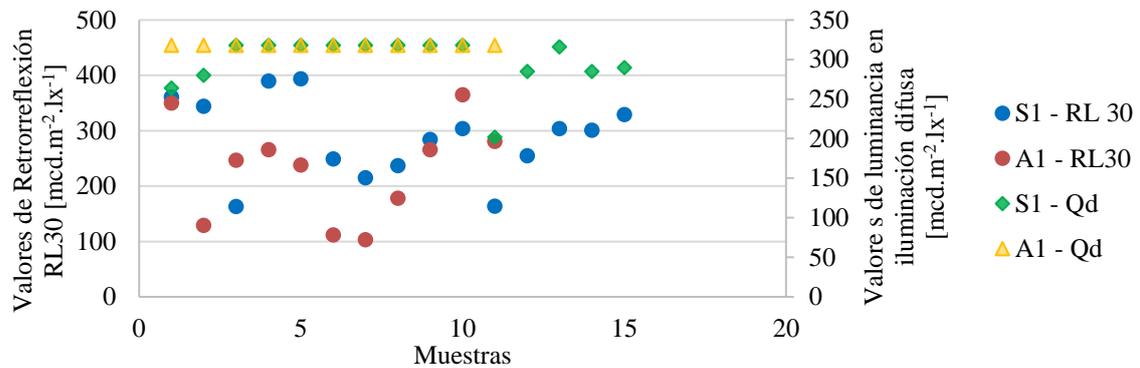


Fig. 4. Valores de Retrorreflexión y Luminancia en iluminación difusa de las franjas de la senda peatonal y dársena de acceso

En la Fig. 5 se presentan imágenes comparativas de la senda del día de aplicación y 11 días después de la pintura S1 y, en la Fig. 6 de la pintura A1 en las mismas fechas. De esta secuencia fotográfica, se resalta el deterioro sufrido en la pintura A1 a pocos días de colocada que, como se puede observar, se produce por desprendimiento de la película de pintura.



Fig. 5. Senda peatonal carriles con sentido de Berisso a La Plata con pintura S1

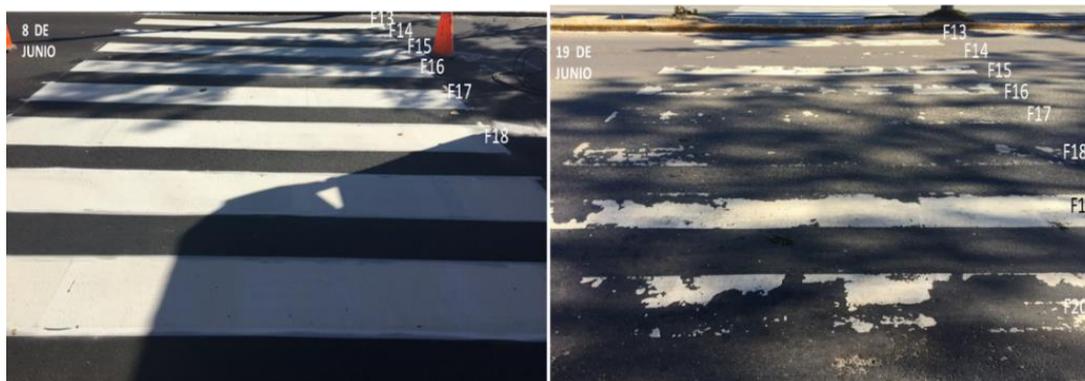


Fig. 6. Senda peatonal carriles con sentido de La Plata a Berisso con pintura A1

3.2 Método 2

Del análisis de las características técnicas de los materiales utilizados se prepara el siguiente resumen:

Pintura M1: es una pintura del tipo plástico en frío a base de resinas de Metil Metacrilato, compuesta de tres componentes, una parte “A” que consiste en un vehículo pigmentado y con acelerador, una parte “B” que consiste en un Peróxido en polvo (Endurecedor) y una parte “C” que consiste en un vehículo pigmentado sin acelerador donde se agrega y mezcla la parte B previamente a ser aplicado. Según las especificaciones técnicas del fabricante presenta una densidad de $1,6 \text{ g/cm}^3$ a $1,8 \text{ g/cm}^3$, una viscosidad (v) de entre 3000 y 6000 cP. El tiempo de secado es menor a 15 minutos. Para el sembrado de microesferas se utilizan microesferas denominadas ECH-20 BCP para ese tipo de material base.

Pintura A2: Es una pintura acrílica acuosa, según especificaciones del fabricante presenta una densidad ρ de $1,77 \text{ g/cm}^3$, un contenido en sólidos $CS= 80,0\%$ y una viscosidad (v) de 86 UK. El tiempo de secado a la rodadura t es menor o igual a 30 minutos. Sobre esta pintura se sembraron microesferas denominadas ECH-20 WBP que presentan un tratamiento de Adherencia y Flotación (WBP) para pinturas base acuosa. La naturaleza del vidrio utilizado es Silico Sódico Cálculo.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las condiciones climáticas obtenidas con la estación meteorológica EMA en el momento de aplicación.

Tabla 2. Condiciones climáticas de aplicación del día 29 de febrero de 2020. Fuente: estación Meteorológica EMA UTN FRLP (adaptación propia)

Zona pintada	Hora aprox.	Temp. Ext.	Hum. Ext.	Pto. Rocío	Vel. Viento	Dir. Viento	Sens. Term.
Pintura A2 – Av. 60	9-9:30	23,6	77 %	19,1	6,4	NE	23,6
Pintura A1 Av.60 – Primer etapa	10:30-11:00	24,7	72 %	19,3	6,4	NE	24,7

A continuación, se presenta la Fig. 7 con los datos de temperatura y humedad en los primeros 15 días luego de aplicados los materiales. Es preciso aclarar que no se presenta la imagen con los datos de precipitación debido a que no se presentaron lluvias en el período evaluado.

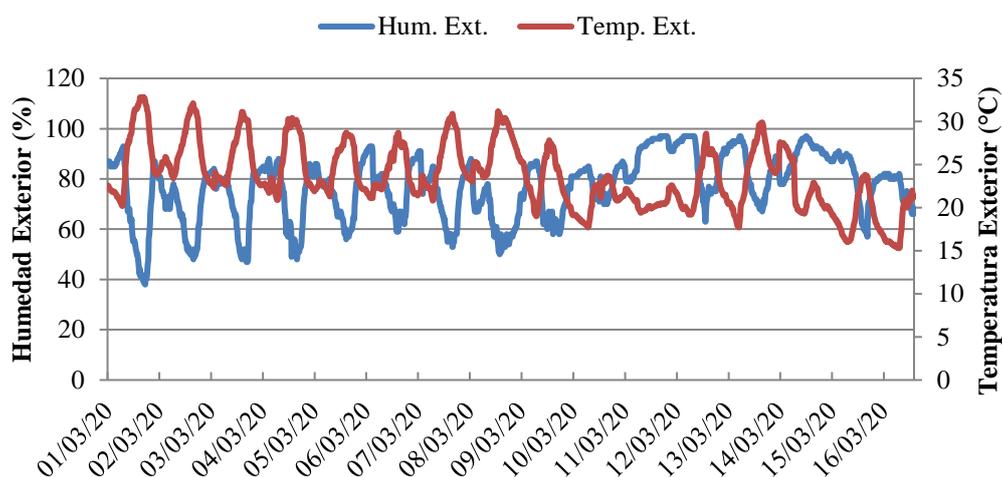


Fig. 7. Variación de la humedad y temperatura posterior a la aplicación. Fuente: estación Meteorológica EMA UTN FRLP (adaptación propia)

De la Tabla 2 se observa que la temperatura en el momento de colocación supera los 23°C . Por otro lado, de la Figura 8 se destaca que la humedad tuvo una amplia dispersión, pero en todos los casos la temperatura superó los 20°C durante la primera semana después de colocados los materiales. Además,

como se comenta anteriormente, se resalta que no se presentaron precipitaciones en el período expuesto.

En la Fig. 8, se presentan los resultados de la evaluación de la retrorreflexión con una geometría de 30 metros (RL30) de ambas pinturas aplicadas en la senda peatonal. En este caso no se cuenta con los valores de luminancia en iluminación difusa. Se puede observar que en las franjas donde se encuentra la pintura A2 se obtienen valores homogéneos con un valor aproximado de 150 mcd/lux/m². No sucede lo mismo con la pintura M1, en la cual se puede ver que las franjas intermedias tienen valores más elevados.

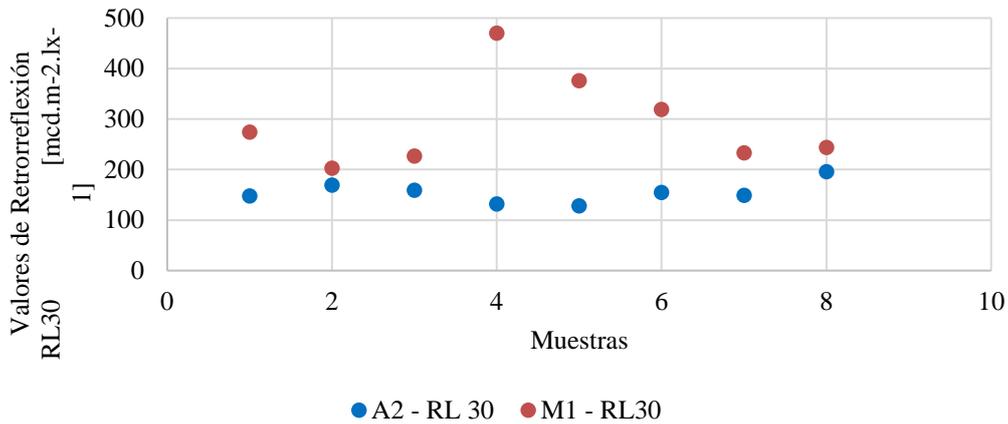


Fig. 8. Variación de la humedad y temperatura posterior a la aplicación. Fuente: estación Meteorológica EMA UTN FRLP (adaptación propia)

En las Fig. 9 y Fig. 10 se presentan imágenes comparativas de la senda 2 días después de la aplicación y 6 meses después.



Fig. 9. Senda peatonal carriles con sentido de Berisso a La Plata con pintura A2



Fig. 10. Senda peatonal carriles con sentido de La Plata a Berisso con pintura M1

De la Figura 9, se resalta el deterioro sufrido en los carriles intermedios en la pintura A2. Es preciso destacar que es un periodo superior al presentado en el método 1 pero, en este caso se dan condiciones de tránsito excepcionales debido a la pandemia. En el caso de la pintura M1, se destacan las manchas con combustible al poco tiempo de aplicada la pintura.

4 Conclusiones

De los resultados del método 1, se destaca que la pintura A1 tiene un mal comportamiento debido al desprendimiento de la película de pintura de forma casi inmediata. Relacionable a esto, se hace referencia al ensayo de Pulimento Acelerado implementado en pinturas. En este ensayo se hace una mención sobre los inconvenientes de adherencia. Por este motivo, se estima que las condiciones de curado son las que han generado este fenómeno. Por otro lado, se destaca que la pintura base solvente S1 tiene un tiempo de secado muy por encima del indicado en sus características técnicas.

En el método 2, las pinturas evidencian un comportamiento adecuado de acuerdo con la secuencia fotográfica. Aunque un aspecto que resulta de interés es que la pintura M1 resulta mas propensa a las manchas por combustible de acuerdo con las imágenes obtenidas.

Por otro lado, los parámetros de visibilidad en condiciones diurnas han sido homogéneos y los valores de retroreflexión, como es de esperar, han tenido una mayor dispersión.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a los integrantes del LEMaC por brindarnos el espacio para la investigación y al Ing. Víctor Sacchetto, que nos ha dejado recientemente por motivos de la pandemia, por su aporte con los datos de la estación meteorológica de la UTN FRLP.

Referencias

- [1] dirección Nacional de Vialidad. (2012). Manual de Señalamiento Horizontal. Recuperado de <http://www.aacarreteras.org.ar/pdfs/documentos-tecnicos/msh-ebook.pdf>.
- [2] Mechura, V., & Delbono, H. L. (2019). Evaluación de un sistema de demarcación vial. Editorial Académica Española.
- [3] ASTM. (2009). ASTM D913: Standard Practice for Evaluating Degree of Pavement Marking Line Wear.
- [4] Damia M.; Mechura V. (2019). Estudio para la adaptación del ensayo Load Wheel Test a pinturas de demarcación vial. Tesis de becarios de investigación 2018. ISSN 2250-7221, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- [5] Mechura, V. V., Delbono, H. L., & Canosa, G. (2020). Comparación de ensayos de abrasión para la evaluación del desempeño de pinturas acrílicas para demarcación vial. Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera, (231), 60-69. Recuperado de: <https://www.aecarretera.com/doc/CARRETERAS%20231%20web.pdf>.
- [6] UNE. (2012). Norma UNE-EN 1824: Materiales para señalización vial horizontal. Pruebas de campo.
- [7] ASTM. (1990). ASTM D713: Standard Practice for Conducting Road Service Tests on Fluid Traffic Marking Materials.