

REPORTE DE EJECUCIÓN

Número de reporte: RE.200220426

Fecha: 26 04 2022

Concesionaria: ENA NORTE

DD MM AA

Proyecto: Evaluación áreas
Inyección de losas

Tipo de reporte:

Ejecución de obra.

Descriptivo
Corredor Norte
Ambas calzadas

Introducción

En reunión sostenida con ENA para evaluar los trabajos de inyección de losas ejecutados en 18K sentido Brisas del Golf, se concluyó que de las observaciones físicas del sector antes de las inyecciones, se tenía una zona que con el paso del tráfico se sentía el movimiento de losas y losas con escalonamiento entre juntas muy peligrosas. Luego de las inyecciones, se había logrado mejorar el asiento de las losas, ya no se sentía sus movimientos y a la vez los escalonamientos habían disminuido.

Se solicitó a la inspección realizar una evaluación de áreas con el fin de continuar con esta técnica, ya que seguramente la gran mayoría del área de losas del corredor norte, por su tiempo de construcción y servicio, tengan huecos que hacen en el tiempo, induzcan fisuras y fracturamiento, llevando a la situación de rotura y teniendo que invertir en la reposición final de ella. para recomendar áreas Esta técnica de inyecciones de contacto es reconocida en el mundo y su objeto primordial es minimizar para un periodo de servicio razonable (4-5 años) ese fisuramiento y postergar las reposiciones de losas como actividad de mantenimiento mayor. El sello de juntas y el control de huecos de las losas, son aspectos fundamentales para prolongar la vida de un pavimento de concreto. Igualmente lo es, sobre todo en pavimentos con años de servicio y que se pierde la satisfacción del usuario por índices de rugosidad por encima de 4 m/km, el uso de cepillados de las losas o sobre carpetas asfálticas.

Objeto del reporte

ENA solicitó a Applus realizar una evaluación de áreas para obtener el mejor provecho al decidirse continuar con la inyección de losas, Los lineamientos considerados fueron los siguientes:

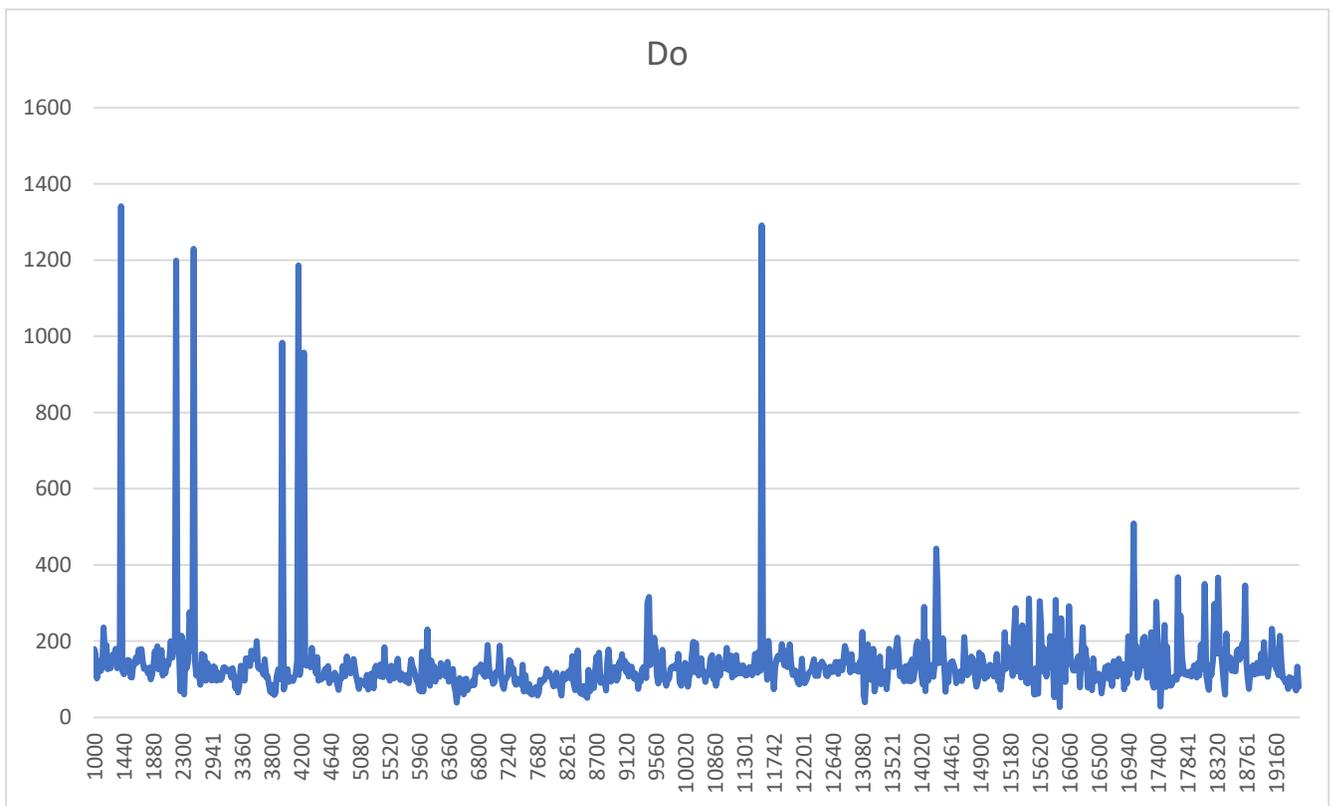
1. Áreas de losas sin fisuras
2. Áreas de losas con una fisura
3. Áreas de losas con dos fracturas
4. Áraes de losas con evidentes problemas de asentamientos diferenciales en los terraplenes.

Las losas con más de tres fracturas o bloques no se tratarían con esta técnica. Si bien ayudaría a sostenerla un tiempo más, es posible que ya estén cerca de una reposición total.

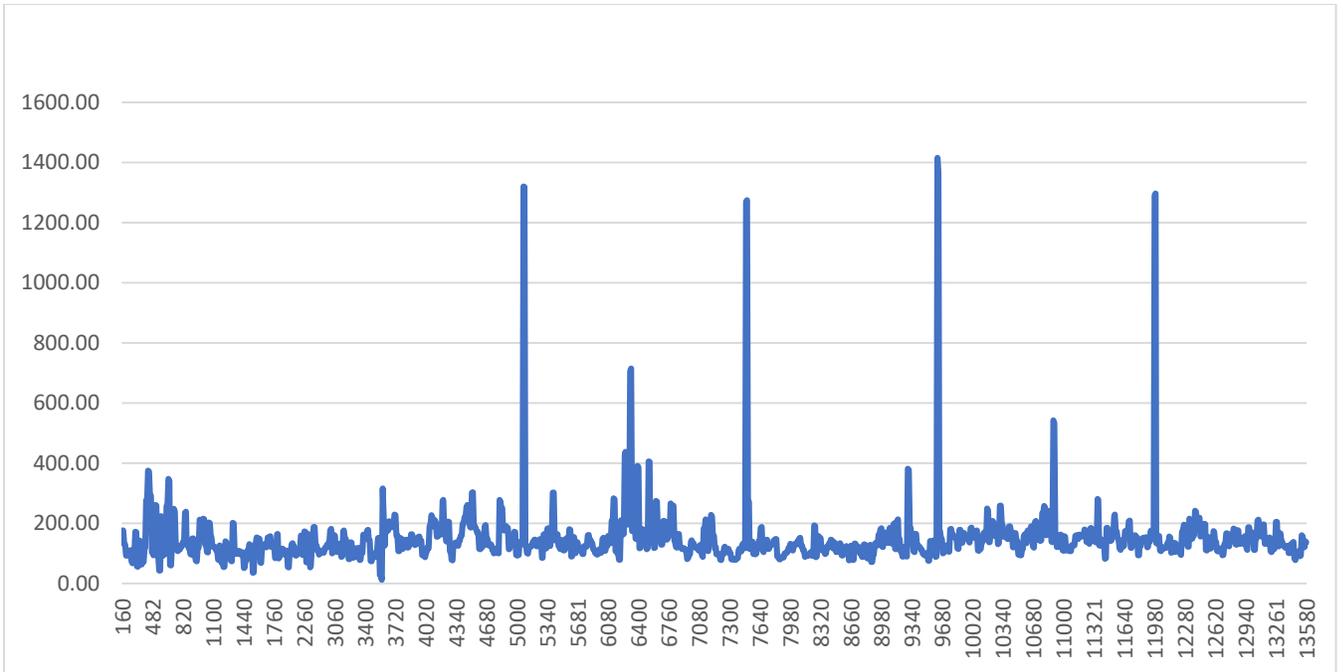
Procedimiento a seguir para definir áreas para la inyección de lechada de cemento en losas.

1. Generalidades

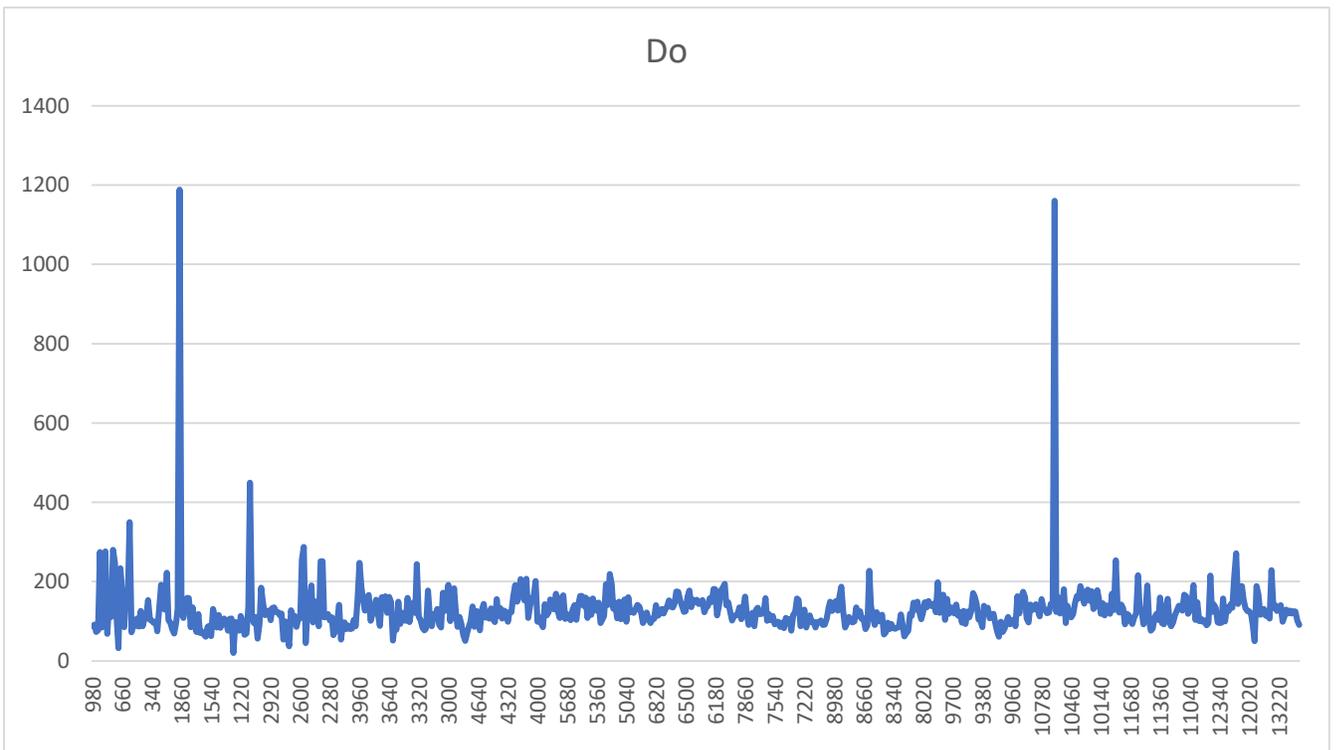
En el año 2018, APPLUS realizó una campaña deflectométrica en los corredores de ENA. Si bien, las mediciones se hicieron en los centros de la losa, de manera relativa muestran el estado estructural del pavimento con base a la deflexión central, como se puede apreciar en los gráficos adjuntos.



CN-Troncal- carril lento hacia Brisas del Golf



CN-Hacia Chilibre carril lento



CN-Hacia Madden carril lento

Si bien en las gráficas por la escala no es posible evidenciar los cambios de deflexiones, si se puede definir sectores de las vías con mayor concentración de deflexiones altas, comparadas de manera relativa. En los archivos en Excel que se adjuntan se puede ampliar la revisión de

las gráficas anteriores, incluyendo carriles de baja y alta.

Por ejemplo, en la troncal se marca el sector del 13k al 19K como el de mayores deflexiones y ciertamente en estos sectores es en donde se hacen las mayores intervenciones de sustitución de losas. Otros sectores como el 1K al 3K, igualmente y del 9K al 11K.

En el tramo Madden-Chilibre y Chilibre Madden, igualmente se observan sectores concentrados y en los que hoy también, se hacen las mayores áreas de reposiciones de losas. Por ejemplo, 0K-2K, 5K-7K y 9K-11K.

Es preciso entender, que quizás zonas marcadas en la deflectometría del 2018 a la fecha se hayan mejorado por la sustitución de losas. Sin embargo, también metodológicamente estos ensayos no dicen mucho sobre el tema de huecos por debajo de ellas y para ello es necesario usar el FWD, pero con la orientación de determinar huecos. Sin embargo, por el tiempo de servicio del pavimento del corredor norte, por asentamientos que los terraplenes han tenido y por la pérdida de soporte por el pumping de finos debajo de las losas, es casi seguro que la mayoría del área de losas del corredor si se inyectaran, todas alojarán lechada de cemento en diferentes consumos.

2. Metodología para escoger áreas para inyección

Por lo tanto, APPLUS establecerá los siguientes criterios para determinar las áreas a inyectar con el criterio de ampliar el tiempo de servicio de las losas (pavimento):

2.1 Áreas de losas sin fisuras

Las intervenciones preventivas para ampliar la vida de servicio indicarían que estas zonas serán las de mayor efectividad. Sin embargo, no es fácil tomar esta decisión, cuando hay zonas que se ven más afectadas. Ayudará mucho para estos sectores, una nueva auscultación deflectométrica con el criterio de estudio de huecos.



Sectores sin daños, con escalonamiento muy leve, pero cercanos a zonas que se han asentado en los terraplenes. Una inyección ayudaría a preservar esta zona cercana a intervenciones ya realizadas.

2.2 Áreas de losas con unas fisuras de esquina o escalonamientos

Las inyecciones en estas áreas ayudarían a que las fisuras no se abran y no se formen bloques que luego por el movimiento generen la necesidad de reposición de losas. Igualmente, las inyecciones ayudarían a nivelar las pequeñas diferencias de losas en las juntas.



Sectores con fisuras, con escalonamientos muy leves. Zonas con inyección ayudarían a preservar que no se amplíen las fisuras y se formen más bloques. Las inyecciones en función de tiempo de durabilidad serán más rentables.

2.3 Áreas de losas con dos bloques subdivididos

Cuando la fisura se amplia y se pierde soporte uniforme en la losa, estas se subdividen y comienza a trabajar con pedazos independientes, cambiando la configuración de trabajo del pavimento. Estas áreas son urgentes de inyección para impedir una mayor subdivisión de bloques y sea inevitable la reposición. Este tipo de grieta que se forma inclusive, comienza a transferirse a losas contiguas y genera una malla de fisuramientos, ampliando las zonas de intervención.



Sectores con fisuras y dos bloques, con escalonamientos moderados. Zonas con inyección ayudarían a preservar que no se amplíen las fisuras y se formen más bloques. Las inyecciones en función de tiempo de durabilidad serán más rentables.

2.4 Áreas de losas con tres o más bloques

Cuando por la fisuración y falta uniforme de apoyo se incrementa, las losas se subdividen en más bloques y en poco tiempo son un problema de seguridad vial e introducción de agua a las capas inferiores y áreas circundantes. En estas áreas, las inyecciones son menos efectivas; si bien pueden detener un acelerado deterioro, serán menos eficientes por los factores de distribución de carga que se dan por los diferentes bloques que se han formado.

Todos estos cuatro tipos de áreas descritos, se encuentran prácticamente en todo el recorrido de cada tramo del corredor norte. Incluso, en medio de áreas tratadas por reposición de losas y hoy como criterio principal, se debería usar la técnica de inyección para unificar el comportamiento de toda la corona del pavimento. O sea, tan pronto como se hacen reposiciones, se debería inyectar las zonas aledañas en todo el ancho de la corona y así evitar, que a corto plazo incluso, aparezcan daño en losas contiguas. En las fotografías siguientes se puede apreciar esta incidencia.



Daños en áreas aledañas a zonas con reposición de losas

Conocida la técnica de inyección de losas en el CN en 18K+600, en donde se evidencia menores movimiento de las losas y reducción de los escalonamientos en juntas, hoy los recorridos de evaluación, ya no solo se deben hacer con el criterio de reposición de losas y sellos de juntas como alternativas que se han realizado comúnmente para la seguridad vial y preservar el pavimento, sino también en prologar la vida útil del pavimento en los sectores que se encuentran bien o poco fisurados; las inyecciones de losas siempre están en los planes de mantenimiento de los pavimentos rígidos y una técnica que inclusive ayuda a balancear los presupuestos de reposición de losas cuando se considera oportunamente.

3. Escenarios de intervención

En octubre del 2021, APPLUS realizó un levantamiento de áreas para reposición de losas en los dos ramales del corredor norte. De esa evaluación se estableció un presupuesto y un cronograma para ejecutar. En el momento se realizan esas actividades, sin embargo, de esa evaluación a hoy han aparecido más área de losas para ser sustituida.

3.1 Ramal Madden Colón

En las fotografías se pueden observar áreas faltantes hoy por reposición y recomendaciones de inyecciones:

1. **Reposición de losas:** este tipo de reparación es aplicado a losas con alto grado de deterioro considerado como crítico. Estas losas presentan múltiples grietas, asentamiento, exposición de dovelas, desniveles y oquedades que pueden causar accidentes o daños a los vehículos. Para la selección de estas losas, se escogieron aquellas que presentan las afectaciones ya señaladas y que por su alta afectación no se recomienda otros tipos de reparaciones que la sustitución completa de la losa.
2. **Inyección de losas:** para esta metodología de reparación se seleccionaron losas con agrietamiento moderado que no producen alguna afectación al usuario, pero que, por su deterioro en la estructura de pavimento, especialmente en la erosión de la base, puede pasar a un mayor nivel de daño de no ser atendido oportunamente.



Parámetro de losas para ser atendidas por reposición total, presencia de grietas múltiples en una losa.



Parámetro de losas para ser atendidas por reposición total presencia de oquedades y agrietamiento.



Losas con fisuras y posible erosión de la base.

Losas con pocas grietas que atraviesan el espesor de la losa.

En el Cuadro siguiente y ya con la perspectiva de incluir la inyección de losas en el concepto del mantenimiento mayor, se presentan las áreas mínimas a ejecutar.

Kilómetro	Dirección Chilibre				Dirección Casetas Madden			
	Inyección (losas)	Reposición (losas)	Inyección (m2)	Reposición (m2)	Inyección (losas)	Reposición (losas)	Inyección (m2)	Reposición (m2)
0	13	1	228	18	17	11	298	193
1	32	0	560	0	46	23	805	403
2	15	3	263	53	24	3	420	53
3	27	12	473	210	51	13	893	228
4	42	15	735	263	63	20	1103	350
5	22	3	385	53	37	4	648	70
6	53	4	928	70	32	1	560	18
7	32	3	560	53	42	0	735	0
8	39	6	683	105	28	0	490	0
9	62	9	1085	158	35	1	613	18
10	27	3	473	53	45	13	788	228
11	24	8	420	140	33	12	578	210
12	42	0	735	0	41	8	718	140
13	21	5	368	88	14	7	245	123
Total	451	72	7893	1260	508	116	8890	2030

Cuadro Cantidades mínimas a ejecutar en Ramal a Colón

3.2 Ramal Trocal Albrook- Brisas del Golf

Este tramo del CN presenta todo tipo de daños descritos en la metodología. Sin embargo, es evidente el alto deterioro que se marca en el tiempo entre 11K y el 19K, más severo en el carril de baja hacia Brisas. Y si bien, las mayores actuaciones del presupuesto se realizan en este sector, es también responsable efectuar acciones que detenga en el tiempo este desempeño y de ahí que una gran parte de este sector sea candidato a la técnica de inyecciones.

APPLUS no ha levantado las áreas como se ha hecho en el ramal a Colón; sin embargo, no

es difícil calcular que este sector de 8000 ml solo considerando un carril y un 30% de área donde la técnica de la inyección sea la más efectiva, se requiere intervenir no menos de 100 mil m².

4. Conclusiones y recomendaciones

Habiendo revisado en la bibliografía y el primer trabajo ejecutado en el corredor norte, se concluye que la técnica de inyección de cemento en las losas es un método universal para el mantenimiento de los pavimentos rígidos. Sus objetivos de eliminar vacíos debajo de la losa, haciendo que al restaurar el apoyo homogéneo de losa su duración sea mayor y por consiguiente, desplazando en el tiempo las actuaciones de reposición total. Esta técnica es evaluable tanto desde el punto de vista técnico como económica.

Los 30 años de servicio del corredor por el comportamiento del tráfico y el clima, prácticamente en toda su área de construcción deben existir vacíos; áreas con mayor severidad que otras, pero en todas si se inyectaran, recibirán cantidades de lechada de cemento.

La necesidad de preservar los pavimentos es una política de gestión y será más eficiente cuanto más rápido se haga y se ubiquen las áreas de mayor efectividad, como se describe en este documento. Por ello como se indica en el numeral 3 de las intervenciones, el área para utilizar esta técnica es muy grande y dependerá de las decisiones político-económica para que se realicen. Pero siempre debemos esperar mejoría en el desempeño de los pavimentos.

Hay sectores en donde por movimientos en los terraplenes se han presentado deformaciones y/o fisuramientos importantes. Tenemos áreas cercanas a accesos a puentes, sitios especiales como el 13+600 y el 18+600. Este último ya se trató parcialmente, hay más área circundante.

El terraplén del 13+600 cuya estabilidad del talud terminó, requiere de inyecciones pues se han producido asentamientos provocando que las losas seguramente no tengan apoyo continuo.

Si bien la inyección ayudará a prologar las intervenciones más severas como la restitución de losas, estas áreas intervenidas prologan aún más ese tiempo si van acompañadas de una sobrecarpeta asfáltica.

En resumen, en el ramal a Colón se estiman como mínimo 18 mil m² para inyectar y en la troncal no menos de 100 mil m². Priorizar dependiendo del presupuesto es una labor, donde el contratista que ejecute esta actividad, debe entender que tendrá que moverse de área a área, de tal manera de satisfacer los indicadores descritos en la metodología, principalmente en áreas con poco fisuración y/o un solo bloque.

Estas decisiones serán más finas técnicamente, cuando se lleve a cabo una auscultación deflectométrica con el objetivo primordial de medir huecos debajo de las losas. Sin embargo, por lo comentado anteriormente, hay área con evidencia clara de falta de soporte en losas que

ameritan ser intervenidas, como se ha señalado anteriormente en el numeral 3.

JP/JP