



Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-INF-0299-2023

Informe de visita a los puentes del
Proyecto Ampliación de la Ruta Nacional No. 32

INFORME FINAL



Fuente: CONAVI-Ruta 32

Preparado por:

Ing. Ana Lorena Monge Sandí, M.Sc.
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Marzo, 2023



Contenido

I. Introducción	4
II. Comentarios acerca de los muros de escollera en la rivera de los ríos en puentes construidos	4
III. Comentarios acerca de los rellenos de aproximación en los puentes construidos	9
IV. Comentarios acerca del agrietamiento del km 133+478	13
V. Comentarios finales	15
VI. Referencias	15



Informe de visita a los puentes del Proyecto Ampliación de la Ruta Nacional No. 32

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, se realiza la visita al Proyecto Ampliación Ruta Nacional No. 32 para observar los muros de escollera de algunos de los puentes del proyecto, así como el comportamiento del relleno de aproximación de otros.

En general, en algunas de las zonas de los taludes de cierre de los rellenos de aproximación muestran indicios de erosión si no cuentan con la debida protección para ello, así mismo se observa formación de cárcavas por la falta de manejo del agua de escorrentía superficial del sitio.

Por su parte, la mayoría de los muros de escollera construidos en las laderas de los distintos ríos muestran indicios de erosión en la parte baja de los mismos por la falta apropiada del cierre del muro en la zona cercana al lecho del río.

Los detalles de la revisión de las secciones que componen el informe se muestran en los siguientes apartados.

II. Comentarios acerca de los muros de escollera en la rivera de los ríos en puentes construidos

Al visitar los puentes sobre los ríos Toro, Rojo, Cuba, Escondido, y Dos Novillos, y la Quebrada Calderón, se observa que la condición de las escolleras es similar en todas ellas, mostrando una zona de cierre de la escollera parcial, sin alcanzar el lecho del río, dejando una zona expuesta a la escorrentía natural del mismo y facilitando que se presente una eventual erosión en la zona del pie de la escollera.

Así mismo, en algunos casos, se observan escolleras colocadas como parte del pie de la obra de protección contra erosión, con la conformación de bloques desordenados sin ningún tipo de entramamiento y sueltos, facilitando su pérdida con el paso de la corriente del río.

En las siguientes fotografías se muestran las condiciones de las escolleras en cada sitio visitado y se realizan comentarios de lo observado en cada una de las obras de protección allí construidas.

Informe EIC-Lanamme-INF-0299-2023	Marzo de 2023	Página 4 de 15
-----------------------------------	---------------	----------------



Figura 1 Escollera en el río Toro

En el río Toro, se observa como en ambas márgenes se coloca lo que asemeja un concreto ciclópeo o bien una escollera con mortero (según sección 251 del CR-2020), y al pie de esta obra, en las zonas señaladas, se coloca una escollera colocada con un arreglo irregular de las rocas sin que parezca que exista entramamiento entre los bloques. Esta situación podría generar el desprendimiento de los elementos de la escollera colocada y con ello perder la capacidad de protección en la ladera del río. Así mismo, eventualmente podría generar erosión tanto en las mismas rocas de la escollera como en el material natural de las márgenes del río.



Figura 2 Escollera en el río Rojo

En el río Rojo, también se observa la colocación de lo que puede considerarse concreto ciclópeo o puede ser una escollera con mortero como protección de las márgenes y al igual que en el río Toro, se observa que la zona de cierre o pie de la escollera colocada, se disponen rocas que pueden conformar una escollera colocada, solo que en este sitio pareciera que los bloques se encuentran en una mejor distribución y existe algún tipo de entramamiento entre las rocas.



Figura 3 Escollera en el río Cuba

Por su parte el río Cuba, cuenta con una conformación de escolleras un tanto diferente. No se tiene clara si esta será la disposición final, sin embargo se observa que una de las pilas existe material colocado que se presume es para proteger de la erosión del lecho del río por posibles vórtices que se puedan generar cercanos a la estructura de la pila. Al igual que en el río Toro, se observa que la escollera colocada, cuenta con una disposición aleatoria de los bloques sin que exista algún tipo de entramamiento entre las rocas. De manera similar sucede en el bastión de margen derecha, que además de esto, cuenta con la colocación de una especie de concreto ciclópeo o una escollera con mortero en la parte superior semejante a la situación del río Toro y río Rojo. Además, existe una zona de material sin protección que muestra la formación de cárcavas debido a la erosión provocada por aguas de escorrentía superficial. Se considera recomendable realizar los manejos de agua de escorrentía superficial para minimizar este proceso erosivo.



Figura 4 Escollera en el río Escondido

En el río Escondido, se observa como en al menos en la margen derecha se coloca lo que asemeja un concreto ciclópeo o bien una escollera con mortero y, al igual que los otros puentes comentados, al pie de esta obra, en la zona señalada, se coloca una escollera colocada con un arreglo irregular de las rocas sin que parezca que exista entramamiento entre los bloques. Esta situación podría generar el desprendimiento de los elementos de la escollera colocada y con ello perder la capacidad de protección en la ladera del río, de hecho, ya se ha comenzado a perder el material en la zona. Así mismo, eventualmente podría generar erosión tanto en las mismas rocas de la escollera como en el material natural de las márgenes del río.



Figura 5 Escollera en río Dos Novillos

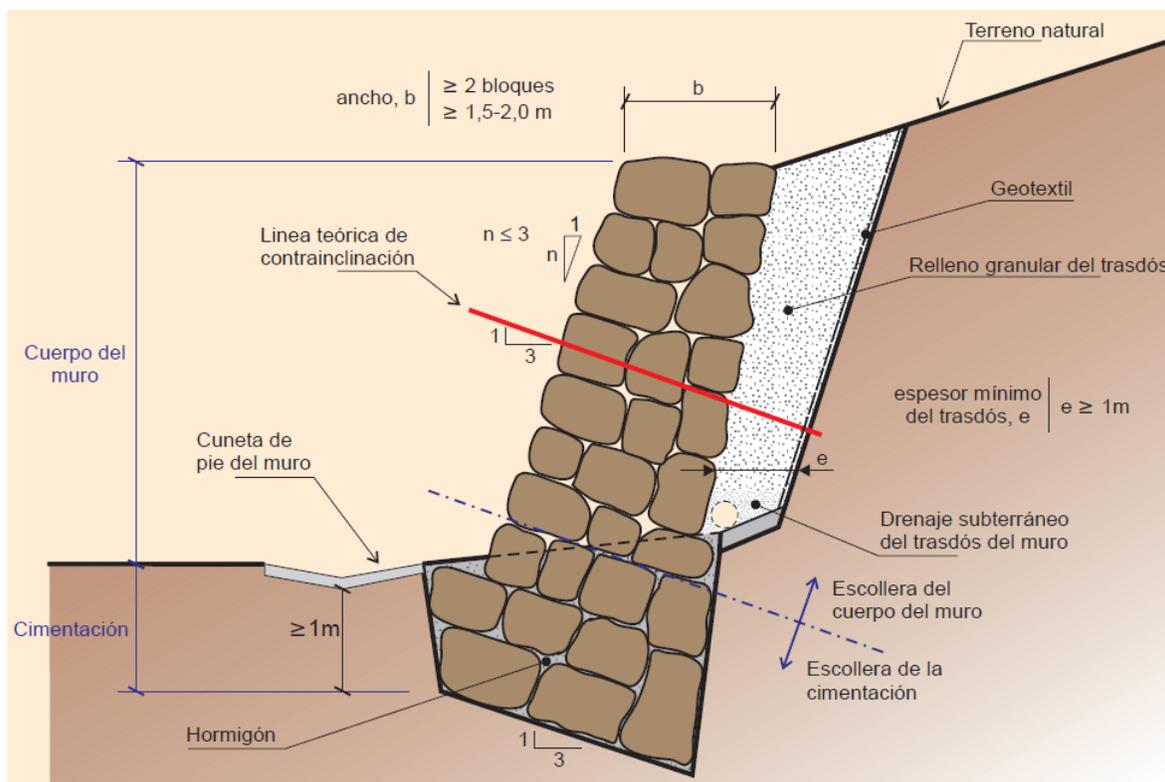
En el río Dos Novillos se tienen dos situaciones. Primera es que en la margen derecha se colocó una protección ya sea con concreto ciclópeo o bien una escollera con motero, encima de una existente, ya como en los casos anteriores, carece de un cierre adecuado en el pie de la obra de protección, quedando incluso al descubierto la obra anterior. En la margen izquierda, se tiene la misma condición de los sitios anteriores, una protección de concreto ciclópeo o escollera con mortero con material suelo al pie, con un arreglo desordenado de bloques sin entramamiento que incluso ya ha iniciado el proceso de movimiento por la presencia de la corriente del río. Ambas situaciones podrían eventualmente generar la pérdida de la capacidad de protección de las obras y erosionar la zona de las laderas de la quebrada.



En el río Guacimito, se presenta la misma situación en la margen derecha que en los casos anteriores, una obra de concreto ciclópeo o una escollera con mortero construida sin generar un cierre adecuado en el pie de la obra de protección, pudiendo generar eventualmente erosión en el material de la ladera por acción del paso de la corriente del río.

Figura 6 Escollera en río Guacimito

Para todos los casos mostrados anteriormente, se considera recomendable realizar un cierre adecuado de las escolleras, contemplando lo indicado en la “Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera” que, aunque su alcance no comprende las escolleras como protección de laderas de ríos, solo las de carreteras, puede considerarse adecuado el cierre al pie que tienen estos diseños para evitar la erosión que pueda causar el paso del agua por la corriente. La conformación de este tipo de escolleras de carretera es la siguiente:

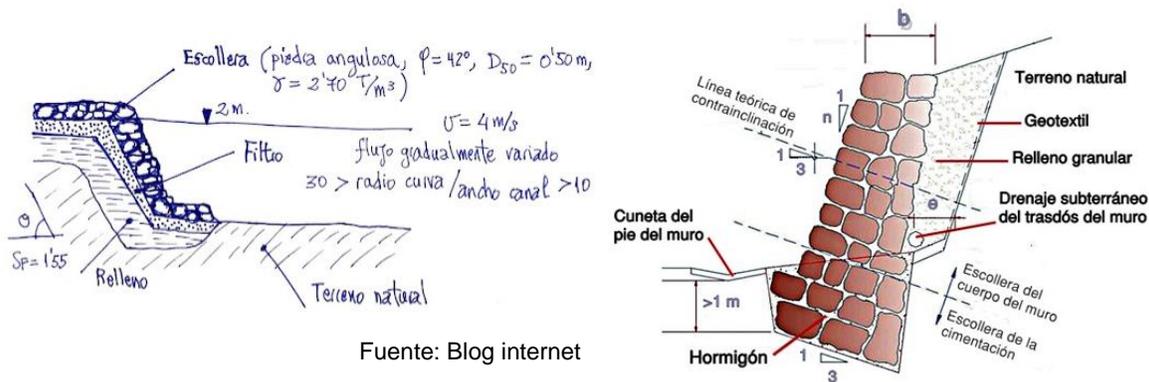


Fuente: Guía escolleras

Figura 7 Geometría de las escolleras como obras de retención en carreteras

Obsérvese que se recomienda construir una gaveta en el terreno firme para allí realizar la cimentación de la escollera. A pesar de que las escolleras como obras de protección contra la erosión no son una obra de retención, y por lo tanto no es tan necesario que se encuentren cimentadas para transmitir las cargas laterales al terreno firme, es importante contar con este componente para proporcionar un cierre adecuado en la zona del pie de la escollera y así evitar que el material suelto se pierda con las corrientes fuertes de los ríos o bien que el material se erosione excesivamente en la zona “colgada” de la escollera que no cuenta con el cierre.

Otros ejemplos de configuraciones para escolleras en este caso fluviales, que se han encontrado son los siguientes que cuentan con los mismos principios de la construcción de una gaveta en el sitio para dar el cierre apropiado del pie de la escollera.



Fuente: Blog internet

Fuente: Derribos y demoliciones León

Figura 8 Ejemplo de diseños de escolleras fluviales

En vista que la mayoría de las escolleras muestran la configuración presentada en las figuras 7 y 8, es que se estima recomendable considerar dichas configuraciones para dar la adecuada terminación a las escolleras construidas. Si esto no es posible, es importante realizar un monitoreo continuo del comportamiento de estas escolleras para determinar si se está presentando algún tipo de erosión en las laderas de los ríos o bien en la propia estructura de las escolleras construidas.

III. Comentarios acerca de los rellenos de aproximación en los puentes construidos

Al visitar los puentes sobre los ríos Toro, Rojo, Cuba, Escondido y San Miguel, se observa que todos ellos presentan una condición similar en cuanto a los rellenos de aproximación en la losa de los puentes, ya sea en la zona de la entrada o la salida. Se presenta una grieta de lado a lado de la losa, mostrando en alguna pérdida de material de relleno y un movimiento relativo entre los paños de la losa de pavimento que divide la grieta. Esta condición se ha presentado en el sentido San José – Limón.

En las siguientes fotografías se muestran las condiciones de los rellenos de aproximación en cada sitio visitado y se realizan comentarios de lo observado en cada punto, no solo de la condición de la grieta sino también de las terminaciones aledañas a los rellenos en cuestión.



En el río Toro, se observa la grieta en todo lo ancho de los carriles que comprenden el sentido San José – Limón en la salida del puente. Por lo observado en sitio, se considera que esta grieta se genera por un empalme deficiente entre el material de relleno de la losa de aproximación y el terreno natural en conjunto con el paquete del pavimento sobre el terreno natural. Se considera importante intervenir esta condición para que no se presenten infiltraciones de agua que puedan causar pérdida de material por tubificación.

Figura 9 Relleno de aproximación en losa sentido San José - Limón en el río Toro



En el río Rojo, se observa la grieta en todo lo ancho de los carriles que comprenden el sentido San José – Limón tanto en la entrada como en la salida del puente. Por lo observado en sitio, se considera que esta grieta se genera por un empalme deficiente entre el material de relleno de la losa de aproximación y el terreno natural en conjunto con el paquete del pavimento sobre el terreno natural. Se considera importante intervenir esta condición para que no se presenten infiltraciones de agua que puedan causar pérdida de material por tubificación. Adicionalmente, se observó la conformación de cárcavas en el relleno en construcción en el sentido Limón – San José, que, si no se realiza un adecuado manejo de aguas de escorrentía superficial, se puede generar eventualmente algún problema de estabilidad en este relleno.

Figura 10 Relleno de aproximación en losa sentido San José - Limón en el río Rojo



En el río Cuba, se observa la grieta en todo lo ancho de los carriles que comprenden el sentido San José – Limón en la salida del puente. Por lo observado en sitio, se considera que esta grieta se genera por un empalme deficiente entre el material de relleno de la losa de aproximación y el terreno natural en conjunto con el paquete del pavimento sobre el terreno natural. Se considera importante intervenir esta condición para que no se presenten infiltraciones de agua que puedan causar pérdida de material por tubificación.

Figura 11 Relleno de aproximación en losa sentido San José - Limón en el río Cuba



En el río Escondido, al igual que en el Rojo, se observa la grieta en todo lo ancho de los carriles que comprenden el sentido San José – Limón tanto en la entrada como en la salida del puente. Por lo observado en sitio, se considera que esta grieta se genera por un empalme deficiente entre el material de relleno de la losa de aproximación y el terreno natural en conjunto con el paquete del pavimento sobre el terreno natural. Adicionalmente, en la salida del puente, se observa un movimiento relativo entre los paños de la losa que divide la grieta, condición que se considera de cuidado pues puede causar un deterioro anticipado de la losa de pavimento. Se considera importante intervenir esta condición para que no se presenten infiltraciones de agua que puedan causar pérdida de material por tubificación.

Figura 12 Relleno de aproximación en losa sentido San José - Limón en el río Escondido



En la quebrada Calderón, se observa la condición más crítica en los rellenos de aproximación de los puentes del proyecto. Se observa una grieta de un espesor importante en todo lo ancho de los carriles que comprenden el sentido San José – Limón, tanto en la entrada como en la salida del puente. Por lo observado en sitio, se considera que esta grieta se genera por un empalme deficiente entre el material de relleno de la losa de aproximación y el terreno natural

en conjunto con el paquete del pavimento sobre el terreno natural. Se considera importante intervenir esta condición para que no se presenten infiltraciones de agua que puedan causar pérdida de material por tubificación. Adicionalmente, el deterioro de la losa de pavimento es más evidente en este sitio por lo que es importante su intervención.

Figura 13 Relleno de aproximación en losa sentido Limón – San José en la quebrada Calderón



En el río San Miguel, también se observa una condición crítica en los rellenos de aproximación de los puentes del proyecto. Se observa una grieta de un espesor importante en todo lo ancho de los carriles que comprenden el sentido San José – Limón, tanto en la entrada como en la salida del puente. Por lo observado en sitio, se considera que esta grieta se genera por un empalme deficiente entre el material de relleno de la losa de aproximación y el terreno natural en conjunto con el paquete del pavimento sobre el terreno natural. Se considera importante

intervenir esta condición para que no se presenten infiltraciones de agua que puedan causar pérdida de material por tubificación. Adicionalmente, el deterioro de la losa de pavimento es más evidente en este sitio por lo que es importante su intervención. A pesar de que se observa en el sitio que se están realizando acciones, aún no se observa una solución y reparación final.

Figura 14 Relleno de aproximación en losa sentido Limón – San José en el río San Miguel

Para todos los casos mostrados anteriormente, se considera recomendable realizar una intervención en la zona para mejorar el empalme entre el relleno de la losa de aproximación y el terreno natural, o bien realizar la reparación pertinente en la losa de pavimento para que el deterioro en la misma no se anticipe y su vida útil sea adecuada.



Para las zonas de empalme, se estima pertinente considerar las indicaciones del documento “Guía de cimentaciones en obras de carretera” en su apartado 6.3.8 para establecer la manera adecuada para construir las cuñas de cierre según sean las condiciones del sitio.

IV. Comentarios acerca del agrietamiento del km 133+478

Durante el recorrido de la visita, en el kilómetro 133+478, en el sentido Limón – San José, se observó una grieta longitudinal en la zona de la losa de pavimento. Esta se observa en la Figura 15.



Figura 15 Grieta longitudinal en el pavimento km 133+478

Se presume que esta grieta se formó por problemas constructivos del propio pavimento y no a un deslizamiento cuya corona sea la grieta que esté ocurriendo en la zona, pues al observar a los alrededores no se percibe que exista algún tipo de movimiento relativo del suelo, pues no existen grietas en otras zonas aledañas como por ejemplo cunetas o colectores del manejo de aguas de escorrentía superficial, o bien inclinación de árboles o arbustos cercanos al sitio (ver figura 16).



(a) Colectores de agua

(b) arbustos, vegetación y postes de tendido eléctrico

Figura 16 Zonas aledañas al sitio del agrietamiento sin muestras de movimiento por deslizamiento

Por último, la grieta en el pavimento termina sin dejar rastro y no se observan grietas transversales adicionales de cierre, que si son características de presencia de deslizamientos o inestabilidad del material. Esto se observa en la Figura 17.



Figura 17 Finalización de la grieta longitudinal del km 133+478



V. Comentarios finales

Una vez finalizada la gira y después de observar los distintos rellenos de aproximación y escolleras, se tienen los siguientes comentarios:

- Se considera recomendable realizar un cierre adecuado al pie de las escolleras para evitar la erosión tanto de la obra en sí de protección, así como del material natural de las laderas, y evitar pérdida de capacidad de protección contra erosión de las obras construidas para tal propósito
- Se considera conveniente intervenir los agrietamientos en las losas debido a lo que se presume un empalme insuficiente del relleno de aproximación de la losa de los puentes con el terreno natural, para evitar la pérdida de material por tubificación y adicionalmente, prevenir el deterioro anticipado de las losas de pavimento

VI. Referencias

1. Ministerio de Fomento de España. documento “*Guía de cimentaciones en obras de carretera*”. España, 2009.
2. Ministerio de Fomento de España. “*Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera*”. España, 2006.