



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Ingeniería Geotécnica

Informe: EIC-Lanamme-INF-0326-2021

Revisión de informes de verificación de verticalidad Proyecto Limonal - Cañas



Preparado por:

Ing. Ana Lorena Monge Sandí
Coordinadora
Programa de Ingeniería Geotécnica

San José, Costa Rica
Noviembre, 2021





Contenido

I.	Introducción	4
II.	Revisión del documento 2021-04-23 CIN-1916-01886 DT “Entrega Tolerancias permitidas para muro de Tierra Armada de Paso a Desnivel de San Miguel”	4
III.	Revisión del documento 2021-05-14 CR1-DI-0529-2021 “Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 13-5-21”	5
VIII.	Comentarios finales	6
IX.	Referencias	7



Revisión de informes de verificación de verticalidad Proyecto Limonal - Cañas

I. Introducción

Por solicitud de la Unidad de Auditoría Técnica, el presente informe muestra un resumen de los resultados obtenidos de la revisión realizada a los informes de verificación de la verticalidad en los muros de relleno reforzado del proyecto Limonal - Cañas, ejecutadas en los meses de mayo, junio, setiembre y octubre del presente año.

Los documentos revisados para elaborar el presente informe son los siguientes:

1. 2021-04-23 CIN-1916-01886 DT “Entrega Tolerancias permitidas para muro de Tierra Armada de Paso a Desnivel de San Miguel”
2. 2021-05-14 CR1-DI-0529-2021 “Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 13-5-21”
3. Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 30-6-21
4. Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 7-9-21 firmado
5. ESCAMAS SAN MIGUEL_OCTUBRE 26-2021_MARGEN DERECHA
6. ESCAMAS SAN MIGUEL_OCTUBRE 28-2021_MARGEN IZQUIERDA

A continuación, se presentan algunos comentarios relacionados con el cumplimiento de las tolerancias admisibles de deformaciones para este tipo de estructuras, así como también algunas recomendaciones y buenas prácticas existentes en la bibliografía internacional para el adecuado cumplimiento de estas tolerancias.

II. Revisión del documento 2021-04-23 CIN-1916-01886 DT “Entrega Tolerancias permitidas para muro de Tierra Armada de Paso a Desnivel de San Miguel”

Se revisa el documento 2021-04-23 CIN-1916-01886 DT “Entrega Tolerancias permitidas para muro de Tierra Armada de Paso a Desnivel de San Miguel”, el cual contiene la información acerca de las tolerancias a revisar durante la construcción del muro de relleno reforzado en el paso desnivel de San Miguel.

Al revisar capítulo 2 “Normativa y reglamentos”, no se observa que se haya revisado el CR-2010 “Manual de Especificaciones General para la construcción de carreteras, caminos y puentes”, cuyo apartado 255 indica las tolerancias que debe cumplir este tipo de estructuras durante su construcción. Se considera oportuno solicitar la aclaración de esta omisión del CR-2010.

En el capítulo 6 “Control de ejecución de muros”, se muestran las tolerancias utilizadas para la verificación de las distintas propiedades de los muros, siendo la del desplome (aspecto que es revisado en el presente informe) de 5 mm por cada metro de altura durante la etapa constructiva, que en términos porcentuales equivale a un 0.5%.

Al comprar esta especificación con la indicada en el CR-2010 en el apartado 255.04 “Construcción de muros” que es 13 mm por cada 3 m de altura (0.43% en términos porcentuales), la utilizada por el diseñador del muro en el proyecto Limonal – Cañas es ligeramente más permisiva que la el CR-2010. Es por ello que se considera recomendable, solicitar la aclaración de la no utilización del CR-2010 como documento de especificación para la construcción de estos muros.

III. Revisión del documento 2021-05-14 CR1-DI-0529-2021 “Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 13-5-21”

En este documento, se observan los resultados de la verificación de la verticalidad del lado izquierdo del muro de relleno reforzado del sitio llamado San Miguel, entre las estaciones 158+730 a 158+940. Esta revisión es llevada a cabo por la empresa Topografía Integral, el 13 de mayo de 2021.

En este informe se indica que la metodología de revisión se basa en la diferencia de alturas entre la elevación del penúltimo panel y la del primer panel, multiplicado por el 0.5% de la tolerancia comentada en el apartado anterior. Dados los resultados observados, que corresponden a 57 mediciones, solamente 5 de ellas, el 8.8%, cumplen con la tolerancia establecida por el diseñador para este tipo de muros.

Se considera importante solicitar a la Administración, qué acciones indicó el contratista a realizar, con el fin de solucionar el problema de verticalidad del muro.

IV. Revisión del documento “Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 30-6-21”

Se revisa el documento “Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 30-6-21”, en el que se verifica la verticalidad del lado izquierdo y lado derecho del muro de relleno reforzado del sitio llamado San Miguel. El lado izquierdo se verifica entre las estaciones 158+755 a 158+965 y en el lado derecho entre las estaciones 158+820 a 158+955. Esta revisión es llevada a cabo por la empresa Topografía Integral, el 30 de junio de 2021. Al igual que el reporte comentado en el apartado anterior, se muestra la metodología de revisión y el criterio de aceptación de los datos

De los resultados obtenidos, se observa en primer lugar que los resultados de las mediciones del lado izquierdo para los paneles (escamas) con la misma numeración, muestran valores de elevación distintos a los tomados inicialmente en mayo, lo que hace suponer que se realizó algún tipo de trabajo correctivo en el muro, o bien un cambio en la elevación del punto de partida de la toma de los datos. Adicionalmente, comparando únicamente los resultados de los paneles con la misma numeración, se observa que existe una mejoría en la verticalidad de 4 paneles en la fecha de junio, por lo que su cumplimiento se constituye en un 15.8%.

Ahora bien, en la toma de datos de junio para el lado izquierdo del muro existen mediciones a 37 paneles adicionales, dando un total de paneles medidos de 94 unidades. De estos 37 paneles restantes, se observa que 25 de ellos cumplen con las tolerancias del diseñador dando como resultados un cumplimiento del 67.6%, y considerando el total de los resultados de la medición de junio, se tiene un cumplimiento de 36.2%. Como es posible observar, en el lado izquierdo del muro existe una mejoría en la verticalidad.

A pesar de ello, se desconocen las acciones realizadas por parte del contratista en la construcción del muro para generar una mejoría en la verticalidad del muro en el lado izquierdo, y también se desconoce si lo que existió fue un cambio en la medición de las elevaciones por la diferencia de resultados entre las mediciones de mayo y junio. Por lo tanto, se considera recomendable solicitar a la Administración, las acciones que fueron tomadas para que se obtengan resultados

Por otro lado, para el lado derecho del muro en el mismo sitio, se observa que, de los 59 datos recolectados, existe un cumplimiento en la tolerancia de 19 de los paneles, lo que equivale a un 32.2%. Como se puede observar, el porcentaje de cumplimiento entre ambos muros es similar, haciendo suponer que hubo un cambio en la metodología constructiva, pero no lo suficiente para determinar el cumplimiento de la verticalidad en ambos lados del muro.

Se insiste en la importancia de solicitar a la Administración, qué acciones indicó el contratista a realizar, con el fin de solucionar el problema de verticalidad del muro.

Informe EIC-Lanamme-INF-0326-2021	noviembre , 2021	Página 5 de 7
-----------------------------------	------------------	---------------

V. Revisión del documento “Reporte de Verticalidad Escamas MTA San Miguel 7-9-21 firmado”

En este documento, se muestran los resultados de mediciones al azar en ambos lados y en la cara del muro del sitio San Miguel. Se observa que aún persisten problemas de verticalidad en las 3 zonas verificadas del muro.

Se insiste en la importancia de solicitar a la Administración, qué acciones indicó el contratista a realizar, con el fin de solucionar el problema de verticalidad del muro.

VI. Revisión del documento “ESCAMAS SAN MIGUEL_OCTUBRE 26-2021_MARGEN DERECHA”

Al revisar el documento “ESCAMAS SAN MIGUEL_OCTUBRE 26-2021_MARGEN DERECHA”, no se tiene claro el responsable de las mediciones realizadas, la metodología empleada para la revisión, si se revisaron todos los paneles del lado derecho del muro y el cumplimiento de las tolerancias con respecto a lo indicado por el diseñador, ya que se trata de una tabla resumen que muestra los resultados. A pesar de ello, se revisan los resultados utilizando como base la información suministrada en los informes comentados en los apartados anteriores.

Los resultados tabulados, muestran incumplimiento en varios de los paneles revisados con respecto a las tolerancias de verticalidad. Es importante recalcar que este documento tiene como fecha octubre del 2021, por lo que a pesar de que en mayo, junio y setiembre se muestran incumplimientos con las tolerancias de verticalidad de los muros, no se observa el cumplimiento total en este parámetro revisado.

Se considera recomendable solicitar a la Administración qué medidas ha solicitado al contratista para solucionar este incumplimiento.

VII. Revisión del documento “ESCAMAS SAN MIGUEL_OCTUBRE 28-2021_MARGEN IZQUIERDA”

Al revisar el documento “ESCAMAS SAN MIGUEL_OCTUBRE 28-2021_MARGEN IZQUIERDA”, al igual que lo comentado en el apartado anterior, no se tiene claro el responsable de las mediciones realizadas, la metodología empleada para la revisión, si se revisaron todos los paneles del lado derecho del muro y el cumplimiento de las tolerancias con respecto a lo indicado por el diseñador, ya que se trata de una tabla resumen que muestra los resultados. A pesar de ello, se revisan los resultados utilizando como base la información suministrada en los informes comentados en los apartados anteriores.

Los resultados tabulados, muestran incumplimiento en varios de los paneles revisados con respecto a las tolerancias de verticalidad. Es importante recalcar que este documento tiene como fecha octubre del 2021, por lo que a pesar de que en mayo, junio y setiembre se muestran incumplimientos con las tolerancias de verticalidad de los muros, no se observa el cumplimiento total en este parámetro revisado.

Se considera recomendable solicitar a la Administración qué medidas ha solicitado al contratista para solucionar este incumplimiento.

VIII. Comentarios finales

De los resultados mostrados en los informes del levantamiento realizado de la verticalidad del muro de relleno reforzado del sitio San Miguel, durante los meses de mayo a octubre, se observa que no existe cumplimiento en la totalidad de los paneles, según el criterio de tolerancia dictado por el diseñador. El mayor porcentaje de cumplimiento fue de 36%. Por lo tanto, se considera recomendable solicitar a la Administración las acciones indicadas por el contratista, para mejorar la condición de verticalidad de los

Informe EIC-Lanamme-INF-0326-2021	noviembre , 2021	Página 6 de 7
-----------------------------------	------------------	---------------



muros, y también solicitar a la Administración las acciones que está solicitando al contratista para corregir la tolerancia del dicho muro.

Es importante destacar, que la tolerancia de verticalidad indicada por el contratista para realizar la revisión es ligeramente distinta a la mostrada en el CR-2010 “Manual de Especificaciones General para la construcción de carreteras, caminos y puentes”, por lo que es importante que se aclare cuál es la tolerancia que rige para este proyecto.

IX. Referencias

- Federal Highway Administration (2009). *FHWA-NHI-10-025 Design and construction of mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes – volumen II*. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2010). *CR-2010 “Manual de Especificaciones General para la construcción de carreteras, caminos y puentes”*. San José, Costa Rica.