



■ HOJA DE CONTROL DE CALIDAD					
DOCUMENTO	Adenda al estudio de estabilidad de la ladera de la margen derecha de la Presa de Yesa				
PROYECTO	GE1219 INFORME LADERA YESA				
CÓDIGO	GE1219-Adenda-Ed0e.doc				
AUTOR	FIRMA	APL	VPH	PBD	
	FECHA	15/01/2014	15/01/2014	20/11/2013	
VERIFICADO	FIRMA	PRR			
	FECHA	16/01/2014			
DESTINATARIO	Confederación Hidrográfica del Ebro				
NOTAS	Adenda al informe de junio de 2013 - Edición borrador				

■ **ÍNDICE**

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO	1
2	TRABAJOS REALIZADOS	3
2.1.	ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PRESA DE YESA	3
2.2.	ACTUALIZACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE ESTABILIDAD	7
2.2.1.	Descripción general del mecanismo de rotura	7
2.2.2.	Parámetros de cálculo	9
2.2.3.	Perfiles de cálculo	11
2.2.4.	Back analysis de febrero de 2013	12
2.2.5.	Presión intersticial en el plano de rotura	13
2.2.6.	Solicitaciones	16
2.2.7.	Hipótesis adicionales	17
2.2.8.	Resultados	17
2.3.	ACTUALIZACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN PLANTA	23
2.3.1.	Desplazamientos en X	23
2.3.2.	Desplazamientos en Y	29
2.3.3.	Desplazamientos en Z	35
2.3.4.	Desplazamientos en XY 	41
2.4.	ACTUALIZACIÓN DE LOS DATOS DE AUSCULTACIÓN	47
2.4.1.	Control topográfico	47
2.4.2.	Inclinómetros	55
2.4.3.	Comparación de los resultados del control topográfico y de los inclinómetros	62
2.4.4.	Influencia de la precipitación	64
2.4.5.	Influencia de las excavaciones	70
2.5.	ACTUALIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LA SUPERFICIE PRINCIPAL DE ROTURA	71
2.5.1.	Metodología	71
2.5.2.	SPR	71
2.6.	ACTUALIZACIÓN DEL CÁLCULO DE VOLUMENES	72
2.6.1.	Volumen deslizado	72
2.6.2.	Volumen de excavación en la parte alta de la ladera	73
3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
4	APÉNDICES	77

■ ÍNDICE

4.1.	APÉNDICE 1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	79
4.2.	APÉNDICE 2. SALIDAS GRÁFICAS DE INCLINALYSIS.....	81
4.3.	APÉNDICE 3. SALIDAS GRÁFICAS GIS	83
4.4.	APÉNDICE 4. CORTES GEOLÓGICOS	85

■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Listado de los nuevos sondeos.	3
Tabla 2.	Listado de los inclinómetros.	6
Tabla 3.	Parámetros del Flysch de Yesa según estudio del CEDEX año 2007.	9
Tabla 4.	Parámetros del Flysch de Yesa según estudio del CEDEX año 2013.	10
Tabla 5.	Parámetros del Flysch de Yesa según informe UTE Euroestudios - Iberinsa - Inocsa.	10
Tabla 6.	Parámetros del Flysch de Yesa según informe UCM.	10
Tabla 7.	Parámetros del Flysch de Yesa según informe UPM.	11
Tabla 8.	Parámetros del Flysch de Yesa según informe de TYP SA.....	11
Tabla 9.	Parámetros de las Margas de Pamplona según informe de TYP SA.	11
Tabla 10.	Parámetros del Flysch de Yesa, diferenciando material predominante, según informe de TYP SA.	11
Tabla 11.	Parámetros del Flysch de Yesa utilizados en el back analysis.....	12
Tabla 12.	Parámetros de las Margas de Pamplona utilizados en el back analysis.	12
Tabla 13.	Resultados del back analysis de Febrero de 2013.	12
Tabla 14.	Cotas de afloramiento en superficie de la lámina de agua teórica y cota al pie del plano de rotura en los distintos perfiles analizados.....	16
Tabla 15.	Factores de seguridad exigibles.....	16
Tabla 16.	Aceleraciones sísmicas.....	17
Tabla 17.	Resultados. SPR. Situación inicial Febrero de 2013.	18
Tabla 18.	Resultados. SPR. Situación final. Presa actual.....	21
Tabla 19.	Resultados. SIR. Situación inicial Febrero de 2013.....	22
Tabla 20.	Resultados. SIR. Situación final. Presa actual.	22
Tabla 21.	Tabla resumen de resultados de los inclinómetros.....	61
Tabla 22.	Resultados del cálculo del volumen de excavación en la parte alta de la ladera.....	73

■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación de los sondeos.	4
Figura 2. Situación de los puntos de control topográfico.	5
Figura 3. Situación de los inclinómetros.....	6
Figura 4. Gráfico que muestra la relación entre la precipitación total acumulada y la velocidad del movimiento, según datos registrados mediante topografía.	8
Figura 5. Resultados del back analysis de Febrero de 2013. Perfil P-2.	13
Figura 6. Corte geológico longitudinal UPC-1, tomado del informe de la UPC.	14
Figura 7. Esquema que muestra la disposición de los tramos litológicos reconocidos por la UPC y el mecanismo de funcionamiento del agua en el macizo.	15
Figura 8. Desplazamientos totales en X a 25-Abr-2013.	23
Figura 9. Desplazamientos totales en X a 31-May-2013.	24
Figura 10. Desplazamientos incrementales en X entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.	24
Figura 11. Desplazamientos totales en X a 16-Jul-2013.	25
Figura 12. Desplazamientos incrementales en X entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.	25
Figura 13. Desplazamientos totales en X a 7-Oct-2013.	26
Figura 14. Desplazamientos incrementales en X entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.....	26
Figura 15. Desplazamientos totales en X a 7-Nov-2013.....	27
Figura 16. Desplazamientos incrementales en X entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.....	27
Figura 17. Desplazamientos incrementales en X entre el 25-Abr-2013 y el 7-Nov-2013.....	28
Figura 18. Desplazamientos totales en Y a 25-Abr-2013.	29
Figura 19. Desplazamientos totales en Y a 31-May-2013.	30
Figura 20. Desplazamientos incrementales en Y entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.	30
Figura 21. Desplazamientos totales en Y a 16-Jul-2013.	31
Figura 22. Desplazamientos incrementales en Y entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.	31
Figura 23. Desplazamientos totales en Y a 7-Oct-2013.	32
Figura 24. Desplazamientos incrementales en Y entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.....	32
Figura 25. Desplazamientos totales en Y a 7-Nov-2013.....	33
Figura 26. Desplazamientos incrementales en Y entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.....	33
Figura 27. Desplazamientos incrementales en Y entre el 25-Abr-2013 y el 7-Oct-2013.....	34
Figura 28. Desplazamientos totales en Z a 25-Abr-2013.....	35

■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 29. Desplazamientos totales en Z a 31-May-2013.....	36
Figura 30. Desplazamientos incrementales en Z entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.....	36
Figura 31. Desplazamientos totales en Z a 16-Jul-2013.....	37
Figura 32. Desplazamientos incrementales en Z entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.....	37
Figura 33. Desplazamientos totales en Z a 7-oct-2013.....	38
Figura 34. Desplazamientos incrementales en Z entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.....	38
Figura 35. Desplazamientos totales en Z a 7-Nov-2013.....	39
Figura 36. Desplazamientos incrementales en Z entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.....	39
Figura 37. Desplazamientos incrementales en Z entre el 25-Abr-2013 y el 7-Nov-2013.....	40
Figura 38. Desplazamientos totales en XY a 25-Abr-2013.....	41
Figura 39. Desplazamientos totales en XY a 31-May-2013.....	42
Figura 40. Desplazamientos incrementales en XY entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.....	42
Figura 41. Desplazamientos totales en XY a 16-Jul-2013.....	43
Figura 42. Desplazamientos incrementales en XY entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.....	43
Figura 43. Desplazamientos totales en XY a 7-Oct-2013.....	44
Figura 44. Desplazamientos incrementales en XY entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.....	44
Figura 45. Desplazamientos totales en XY a 7-Nov-2013.....	45
Figura 46. Desplazamientos incrementales en XY entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.....	45
Figura 47. Desplazamientos incrementales en XY entre el 25-Abr-2013 y el 7-Nov-2013.....	46
Figura 48. Ejes de referencia del análisis de la evolución temporal de los movimientos.....	47
Figura 49. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 0.....	48
Figura 50. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 1.....	49
Figura 51. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 2.....	50
Figura 52. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 3.....	51
Figura 53. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 4.....	52
Figura 54. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 5.....	53
Figura 55. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 6.....	54
Figura 56. Velocidad promedio en los ejes de referencia.....	55
Figura 57. Resultados del inclinómetro SCI-07.....	56
Figura 58. Resultados del inclinómetro SCI-08.....	56
Figura 59. Resultados del inclinómetro SCI-09.....	57

■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 60. Resultados del inclinómetro SCI-12.....	58
Figura 61. Resultados del inclinómetro SCI-17.....	58
Figura 62. Resultados del inclinómetro SCI-18.....	59
Figura 63. Resultados del inclinómetro SCI-19.....	59
Figura 64. Resultados del inclinómetro SCI.20.....	60
Figura 65. Resultados del inclinómetro SCI-21.....	60
Figura 66. Resultados del inclinómetro SCI-22.....	61
Figura 67. Gráfico de evolución temporal de los desplazamientos horizontales en la SPR registrados en los nuevos inclinómetros.....	62
Figura 68. Comparación entre los desplazamientos obtenidos de los inclinómetros y del control topográfico.....	63
Figura 69. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 0.....	64
Figura 70. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 1 (1 de 2).....	65
Figura 71. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 1 (2 de 2).....	65
Figura 72. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 2.....	66
Figura 73. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 3.....	66
Figura 74. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 4 (1 de 2).....	67
Figura 75. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 4 (2 de 2).....	67
Figura 76. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 5 (1 de 2).....	68
Figura 77. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 5 (2 de 2).....	68
Figura 78. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 6 (1 de 2).....	69
Figura 79. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 6 (2 de 2).....	69
Figura 80. Nivel del embale de junio a diciembre de 2013.....	70
Figura 81. Comparación entre volumen excavado y velocidad en el punto V-23.....	70
Figura 82. Estimación de la Superficie Principal de Rotura.....	71
Figura 83. Cálculo del volumen deslizado según la SPR.....	72
Figura 84. Izquierda: MDT de la solución final. Derecha: Cálculo del volumen de excavación.....	73



GE1219-INFORME LADERA YESA

Adenda al estudio de estabilidad de la ladera de la
margen derecha de la Presa de Yesa



1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO

En la ladera de la margen derecha de la presa de Yesa se ha producido un episodio de inestabilidad que ha afectado una masa de terreno de aproximadamente 4 hm³. Las máximas velocidades de movimiento se registraron durante el mes de febrero de 2013, con una punta de unos 34 mm/semana.

Estos movimientos se producen principalmente a través de la Superficie Principal de Rotura (SPR), situada a una profundidad variable de entre 10 y 65 m. Sin embargo se cree que la ladera de la margen derecha puede estar afectada, al menos, por dos deslizamientos secundarios adicionales, uno delimitado por la Superficie Inferior de Rotura (SIR, situada prácticamente en el contacto entre las Margas de Pamplona y el Flysch de Yesa, mucho más profunda que la SPR, que moviliza un volumen de tierras de unos 12 hm³ pero con una velocidad de movimiento mucho menor), y por el deslizamiento del inglés o de Jiménez Salas (deslizamiento rotacional de 0,3 hm³ situado en la parte baja de la ladera aguas arriba de la presa, con una velocidad de movimiento también inferior a la de la SPR).

A raíz de estos problemas se han llevado a cabo un conjunto de medidas correctoras consistentes en la ejecución de muros jardinera, la instalación de anclajes y la excavación de un volumen de tierras de aproximadamente 1,5 hm³ en la parte alta del deslizamiento.

A su vez se ha realizado una intensa campaña de auscultación e instrumentación de la ladera, consistente en control topográfico, nivelación de la presa, instalación de células de carga en anclajes, colocación de ternas en grietas, perforación de sondeos e instalación de piezómetros e inclinómetros.

Gracias a las medidas correctoras ejecutadas se ha conseguido reducir la velocidad del deslizamiento hasta valores muy pequeños (≈ 1 mm/semana), cercanos al límite de precisión de los instrumentos de medida empleados.

A finales de febrero de 2013 la CHE encargó a TYPESA la redacción de un informe técnico relativo a las condiciones de estabilidad de la ladera de la margen derecha de la presa de Yesa.

Este trabajo se encargó a los servicios técnicos de TYPESA, como estudio independiente y adicional al trabajo que TYPESA desarrolla como empresa encargada del Control y Vigilancia de las Obras de emergencia para la estabilización de la ladera.

El informe de TYPESA fue entregado en junio de 2013, y constaba de las siguientes partes:

- Análisis de documentación disponible con especial atención a identificar actuaciones relevantes acometidas o hechos sucedidos, y resultados de datos de auscultación.
- Elaboración de una cronología de hechos y registros relevantes con objeto de intentar identificar la relación temporal entre actuaciones o hechos acaecidos, con las observaciones o registros de inestabilidades en la ladera en la zona del estribo.
- Elaboración de cartografía geológica de detalle propia, de toda la ladera involucrada en el movimiento de inestabilidad, incluyendo un levantamiento geológico de superficie a partir de inspección visual de campo y de los datos de sondeos y cartografías previas disponibles.
- Creación de un Sistema de Información Geográfica al que se incorporaron todos los datos de auscultación e instrumentación, cartografía, modelos digitales del terreno etc. con el objetivo de realizar un análisis e interpretación conjunta de esta información.
- Realización de un análisis de estabilidad con especial atención al efecto del agua en la estabilidad de taludes, sobre distintas secciones tipo que se consideran representativas de la problemática existente, mediante modelos simplificados de equilibrio límite. Se emplearon para ello dos

programas de cálculo específicos para este tipo de estudios - SLIDE 6.0 de Rocscience y SLOPE/W de Geostudio - con objeto de analizar diferentes hipótesis y contrastar resultados.

De forma resumida, las principales conclusiones del estudio fueron:

- El inicio del movimiento fue debido a la reactivación de un paleo-deslizamiento, provocada por la superposición de varias circunstancias negativas, entre las cuales están la existencia de unas condiciones geológicas adversas, la ejecución de excavaciones en la margen derecha para el recrecido de la presa, excavaciones para el desvío de la N-240, la perforación de los túneles de A-21, un episodio de lluvias extraordinarias, y la sismicidad (natural o inducida).
- La superposición de efectos en el tiempo y la ausencia de dispositivos de control en el momento exacto del inicio de los movimientos, hace inviable determinar en qué proporción ha podido contribuir cada uno de los posibles factores.
- Sin embargo el factor aparentemente más determinante para la reactivación del movimiento fue la excavación para el recrecido de la presa. Un episodio de lluvia especialmente intenso contribuyó a la aceleración brusca de los movimientos en febrero de 2013. Por su parte, la excavación de los túneles de la A-21 pudo favorecer la apertura de juntas y contactos entre materiales margosos y arenosos, facilitando la infiltración de agua.
- Los análisis de estabilidad dejaron patente que el agua juega un papel fundamental en la estabilidad de la ladera. Mostraron además que la excavación de 1,5 hm³ aumentaba significativamente el factor de seguridad global de la ladera.

El informe de junio de 2013 terminaba con una serie de recomendaciones, enfocadas principalmente a continuar con las medidas correctoras, profundizar en la caracterización de los materiales involucrados y del comportamiento del agua en la ladera, y continuar y ampliar la auscultación e instrumentación de la ladera.

Desde junio de 2013 hasta la actualidad las excavaciones en la parte alta de la ladera han continuado, se han perforado nuevos inclinómetros, instalado nuevos piezómetros y se ha seguido con la auscultación de la ladera.

La presente adenda se redacta a petición de la CHE como una actualización del informe de junio de 2013. Los objetivos son incorporar al GIS y analizar la nueva información generada durante la segunda mitad del 2013, y realizar una serie de análisis de estabilidad complementarios.

2 TRABAJOS REALIZADOS

2.1. ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PRESA DE YESA

La actualización del GIS de Yesa se ha hecho con la versión 10.1 del programa ArcMap™ de la casa ESRI®, en lugar de la versión 10.0 utilizada para el informe de junio de 2013.

Los nuevos datos incorporados son los siguientes:

- Límites del deslizamiento: se ha actualizado esta capa incorporando la última versión de los límites de la Superficie Principal de Rotura (SPR), Superficie Inferior de Rotura (SIR) y del Complejo del Inglés.
- Registro de sondeos: se ha actualizado la capa con los nuevos sondeos y registros realizados desde la redacción del informe de junio de 2013. Se han añadido los hipervínculos a los archivos *pdf* correspondientes. En la tabla siguiente se listan los sondeos incorporados. El listado completo se puede ver en la tabla 12 del informe de junio de 2013.

Código sondeo	Campaña de origen	Registro fotográfico	Registro estratigráfico	Ensayos de permeabilidad
SCI-03	Actual	✓	✓	x
SCI-05	Actual	✓	x	x
SCI-07	Actual	✓	✓	x
SCI-08	Actual	✓	x	x
SCI-09	Actual	✓	✓	x
SCI-12	Actual	✓	✓	x
SCI-14	Actual	✓	✓	x
SCI-15	Actual	✓	✓	x
SCI-17	Actual	✓	x	x
SCI-18	Actual	✓	x	x
SCI-19	Actual	✓	x	x
SCI-20	Actual	✓	x	x
SCI-21	Actual	✓	x	x
SCI-22	Actual	✓	x	x
SRE-01	Actual	✓	✓	x

Tabla 1. Listado de los nuevos sondeos.

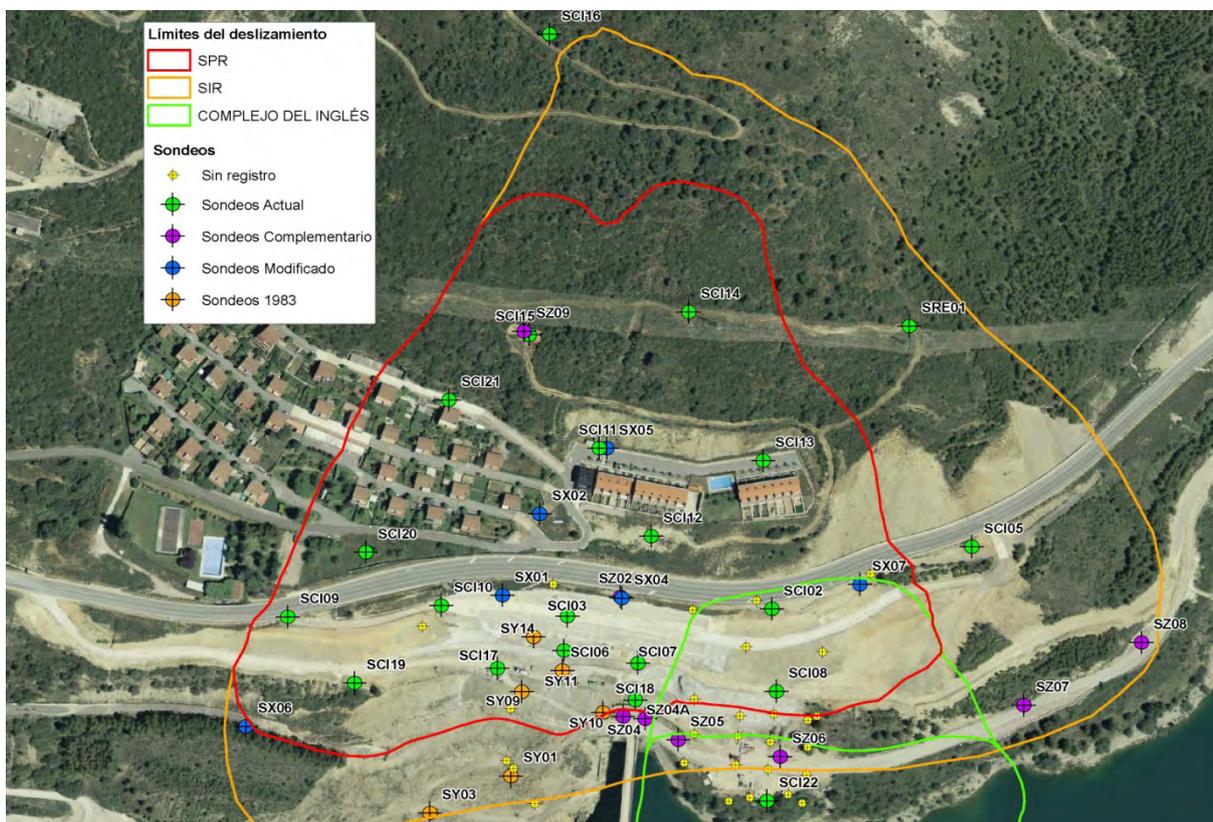


Figura 1. Situación de los sondeos.

- Auscultación:
 - Control topográfico: la última lectura incorporada al GIS de Yesa para redacción del Informe de junio de 2013 era la correspondiente al 25 de abril de 2013. Desde entonces se han instalado 7 nuevos puntos de lectura (2 han dejado de estar operativos) y se han realizado 56 nuevas campañas de medición (la última lectura disponible corresponde al 7 de noviembre de 2013). El GIS ha sido actualizado con estos nuevos datos. En la imagen siguiente se muestra la red actualizada de puntos de control topográfico:

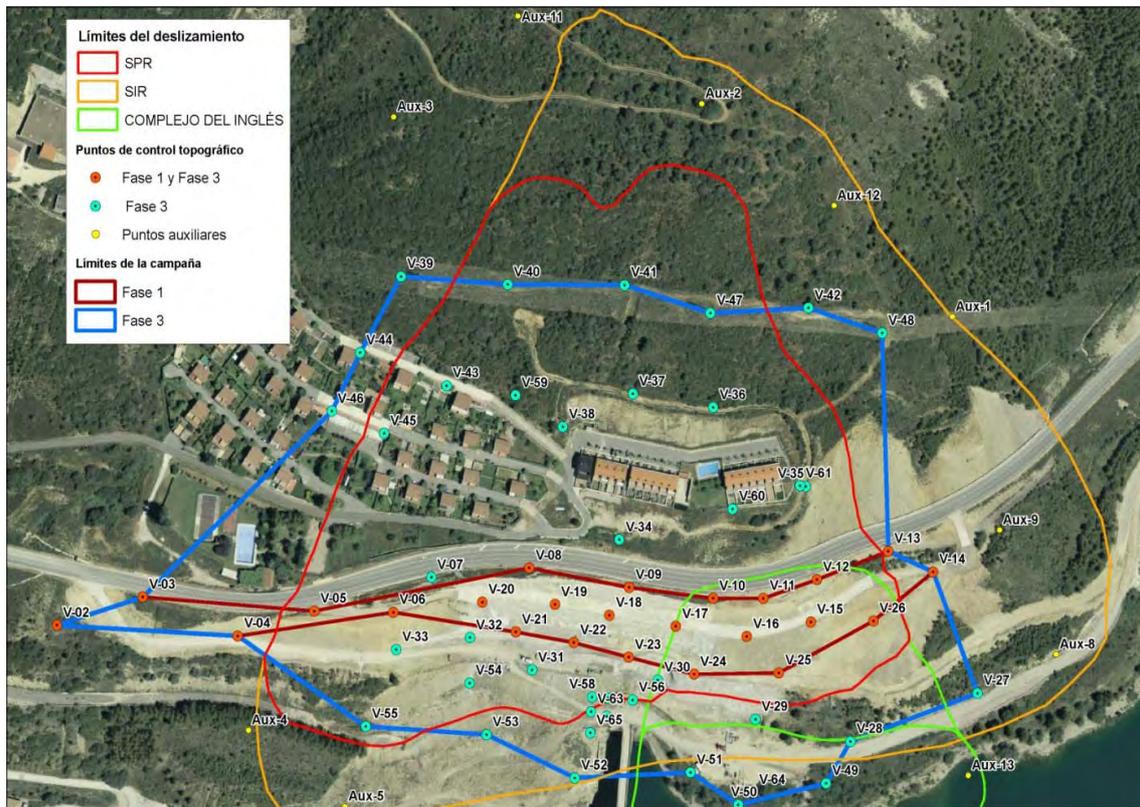


Figura 2. Situación de los puntos de control topográfico.

- **Inclinómetros:** se han añadido al GIS los nuevos inclinómetros instalados desde la redacción del informe de junio de 2013. Se han incluido los hipervínculos a los resultados de las mediciones. En la tabla siguiente se muestra el listado de los nuevos inclinómetros, y en la imagen posterior se puede ver la red completa actualizada de inclinómetros. El listado de inclinómetros disponible para el informe de junio de 2013 se recoge en la tabla 13 de dicho informe.

Código inclinómetro	Estado	Fecha de instalación	Fecha de rotura*	Cota (msnm)	Profundidad (m)
SCI-01	En ejecución	-	-	-	-
SCI-04	Previsto	-	-	-	-
SCI-05	Operativo	17/09/2013	-	537,5	58
SCI-07	Operativo	7/05/2013	-	519,3	85
SCI-08	Operativo	22/05/2013	-	517,9	65
SCI-09	No operativo	08/04/2013	24/04/2013	537,3	150
SCI-12	Operativo	26/04/2013	-	559,6	115
SCI-17	Operativo	26/04/2013	-	506,4	87
SCI-18	Operativo	18/06/2013	-	490,0	53
SCI-19	Operativo	26/08/2013	-	520,5	125
SCI-20	Operativo	02/10/2013	-	543,9	150
SCI-21	Operativo	13/08/2013	-	573,8	115

Código inclinómetro	Estado	Fecha de instalación	Fecha de rotura*	Cota (msnm)	Profundidad (m)
SCI-22	Operativo	04/10/2013	-	491,7	45
SRE-01	Operativo	22/08/2013	-	599,7	57

* Fecha en la que se pudo hacer la última lectura.

Tabla 2. Listado de los inclinómetros.

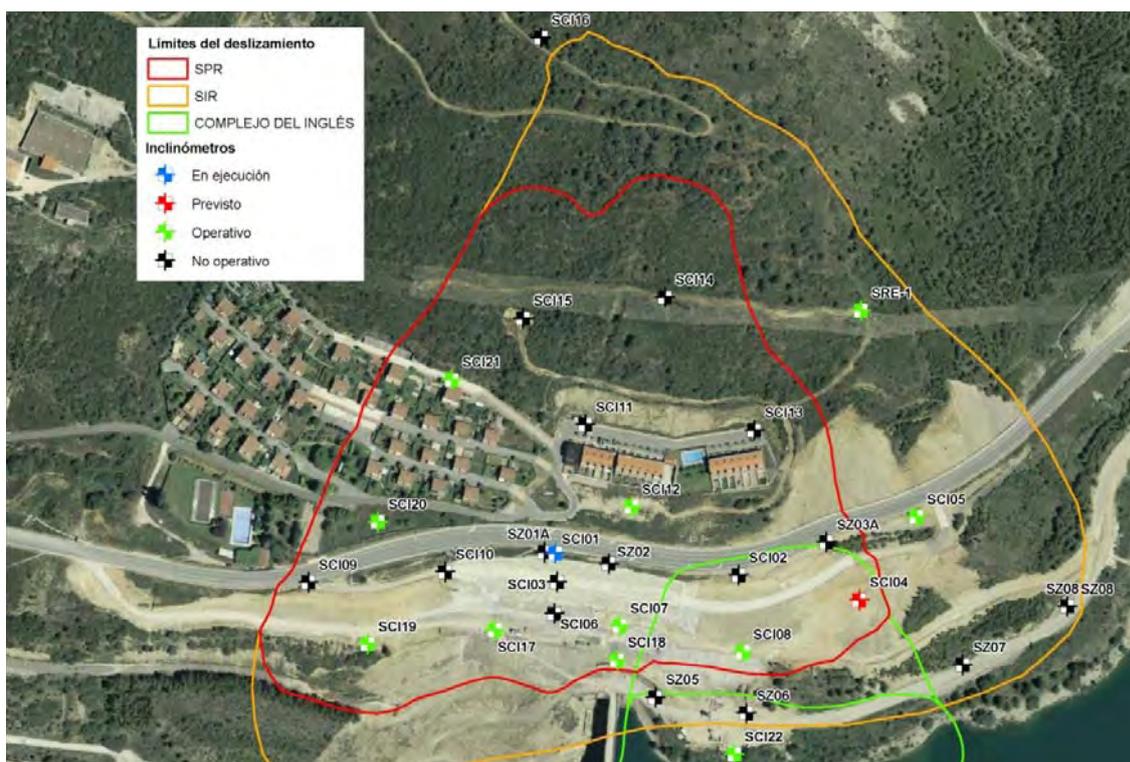


Figura 3. Situación de los inclinómetros.

- Cartografía y modelos digitales del terreno: se ha creado el MDT de la solución final de excavación de la ladera.
- Superficie de deslizamiento: se ha actualizado la superficie principal de rotura (SPR) teniendo en cuenta los datos aportados por los nuevos inclinómetros. El resultado se muestra en el apartado 2.5.

2.2. ACTUALIZACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

A continuación se presenta una revisión y actualización de los análisis de estabilidad realizados para el informe de junio de 2013, tomando especial atención en la influencia de la presencia de agua en las condiciones de estabilidad. Se analiza la estabilidad de la ladera según la situación de febrero de 2013 y según la geometría de la excavación final de 1.500.000 m³, en situación normal, accidental y extraordinaria. El software utilizado para realizar los cálculos ha sido el SLIDE 6.0 de Rocscience Inc.

2.2.1. Descripción general del mecanismo de rotura

2.2.1.1. Disposición estructural de los materiales

En la zona han sido registrados varios tipos de materiales, entre los que destacan el sustrato terciario de Margas de Pamplona, sobre el cual se dispone el denominado Flysch de Yesa (ambos de edad Terciaria). El Flysch está constituido por una alternancia turbidítica en la que se registran estratos de predominancia areniscosa con intercalaciones de margas con otros tramos de predominancia margosa con intercalaciones de areniscas.

Dichas capas turbidíticas no presentan continuidad lateral ni espesores constantes lo que, unido a la tectonización y diaclasado, configura un entorno complejo difícil de modelizar y parametrizar.

Para entender el mecanismo de rotura de la ladera es fundamental conocer la disposición estructural de los materiales, ya que ésta condiciona no sólo el tipo de rotura sino la magnitud y dirección de los desplazamientos del material involucrado.

La estructura geológica de la parte inferior de la ladera derecha forma un pliegue sinclinal laxo de dirección subparalela al cauce del río Aragón y con inmersión del eje hacia el Oeste de unos 5-8°. En el núcleo del sinclinal se encuentra el Flysch de Yesa mientras que en la base se encuentran las Margas de Pamplona. Ladera arriba, en lo que constituye el flanco norte del sinclinal, la estratificación buza hacia el valle en torno a 25° (*dip slope*).

En la zona de apoyo del estribo derecho de la presa se observa el flanco sur del pliegue sinclinal con la estratificación buzando hacia el Noroeste (interior de la ladera) entre 5 y 25°.

De acuerdo con los datos proporcionados por los inclinómetros, se ha podido comprobar cómo el sustrato constituido por la facies Margas de Pamplona no está afectado por planos de deslizamiento, constituyendo el sustrato inmóvil.

Se ha constatado que el plano de rotura de la SPR se adecua a la topografía del contacto Flysch-Margas de Pamplona, de tal manera que se puede concluir que se trata de un movimiento que presenta un fuerte control estructural, desarrollándose un deslizamiento de tipo planar, capa sobre capa, aprovechando el buzamiento de los planos de estratificación, en las zonas media y alta de la ladera.

Debido a la disposición estructural de los materiales, con la presencia de un sinclinal al pie de la ladera, este movimiento capa sobre capa supone una cierta componente "rotacional" al pie, ya que en esta zona el buzamiento de las capas es hacia el interior de la ladera, mientras que hacia la parte media y alta, el buzamiento general es hacia el valle. En este sentido, la componente rotacional a que se hace mención, no implica en absoluto una rotura circular, típica de suelos, sino que hace referencia a la componente de giro o de ascenso del plano de rotura a favor de los planos de estratificación.

2.2.1.2. Superficie Inferior de Rotura (SIR)

En algunos inclinómetros se puede intuir la existencia de un plano de deslizamiento secundario, más profundo que la SPR y con un movimiento mucho más lento, pero que movilizaría un volumen de tierras mucho mayor. La presencia de este plano secundaria podría dar explicación, por ejemplo, al movimiento ascendente que han sufrido los bloques 0 y 1 de la presa. Este plano coincidiría con el contacto entre las Margas de Pamplona y el Flysch de Yesa. En los apartados siguientes también se analiza la estabilidad de este posible plano de rotura secundario.

2.2.1.3. Efecto del agua

El comportamiento del agua en cualquier talud es determinante. En Yesa existe un nivel freático de base que estaría influenciado por las aguas del embalse. Sin embargo, hay evidencias de que las facies flyschoides acumulan agua procedente de las precipitaciones que transmiten con mayor o menor dificultad en función de la permeabilidad del sistema de la facies areniscosa o margosa predominante y de la red de diaclasado o estratificación.

En general no se ha detectado la presencia de agua en la ladera durante la perforación de los sondeos y anclajes, si bien sí que se han observado rezumes de agua en la ladera.

Sin embargo, en el plano de discontinuidad (que discurre íntegramente por los depósitos de Flysch), debe presentar un cierto grado de saturación que ha provocado una determinada presión de poro que favorece el movimiento del terreno. Esto viene constatado por la aceleración de los movimientos registrada con posterioridad a los episodios de precipitaciones intensas que tuvieron lugar durante el otoño e invierno de 2012-2013:

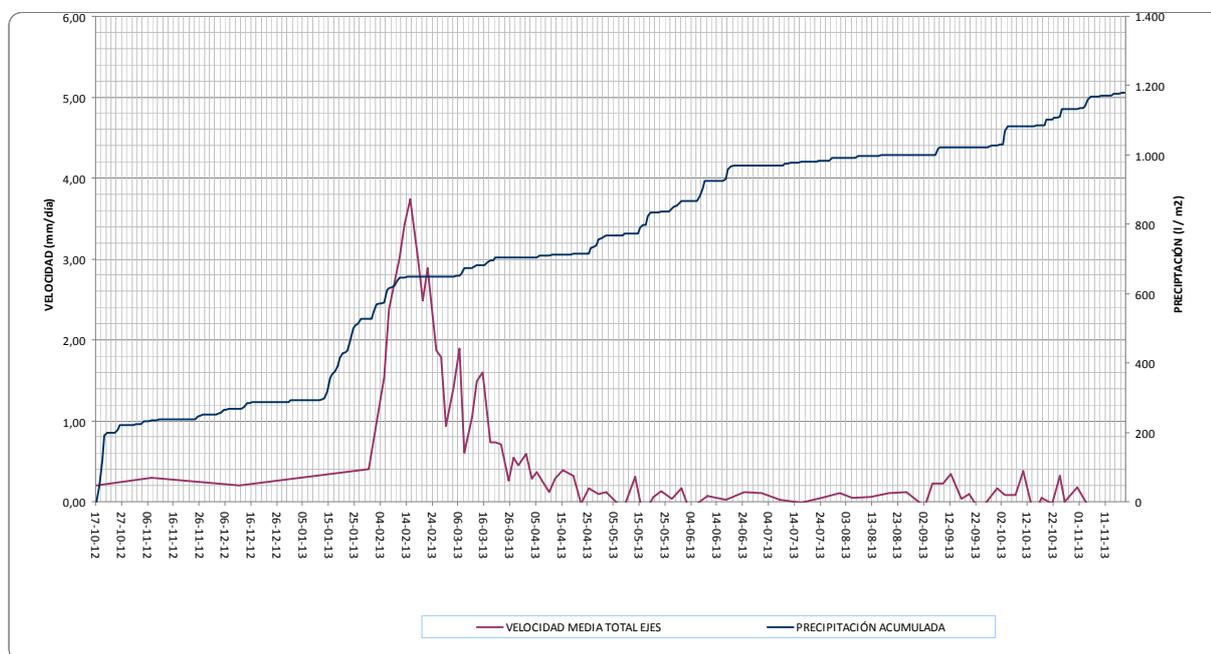


Figura 4. Gráfico que muestra la relación entre la precipitación total acumulada y la velocidad del movimiento, según datos registrados mediante topografía.

Además, durante la perforación de los anclajes para los muros de hormigón, se detectó la presencia, en este plano de deslizamiento, de suelos arcillosos de carácter fangoso, lo que corroboraría la presencia de agua en esta superficie de rotura.

En cualquier caso, lo que es claro es que el agua en general ejerce un papel determinante en la estabilidad de taludes y laderas, según los siguientes puntos de vista:

- Incremento de peso (desestabilizador) por incremento de densidad (aumento de humedad).
- Reducción de resistencia efectiva por incremento de presiones intersticiales.
- Generación de empujes hidrostáticos en juntas y planos subparalelos de contacto entre paquetes de diferente permeabilidad.
- Modificación de las propiedades resistentes del terreno (reblandecimientos) por efectos físico-químicos (disolución de sales, cambios iónicos) en particular en los niveles de predominio de suelos finos margosos formando nuevos planos de debilidad, y además con carácter cíclico dependiendo de los ciclos de humectación y desecación.
- Erosiones y arrastres de suelos finos, generando superficies de especial debilidad.

2.2.2. Parámetros de cálculo

A continuación se relacionan los parámetros geotécnicos obtenidos de los ensayos de resistencia realizados por el CEDEX, así como los considerados por los diferentes autores de los estudios previos de causas y evaluación de la estabilidad de esta ladera.

2.2.2.1. Ensayos del laboratorio del CEDEX

En primer lugar, se dispone de la información proporcionada por el informe redactado por el CEDEX con ocasión del análisis de estabilidad de la ladera en margen izquierda del embalse de Yesa en julio de 2007 (“deslizamiento del vertedero”), que afectaba al mismo tipo de materiales (Flysch). En este caso, los resultados obtenidos mediante ensayos de corte directo drenado, son los que se muestran en la siguiente tabla:

REF. MUESTRA	δ_{ap} (g/cm ³)	W (%)	c (kp/cm ²)	ϕ (°)
5366	2,15	21,1	0,14	26
5367	2,13	19,0	0,05	24
5614	2,10	22,0	0	33
5615	1,98	3,53	0,14	25

Tabla 3. Parámetros del Flysch de Yesa según estudio del CEDEX año 2007.

De los ensayos de corte circular por torsión, se pudieron deducir unos parámetros residuales de $\phi \approx 16^\circ$ y $c=0$.

Por otro lado, este mismo organismo llevó a cabo, a principios del año 2013, la ejecución de ensayos de resistencia sobre una muestra de terreno de la ladera en margen derecha, con los siguientes resultados:

REF. MUESTRA	TIPO DE ENSAYO	c (kp/cm ²)	ϕ (°)
7310-H	CD	0,18	30
7310-H	CD	0,22	36

Tabla 4. Parámetros del Flysch de Yesa según estudio del CEDEX año 2013.

Los parámetros residuales obtenidos con el ensayo de corte circular por torsión, fueron de $\phi = 10^\circ$ y $c = 0$.

2.2.2.2. Estudios previos

Informe UTE Euroestudios - Iberinsa - Inocsa

Los parámetros geotécnicos deducidos por la UTE para el conjunto del Flysch, incluidos en el informe *Análisis de estabilidad global del estribo derecho* realizado en el año 2011, son los que se recogen a continuación:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	COHESIÓN (kN/m ²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO, ϕ (°)
Flysch de Yesa	22	32	36

Tabla 5. Parámetros del Flysch de Yesa según informe UTE Euroestudios - Iberinsa - Inocsa.

Debe tenerse en cuenta que estos son valores de parámetros resistentes del conjunto del Flysch, no de los planos de rotura que posteriormente se detectaron en la ladera.

Informe Universidad Complutense de Madrid

De acuerdo con los autores del estudio de *Evaluación de las condiciones de estabilidad de la ladera derecha en la cerrada del embalse de Yesa*, los parámetros geotécnicos de los materiales Flysch involucrados en el movimiento de la ladera son los que se recogen a continuación:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	COHESIÓN (kN/m ²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO, ϕ (°)
Margas de Pamplona	24	50	25
Flysch de Yesa (*)	23	0	18
Masa movilizada en el deslizamiento "del Inglés"	19	0	28

Tabla 6. Parámetros del Flysch de Yesa según informe UCM.

(*) En los depósitos del Flysch de Yesa los parámetros corresponden al plano de discontinuidad a favor del cual se produce el desplazamiento del terreno. El conjunto de la unidad litológica (areniscas y margas) tiene unos parámetros geomecánicos claramente superiores. Se ha considerado un grado de saturación del 12%-25% expresado mediante el parámetro de presión de poros R_u que adquiere valores de $R_u = 0,06-0,12$.

Informe Universidad Politécnica de Madrid

Los parámetros geomecánicos considerados en el informe de *Estabilización de la ladera en estribo derecho. Estudio con rebanadas y diferencias finitas*, son los siguientes:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	COHESIÓN (kN/m ²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO, ϕ (°)
Margas de Pamplona	22	19,6	35
Flysch de Yesa	22	0	19

Tabla 7. Parámetros del Flysch de Yesa según informe UPM.

Informe TYPESA

Dentro del *Estudio de estabilidad de la ladera derecha de la presa de Yesa*, se analiza el problema desde dos puntos de vista. En un primer análisis se considera el Flysch como un conjunto de comportamiento homogéneo de tipo Mohr-Coulomb, considerando en este caso los siguientes parámetros:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	COHESIÓN (kN/m ²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO, ϕ (°)
Flysch de Yesa	22	0	18,8

Tabla 8. Parámetros del Flysch de Yesa según informe de TYPESA.

Las Margas de Pamplona en este caso fueron modelizadas con un comportamiento tipo Hoek-Brown, con los siguientes parámetros:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	UCS (kPa)	m	s
Margas de Pamplona	22	35000	0,194	0,000345

Tabla 9. Parámetros de las Margas de Pamplona según informe de TYPESA.

En un segundo análisis, se distinguieron las dos litologías principales que constituyen el Flysch, con los siguientes parámetros de Mohr-Coulomb:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	COHESIÓN (kN/m ²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO, ϕ (°)
Flysch Areniscoso (dominancia de areniscas)	22	0	30
Flysch margoso (dominancia de margas)	22	0	13

Tabla 10. Parámetros del Flysch de Yesa, diferenciando material predominante, según informe de TYPESA.

2.2.3. Perfiles de cálculo

Los cálculos que se muestran a continuación se han realizado para los perfiles P-1 a P-6 adjuntos en el apéndice 4 de la presente adenda, equivalentes a los ejes 1 a 6 de la Figura 48. El perfil P-1 se corresponde con el eje de la presa recrecida y el eje P-3 con el eje de la presa actual.

La geometría de la ladera para el retroanálisis del siguiente apartado es la de febrero de 2013. Para los cálculos de la situación final se utiliza la geometría de la ladera una vez retirado el volumen de alrededor

de 1.500.000 m³, con la disposición de las siete bermas, así como la contribución de los muros de hormigón y muros tipo “jardinera” situados al pie de la ladera, que alcanzarían la cota 502.

2.2.4. Back analysis de febrero de 2013

Se ha realizado un análisis retrospectivo o back-analysis correspondiente a febrero de 2013, momento en que la ladera comenzó de forma brusca a aumentar su velocidad, es decir, con la geometría anterior a las excavaciones ejecutadas para su estabilización. El análisis se hace para la SPR. En este momento se considera que el factor de seguridad estaba próximo a la unidad. Se ha utilizado la geometría de la ladera en ese momento, y se toma como referencia el perfil P-2, considerado el más desfavorable.

Teniendo en cuenta las propiedades de los materiales resumidas anteriormente, en el back analysis se considera para el Flysch de Yesa un comportamiento tipo Mohr-Coulomb con los siguientes parámetros:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	COHESIÓN (kN/m ²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO, ϕ (°)
Flysch de Yesa	22	0	19

Tabla 11. Parámetros del Flysch de Yesa utilizados en el back analysis.

En el caso de las Margas de Pamplona se asume un comportamiento tipo Hoek-Brown:

MATERIALES	DENSIDAD (kN/m ³)	UCS (kPa)	m	s
Margas de Pamplona	22	35000	0,194	0,000345

Tabla 12. Parámetros de las Margas de Pamplona utilizados en el back analysis.

El back analysis permite calibrar la presencia de agua mediante el parámetro R_u . El valor de R_u que hace que $FS=1$ en el perfil P-2 es 0,13. Llevando estos parámetros al resto de perfiles, se obtienen los siguientes resultados:

PERFIL	F.S. CON $R_u=0,13$
P-1	1,04
P-2	1,00
P-3	0,95
P-4	1,03
P-5	1,24
P-6	1,11

Tabla 13. Resultados del back analysis de Febrero de 2013.

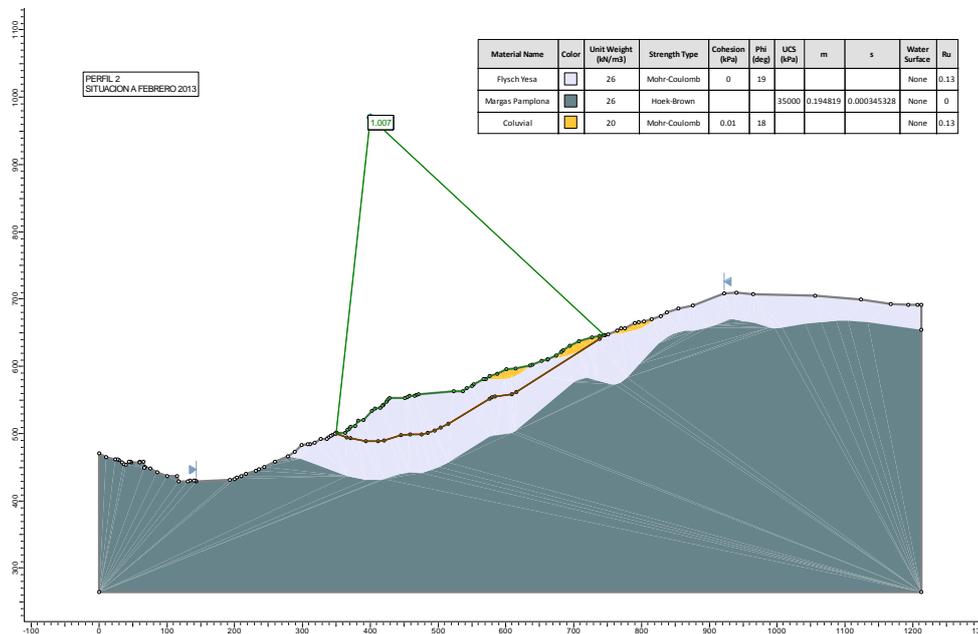


Figura 5. Resultados del back analysis de Febrero de 2013. Perfil P-2.

2.2.5. Presión intersticial en el plano de rotura

2.2.5.1. SPR

Según el *Modelo geológico e identificación del mecanismo de inestabilidad que afecta de la ladera de la margen derecha de la presa de Yesa*, realizado por la UPC en junio de 2013, se distinguen tres unidades litológicas distintas dentro del depósito de flysch:

- *Unidad inferior del Flysch (F1)*. Alternancia de niveles decimétricos y métricos de lutitas y areniscas. Los niveles de areniscas muestran un grosor máximo de unos 2 m mientras que niveles de lutita suelen tener un grosor de 1 a 2 m aunque ocasionalmente llegan a superar los 7 metros. La proporción de lutitas respecto al grosor total de la unidad es del 60 a 70%. El grosor de la unidad es de 30 a 35 metros.
- *Unidad intermedia del Flysch (F2)*. Tramo de lutitas de 15 a 20 metros de grosor con algunas de intercalaciones capas de areniscas con grosor habitualmente de hasta 30 cm, aunque en alguna ocasión alcanzan los 2 m. La proporción de lutitas es generalmente superior al 80%.
- *Unidad superior del Flysch (F3)*. Formada por un tramo de hasta 50 m de grosor en el que dominan claramente las areniscas. En esta unidad pueden distinguirse dos subunidades. En la inferior, los niveles de areniscas suponen más del 70% y las capas superan frecuentemente potencias de un metro. Aun así los niveles de lutitas son frecuentes y pueden llegar a alcanzar grosores de 0.5 a 1 m. El grosor de esta subunidad es de 30 a 35 metros. En la subunidad superior la proporción de areniscas es menos importante y varía entre el 40 y el 60%.

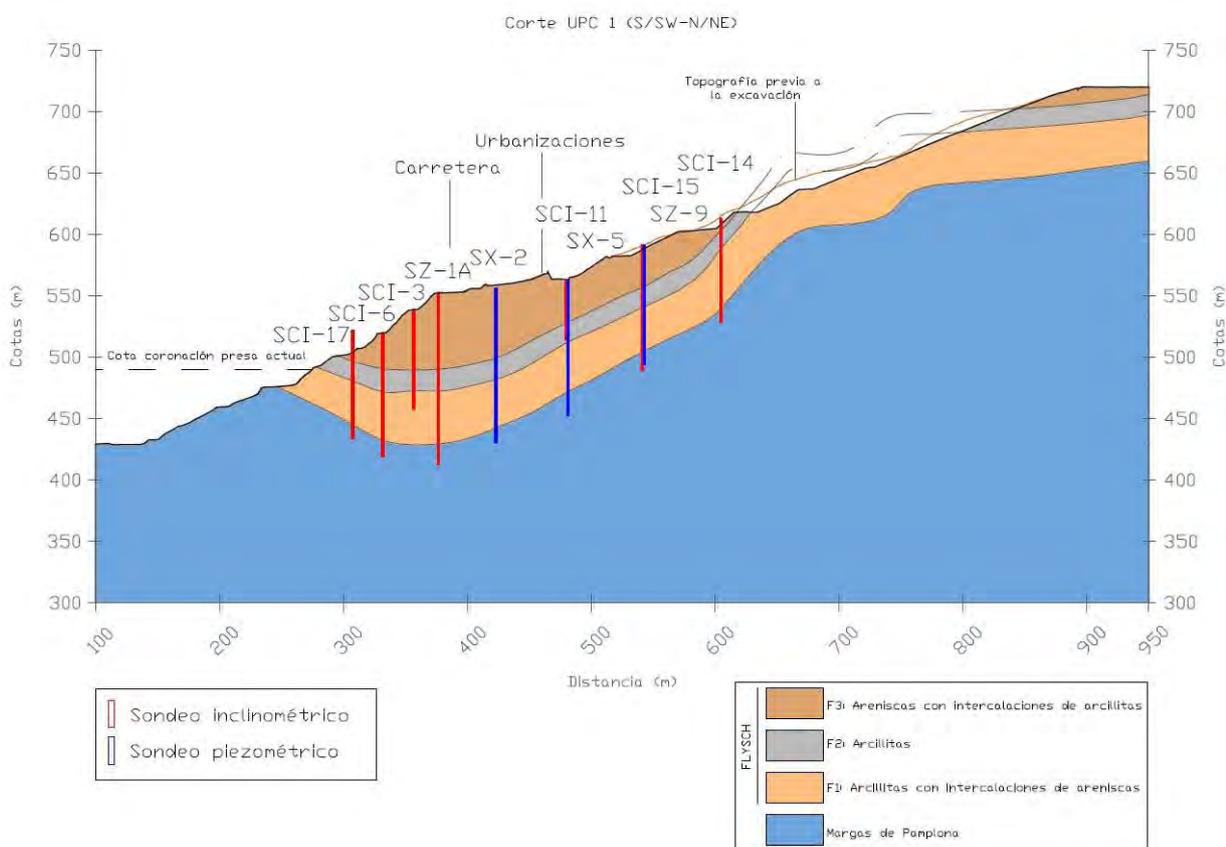


Figura 6. Corte geológico longitudinal UPC-1, tomado del informe de la UPC.

La alternancia de niveles permeables por fracturación (areniscas) e impermeables (margas y lutitas) condiciona el comportamiento del agua en la ladera. El agua de precipitación penetra en el terreno a través de las fracturas de los paquetes de areniscas y de aquellos de margas cuyo espesor y penetrabilidad de la fracturación lo permita, tanto a través de la unidad superior del Flysch (F3), predominantemente areniscosa, como a través de los sectores expuestos de la Unidad inferior (F1), localizados en la parte superior de la ladera (cotas 600-650).

Al alcanzar el agua niveles permeables más profundos y confinados por paquetes lutíticos como el que constituye la Unidad Intermedia del Flysch (F2), se produciría, en estos contactos marga-arenisca, un notable incremento de presión intersticial, así como fenómenos de alteración físico-química del material, favoreciendo la disminución de la resistencia al corte y disminuyendo, por tanto, el factor de seguridad en esos planos. La profundidad a la que se localiza el plano de movimiento coincidiría con esta disposición.

Este efecto sería más notable en la parte baja de la ladera, en el entorno del eje del sinclinal, donde la permeabilidad es mayor en dirección N-S que en la perpendicular (coincidente con el eje del sinclinal). De este modo, en esta zona se darían las mayores presiones intersticiales.

Este mecanismo sería el que gobierna el funcionamiento del agua en la ladera y, en gran medida, su estabilidad, habiéndose comprobado en análisis anteriores que el agua es un parámetro muy sensible en el cálculo.

En lo que se refiere a la piezometría, se disponía de piezómetros abiertos totalmente penetrantes con series amplias de datos que no se utilizaron en los primeros análisis al entender que los niveles freáticos que afectan al plano de rotura se podían considerar “niveles colgados” que no se recogían en el registro de los piezómetros porque éstos reconocían un “nivel regional” o nivel de base, al conectar todos estos niveles de agua. De este modo, la representación de los niveles de agua medidos en estos piezómetros abiertos muestra un nivel freático de base localizado por debajo del plano de rotura movilizado.

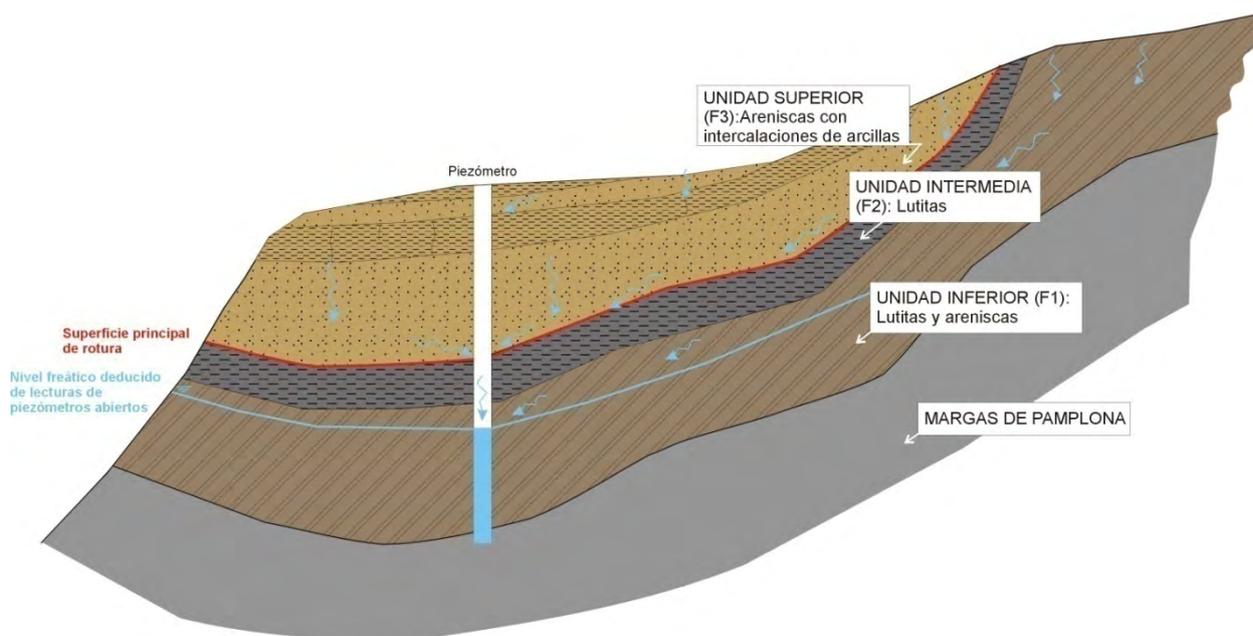


Figura 7. Esquema que muestra la disposición de los tramos litológicos reconocidos por la UPC y el mecanismo de funcionamiento del agua en el macizo.

Así, en los cálculos preliminares se ha determinado el contenido de agua en la masa deslizada a través del parámetro R_u , definido como la relación entre la presión intersticial en un punto y la presión total en dicho punto. Tal como se ha visto anteriormente, la determinación del R_u se ha hecho para el perfil 2, considerado con un equilibrio más comprometido. El back analysis de febrero de 2013 muestra que el valor de R_u que hace que el factor de seguridad sea 1 es 0,13. Se ha visto también que extrapolando este valor de R_u al resto de perfiles se obtiene que en los perfiles 5 y 6 el FS es superior a la unidad.

Como alternativa a la utilización del parámetro R_u se ha modelizado la presencia de agua como un nivel freático que afecta al plano de rotura. La geometría de este nivel de agua se ha tomado de la que presenta el nivel de base de la ladera, deducido de los datos de piezometría disponibles, teniendo en cuenta la disposición estructural de los materiales y ascendiéndola por encima del plano de rotura hasta la cota que dé como resultado un factor de seguridad F.S.~1. El eje de referencia para trazar la disposición de este nivel freático ha sido el eje 2, por ser el más desfavorable y el que dispone de más datos piezométricos.

De este modo, el nivel de agua en el plano de rotura alcanza diferentes cotas según el perfil estudiado, lo cual supone una mayor aproximación al problema real de la ladera.

En este sentido, la cota de “afloramiento” en superficie de esta lámina de agua para cada uno de los perfiles, sería la que se recoge en la siguiente tabla, donde además, a modo ilustrativo, se incluyen las cotas de salida al pie del plano de rotura:

PERFIL	COTA LÁMINA DE AGUA EN SUPERFICIE (m s.n.m.)	COTA PIE PLANO DE ROTURA
P-1	512,8	488,5
P-2	512	500
P-3	515,3	502,5
P-4	523,5	506,4
P-5	531,1	507,5
P-6	524,5	514,2

Tabla 14. Cotas de afloramiento en superficie de la lámina de agua teórica y cota al pie del plano de rotura en los distintos perfiles analizados.

Los resultados del análisis se muestran en el apartado 2.2.8.1.

Se hace hincapié en que **el nivel freático utilizado en el cálculo** no implica en absoluto que el nivel de agua real en la ladera se sitúe en ese punto, sino que **representa la presión de poro en el plano de rotura**, afectando únicamente al material en el que se localiza dicho plano, sin suponer en ningún caso sobrecarga en la masa deslizada.

Dado que la cota de máximo embalse normal (N.M.N) de la presa actual es la 488 m, y el pie del plano de rotura en todos los perfiles estudiados si sitúa por encima de esta cota, no se analiza la variación del nivel de agua del embalse, ya que, en cualquier caso, un descenso del nivel supondría una mejora en las condiciones de estabilidad.

2.2.5.2. SIR

Existe una gran incertidumbre en cuanto a las presiones de agua en la SIR. En los cálculos de estabilidad correspondientes a la situación de febrero de 2013 y a la situación final con el embalse al nivel máximo normal, se considera el nivel freático de base obtenido de los piezómetros correspondiente a febrero de 2013, época en la que el nivel de embalse estaba prácticamente al máximo.

Para analizar de un modo simplificado la posible disminución de la estabilidad con las variaciones del nivel del embalse, se ha considerado una situación de "embalse crítico" (N.E.C.), equivalente a elevar la altura del nivel freático un 50% de la diferencia entre el nivel freático mínimo y el N.M.N. en los perfiles situados aguas arriba de la presa.

2.2.6. Solicitaciones

2.2.6.1. Factor de seguridad exigible

Se han analizado las siguientes situaciones:

Tipo de Solicitud	Sismo	Factor de Seguridad
Condiciones Normales	No	1,25
Condiciones Accidentales	T=1.000 años	1,10
Condiciones Extremas	T=5.000 años	1,00

Tabla 15. Factores de seguridad exigibles.

2.2.6.2. Acciones sísmicas

Se utilizan las mismas aceleraciones sísmicas que en informe de junio de 2013:

Periodo de Retorno	a_b	a_c	k_h	k_v
1.000	0,053 g	0.072 g	0.036 g	0.025 g
5.000	0.100 g	0.135 g	0.067 g	0,047 g

Tabla 16. Aceleraciones sísmicas.

2.2.7. Hipótesis adicionales

En este apartado se recoge una serie de consideraciones que no han sido tenidas en cuenta a la hora de llevar a cabo los cálculos y que, en algunos casos, están del lado de la seguridad, por tratarse de cuestiones que contribuyen de forma favorable en la estabilidad de la ladera. En otros casos, se trata de limitaciones y simplificaciones inherentes al cálculo.

- El cálculo realizado es en 2D. El movimiento de la ladera en su descenso, tiene un pequeño giro dextrógiro, lo que conlleva que el límite oeste de la masa deslizada tenga que vencer un rozamiento adicional contra el terreno no desplazado.
- El método utilizado no da información sobre la magnitud del deslizamiento, considerando el terreno perfectamente rígido, sin deformación o aspectos de fluencia, cuando en la realidad se dan estos casos, sobre todo al pie de los taludes, como podría estar ocurriendo en este caso. Se supone que la resistencia al corte se moviliza total y simultáneamente a lo largo de la superficie de corte.
- Cabe destacar que las presiones de poro deducidas para el plano de rotura corresponden a las que debieron darse en febrero de 2013, después de un prolongado periodo de precipitaciones, con periodo de retorno $T=50$ años para la precipitación acumulada en 30 días.
- No se ha considerado la contribución del terraplén de estabilización que se dispuso en el mes de febrero en el entrono de los perfiles 4 y 5 con objeto de limitar el movimiento en este sector. En el análisis retrospectivo este terraplén no se ha tenido en cuenta ya que no se había ejecutado todavía y en situación definitiva tampoco se ha considerado por haber sido retirado en su totalidad.

2.2.8. Resultados

A continuación se resumen los resultados obtenidos. Las salidas gráficas completas se pueden ver en el apéndice 1.

2.2.8.1. SPR. Situación inicial Febrero de 2013

Los resultados de este apartado se corresponden a la calibración de la posición del nivel freático.

Perfil 1

El factor de seguridad obtenido es de $F.S.= 1,00$. La altura de lámina de agua necesaria para este factor de seguridad alcanza la cota 513 en la superficie de la ladera.

Perfil 2

En este caso, debido a que este perfil constituye el punto de partida del back-analysis, el factor de seguridad es de $F.S.= 1,00$. La altura de lámina de agua necesaria para este factor de seguridad alcanza la cota 512 en la superficie de la ladera.

Perfil 3

En este caso, se ha modelizado la presencia de la presa actual como una carga en el terreno, si bien no contribuye en la estabilidad de la masa movilizada, al encontrarse por encima de la coronación. Como ya se ha comentado, no se han considerado la contribución de los muros “jardinera” en este punto, ya que no estaban ejecutados en esa fecha. La cota de lámina de agua en la superficie de la ladera alcanzaría la cota 515,3 y el factor de seguridad que se obtiene es, de nuevo, el menor de los perfiles, siendo FS= 0,98.

Perfil 4

En este perfil, en el que se sitúa el deslizamiento denominado de Jiménez Salas o “del Inglés”, no se ha considerado, del lado de la seguridad, la contribución del terraplén colocado al pie de la ladera para la estabilización de esta superficie principal de rotura, ejecutado durante el mes de febrero de 2013.

La cota de embalse se sitúa a la 487 m s.n.m. correspondiente a febrero de 2013, mientras que la cota de lámina de agua teórica en la ladera, debería alcanzar la cota 523,5. El factor de seguridad que se ha obtenido es FS= 1,08.

Perfil 5

Al igual que en el caso anterior, no se ha considerado en este caso el terraplén que se ejecutó en este sector de la ladera en febrero de 2013. La cota de embalse se sitúa a la 487 m s.n.m. correspondiente a febrero de 2013, mientras que la lámina de agua “teórica” alcanza la cota 531. El factor de seguridad obtenido es FS= 1,18.

Perfil 6

En este caso, el terraplén estabilizador no alcanza este perfil. La cota de embalse es la 487, mientras que la lámina de agua alcanzaría en la superficie de la ladera una cota teórica de 524,5. El factor de seguridad obtenido es FS= 1,18.

Resumen

A continuación se recoge una tabla con los factores de seguridad obtenidos en este análisis, en la que además, se establece una comparativa con los resultados obtenidos en el cálculo con R_u .

PERFIL	F.S. CON $R_u=0,13$. SITUACION FEBRERO 2013	FS SEGÚN N.F. AJUSTADO CON DATOS DE PIEZOMETRIA. SITUACION FEBRERO 2013
P-1	1,04	1,00
P-2	1,00	1,00
P-3	0,95	0,98
P-4	1,03	1,08
P-5	1,24	1,18
P-6	1,11	1,18
VALOR MEDIO	1,06	1,07

Tabla 17. Resultados. SPR. Situación inicial Febrero de 2013.

Tal como puede comprobarse, los resultados obtenidos de acuerdo con el método de cálculo según R_u y con nivel freático teórico son muy similares, deduciéndose un factor de seguridad “global” de la ladera, en febrero de 2013, en torno al equilibrio límite, es decir, $FS=1$.

Los perfiles que presentan un factor de seguridad más comprometido son los perfiles P-1 a P-3, correspondientes a los ejes de presa recrecida y actual, respectivamente. Se hace notar nuevamente que, en el caso del perfil 3, correspondiente al eje de presa actual, la cota de salida del plano de rotura es la 502,5, situada por encima de la cota de coronación de presa, por lo que no existe contribución de la presa en la estabilidad del movimiento.

Por otro lado, los perfiles considerados más estables, desde el punto de vista del plano de rotura analizado, serían los perfiles 5 y 6, situados más al Este.

2.2.8.2. SPR. Situación final: excavación de 1.500.000 m³. Presa actual. Condiciones normales

En este análisis se considera, además de la excavación, la contribución de los muros de hormigón y muros tipo “jardinera”, dispuestos entre las cotas 470 y 502, como parte de las medidas de estabilización de la ladera adoptadas en la Obra de emergencia. Estos muros se extienden entre el perfil P-2 y el perfil P-3.

Perfil 1

En este perfil, situado aguas bajo de la presa actual, la única modificación con respecto a la situación inicial es geométrica, debido a las excavaciones realizadas. El cálculo del factor de seguridad alcanza un valor de $FS= 1,19$. La modificación de la geometría original de la ladera como consecuencia de las excavaciones, obliga a modificar a sentimiento la lámina de agua para evitar su afloramiento en la superficie del talud resultante.

Perfil 2

Se trata del perfil que coincide con el eje de la presa recrecida, situado aguas abajo de la presa actual. En este perfil se ha modelizado la presencia de los muros de hormigón y muros “jardinera” dispuestos en este sector y que alcanzan la cota 502, mediante la adición de la sobrecarga correspondiente.

En este caso, el factor de seguridad obtenido es de $FS= 1,37$, frente al valor de $FS=1,00$ obtenido, con idénticas condiciones, para la geometría de ladera de febrero de 2013. La modificación de la geometría de la ladera ha obligado a abatir levemente el nivel de agua para evitar su afloramiento en superficie.

El factor de seguridad obtenido en este perfil es el mayor de todos los estudiados, sin duda relacionado con la presencia de los muros tipo jardinera de hormigón que se disponen al pie del movimiento y que contribuyen notablemente en su estabilización, así como la mayor excavación de materiales de las zonas alta y media de la ladera.

Perfil 3

Este perfil se dispone coincidente con el eje de presa actual. Se ha modelizado la presencia de la presa actual con una sobrecarga correspondiente al peso propio de la presa, si bien no existe contribución de este peso en la estabilización de la masa deslizada al situarse por debajo del plano de rotura. Se ha dispuesto del peso que proporcionan los muros jardinera ejecutados entre las cotas 470 y 502 y de las tensiones que ejercen los 10 anclajes realizados hasta el momento, cuya longitud es de 55 m (15 m de bulbo) y tensión 120 Tn.

En este perfil el factor de seguridad definitivo, para las condiciones normales, es de $FS=1,26$. Al igual que en el caso anterior, la lámina de agua teórica ha debido rebajarse en la parte superior del plano de rotura para evitar su afloramiento en superficie.

Perfil 4

En este perfil, así como en los perfiles 5 y 6, situados aguas arriba de la presa actual, la lámina de agua correspondiente al máximo nivel de embalse ha sido asignada también al material que constituye el deslizamiento “del Inglés”, si bien, dado que se analiza únicamente la estabilidad del plano de rotura situado por encima de estos materiales, el nivel de embalse no le afecta de forma negativa.

El nivel de embalse, como se ha comentado, se dispone por debajo del nivel de agua deducido en el análisis retrospectivo para el interior de la ladera y por debajo también del plano de rotura. El factor de seguridad obtenido es $FS= 1,23$.

Perfil 5

En este caso, el factor de seguridad obtenido es muy similar, $FS= 1,24$.

Perfil 6

En este perfil, en el que se aplican los mismos condicionantes que en los dos casos anteriores, se obtiene un factor de seguridad $FS= 1,20$.

Este coeficiente más reducido estaría en consonancia con el hecho de que en este sector de la ladera la excavación en la ladera ha sido mucho menor, habiéndose retirado un menor volumen de masa deslizada, la cual, además, presenta en este sector una localización del plano de rotura más superficial.

2.2.8.3. SPR. Situación final: excavación de 1.500.000 m³. Presa actual. Condiciones accidentales

Perfil 1

En este perfil, y bajo las solicitaciones impuestas, el factor de seguridad obtenido es de $FS= 1,05$.

Perfil 2

Los cálculos realizados arrojan un valor de $FS= 1,20$. Al igual que ocurre con las condiciones normales, este perfil es el más estable de los considerados, lo que guarda relación con la presencia al pie de los bloques de hormigón y muros tipo jardinera que se han dispuesto en este sector, además del mayor volumen de excavación en este sector.

Perfil 3

En este caso se obtiene un factor de seguridad $FS= 1,12$.

Perfil 4

En este caso, el factor de seguridad obtenido es $FS= 1,09$.

Perfil 5

Para este perfil, el factor de seguridad obtenido, en condiciones accidentales, es de $FS= 1,09$.

Perfil 6

En este último caso, el factor de seguridad que se obtiene es de $FS= 1,05$.

2.2.8.4. SPR. Situación final: excavación de 1.500.000 m³. Presa actual. Condiciones extremas

Perfil 1

Bajo estas sollicitaciones, el factor de seguridad que se obtiene en este perfil es FS= 0,96.

Perfil 2

Para este perfil, se obtiene un factor de seguridad FS= 1,09.

Perfil 3

En este caso, se ha obtenido un valor de FS= 1,02.

Perfil 4

En el caso del perfil 4, se ha obtenido un valor de factor de seguridad de FS= 0,99.

Perfil 5

En este perfil, se tiene un valor de FS= 0,99.

Perfil 6

Bajo estas condiciones, en el perfil 6 se ha obtenido un FS= 0,96.

2.2.8.5. SPR. Situación final: excavación de 1.500.000 m³. Presa actual. Tabla resumen

	CONDICIONES NORMALES (N.M.N.=N.E.C.)	CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO DE PROYECTO)	CONDICIONES EXTREMAS (SISMO EXTREMO)
F.S. EXIGIBLE	1,25	1,10	1,00
P-1	1,19	1,05	0,96
P-2	1,37	1,20	1,09
P-3	1,26	1,12	1,02
P-4	1,23	1,09	0,99
P-5	1,24	1,09	0,99
P-6	1,20	1,05	0,96
Promedio	1,25	1,11	1,00

Tabla 18. Resultados. SPR. Situación final. Presa actual.

* N.M.N.= Nivel máximo normal. N.E.C.= Nivel embalse crítico.

* Se consideran los muros de hormigón y muros jardinera hasta la cota 502

* En ningún caso se ha considerado la contribución de anclajes.

Estos coeficientes se verán aumentados al ejecutar las futuras actuaciones previstas por la dirección de obra:

- Ejecución de los muros jardinera hasta la cota 520 para proteger la zona existente entre la presa actual y la presa recrecida.
- Ejecución de la totalidad de anclajes a la cota 502.
- Ejecución de un muro anclado a la cota 516 en la zona del lóbulo de aguas arriba de la presa actual.

- Impermeabilización de la zona de aguas arriba mediante una pantalla continua desde la cota 516 hasta las margas.
- Drenaje de la zona de aguas arriba mediante la ejecución de drenes desde la galería a las cotas 490 y 470.

2.2.8.6. SIR. Situación inicial Febrero de 2013

PERFIL	FS FEBRERO 2013
P-1	1,08
P-2	1,09
P-3	1,04
P-4	1,13
P-5	1,29
P-6	1,34
VALOR MEDIO	1,16

Tabla 19. Resultados. SIR. Situación inicial Febrero de 2013.

2.2.8.7. SIR. Situación final: excavación de 1.500.000 m³. Presa actual. Tabla resumen

	CONDICIONES NORMALES (N.M.N.)	CONDICIONES NORMALES (N.E.C.)	CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO DE PROYECTO) (N.E.C.)	CONDICIONES EXTREMAS (SISMO EXTREMO) (N.E.C.)
F.S. EXIGIBLE	1,25	1,25	1,10	1,00
P-1	1,21	1,21	1,09	1,00
P-2	1,37	1,37	1,23	1,12
P-3	1,33	1,33	1,19	1,10
P-4	1,32	1,25	1,12	1,08
P-5	1,47	1,40	1,25	1,19
P-6	1,42	1,38	1,19	1,15
Promedio	1,35	1,32	1,18	1,10

Tabla 20. Resultados. SIR. Situación final. Presa actual.

Dado que en condiciones normales, el FS promedio es más bajo con el nivel de embalse crítico que con el nivel máximo normal, los casos accidentales y extremos han sido calculados con el N.E.C.

2.3. ACTUALIZACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS EN PLANTA

A continuación se presentan los resultados del análisis de los datos del control topográfico, en forma de los raster de desplazamiento, obtenidos según el procedimiento descrito en el apartado 3.6.1 del informe de junio de 2013, correspondientes a los periodos siguientes:

- 30/01/2013 - 25/04/2013 → Informe de junio de 2013
- 25/04/2013 - 31/05/2013 → Fin de las excavaciones de la Fase 1
- 31/05/2013 - 16/07/2013 → Fase 2 de excavaciones en la ladera
- 16/07/2013 - 07/10/2013 → Desembalse
- 07/10/2013 - 07/11/2013 → Embalse
- 25/04/2013 - 07/11/2013 → Periodo completo de la presente adenda

Se muestran tanto los desplazamientos totales correspondientes a cada una de las fechas, como los desplazamientos incrementales producidos en cada periodo de tiempo. Todas las figuras de los desplazamientos se adjuntan en tamaño A3 en el apéndice 3 de la presente adenda.

2.3.1. Desplazamientos en X

2.3.1.1. Periodo 30/01/2013 - 25/04/2013

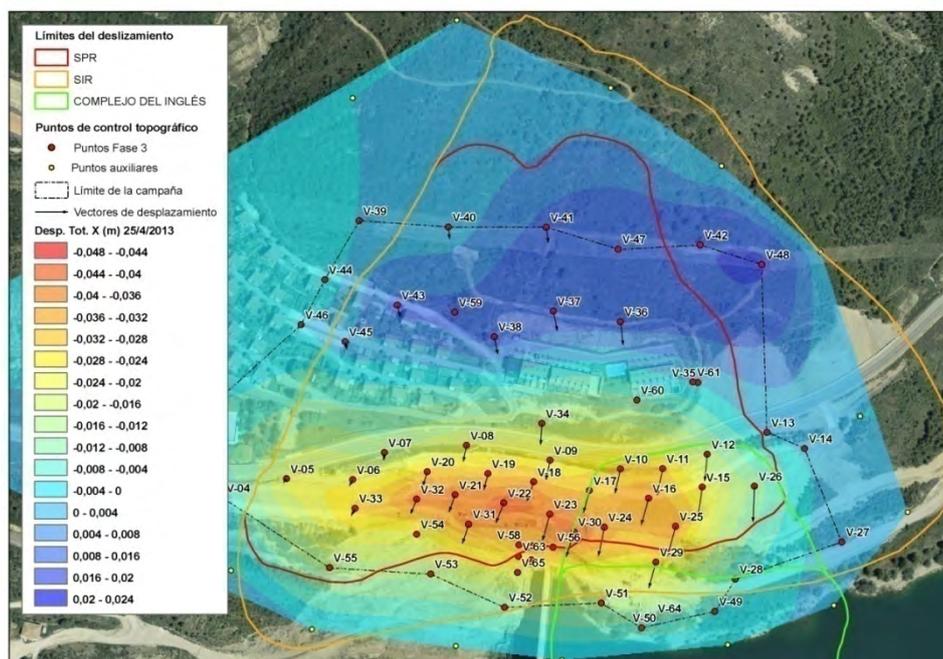


Figura 8. Desplazamientos totales en X a 25-Abr-2013.

La imagen anterior es equivalente a la presentada en el informe de junio de 2013, salvo que se han actualizado la escala de colores para englobar los nuevos rangos de desplazamientos.

2.3.1.2. Periodo 25/04/2013 - 31/05/2013

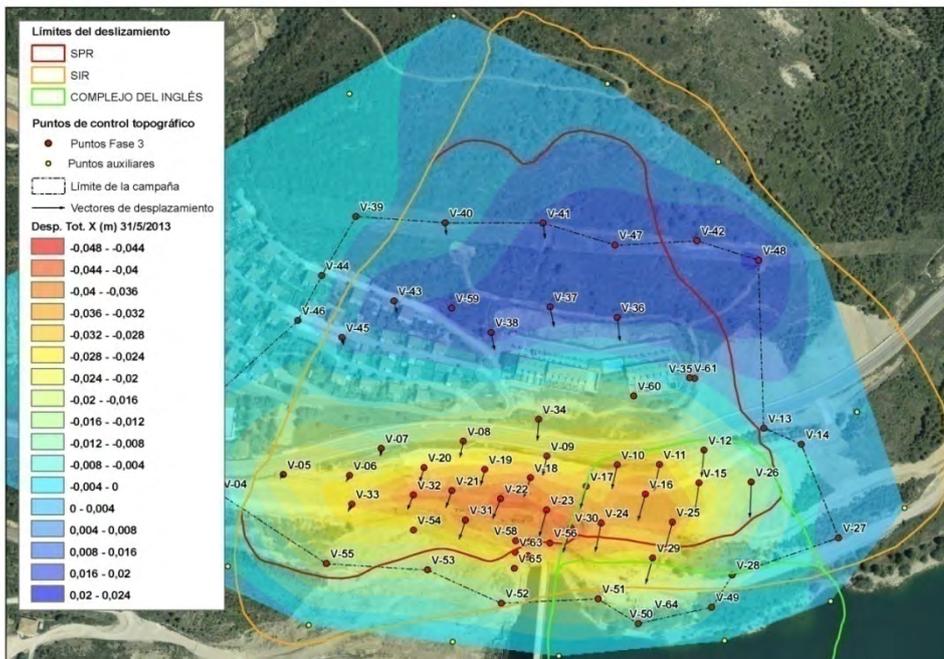


Figura 9. Desplazamientos totales en X a 31-May-2013.

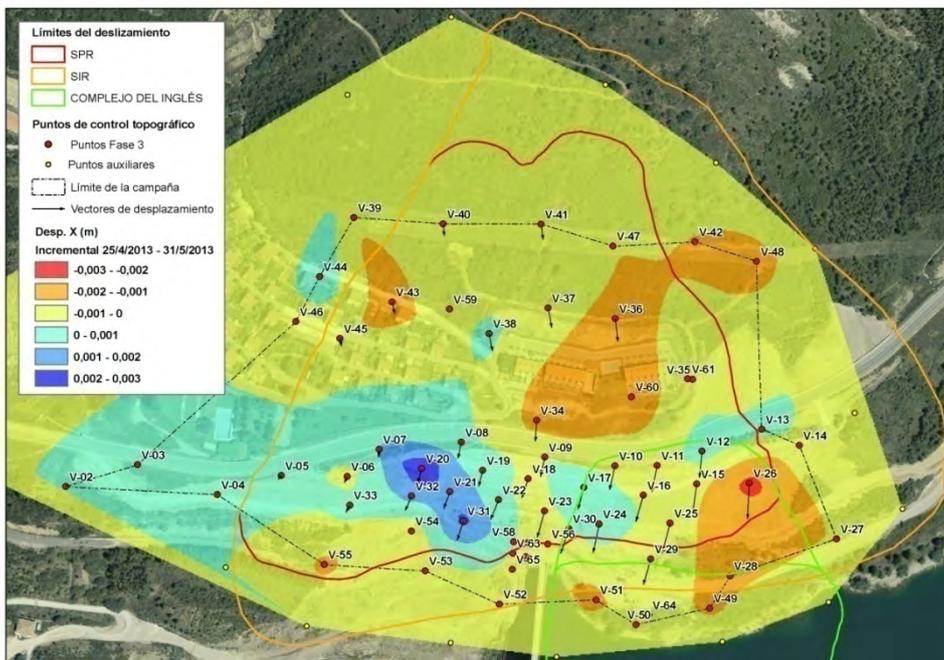


Figura 10. Desplazamientos incrementales en X entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.

2.3.1.3. Periodo 31/05/2013 - 16/07/2013

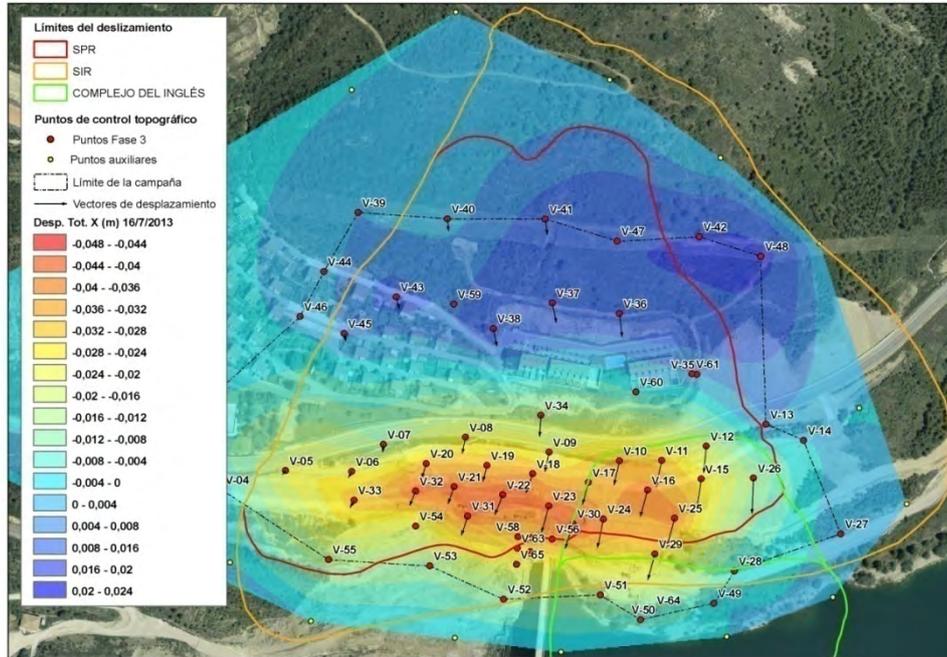


Figura 11. Desplazamientos totales en X a 16-Jul-2013.

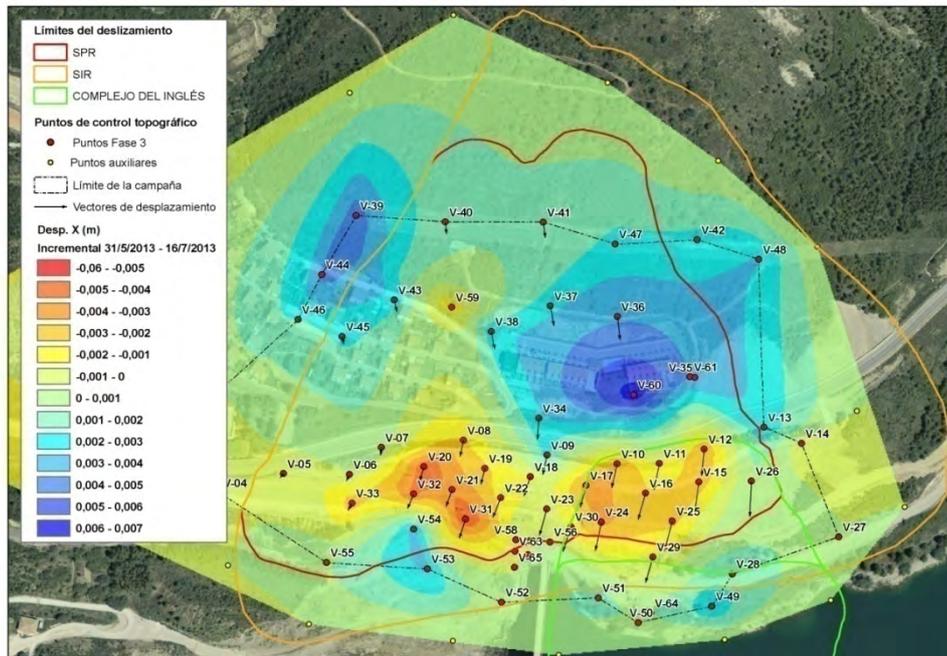


Figura 12. Desplazamientos incrementales en X entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.

2.3.1.4. Periodo 16/07/2013 - 07/10/2013

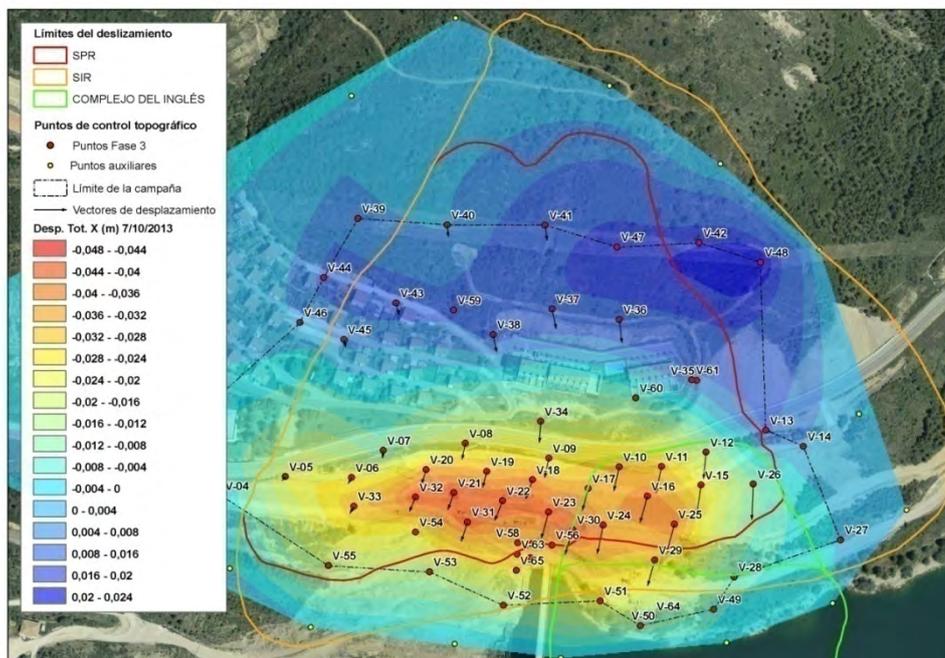


Figura 13. Desplazamientos totales en X a 7-Oct-2013.

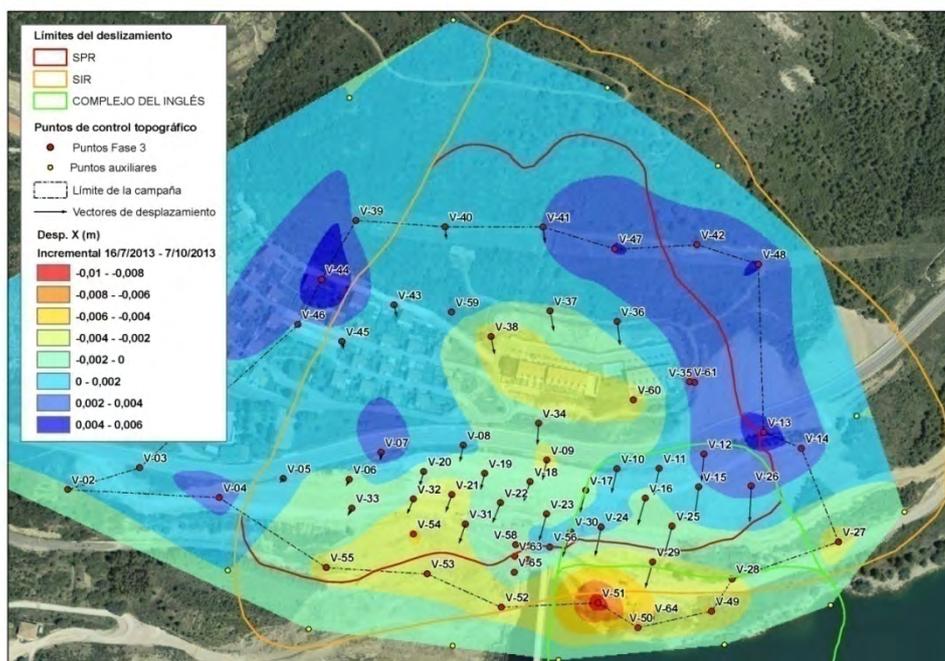


Figura 14. Desplazamientos incrementales en X entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.

2.3.1.5. Periodo 07/10/2013 - 07/11/2013

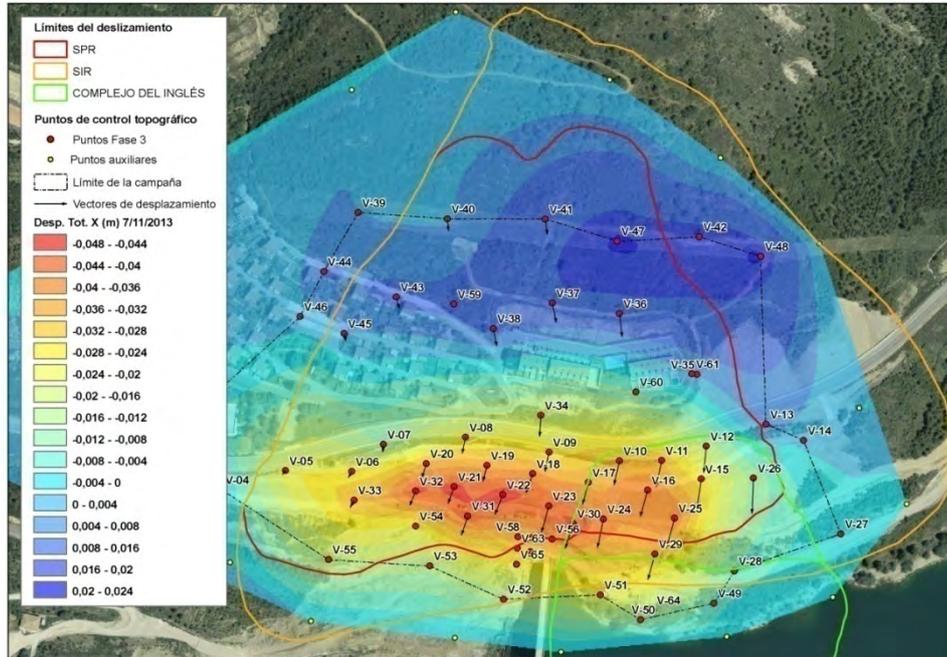


Figura 15. Desplazamientos totales en X a 7-Nov-2013.

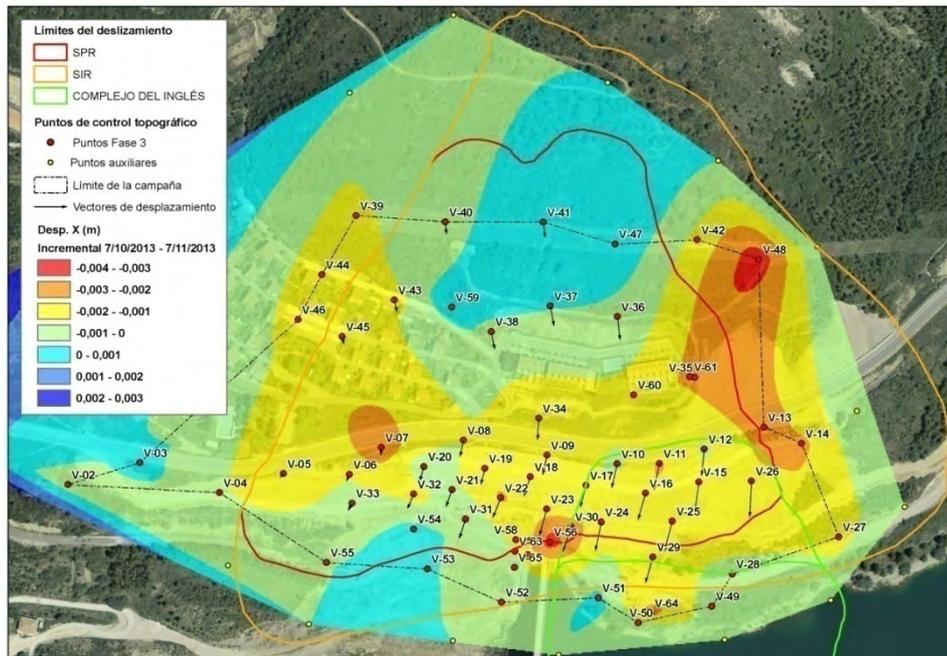


Figura 16. Desplazamientos incrementales en X entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.

2.3.1.6. Periodo 25/04/2013 - 07/11/2013

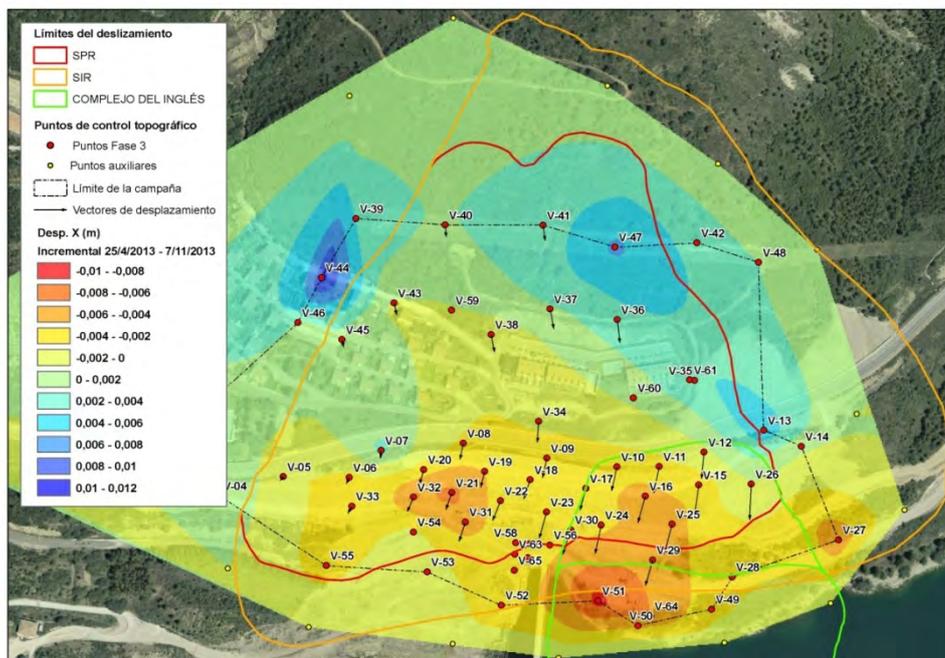


Figura 17. Desplazamientos incrementales en X entre el 25-Abr-2013 y el 7-Nov-2013.

2.3.1.7. Comentarios

Los valores positivos indican desplazamiento hacia el este, y los valores negativos indican desplazamiento hacia el oeste.

El 25 de abril de 2013 se había registrado un desplazamiento máximo en el eje X de 1,9 cm hacia el este y 4,3 cm hacia el oeste. El desplazamiento absoluto máximo se produjo entre los puntos V-22, V-23 y V-30, aproximadamente sobre el eje de la presa actual. Los desplazamientos hacia el este se registraban en la mitad superior del deslizamiento y los desplazamientos hacia el oeste en la mitad inferior, produciendo así un giro en sentido horario. De este modo, existía una franja aproximadamente con sentido O-E, en el que el desplazamiento en dicha dirección sería nulo.

A fecha de 7 de noviembre de 2013 el desplazamiento máximo hacia el este era de 2,1 cm, y hacia del oeste de 4,6 cm.

En cuanto a los desplazamientos incrementales, en el periodo 25-Abr - 31-May se observa una distribución muy irregular. Debe tenerse en cuenta aquí la precisión del sistema de medida, la magnitud de los desplazamientos y el número de campañas de medida realizadas en ese periodo de tiempo. En dicho periodo se realizaron 10 campañas de medida, y los desplazamientos eran muy pequeños, por lo que la suma de los 10 raster incrementales correspondientes refleja las fluctuaciones en las mediciones.

En el periodo 31-May - 16-Jul (excavaciones fase 2) se realizaron 14 campañas de medida. Se observa una distribución de desplazamiento incrementales mucho más parecida a la de los desplazamientos totales, con desplazamiento hacia el oeste en la franja por debajo de la carretera, y hacia el este por encima de la carretera, con un desplazamiento máximo en ambos sentidos de unos 5 mm.

En el periodo 16-Jul - 7-Oct (desembalse) se llevaron a cabo 24 campañas de medida. Aparentemente la franja de desplazamientos hacia el oeste baja su cota, con un desplazamiento entorno al punto V-51 de 1 cm aproximadamente.

Finalmente, en el periodo 7-Oct - 7-Nov (embalse) se llevaron a cabo únicamente 9 campañas de medida, lo que unido a la poca magnitud de los desplazamientos hace que el raster de desplazamiento incremental pueda estar influenciado por los errores de medida.

2.3.2. Desplazamientos en Y

2.3.2.1. Periodo 30/01/2013 - 25/04/2013

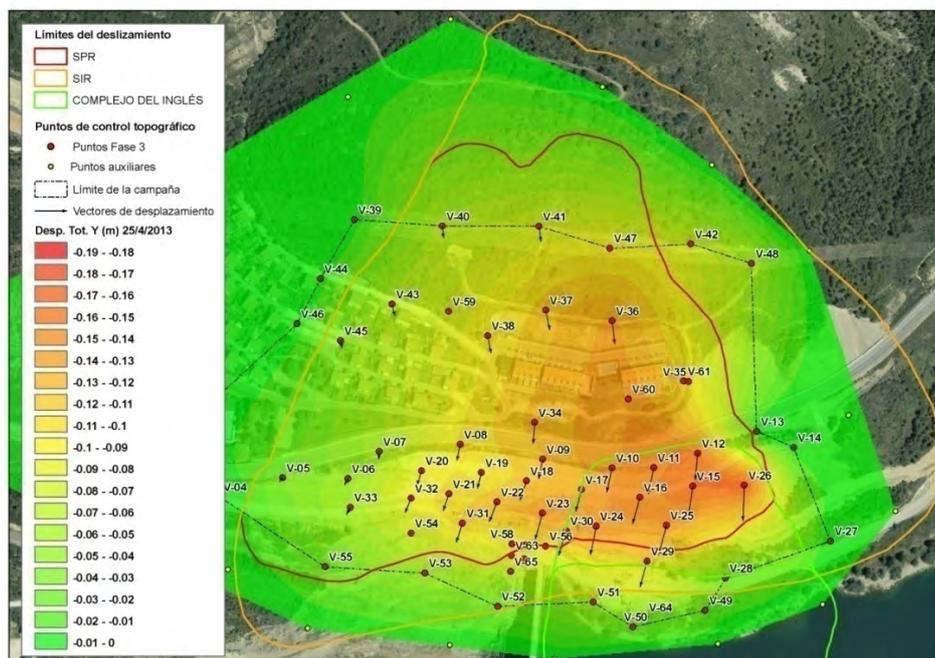


Figura 18. Desplazamientos totales en Y a 25-Abr-2013.

La imagen anterior es equivalente a la presentada en el informe de junio de 2013, salvo que se han actualizado la escala de colores para englobar los nuevos rangos de desplazamientos.

2.3.2.2. Periodo 25/04/2013 - 31/05/2013

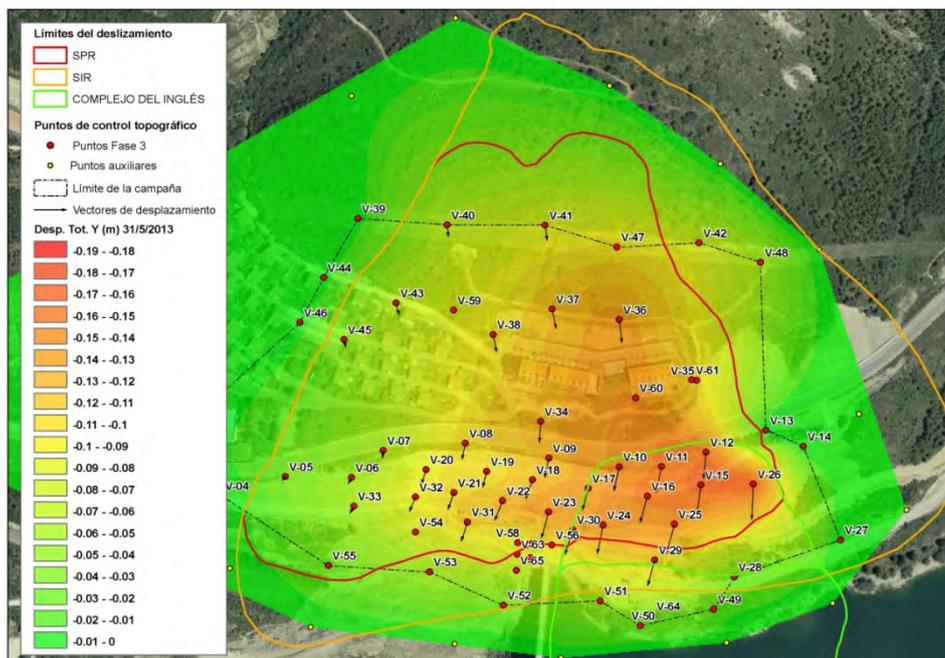


Figura 19. Desplazamientos totales en Y a 31-May-2013.

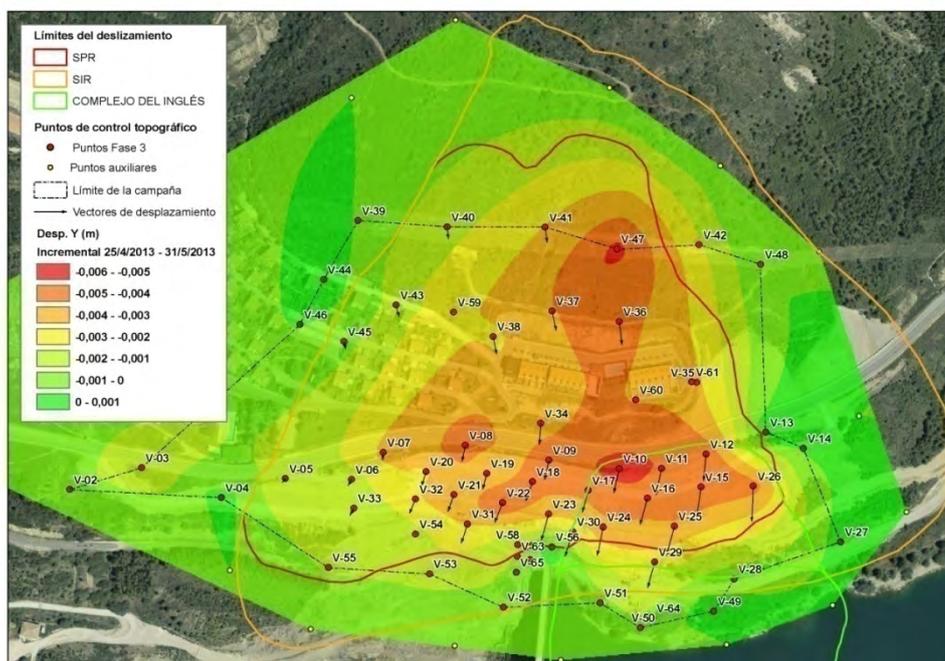


Figura 20. Desplazamientos incrementales en Y entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.

2.3.2.3. Periodo 31/05/2013 - 16/07/2013

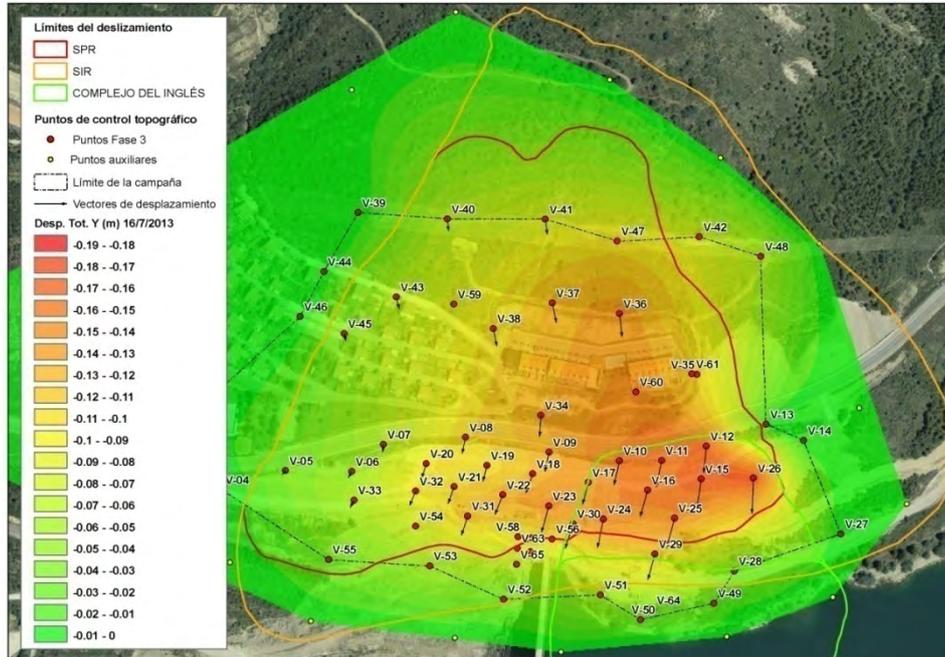


Figura 21. Desplazamientos totales en Y a 16-Jul-2013.

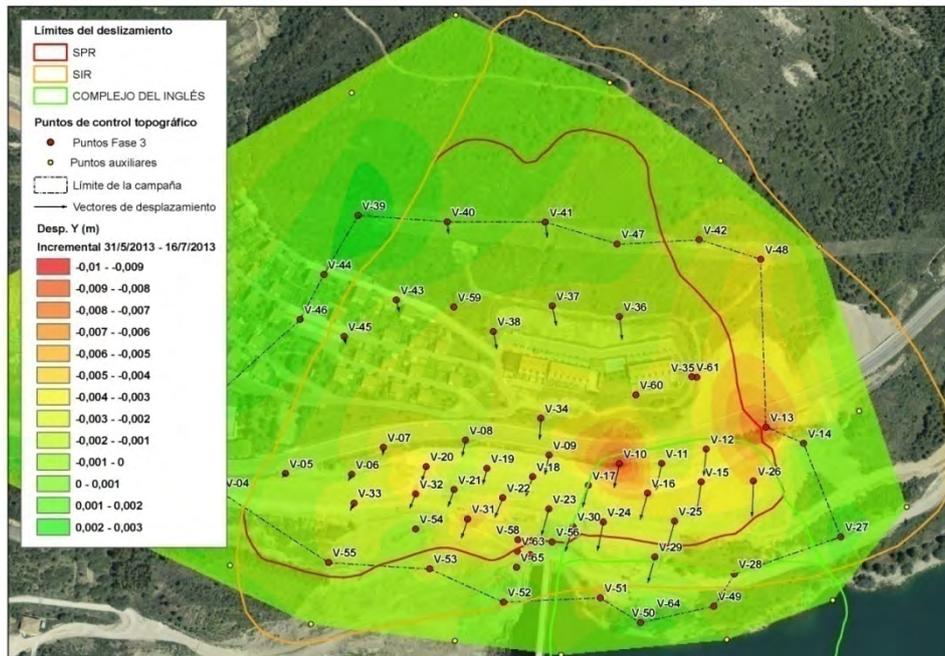


Figura 22. Desplazamientos incrementales en Y entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.

2.3.2.4. Periodo 16/07/2013 - 07/10/2013

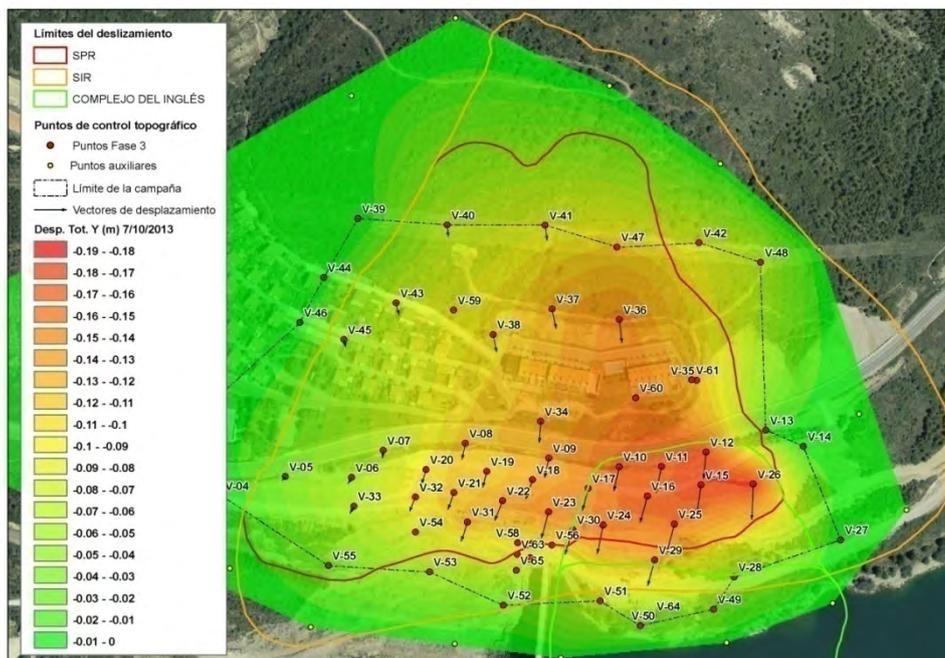


Figura 23. Desplazamientos totales en Y a 7-Oct-2013.

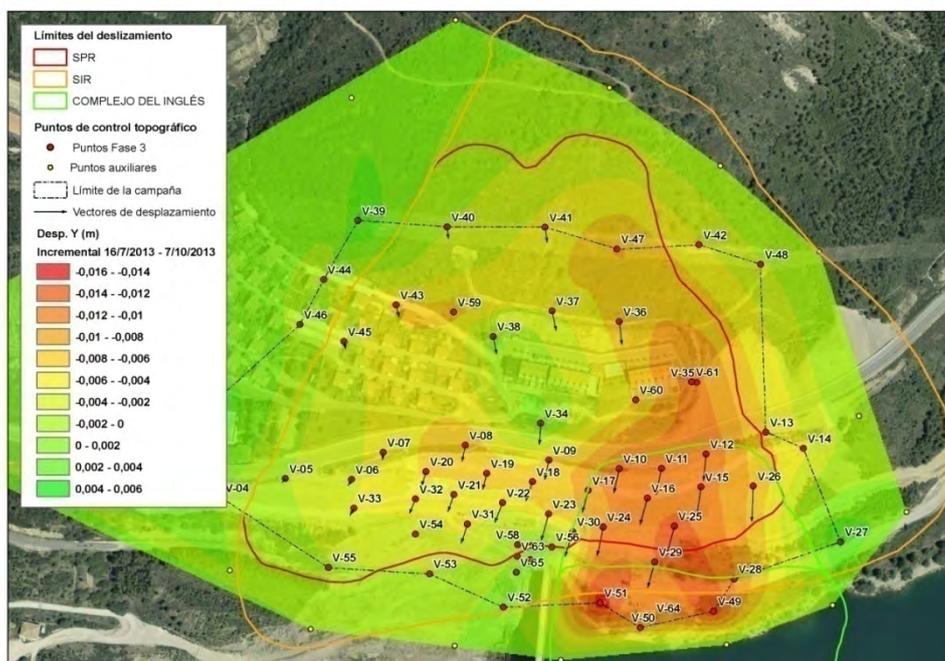


Figura 24. Desplazamientos incrementales en Y entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.

2.3.2.5. Periodo 07/10/2013 - 07/11/2013

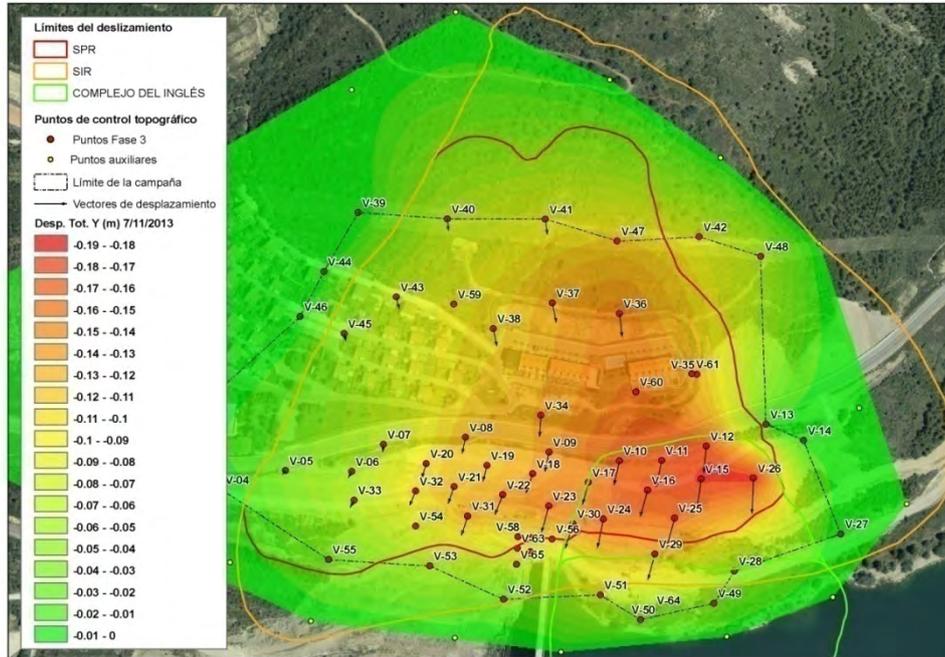


Figura 25. Desplazamientos totales en Y a 7-Nov-2013.

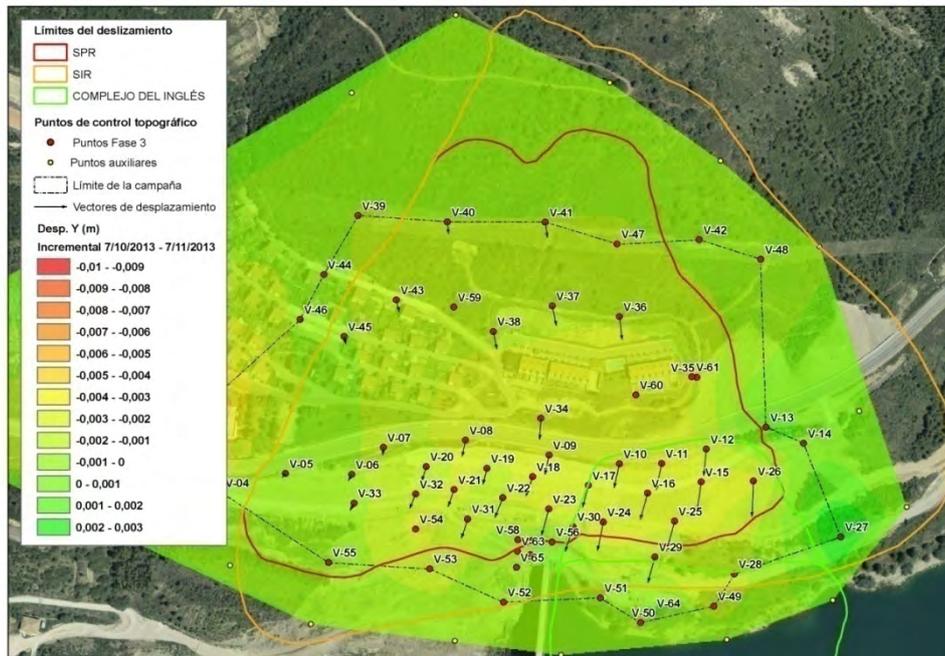


Figura 26. Desplazamientos incrementales en Y entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.

2.3.2.6. Periodo 25/04/2013 - 07/11/2013

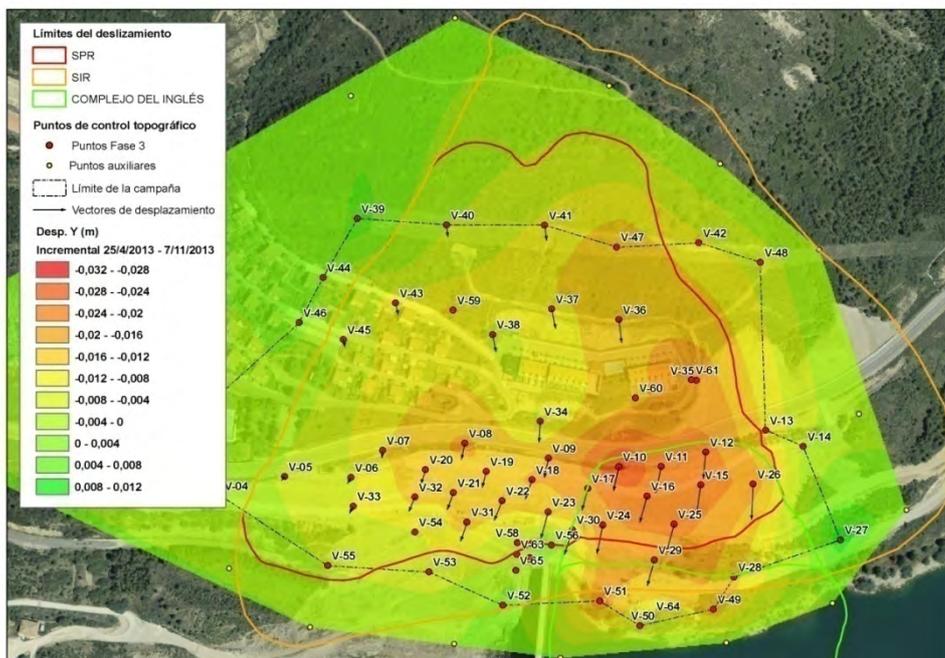


Figura 27. Desplazamientos incrementales en Y entre el 25-Abr-2013 y el 7-Oct-2013.

2.3.2.7. Comentarios

Los valores negativos indican desplazamiento hacia el sur.

El 25 de abril de 2013 se había registrado un desplazamiento máximo en el eje Y de 16,7 cm hacia el sur, producido cerca del límite oriental del deslizamiento, por debajo de la carretera N-240, en torno a los puntos V-15 y V-26. Se observa claramente como los mayores movimientos en la dirección Y se producen en la mitad este del deslizamiento, aguas arriba del eje de la presa actual. En dirección N-S, los movimientos son mayores en la parte baja que en la alta, lo que indica que la masa no se mueve en bloque. Este hecho está más marcado en la mitad aguas arriba que en la mitad aguas abajo.

A fecha de 7 de noviembre de 2013 el desplazamiento máximo hacia el sur era de 18,6 cm, siguiendo la misma distribución que el 25 de abril.

En cuanto a los desplazamientos incrementales, en este caso, al ser los desplazamientos en Y mayores en proporción a los desplazamientos en X, se ven menos afectados por los errores de medida.

En el periodo 25-Abr - 31-May se observa una distribución muy parecida a la tendencia general de los movimientos, con el máximo situado en torno al punto V-10. Sin embargo la magnitud de los desplazamientos es pequeña (máx. 6 mm).

El periodo 31-May - 16-Jul (excavaciones fase 2) muestra una distribución de desplazamiento incrementales mucho más irregular, con valores máximos en los puntos V-10 y V-13 cercanos a 1 cm.

En el periodo 16-Jul - 7-Oct (desembalse), claramente los desplazamientos en sentido Y son mayores en la mitad aguas arriba de la presa, especialmente a cotas bajas, cerca del nivel de embalse, lo que podría indicar la influencia del descenso del nivel de agua en la generación de movimientos. Los desplazamientos en ese periodo fueron de aproximadamente 1,5 cm.

Durante el periodo 7-Oct - 7-Nov (embalse) los desplazamientos en dirección Y fueron muy pequeños y no se observa una tendencia clara.

Los desplazamientos incrementales durante el periodo completo 25-Abr - 7-Nov tienen una tendencia muy parecida a los desplazamientos totales registrados hasta la fecha. La mayor diferencia es que durante este periodo, los mayores movimientos se han producido cerca del punto V-10, en lugar de en torno a los puntos V-15 y V-26.

2.3.3. Desplazamientos en Z

2.3.3.1. Periodo 30/01/2013 - 25/04/2013

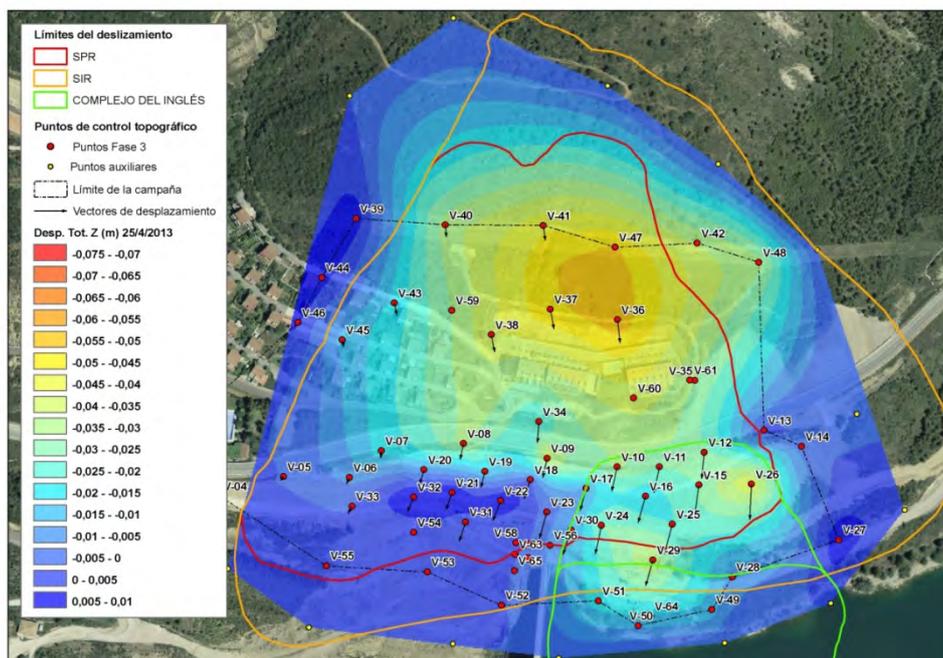


Figura 28. Desplazamientos totales en Z a 25-Abr-2013.

La imagen anterior es equivalente a la presentada en el informe de junio de 2013, salvo que se han actualizado la escala de colores para englobar los nuevos rangos de desplazamientos.

2.3.3.2. Periodo 25/04/2013 - 31/05/2013

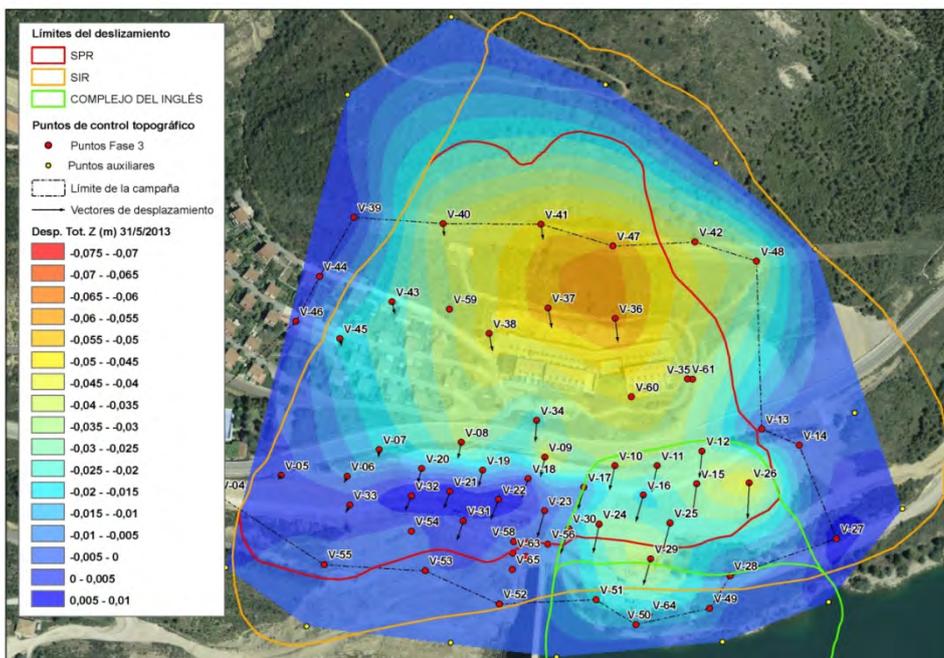


Figura 29. Desplazamientos totales en Z a 31-May-2013.

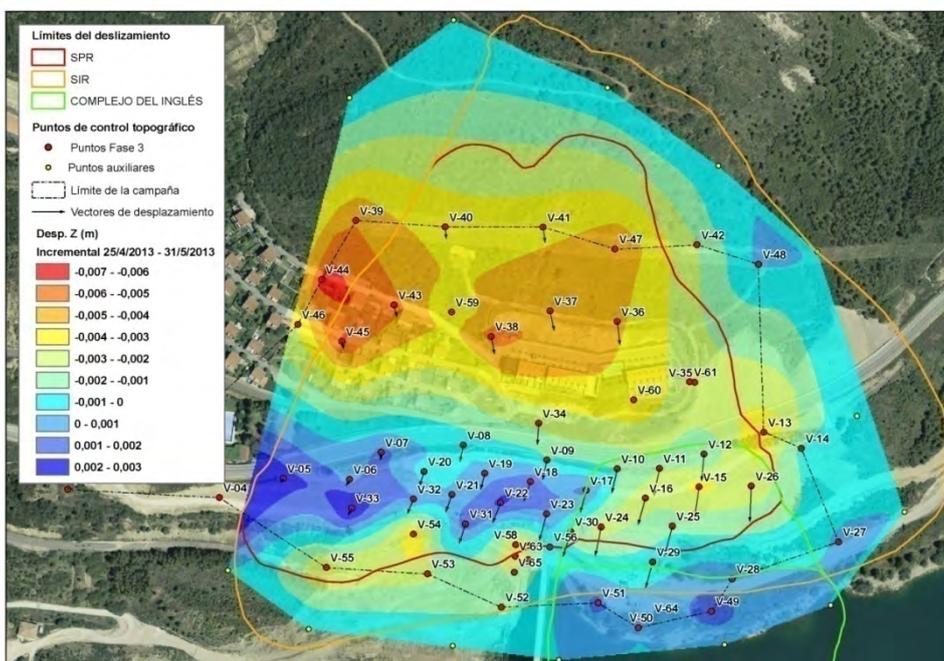


Figura 30. Desplazamientos incrementales en Z entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.

2.3.3.3. Periodo 31/05/2013 - 16/07/2013

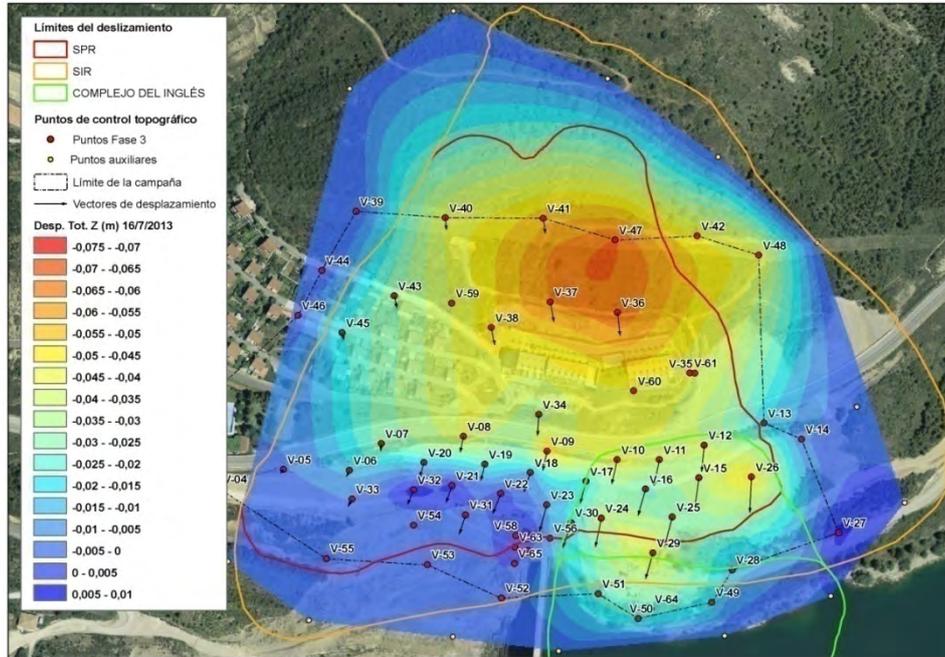


Figura 31. Desplazamientos totales en Z a 16-Jul-2013.

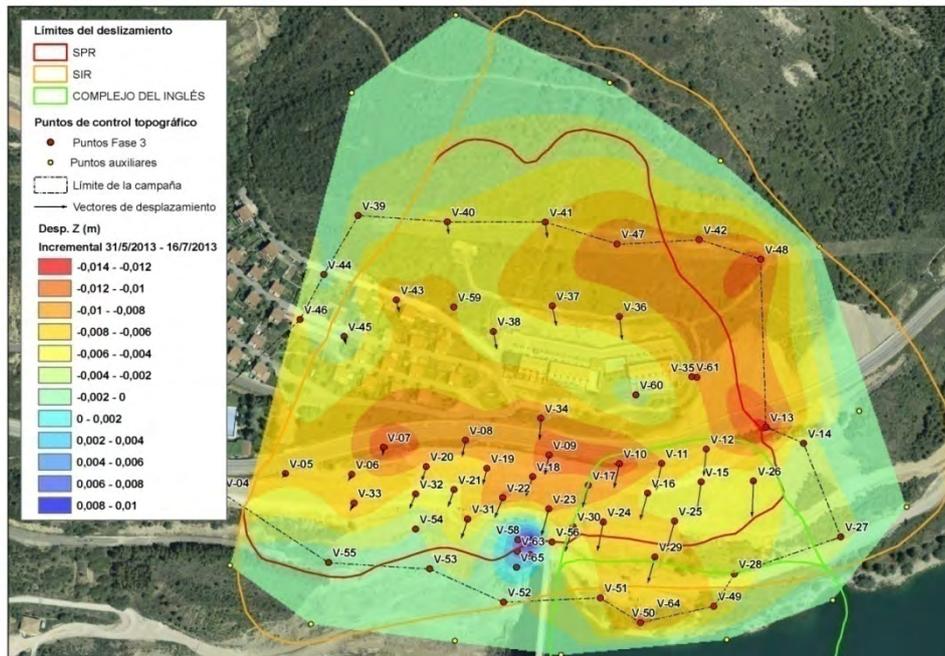


Figura 32. Desplazamientos incrementales en Z entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.

2.3.3.4. Periodo 16/07/2013 - 07/10/2013

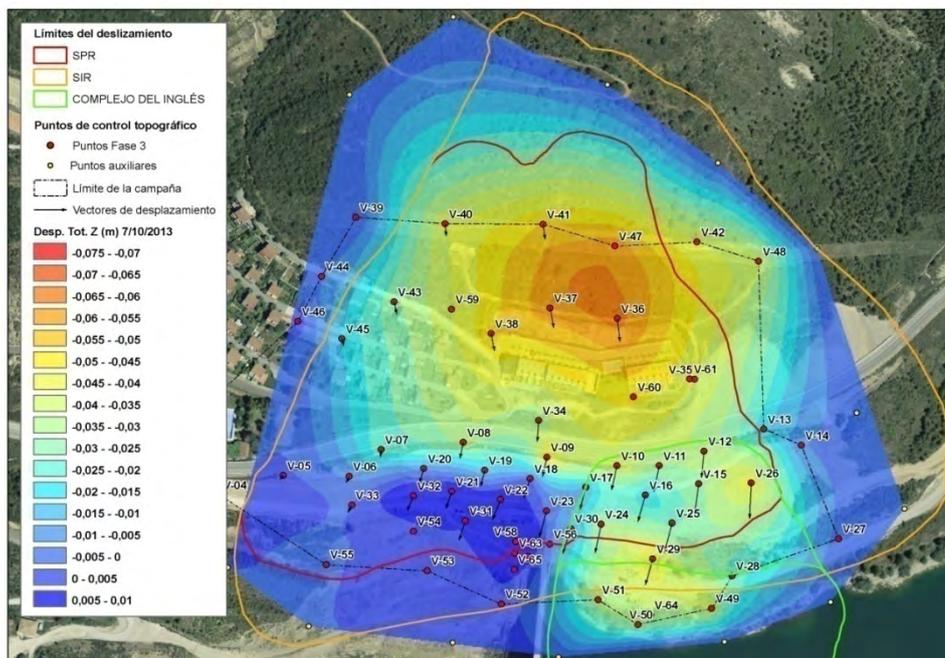


Figura 33. Desplazamientos totales en Z a 7-oct-2013.

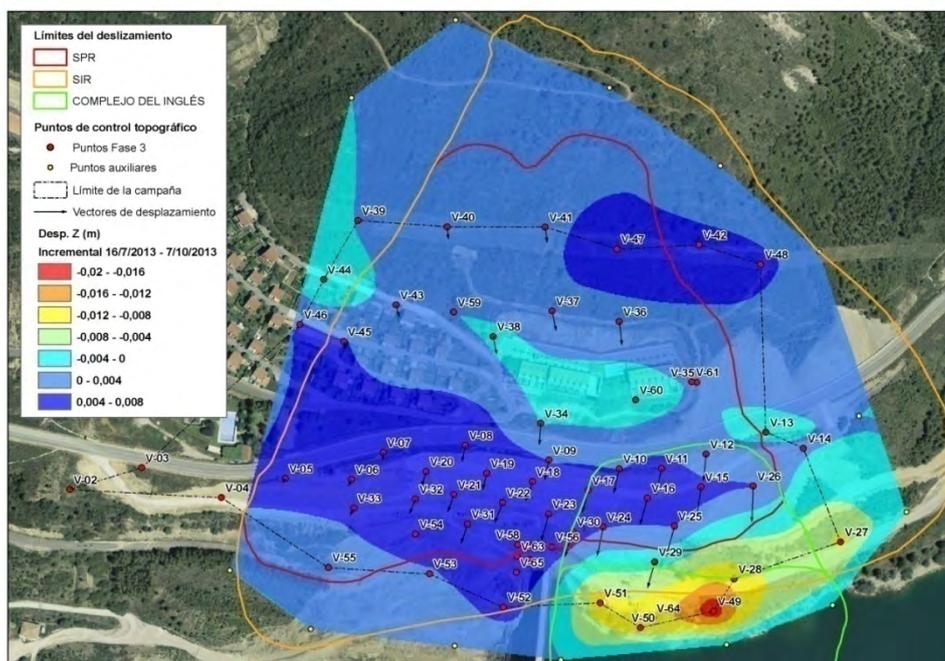


Figura 34. Desplazamientos incrementales en Z entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.

2.3.3.5. Periodo 07/10/2013 - 07/11/2013

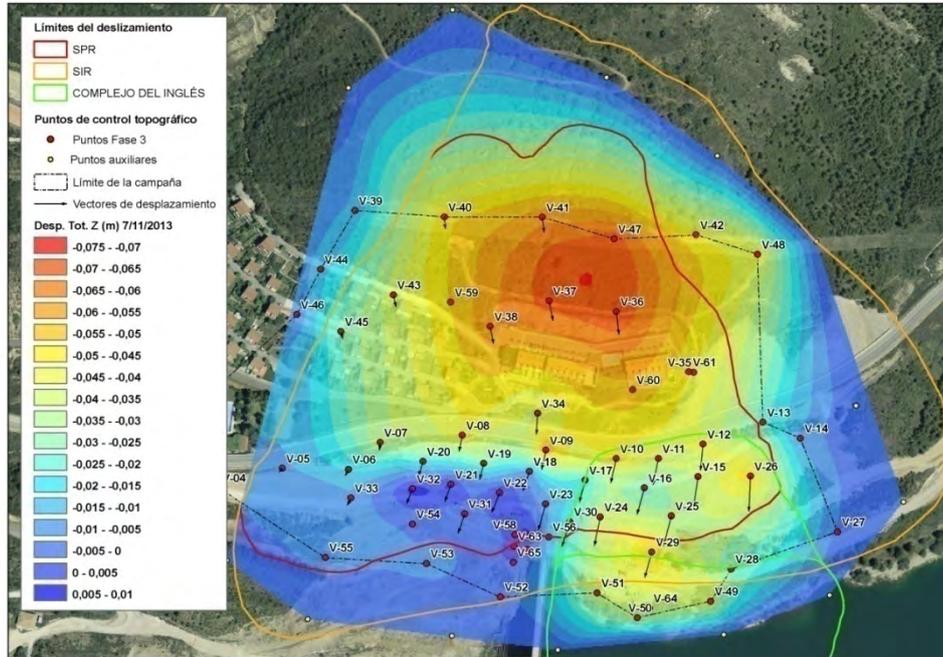


Figura 35. Desplazamientos totales en Z a 7-Nov-2013.

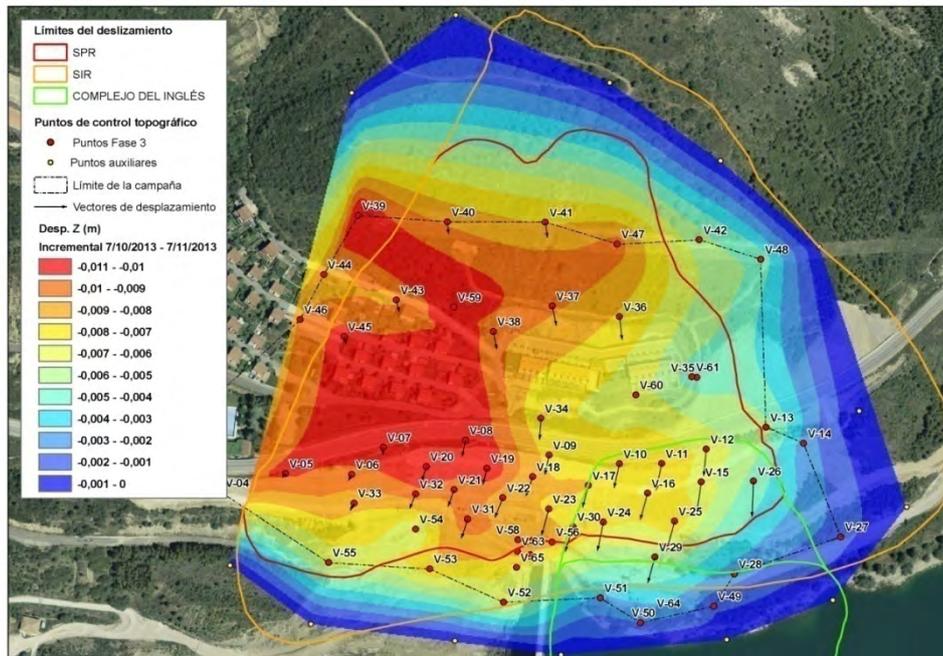


Figura 36. Desplazamientos incrementales en Z entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.

2.3.3.6. Periodo 25/04/2013 - 07/11/2013

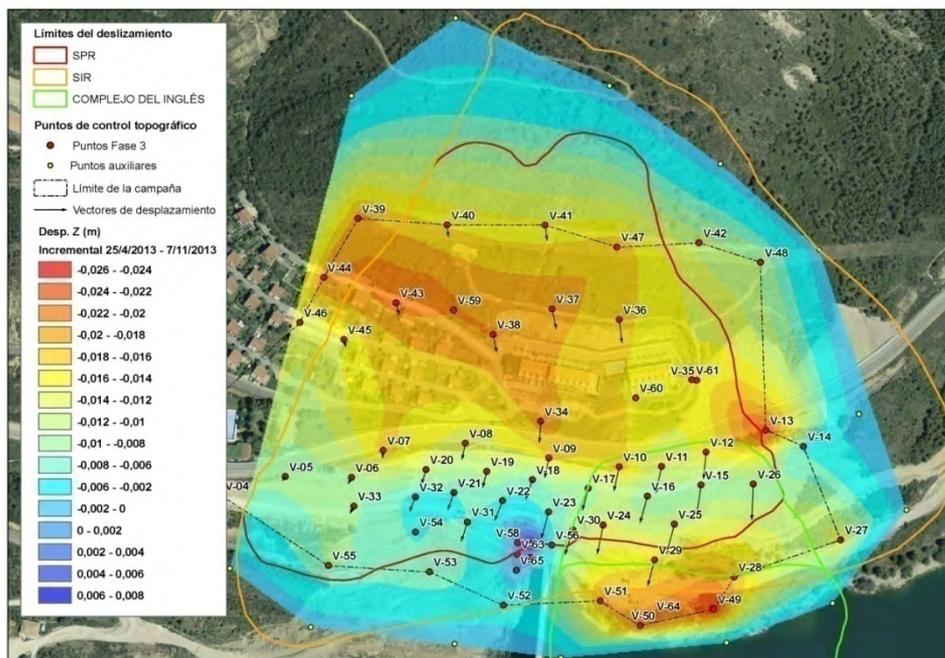


Figura 37. Desplazamientos incrementales en Z entre el 25-Abr-2013 y el 7-Nov-2013.

2.3.3.7. Comentarios

Los valores positivos indican desplazamiento hacia arriba, y los valores negativos hacia abajo.

El 25 de abril de 2013 se había registrado un descenso máximo de 5,3 cm y un ascenso máximo de 1,3 cm. Los descensos máximos se obtenían en la parte media de la ladera, por encima de la urbanización nueva. Sin embargo, la zona situada aguas abajo de la presa actual, por debajo de la línea virtual que trazan los puntos V-33, V-32, V-21 y V-18, había sufrido un ligero ascenso. Aguas arriba de la presa por debajo de la carretera N-240 la tendencia de los movimientos era de perder cota, pero con una distribución más irregular.

A fecha de 7 de noviembre de 2013 el descenso máximo era de 7 cm, mientras que el ascenso máximo era prácticamente el mismo que a 25 de abril.

En los desplazamientos incrementales durante el periodo 25-Abr - 31-May se observa una distribución algo irregular, con descensos de unos 5-6 mm en la parte media de la ladera, y un pequeño ascenso de 1-2 mm por debajo de la carretera N-240, aguas abajo de la presa.

En el periodo 31-May - 16-Jul (excavaciones fase 2) se registraron descensos generalizados, sin una distribución clara, con valores máximos de 1,4 cm.

Durante el desembalse producido en el periodo 16-Jul - 7-Oct, los descensos se concentran en la zona afectada directamente por el descenso del nivel de agua, con valores entre 1 y 2 cm. En el resto de ladera, prácticamente no se aprecian movimientos en el eje Z.

Durante el periodo 7-Oct - 7-Nov (embalse) se puede observar un descenso generalizado, más acusado en la mitad aguas abajo de la ladera, con valores en torno a 1 cm.

Los desplazamientos incrementales durante el periodo completo 25-Abr - 7-Nov muestran cierta desviación hacia el oeste en los descensos en la parte media de la ladera, y una concentración en la parte baja aguas arriba de la presa, zona esta última afectada por el desembalse. Los ascensos son muy pequeños.

2.3.4. Desplazamientos en |XY|

2.3.4.1. Periodo 30/01/2013 - 25/04/2013

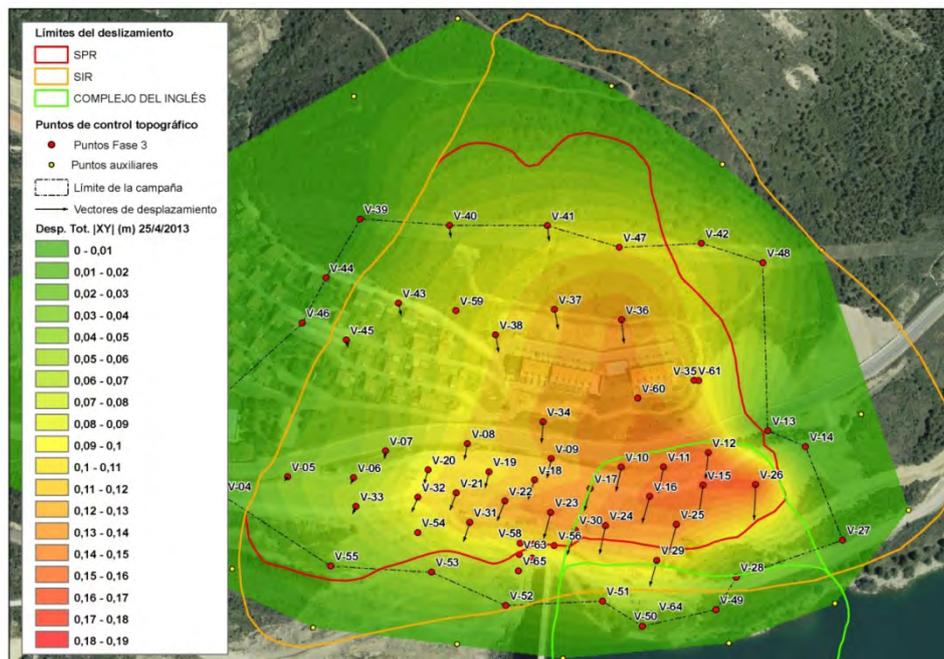


Figura 38. Desplazamientos totales en |XY| a 25-Abr-2013.

La imagen anterior es equivalente a la presentada en el informe de junio de 2013, salvo que se han actualizado la escala de colores para englobar los nuevos rangos de desplazamientos.

2.3.4.2. Periodo 25/04/2013 - 31/05/2013

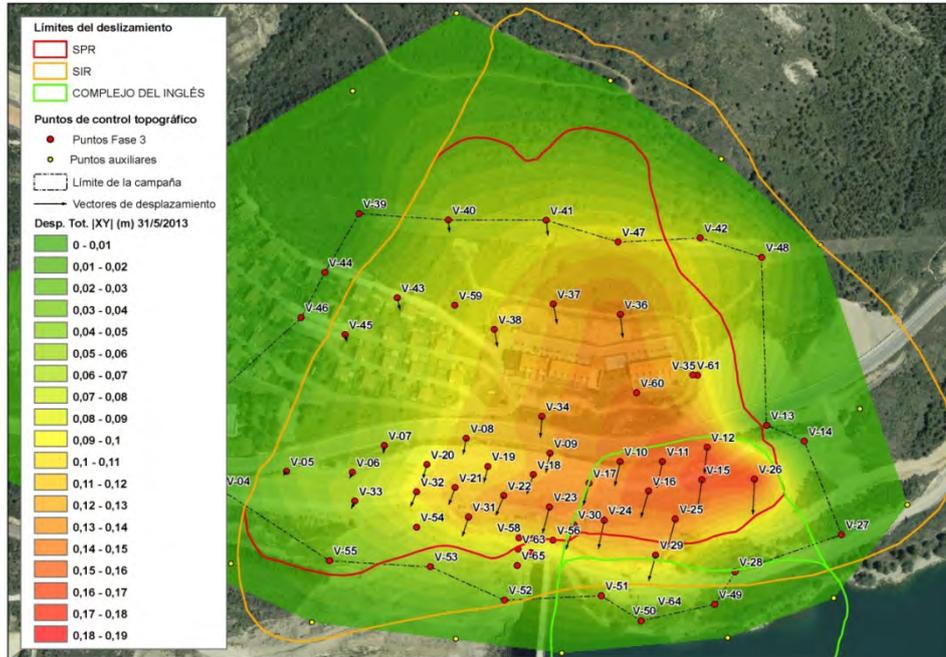


Figura 39. Desplazamientos totales en |XY| a 31-May-2013.

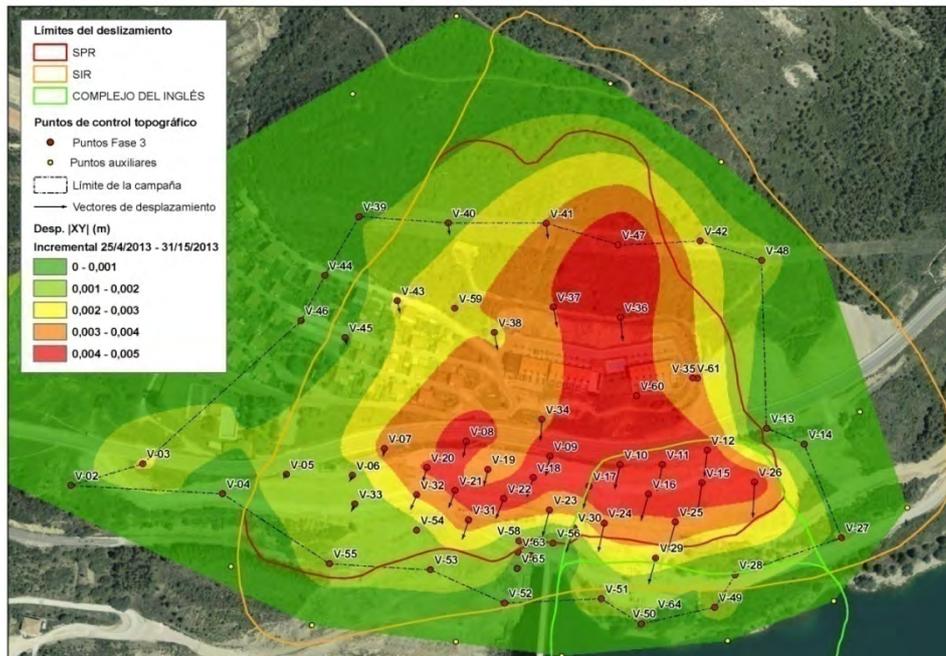


Figura 40. Desplazamientos incrementales en |XY| entre el 25-Abr-2013 y el 31-May-2013.

2.3.4.3. Periodo 31/05/2013 - 16/07/2013

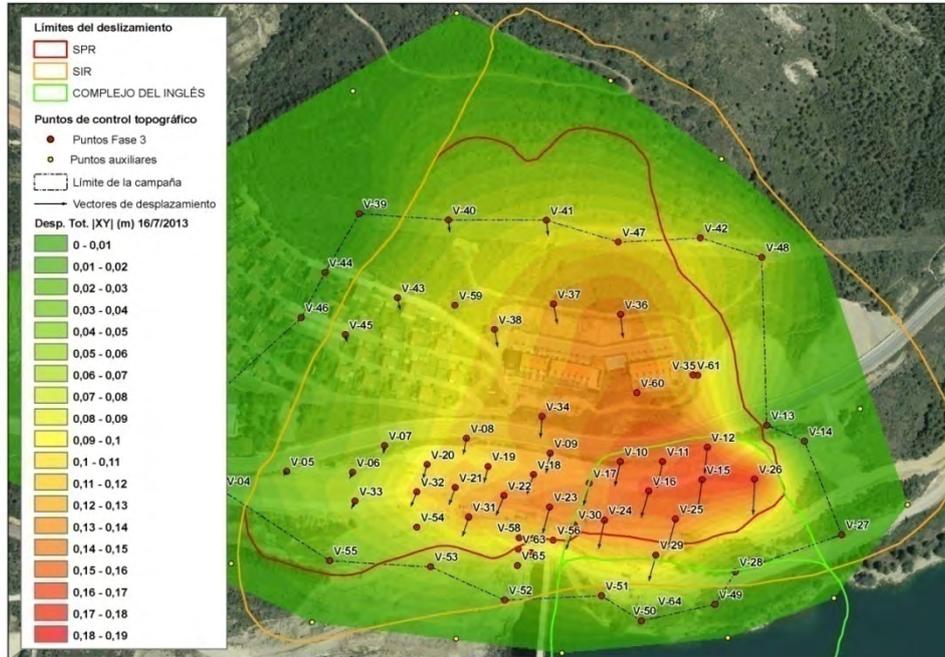


Figura 41. Desplazamientos totales en [XY] a 16-Jul-2013.

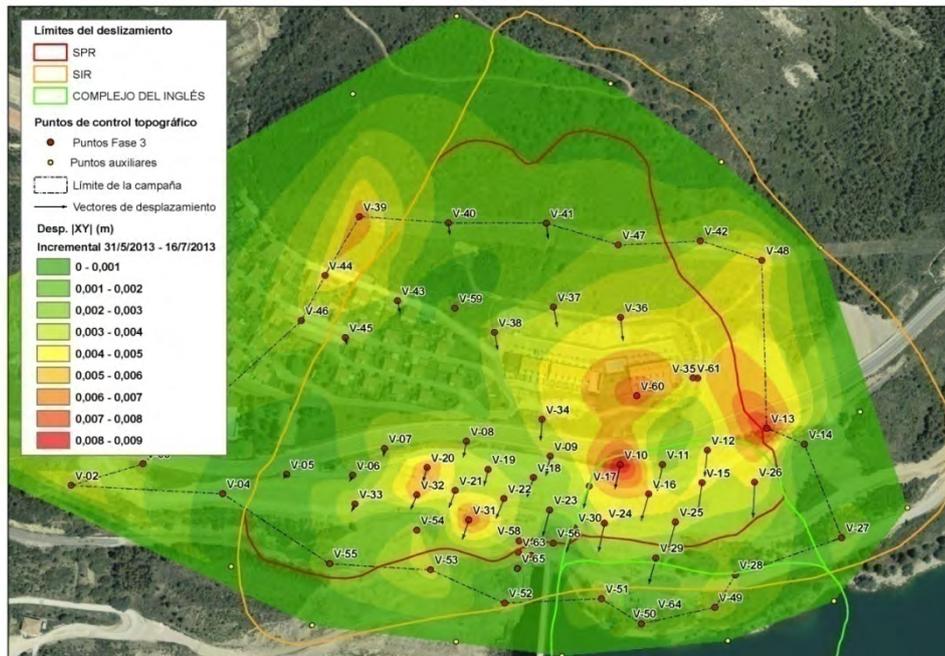


Figura 42. Desplazamientos incrementales en [XY] entre el 31-May-2013 y el 16-Jul-2013.

2.3.4.4. Periodo 16/07/2013 - 07/10/2013

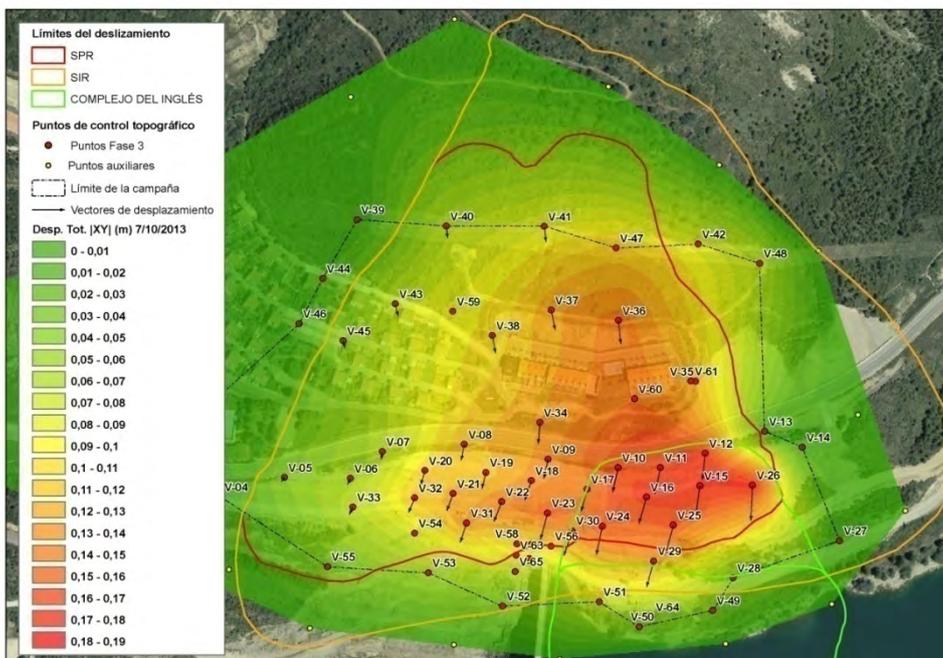


Figura 43. Desplazamientos totales en |XY| a 7-Oct-2013.

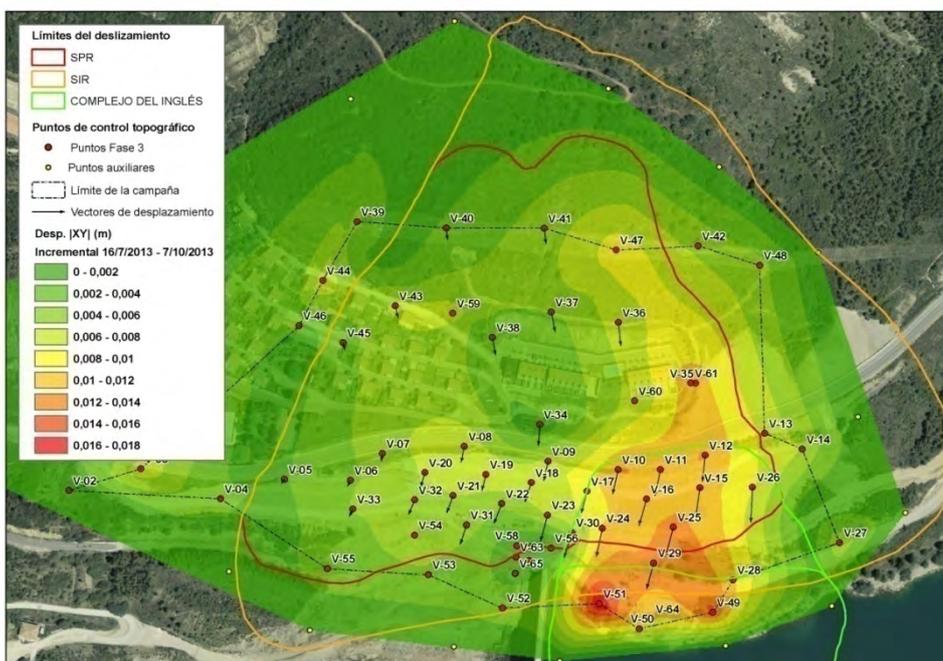


Figura 44. Desplazamientos incrementales en |XY| entre el 16-Jul-2013 y el 7-Oct-2013.

2.3.4.5. Periodo 07/10/2013 - 07/11/2013

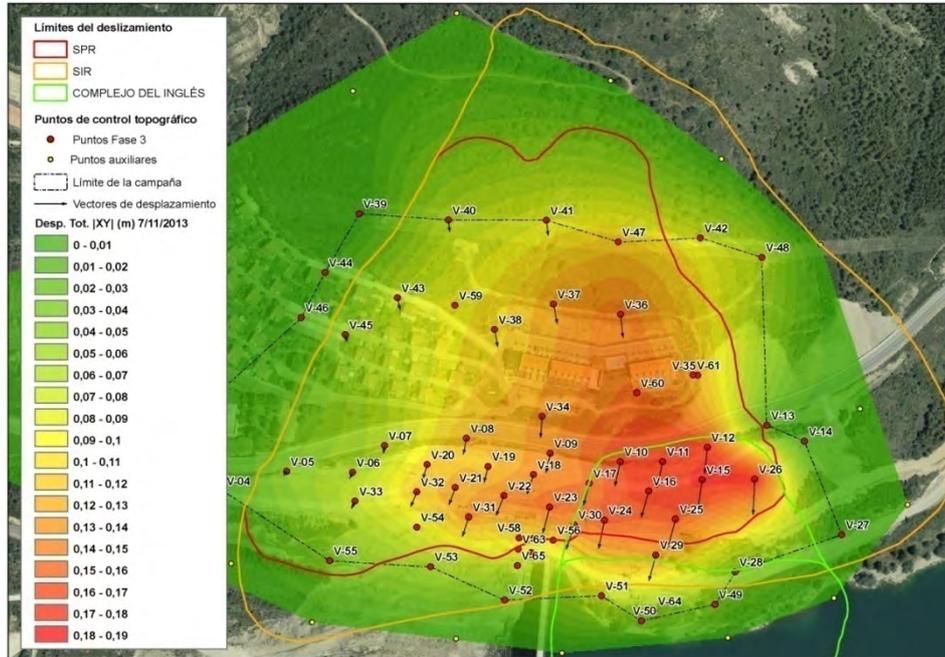


Figura 45. Desplazamientos totales en [XY] a 7-Nov-2013.

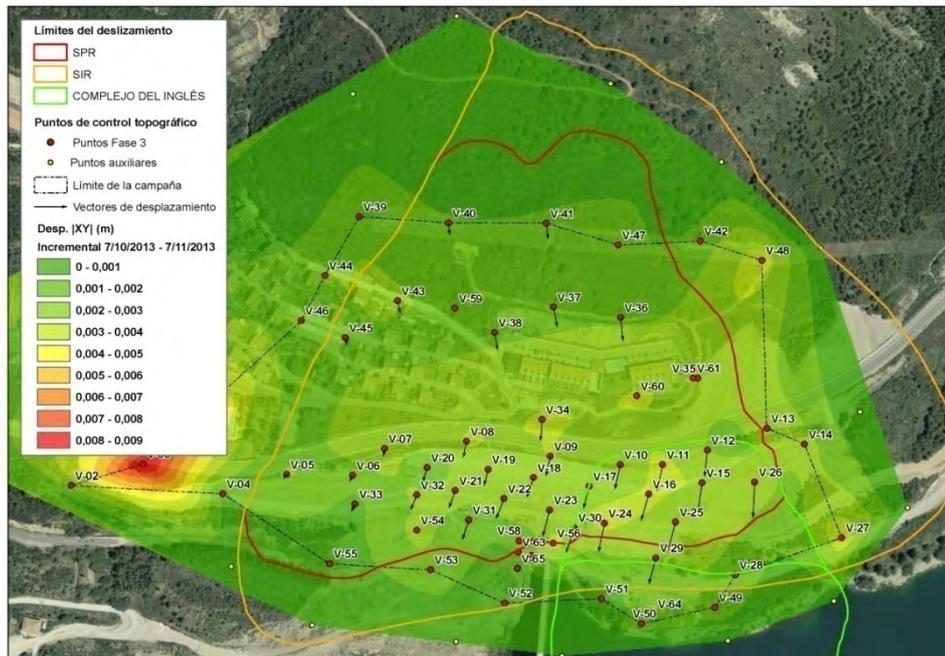


Figura 46. Desplazamientos incrementales en [XY] entre el 7-Oct-2013 y el 7-Nov-2013.

2.3.4.6. Periodo 25/04/2013 - 07/11/2013

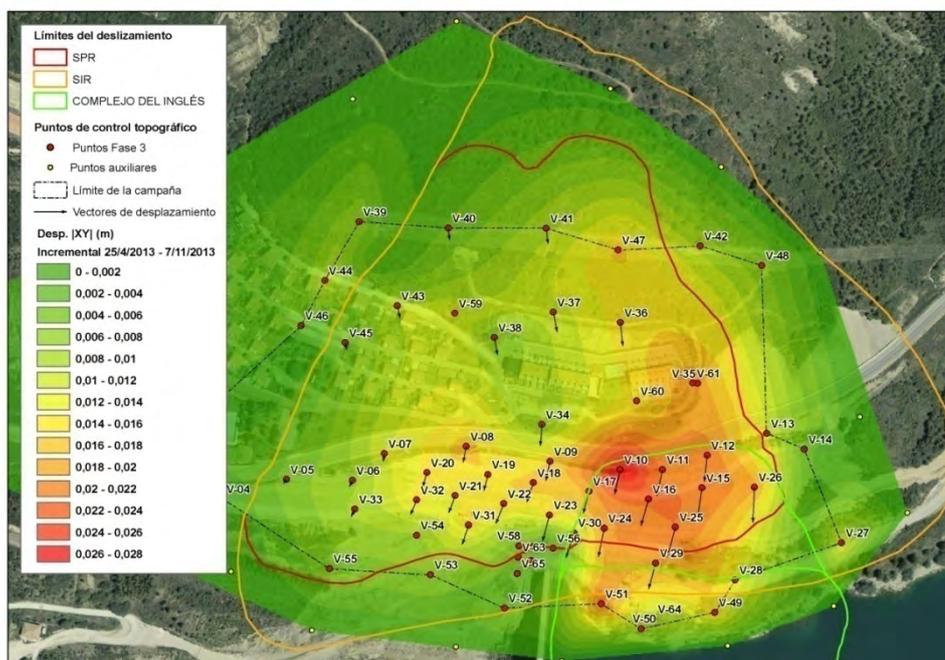


Figura 47. Desplazamientos incrementales en $|XY|$ entre el 25-Abr-2013 y el 7-Nov-2013.

2.3.4.7. Comentarios

En las figuras anteriores se representa el módulo del vector formado por la componente X e Y de los desplazamientos, por lo que los valores son siempre positivos.

El 25 de abril de 2013 se había registrado un movimiento máximo de 16,8 cm, con una distribución parecida a la de los movimientos en dirección Y. La representación conjunta de los movimientos en X e Y permitía observar que la tendencia a producirse desplazamientos diferenciales es algo menos marcada que analizando cada componente por separado

A 7 de noviembre de 2013 el desplazamiento máximo era de 18,7 cm, siguiendo una distribución parecida a la del 25 de abril.

En los desplazamientos incrementales durante el periodo 25-Abr - 31-May se observa una distribución muy parecida a la tendencia general, con unos desplazamientos pequeños, del orden de 5 mm.

En el periodo 31-May - 16-Jul (excavaciones fase 2) se registraron la distribución de los movimientos $|XY|$ es mucho más irregular, con varios focos principales.

Durante el desembalse del periodo 16-Jul - 7-Oct, los movimientos concentran en la parte baja de la ladera aguas arriba de la presa, con valores máximos de 1,8 cm.

Durante el periodo 7-Oct - 7-Nov (embalse) se observa un punto anómalo en el V-3, debido posiblemente a algún error de medida. Sin embargo dentro de la zona deslizada los movimientos son pequeños, con una distribución irregular.

Finalmente, los desplazamientos incrementales durante el periodo completo 25-Abr - 7-Nov muestran una distribución parecida a la de los desplazamientos en Y.

2.4. ACTUALIZACIÓN DE LOS DATOS DE AUSCULTACIÓN

2.4.1. Control topográfico

A continuación se presenta un conjunto de gráficos de evolución temporal de los desplazamientos y de las velocidades de movimiento en dirección Y en siete ejes de referencia, considerando los puntos de control topográfico más próximos a cada eje:

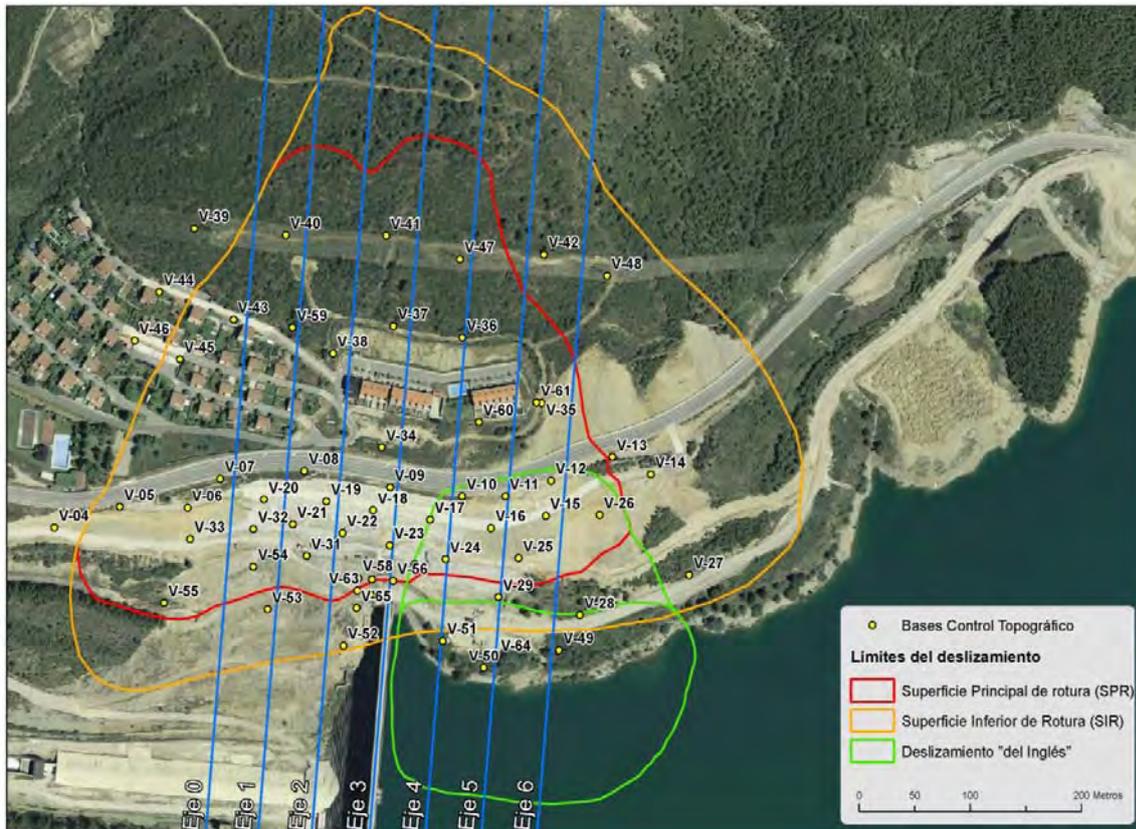


Figura 48. Ejes de referencia del análisis de la evolución temporal de los movimientos.

2.4.1.1. Eje 0

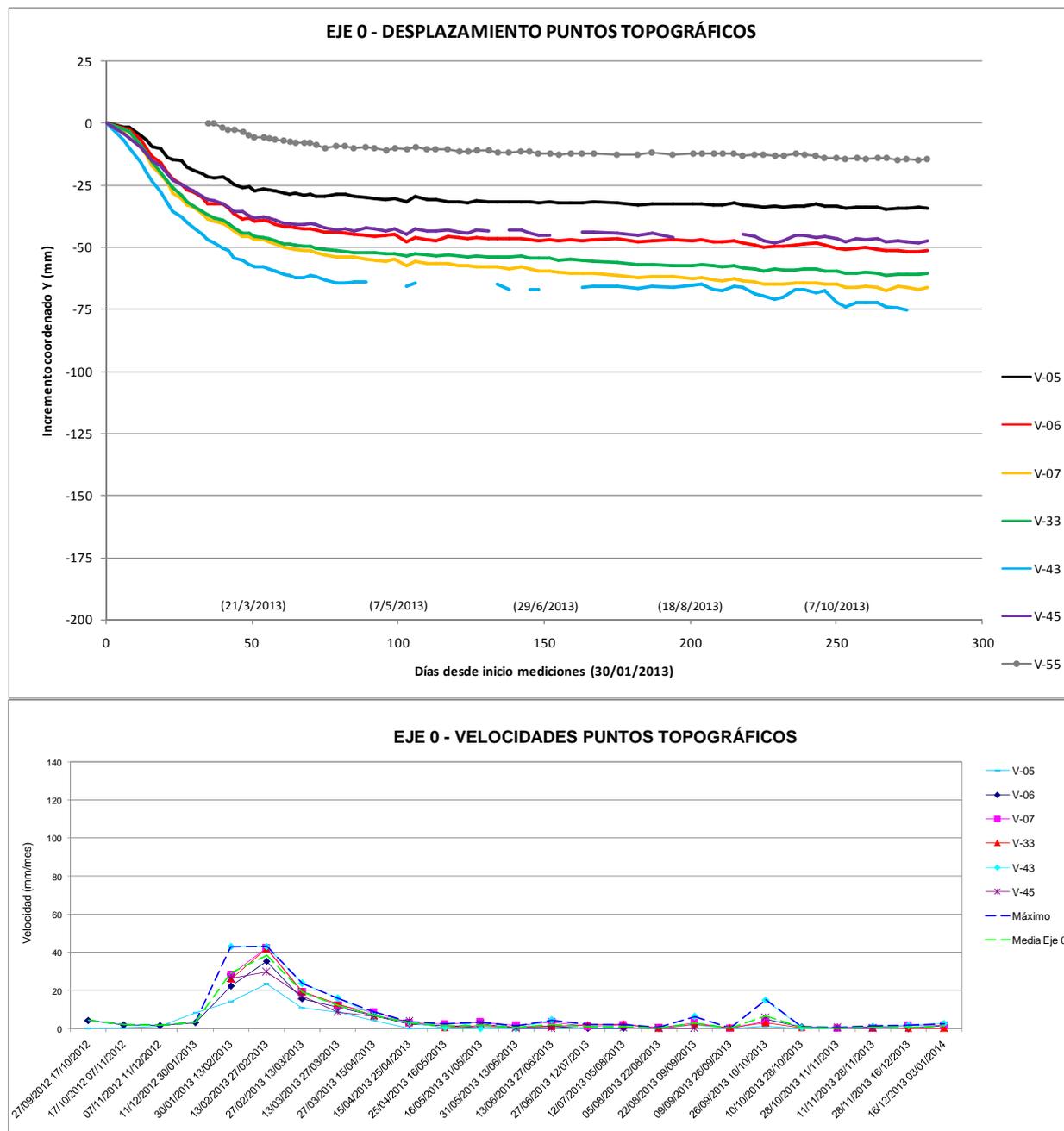


Figura 49. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 0.

2.4.1.2. Eje 1

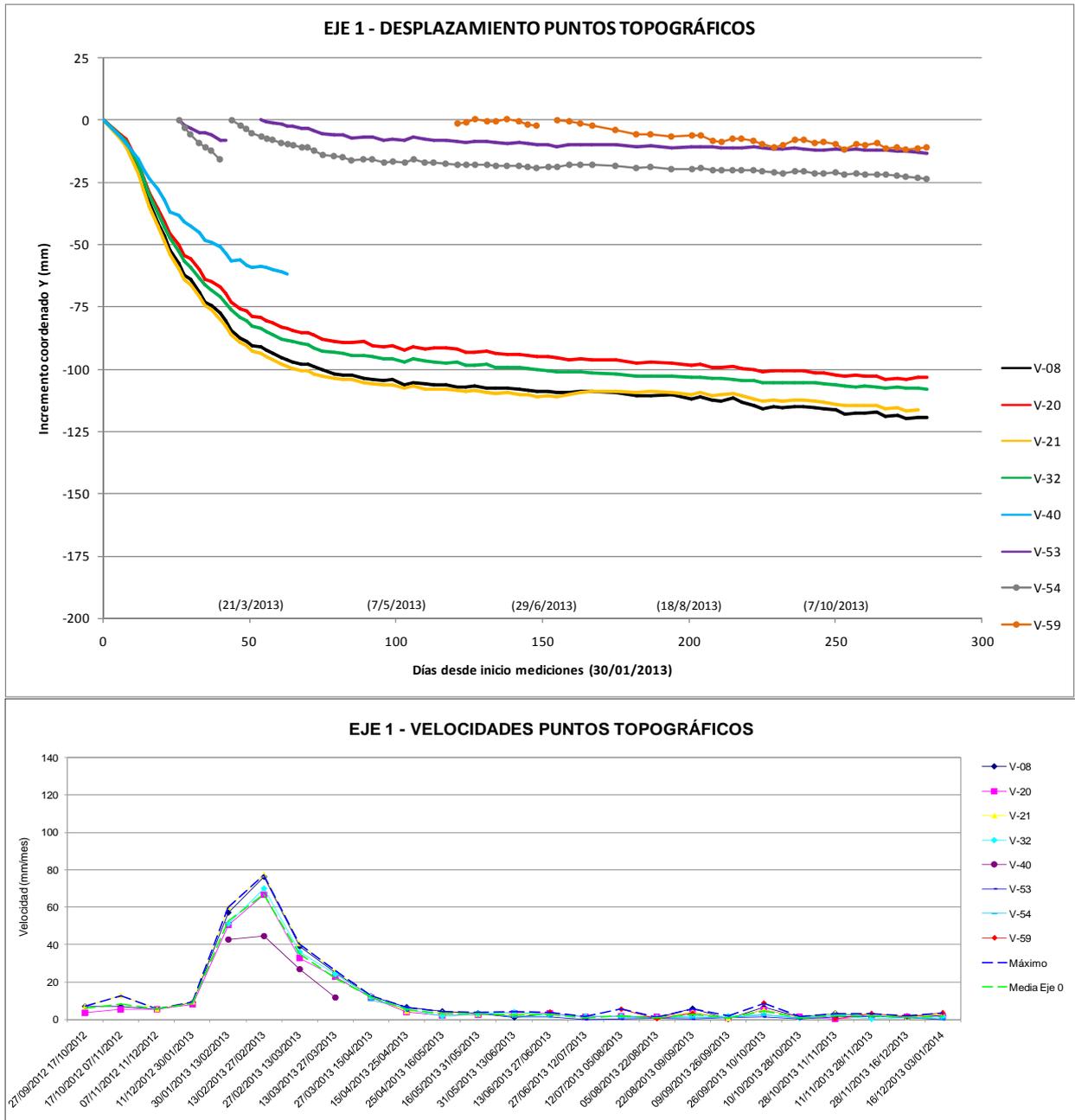


Figura 50. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 1.

2.4.1.3. Eje 2

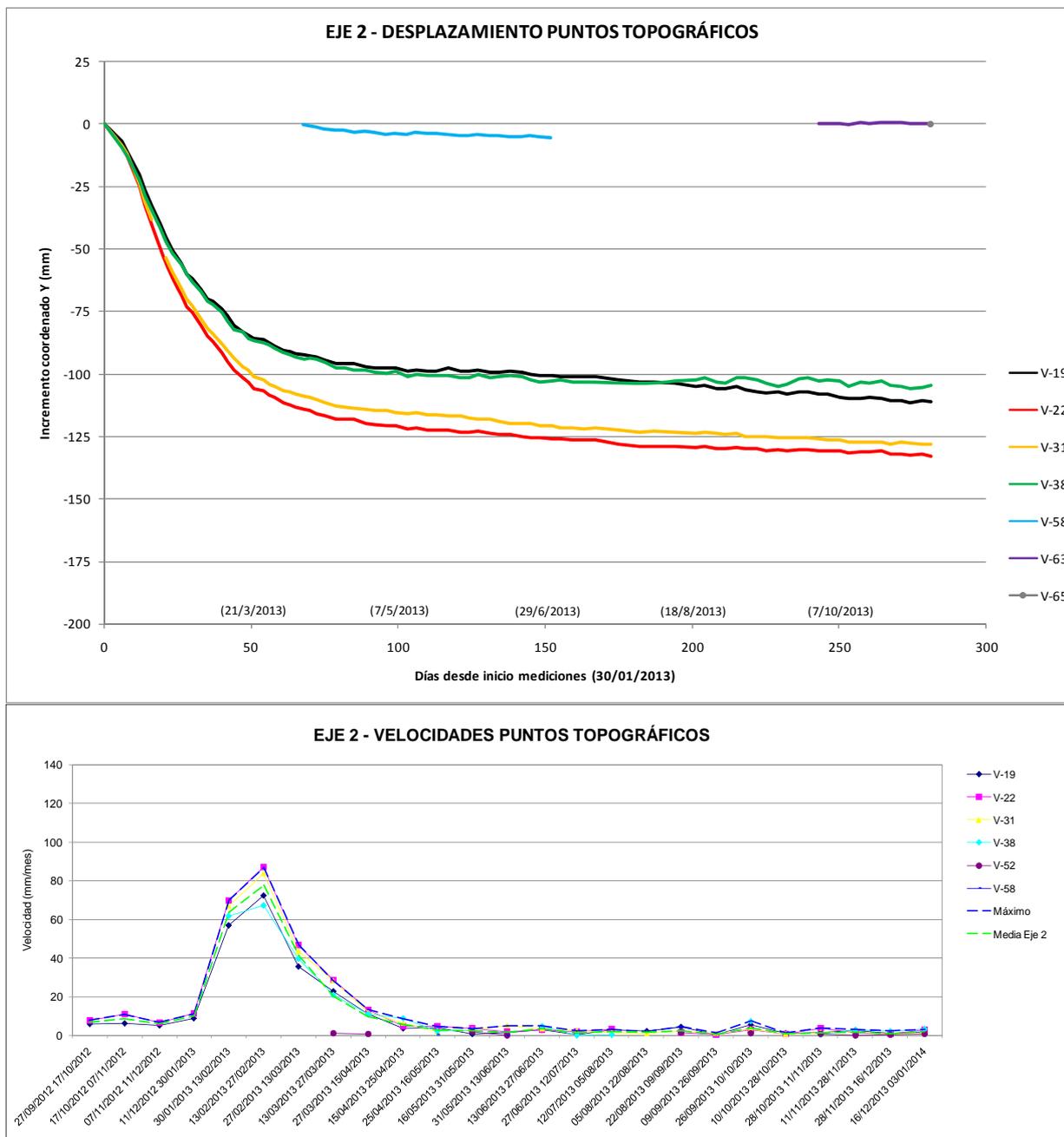


Figura 51. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 2.

2.4.1.4. Eje 3

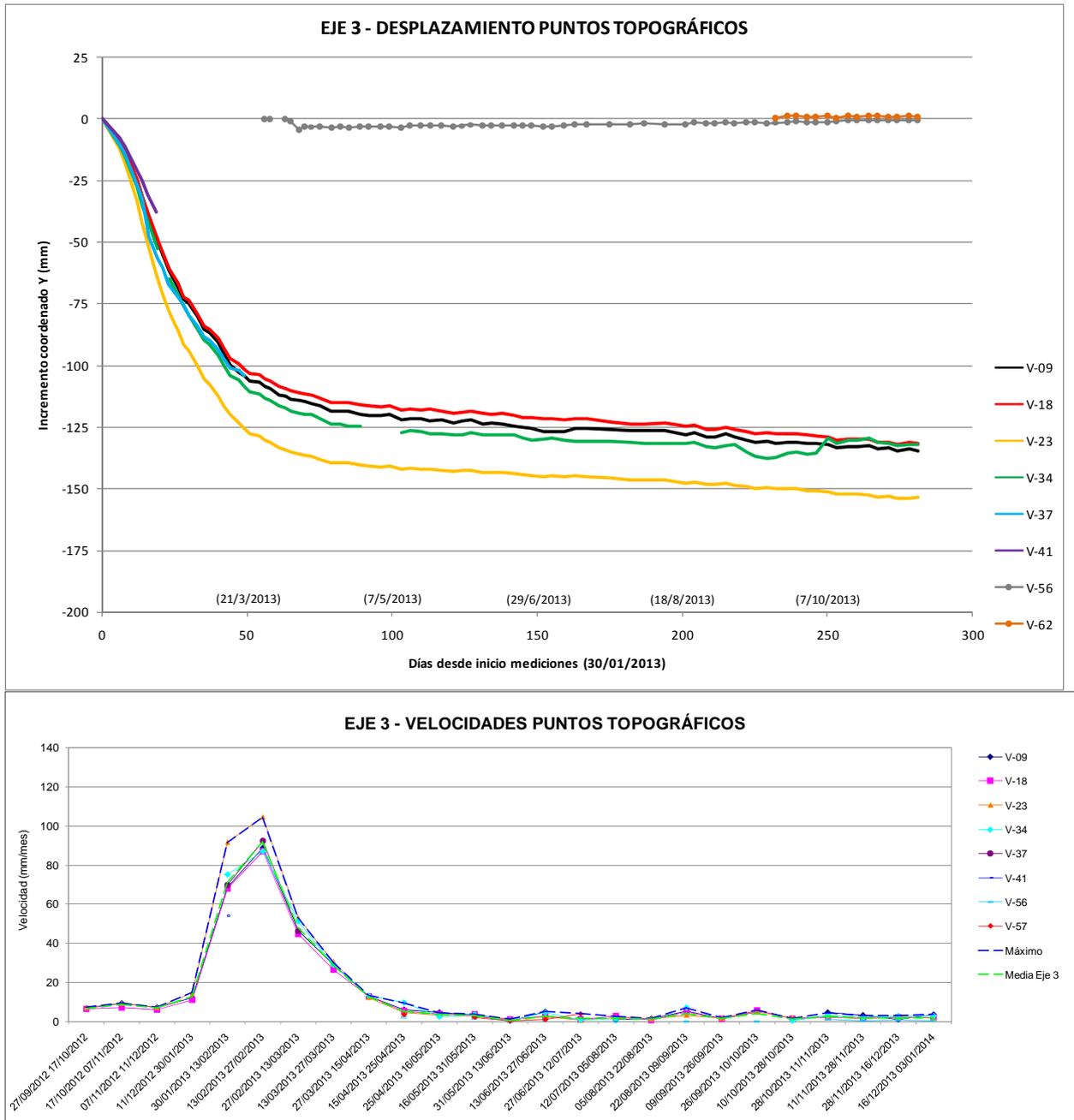


Figura 52. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 3.

2.4.1.5. Eje 4

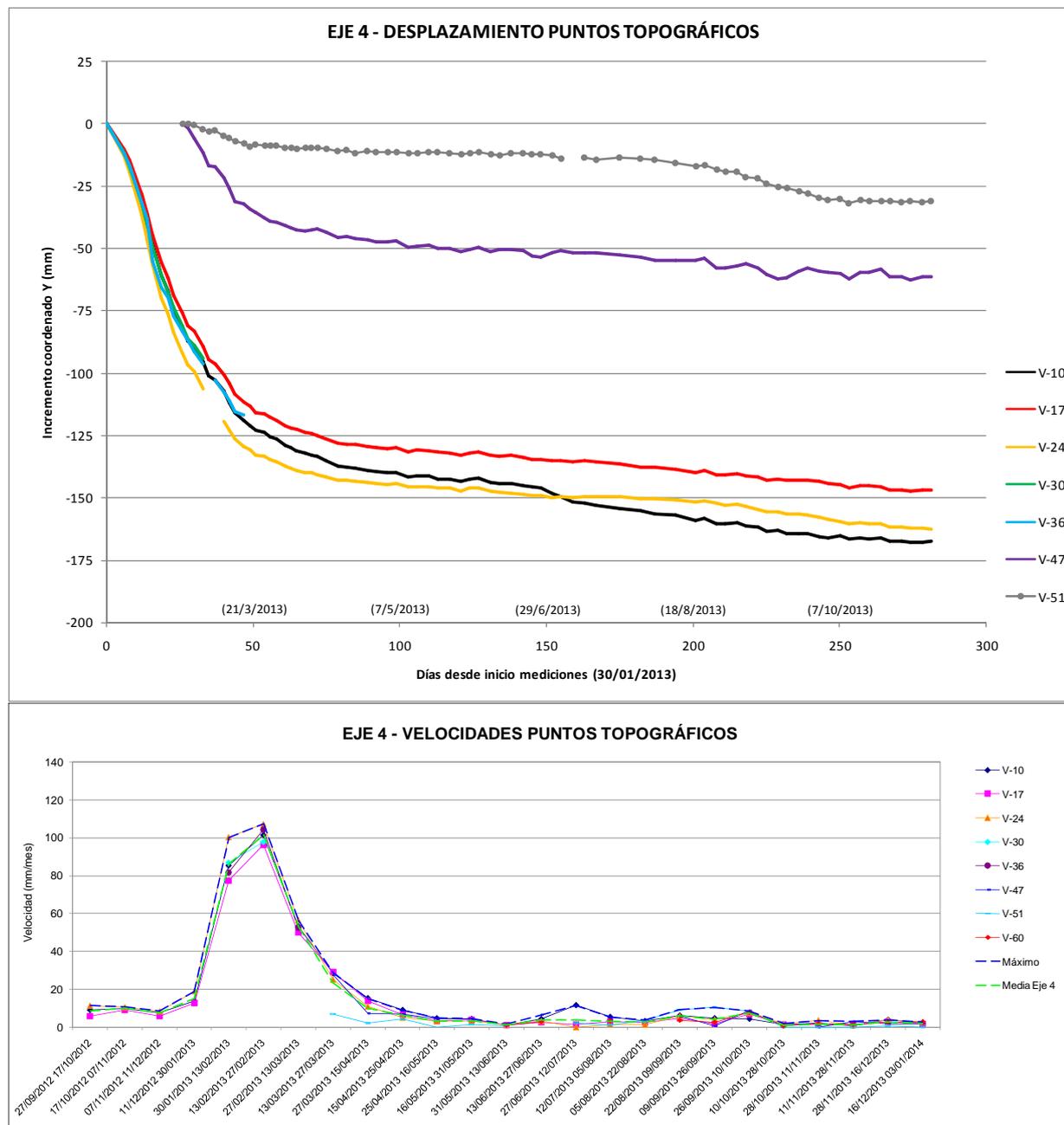


Figura 53. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 4.

2.4.1.6. Eje 5

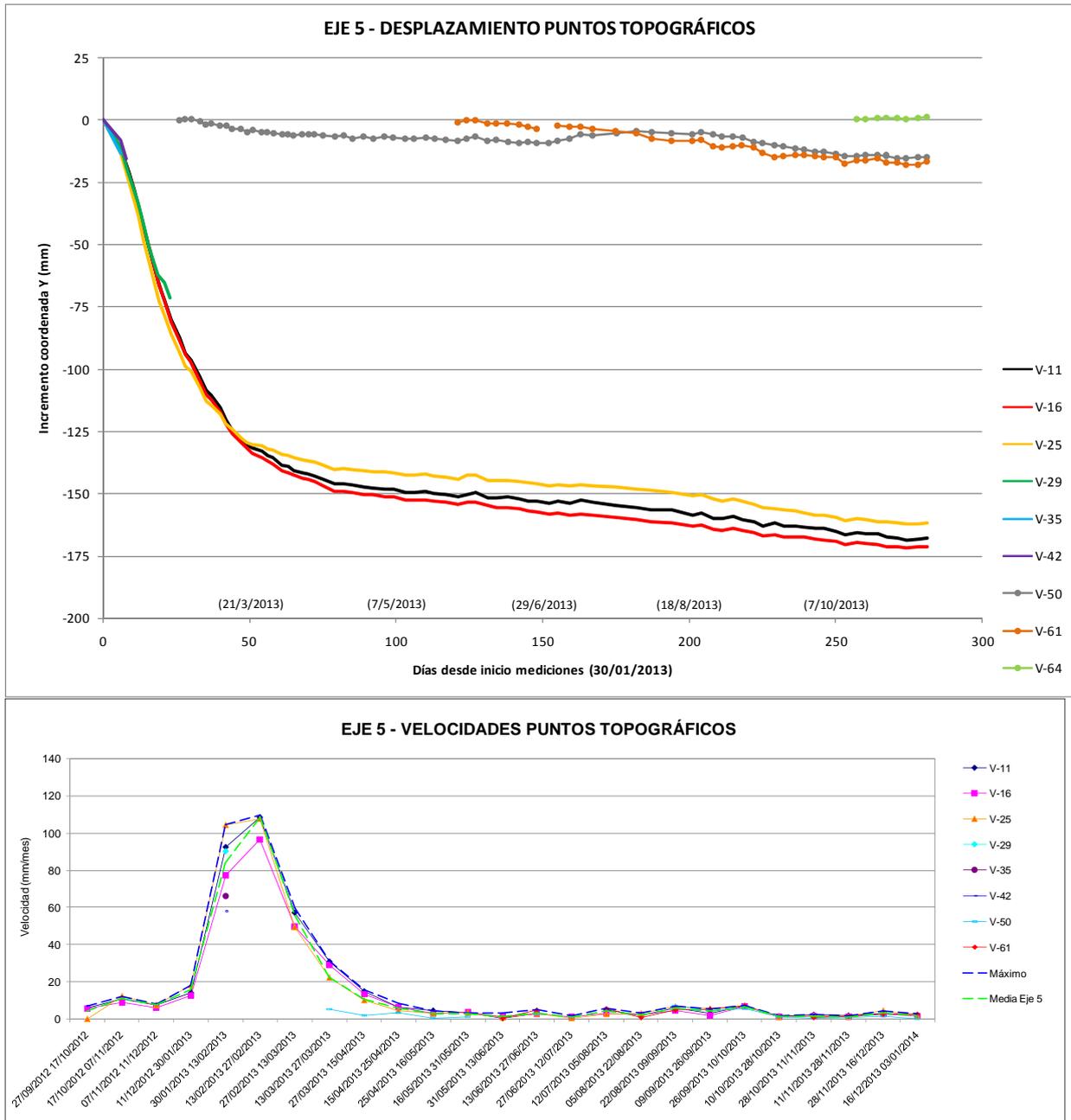


Figura 54. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 5.

2.4.1.7. Eje 6

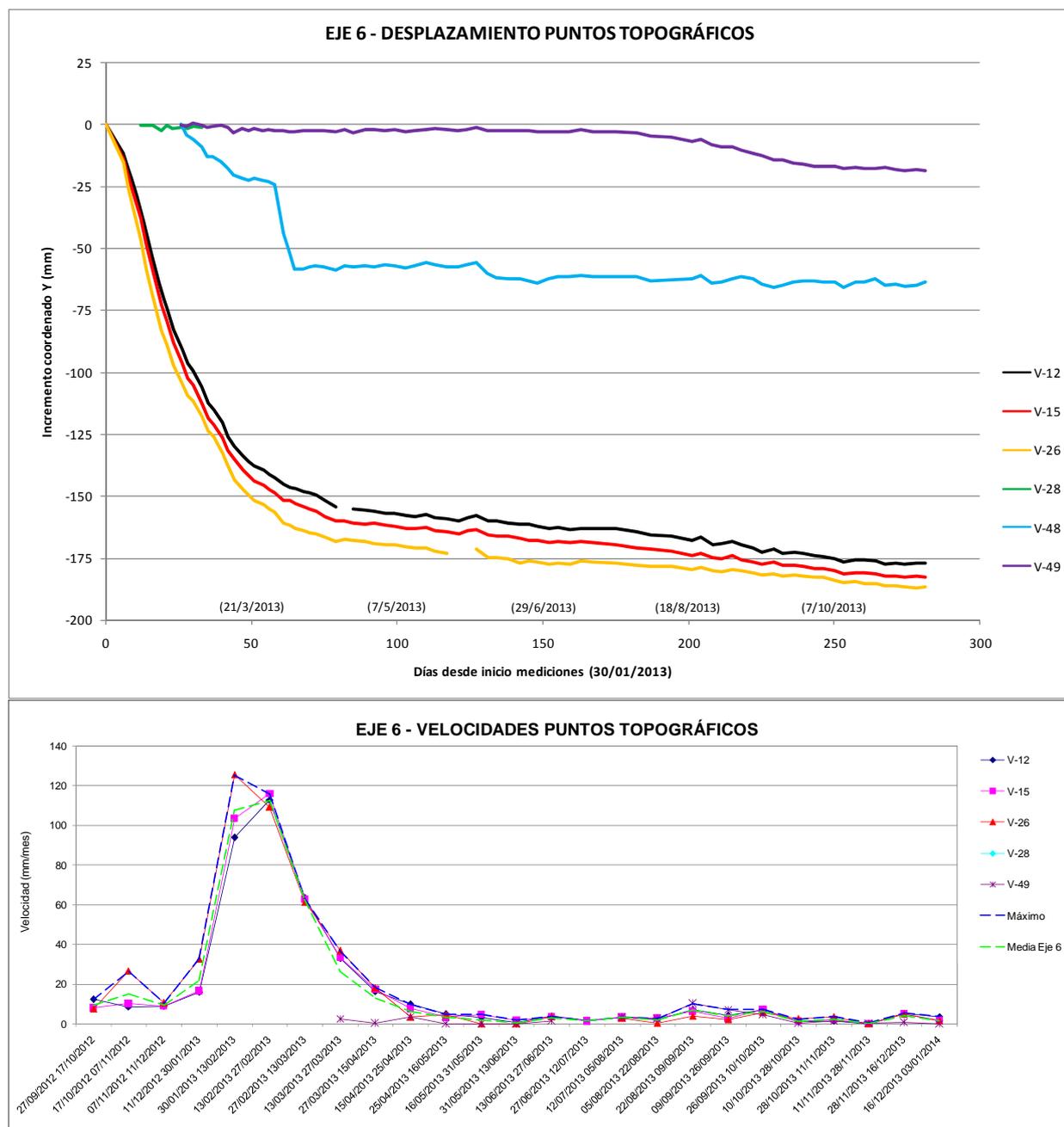


Figura 55. Desplazamientos y velocidades en los puntos de control topográfico del Eje 6.

2.4.1.8. Velocidad promedio ejes

En el gráfico siguiente se muestra la velocidad promedio en los siete ejes de referencia:

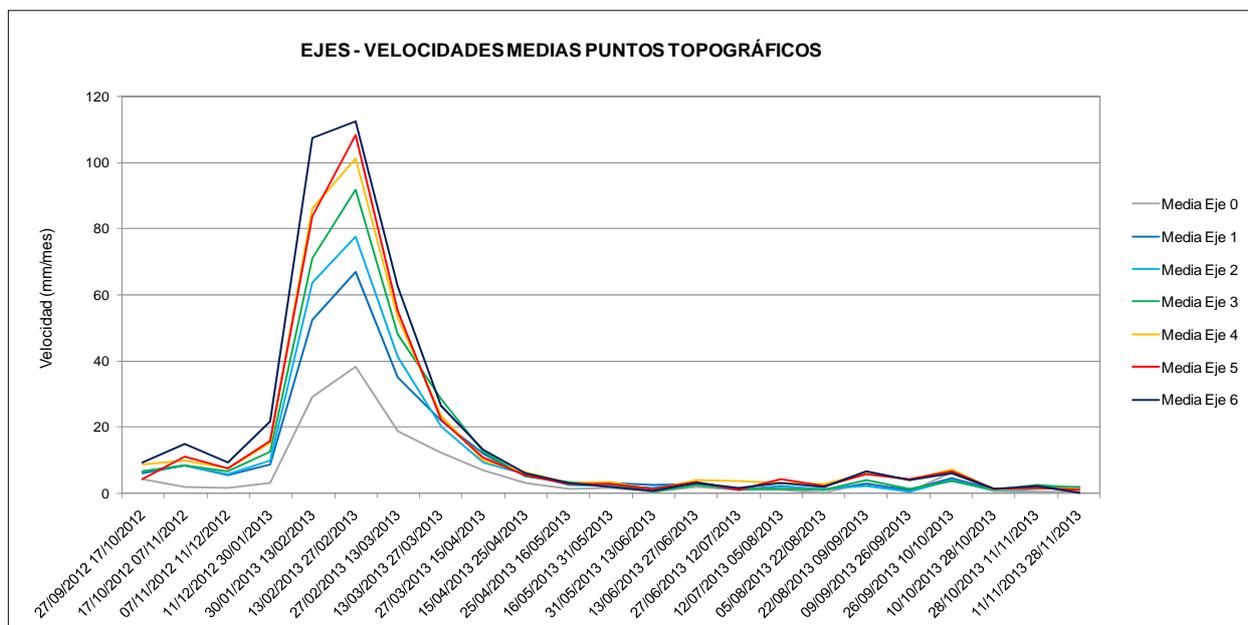


Figura 56. Velocidad promedio en los ejes de referencia.

La velocidad del deslizamiento fue máxima durante el mes de febrero de 2013. Durante marzo de 2013 se produjo una importante desaceleración. A finales de abril la velocidad de deslizamiento se había reducido a valores residuales.

Desde junio de 2013 hasta las últimas mediciones disponibles, la velocidad promedio ha sido de unos 2,4 mm/mes. En los ejes 4, 5 y 6 se produjo un cierto incremento de la velocidad durante el mes de septiembre, coincidiendo con el desembalse (producido entre julio y octubre).

2.4.2. Inclínómetros

A continuación se resumen los resultados de la reinterpretación de los nuevos inclinómetros disponibles para la redacción de la presente Adenda. La metodología es la que se explica en el apartado 3.6.2 del informe de junio de 2013. Las salidas gráficas originales de *Inclinalysis* se pueden consultar en el apéndice 2.

En análisis de resultados se hace respecto a las medidas en el eje A, con orientación aproximada N-S (siguiendo la pendiente de la ladera), ya que los datos del eje B (con dirección E-O aproximadamente) tienen muy poca precisión y en la mayoría de casos no se puede sacar conclusiones de ellos.

2.4.2.1. SCI-05

Inclinómetro situado fuera de la SPR, por lo que no se analiza aquí.

2.4.2.2. SCI-07

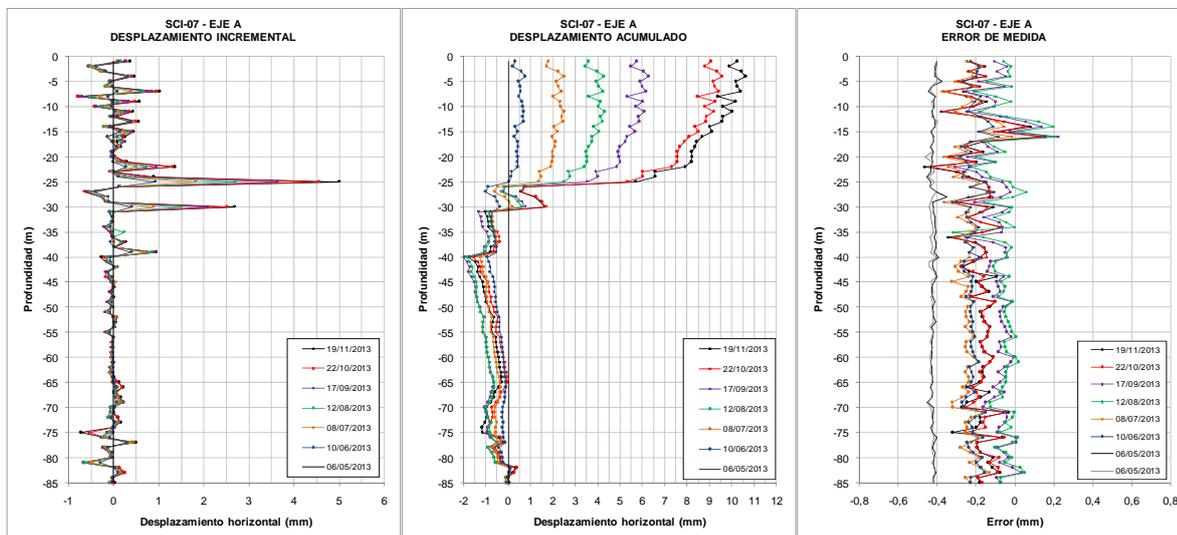


Figura 57. Resultados del inclinómetro SCI-07.

El gráfico del error de medida muestra cierta diferencia entre las medidas de referencia de la fecha de instalación y el resto de medidas, lo que hace que el gráfico de desplazamiento acumulado propague este error. Se pueden diferenciar dos planos principales de rotura, a 25 y 30 m de profundidad, de los cuales se considera que el principal (SPR) es el situado a 25 m de profundidad. El desplazamiento máximo registrado en ese plano es de unos 5 mm, con una velocidad promedio de 0,8 mm/mes, que se mantiene prácticamente constante en las mediciones disponibles.

2.4.2.3. SCI-08

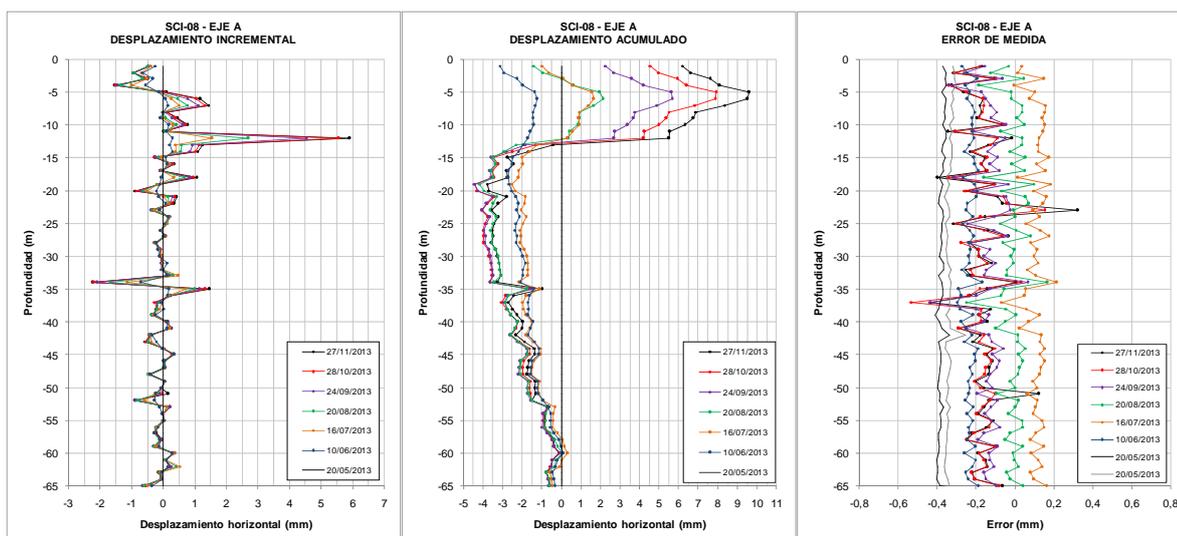


Figura 58. Resultados del inclinómetro SCI-08.

Como en el caso anterior, hay cierto error de calibración entre las diferentes medidas que se propaga por el gráfico de desplazamiento acumulado. No obstante se aprecia un plano principal de rotura a 12 m de profundidad. El desplazamiento máximo registrado es de 6 mm, con una velocidad promedio de aproximadamente 1 mm/mes.

2.4.2.4. SCI-09

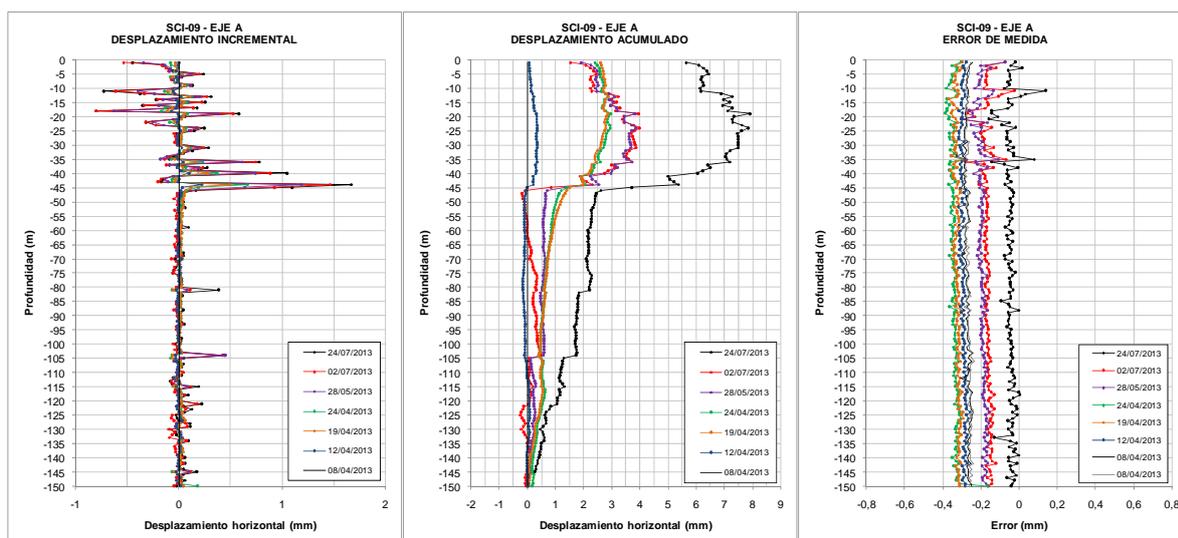


Figura 59. Resultados del inclinómetro SCI-09.

El inclinómetro SCI-09 ya estaba instalado en el momento de redacción del informe de junio de 2013, pero se disponía únicamente de 4 campañas de lectura. Posteriormente se realizaron 6 campañas adicionales (en los gráficos anteriores, para facilitar la visualización, únicamente se representan 7 campañas).

Se distingue claramente un plano de deslizamiento principal situado a 45 m de profundidad, aunque los desplazamientos obtenidos son inferiores a 2 mm, lo que implica una velocidad promedio de 0.7 mm/mes. Esta velocidad fue algo mayor ($\approx 1,3$ mm/mes) durante las primeras semanas de operación.

El gráfico de desplazamiento acumulado está afectado por el error de medida, en especial en la última medida.

2.4.2.5. SCI-12

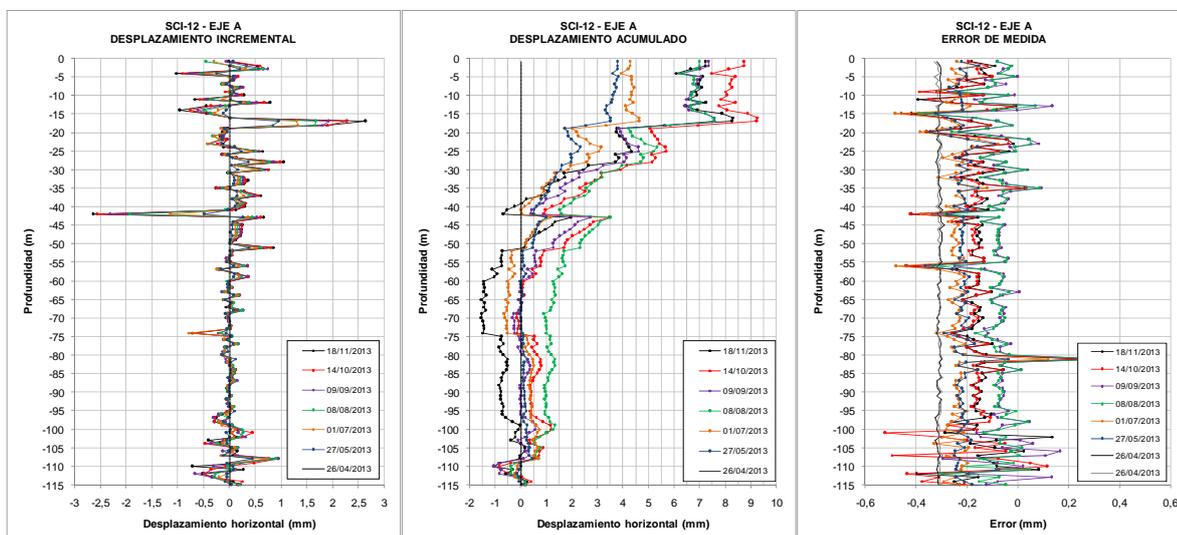


Figura 60. Resultados del inclinómetro SCI-12.

Resultados muy distorsionados por el error de medida. Sin embargo se intuyen dos planos con acumulación de movimientos (a 17 y 42 m de profundidad), de los cuales se ha considerado que el situado a 42 m profundidad representa la SPR. El error de medida no permite obtener una velocidad de desplazamiento fiable.

2.4.2.6. SCI-17

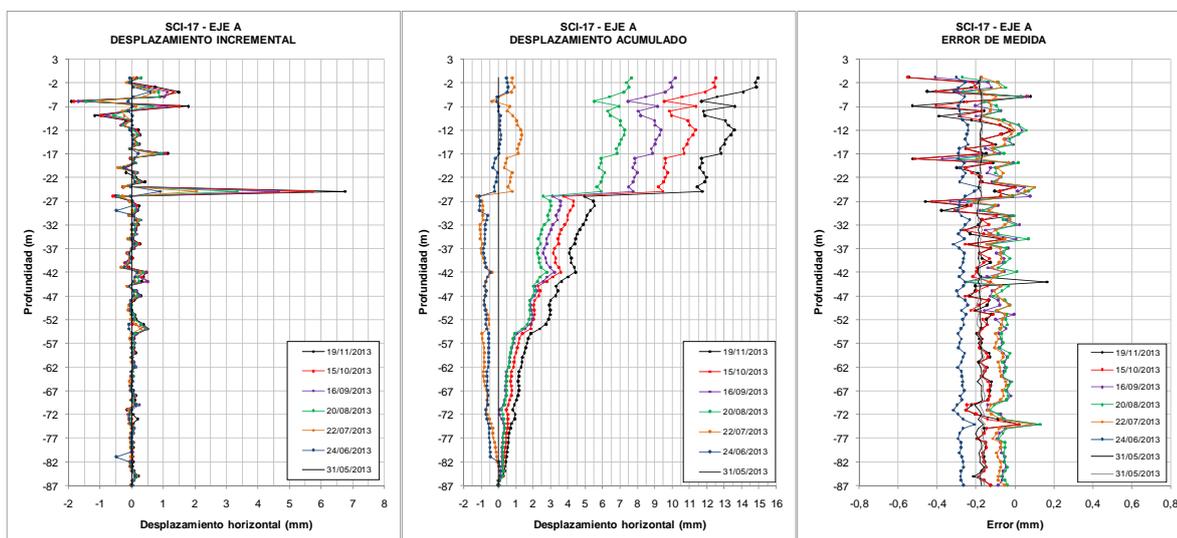


Figura 61. Resultados del inclinómetro SCI-17.

Se distingue claramente un plano principal de deslizamiento situado a 25 m de profundidad, con un movimiento máximo de unos 7 mm. La velocidad promedio es de 1,2 mm/mes. El gráfico de desplazamiento incremental está afectado por el error de medida.

2.4.2.7. SCI-18

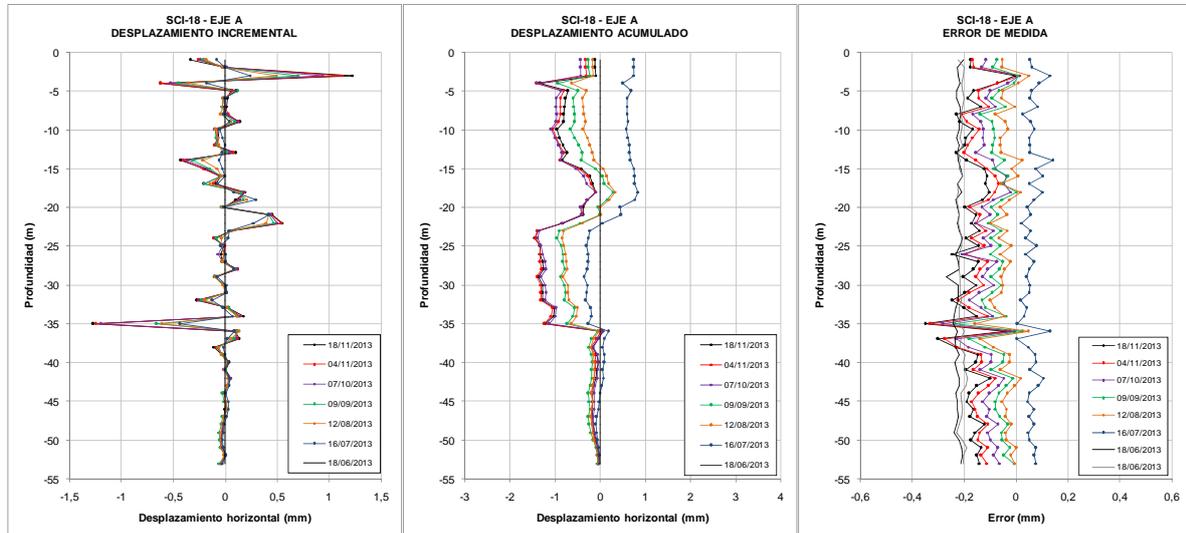


Figura 62. Resultados del inclinómetro SCI-18.

Gran influencia del error de medida, que no permite distinguir claramente una superficie de deslizamiento.

2.4.2.8. SCI-19

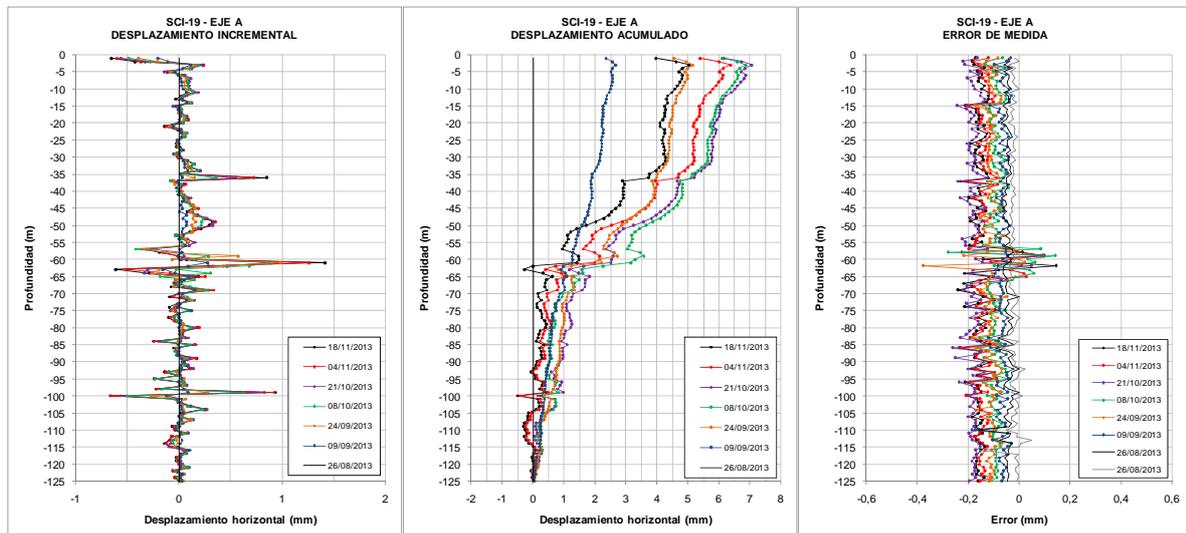


Figura 63. Resultados del inclinómetro SCI-19.

Aunque los movimientos son pequeños, y por lo tanto el error relativo grande, puede intuirse una superficie principal de rotura (SRP) situada a 61 de profundidad, en la que la velocidad promedio sería de 0,7 mm/mes.

2.4.2.9. SCI-20

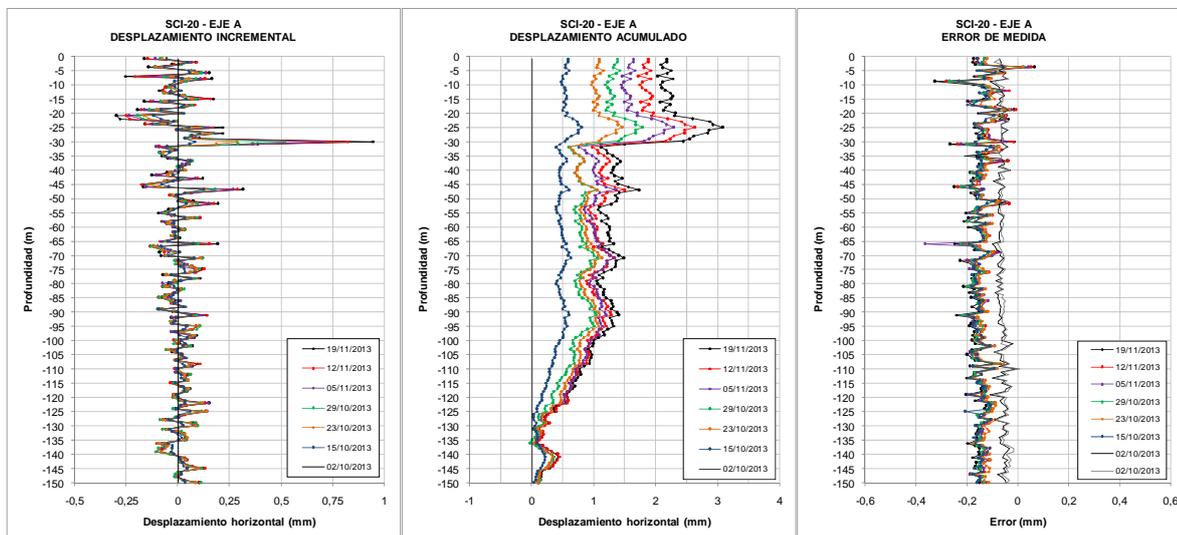


Figura 64. Resultados del inclinómetro SCI.20.

Como en el caso anterior, los desplazamientos son muy pequeños, pero puede distinguirse una superficie principal de rotura a 30 m de profundidad. La velocidad promedio este plano es de unos 0,6 mm/mes.

2.4.2.10. SCI-21

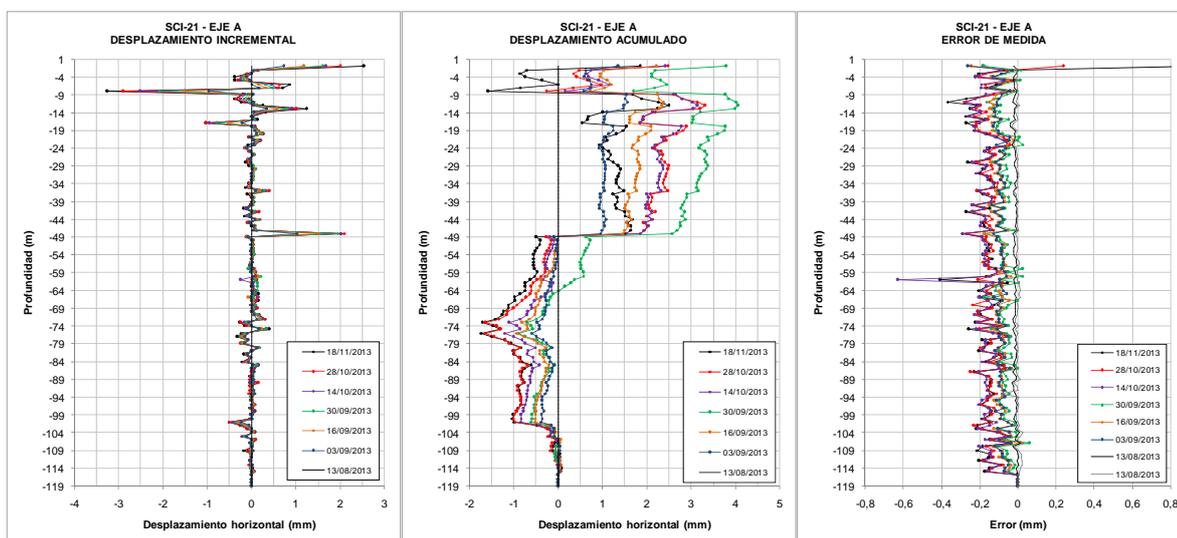


Figura 65. Resultados del inclinómetro SCI-21.

En este caso se distingue un plano de deslizamiento a 48 m de profundidad y algunos planos más superficiales. Se considera que el plano situado a 48 m de profundidad corresponde con la SPR, y tiene un desplazamiento máximo de 2 mm, con una velocidad de uno 0,8 mm/mes.

2.4.2.11. SCI-22

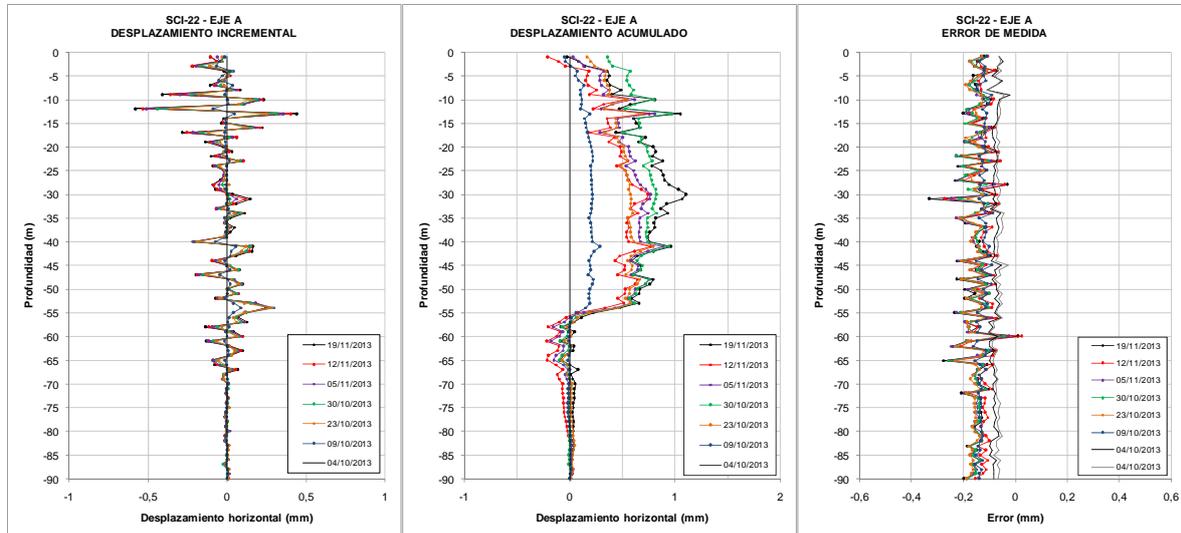


Figura 66. Resultados del inclinómetro SCI-22.

Los desplazamientos en el inclinómetro SCI-22 son muy pequeños, aunque se intuye un plano de deslizamiento a 28 m de profundidad. Según la delimitación de los deslizamientos, este plano correspondería al complejo del "inglés".

2.4.2.12. Resumen de resultados de los inclinómetros

En la tabla siguiente se resumen los resultados del análisis de los datos de los inclinómetros presentado en los apartados anteriores:

Código inclinómetro	Estado	Cota (msnm)	Profundidad de rotura (SPR) (m)	Cota de rotura (SPR) (msnm)	Observaciones
SCI-07	Operativo	519,3	25	494,3	Vel. promedio \approx 0,8 mm/mes
SCI-08	Operativo	517,9	12	505,9	Vel. promedio \approx 1 mm/mes
SCI-09	No operativo	537,3	45	492,3	Vel. promedio máx. \approx 1,3 mm/mes
SCI-12	Operativo	559,6	42	517,6	Error de medida
SCI-17	Operativo	506,4	25	481,4	Vel. promedio \approx 1,2 mm/mes
SCI-18	Operativo	490,0	-	-	-
SCI-19	Operativo	520,5	61	459,5	Vel. promedio \approx 0,8 mm/mes
SCI-20	Operativo	543,9	30	513,9	Vel. promedio \approx 0,6 mm/mes
SCI-21	Operativo	573,8	48	525,8	Vel. promedio \approx 0,8 mm/mes
SCI-22	Operativo	491,7	28	463,7	Fuera de la SPR

Tabla 21. Tabla resumen de resultados de los inclinómetros.

Partiendo del análisis anterior, es posible representar un gráfico de la evolución temporal de los desplazamientos, lo que permite una interpretación conjunta de los inclinómetros. En el gráfico que se presenta a continuación, el valor de los desplazamientos está obtenido considerando el plano principal

de deslizamiento. En los inclinómetros en los que la precisión es buena, este valor se puede obtener de los gráficos de desplazamiento acumulado (si no hay planos de deslizamiento secundarios más superficiales); pero en el resto de inclinómetros este valor se debe obtener de los gráficos de desplazamiento incremental. En el segundo caso debe tenerse presente que *Inclinanalysis* no aplica la corrección por hacer medidas cada metro con una sonda de medio metro en los gráficos de desplazamiento incremental, lo que podría llevar a hacer una lectura errónea de los desplazamientos.

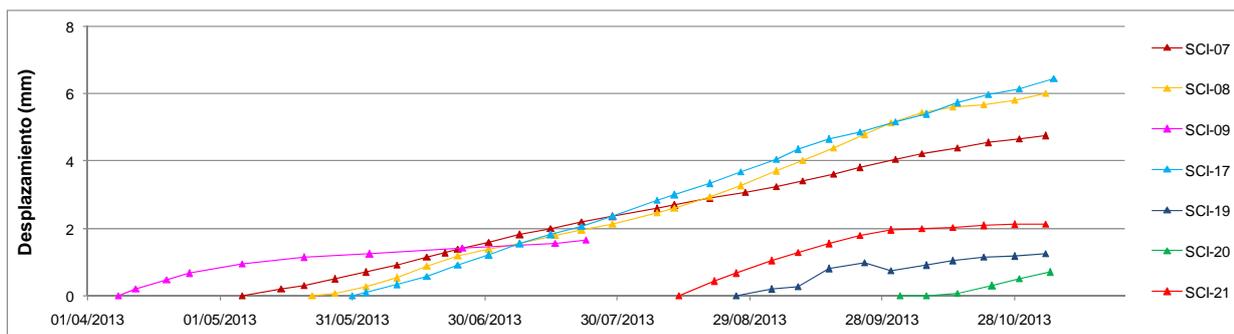


Figura 67. Gráfico de evolución temporal de los desplazamientos horizontales en la SPR registrados en los nuevos inclinómetros.

La velocidad de los siete inclinómetros representados es parecida, sin fluctuaciones destacables durante el periodo de operación de los mismos, si bien las últimas medidas de los inclinómetros SCI-07, SCI-21 y SCI-19 muestran una cierta desaceleración.

2.4.3. Comparación de los resultados del control topográfico y de los inclinómetros

Si al gráfico anterior se le superponen los resultados del control topográfico (desplazamiento según la coordenada Y), extraídos del GIS, se pueden comparar los desplazamientos en profundidad con los desplazamientos en superficie:

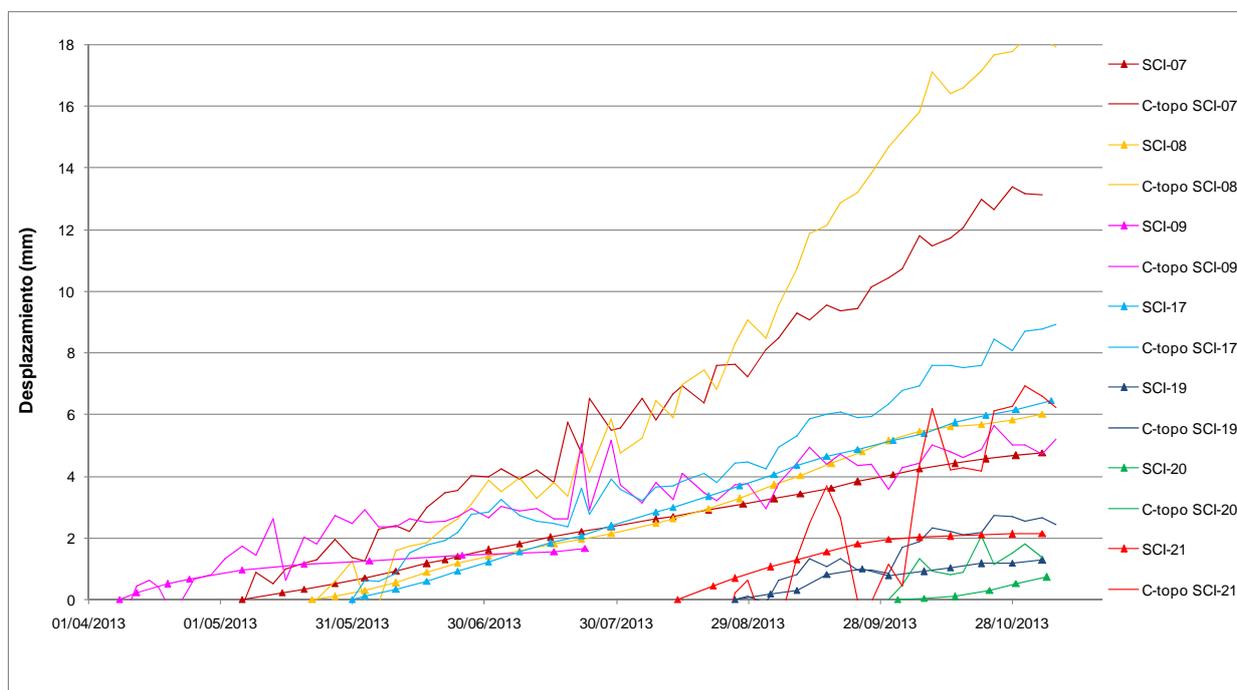


Figura 68. Comparación entre los desplazamientos obtenidos de los inclinómetros y del control topográfico.

En el inclinómetro SCI-08 se puede ver que el desplazamiento según el control topográfico es prácticamente el doble. Sin embargo, si se observan los gráficos de la Figura 58 se puede ver que a los 6 mm de desplazamiento máximo en el plano principal, en superficie se le podrían añadir unos 4 mm correspondientes a la propagación del error de medida, y otros 4 mm correspondientes a desplazamientos producidos en un plano secundario situado entre 5 y 10 m de profundidad. Por lo tanto el desplazamiento total en superficie según datos inclinométricos sería de 14 mm, lo cual se aproxima más a los 18 mm obtenidos del control topográfico.

En el inclinómetro SCI-07 también se obtiene que con el control topográfico el desplazamiento es prácticamente el doble. Pero como en el caso anterior, analizando los gráficos de la Figura 57 se ve como a los 5 mm de desplazamiento en el plano principal, en superficie se le pueden sumar 2 mm de propagación de error, 2,5 mm de un plano secundario situado a 30 m de profundidad, y 4,5 mm de desplazamientos secundarios más superficiales que el plano principal de rotura. De modo que el desplazamiento en cabeza de inclinómetro sería de 14 mm, prácticamente el mismo que el obtenido con el control topográfico.

En el inclinómetro SCI-17 prácticamente todo el movimiento se produce en el plano principal de rotura, y por lo tanto directamente el desplazamiento obtenido es similar al obtenido con el control topográfico. Lo mismo pasa con el inclinómetro SCI-09.

En los inclinómetros SCI-19, SCI-20 y SCI-21, el reducido número de lecturas y las fluctuaciones del control topográfico hacen difícil la comparación.

2.4.4. Influencia de la precipitación

Con el fin de analizar la influencia de la precipitación durante la segunda mitad del 2013, en los gráficos siguientes se superponen los desplazamientos registrados en algunos puntos de los ejes de referencia con la precipitación producida durante el periodo 31-May-2013 - 3-Ene-2014:

2.4.4.1. Eje 0

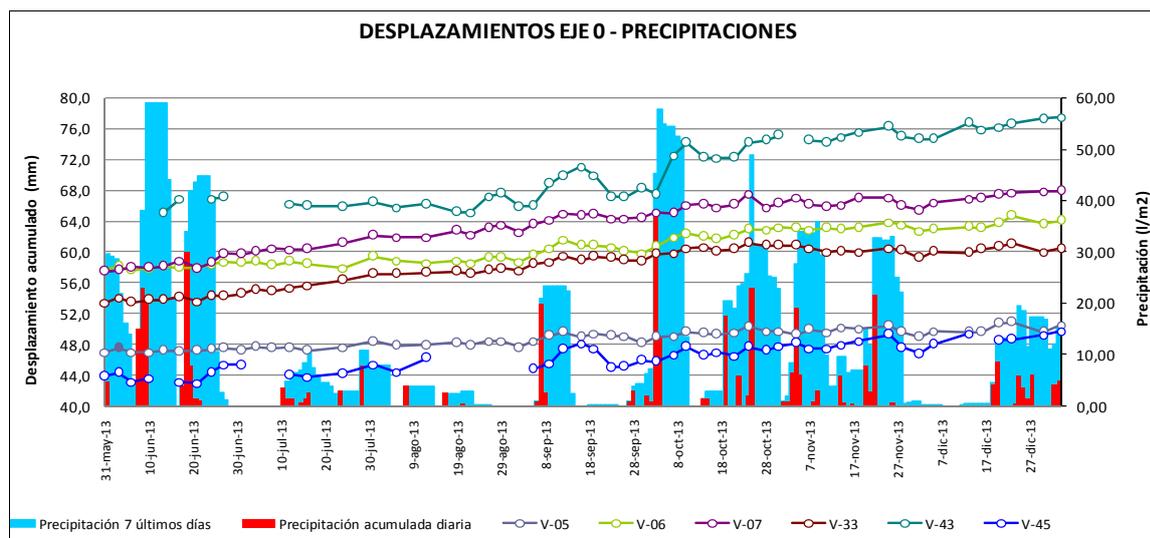


Figura 69. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 0

2.4.4.2. Eje 1

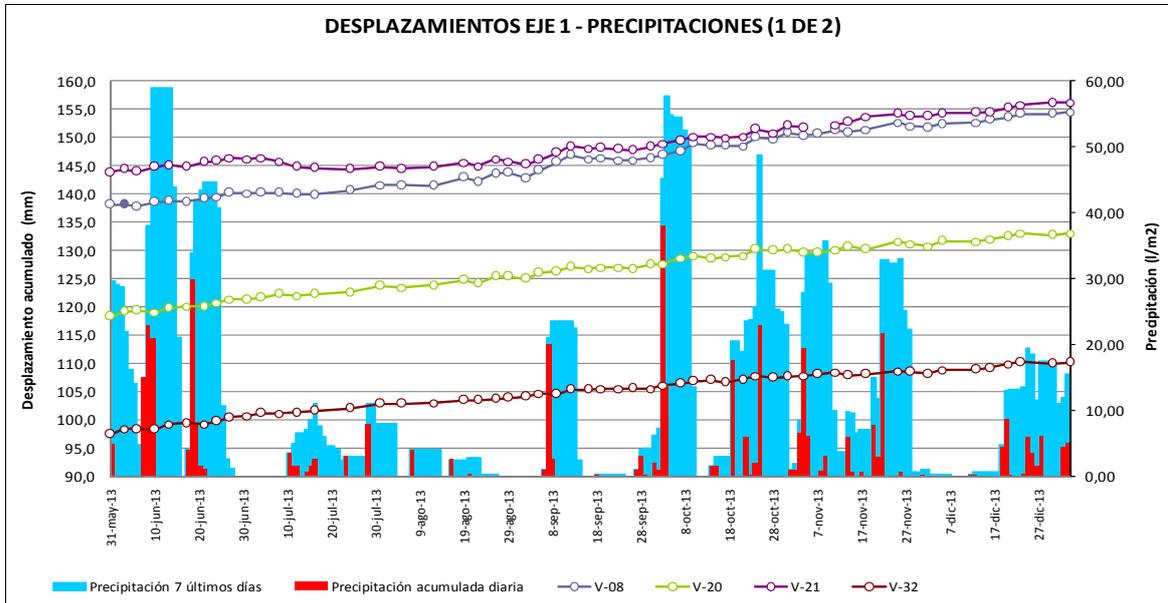


Figura 70. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 1 (1 de 2)

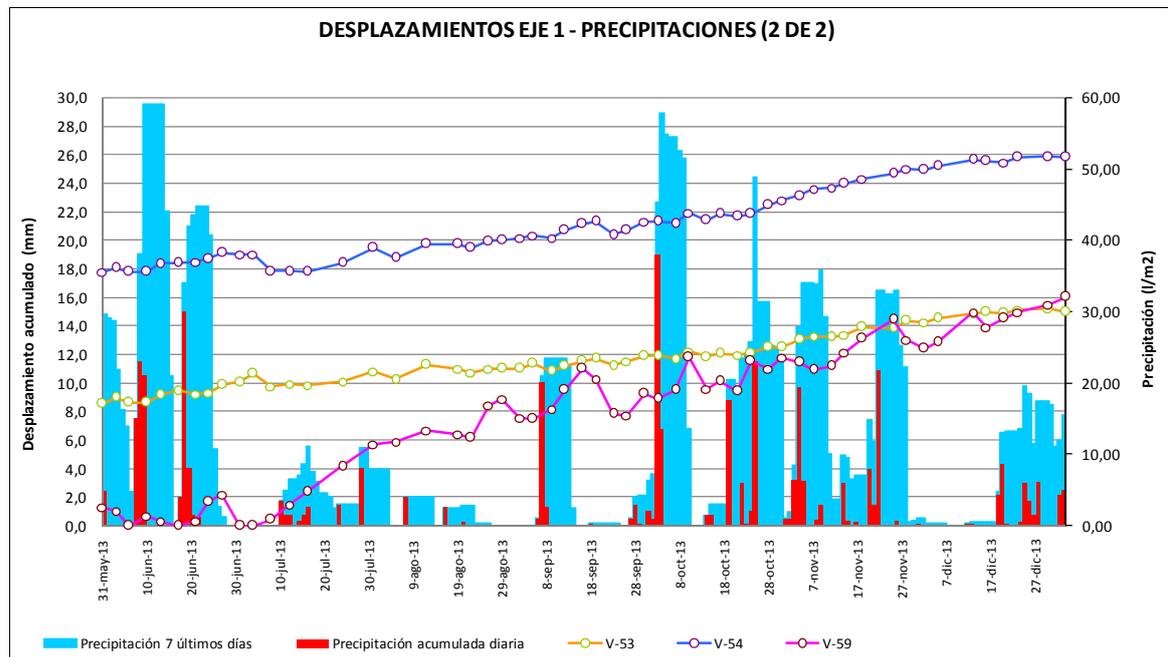


Figura 71. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 1 (2 de 2)

2.4.4.3. Eje 2

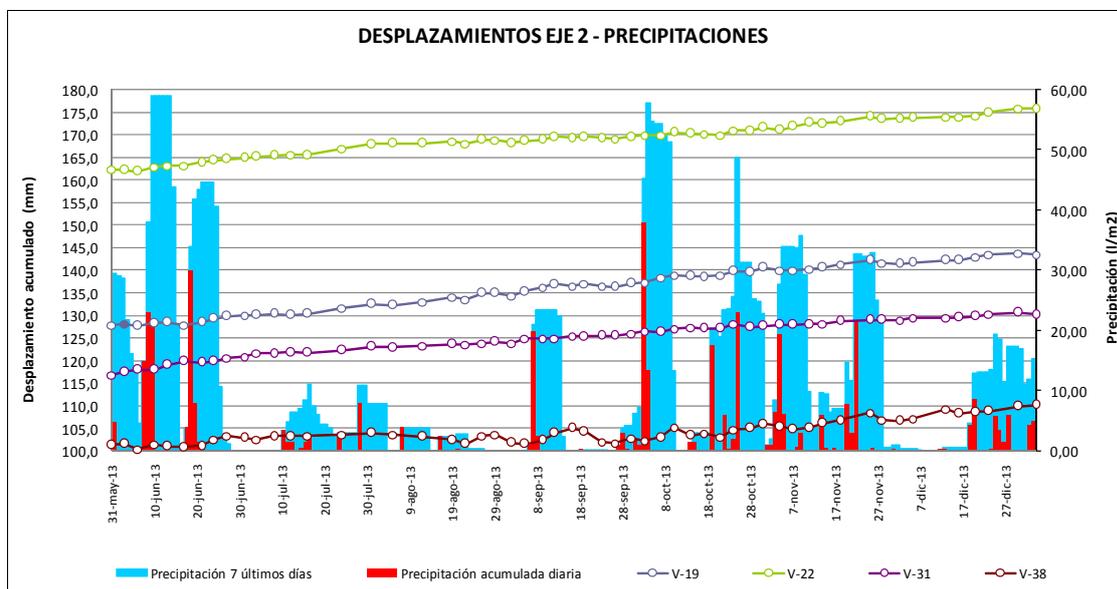


Figura 72. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 2

2.4.4.4. Eje 3

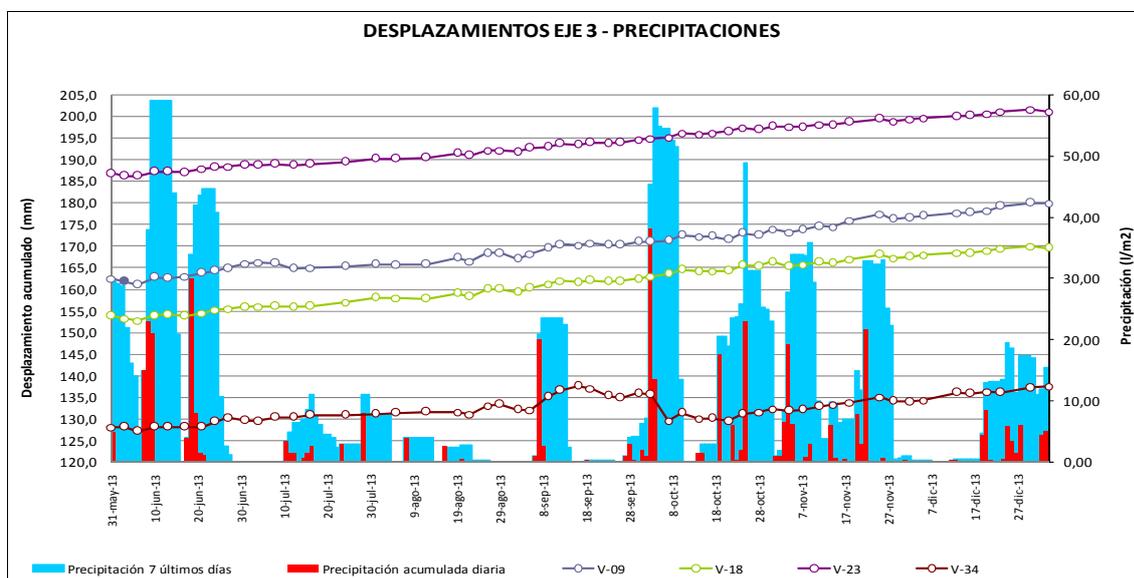


Figura 73. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 3

2.4.4.5. Eje 4

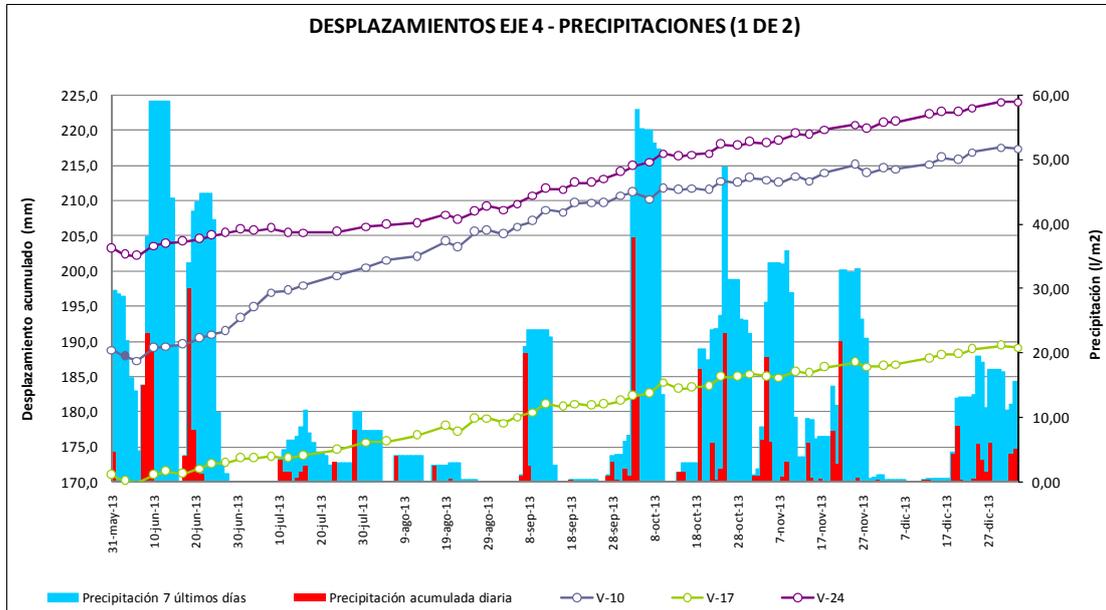


Figura 74. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 4 (1 de 2)

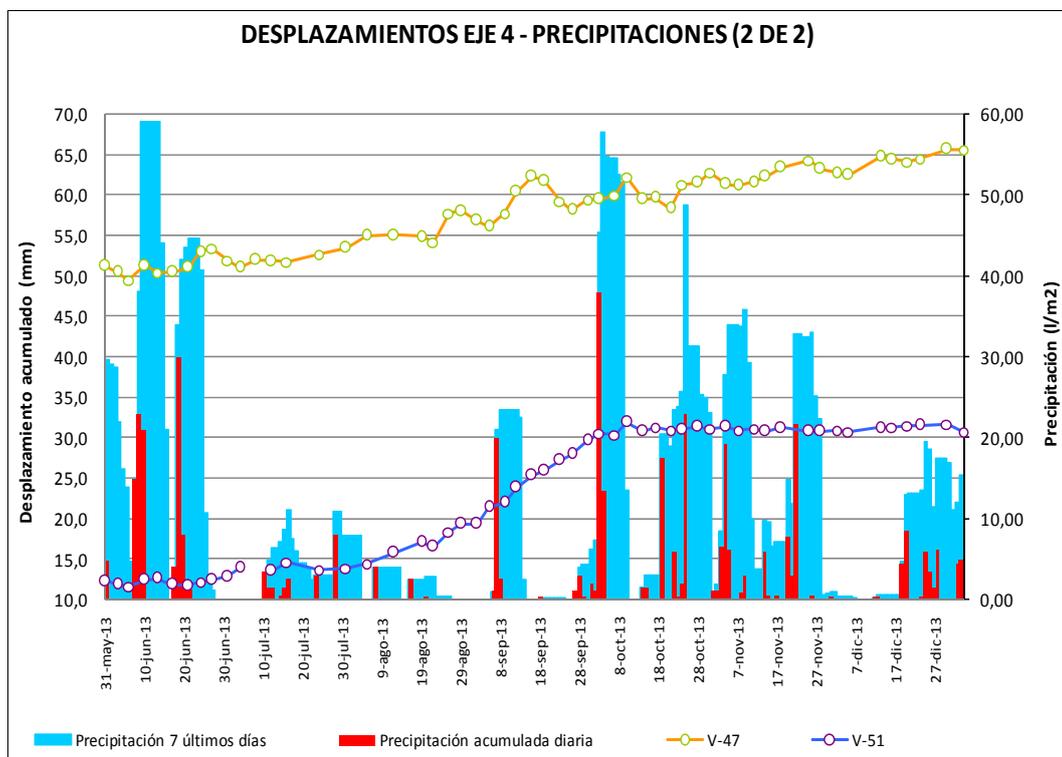


Figura 75. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 4 (2 de 2)

2.4.4.6. Eje 5

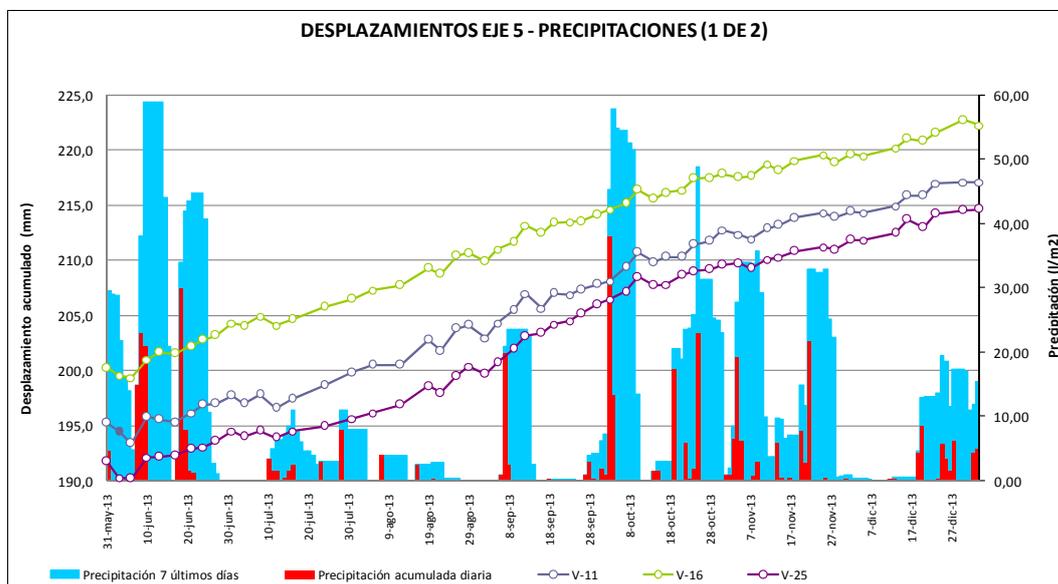


Figura 76. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 5 (1 de 2)

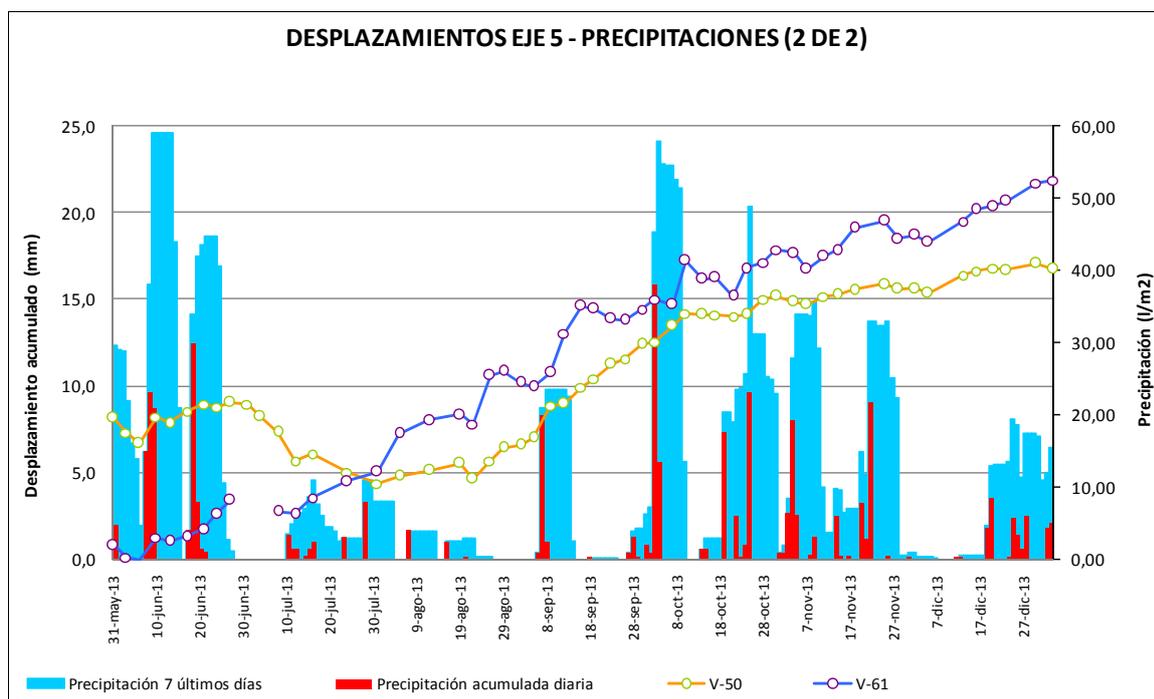


Figura 77. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 5 (2 de 2)

2.4.4.7. Eje 6

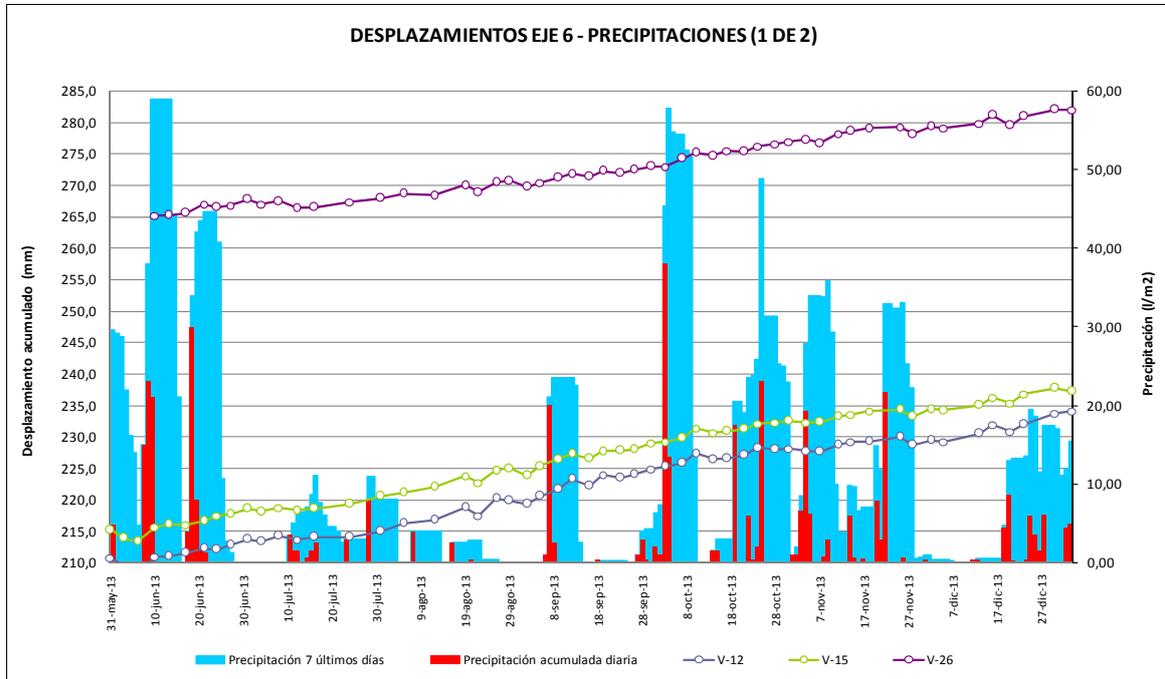


Figura 78. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 6 (1 de 2)

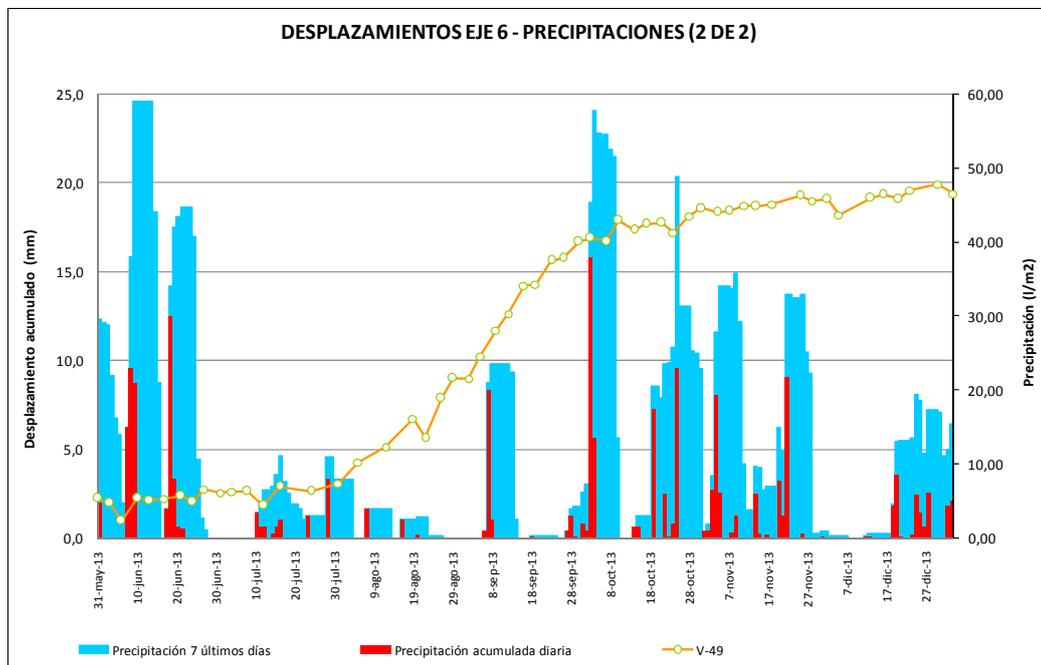


Figura 79. Comparación entre desplazamientos y precipitaciones. Eje 6 (2 de 2)

2.4.4.8. Comentarios

Los periodos de mayor precipitación son la primera mitad de junio de 2013 y entre finales de septiembre y noviembre de 2013. En general no se observa una influencia directa de las precipitaciones en los desplazamientos. Si bien en algunos puntos de los ejes 4, 5 y 6 se produce una aceleración a finales del verano, ésta es debida al desembalse y no a las precipitaciones. La curva de desembalse se muestra en el siguiente gráfico:

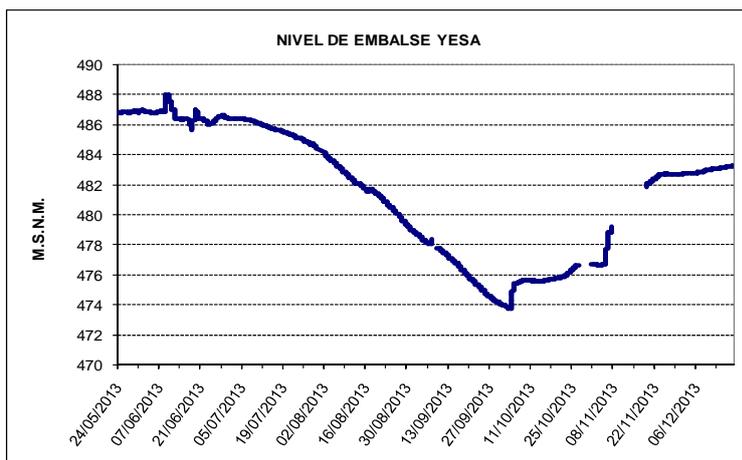


Figura 80. Nivel del embalse de junio a diciembre de 2013.

2.4.5. Influencia de las excavaciones

En el gráfico siguiente se compara la velocidad del deslizamiento en el punto de control topográfico V-23, situado sobre el eje de la presa actual, con el volumen de las excavaciones llevadas a cabo en la ladera desde febrero de 2013, mostrando una clara influencia de las excavaciones en la desaceleración del deslizamiento.

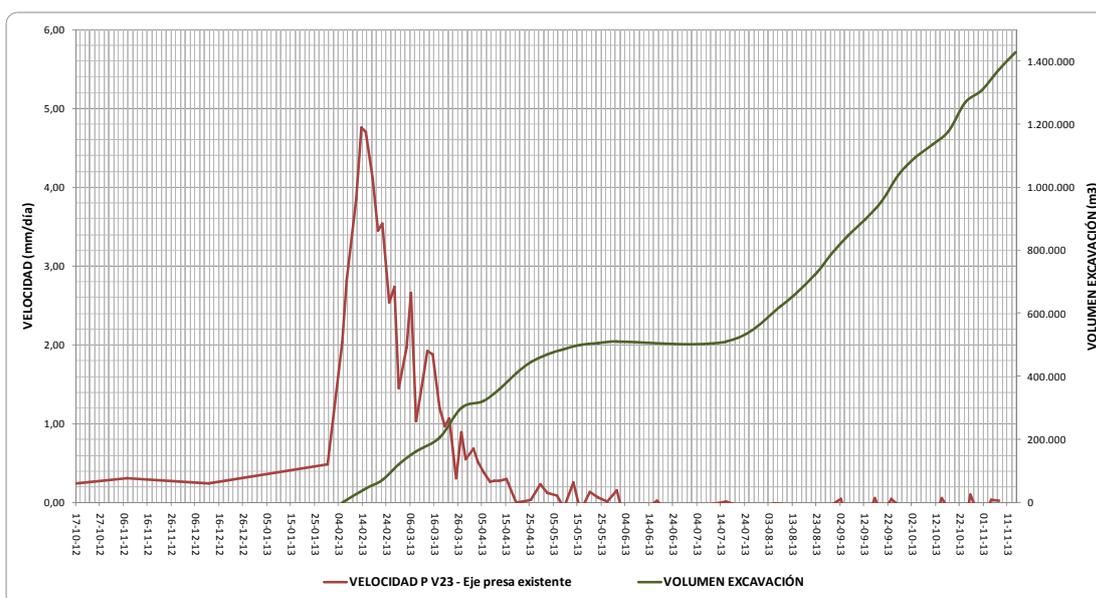


Figura 81. Comparación entre volumen excavado y velocidad en el punto V-23.

2.5. ACTUALIZACIÓN DE LA MORFOLOGÍA DE LA SUPERFICIE PRINCIPAL DE ROTURA

2.5.1. Metodología

Una vez interpretados los datos de los nuevos inclinómetros e incorporados al GIS, es posible obtener la morfología aproximada de la superficie principal de rotura (SRP) utilizando herramientas de interpolación.

Para ello, en primer lugar se han seleccionado los inclinómetros en los que claramente se observa una línea de rotura, obteniendo la cota de rotura mediante la diferencia entre la cota de la boca del sondeo y la profundidad de rotura. Los inclinómetros utilizados en la interpolación son los siguientes:

- SCI-02, SCI-03, SCI-06, SCI-07, SCI-08, SCI-09, SCI-10, SCI-11, SCI-12, SCI-13, SCI-14, SCI-15, SCI-16, SCI-17, SCI-19, SCI-20, SCI-21, SZ-02 Y SZ-03A.

Adicionalmente se han utilizado los datos de los inclinómetros instalados en perforaciones realizadas con micropilotadora.

Paralelamente se han utilizado una serie de puntos en el contorno de la SPR en los que se considera que la profundidad de rotura es 0.

En este caso, a diferencia de lo que se hizo para el informe de junio de 2013, no ha sido necesario añadir puntos adicionales para forzar la interpolación, debido a la mayor densidad de datos.

2.5.2. SPR

El resultado de la interpolación es el siguiente:

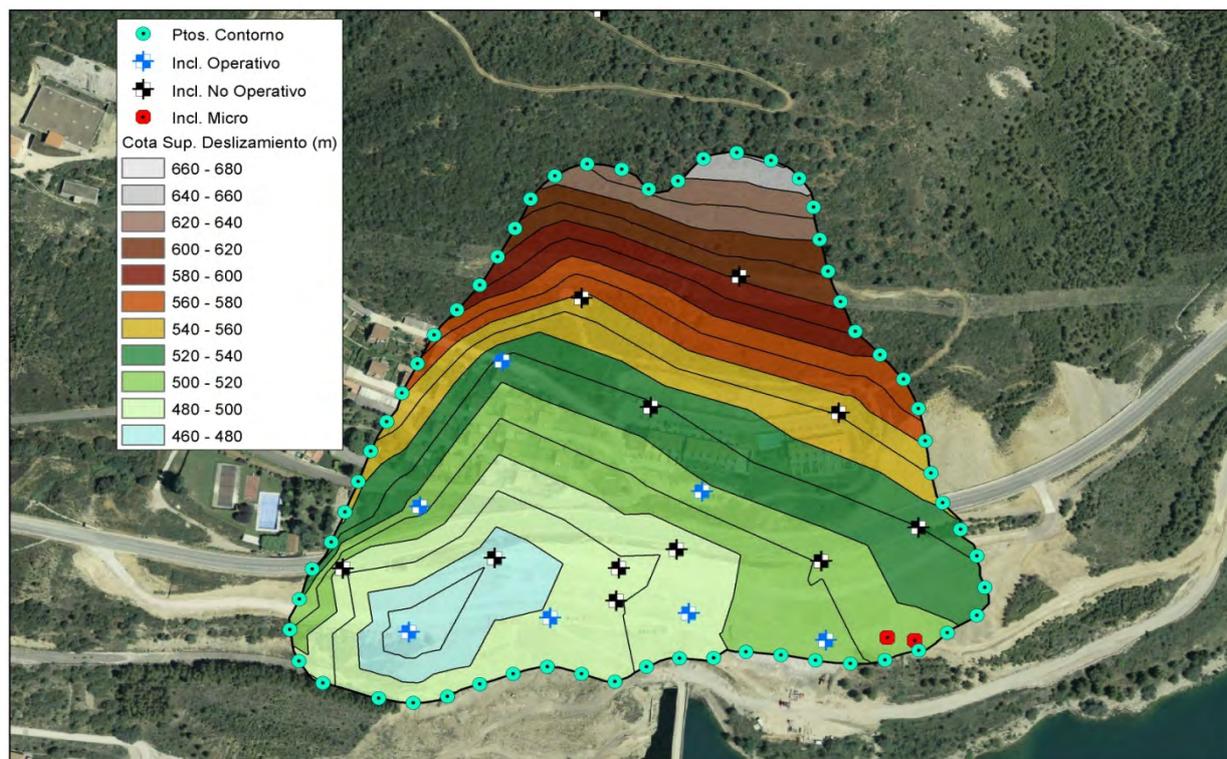


Figura 82. Estimación de la Superficie Principal de Rotura.

Los nuevos datos incorporados son coherentes con los datos disponibles previamente. La principal diferencia respecto la SPR obtenida en el informe de junio de 2013 es que la actual muestra un punto bajo en el extremo SO.

Por lo tanto, según las hipótesis consideradas, la SPR presentaría en su extremo SO un tramo en contrapendiente que se opondría al movimiento. Esto sería coherente con la estructura geológica y con el ligero ascenso que se produce en la parte baja de la ladera, aguas abajo de la presa.

2.6. ACTUALIZACIÓN DEL CÁLCULO DE VOLUMENES

2.6.1. Volumen deslizado

De forma análoga a lo realizado en el apartado anterior, se puede obtener el volumen deslizado a partir de los modelos digitales del terreno y de la superficie de deslizamiento. Se han utilizado como referencia el MDT del año 2012.

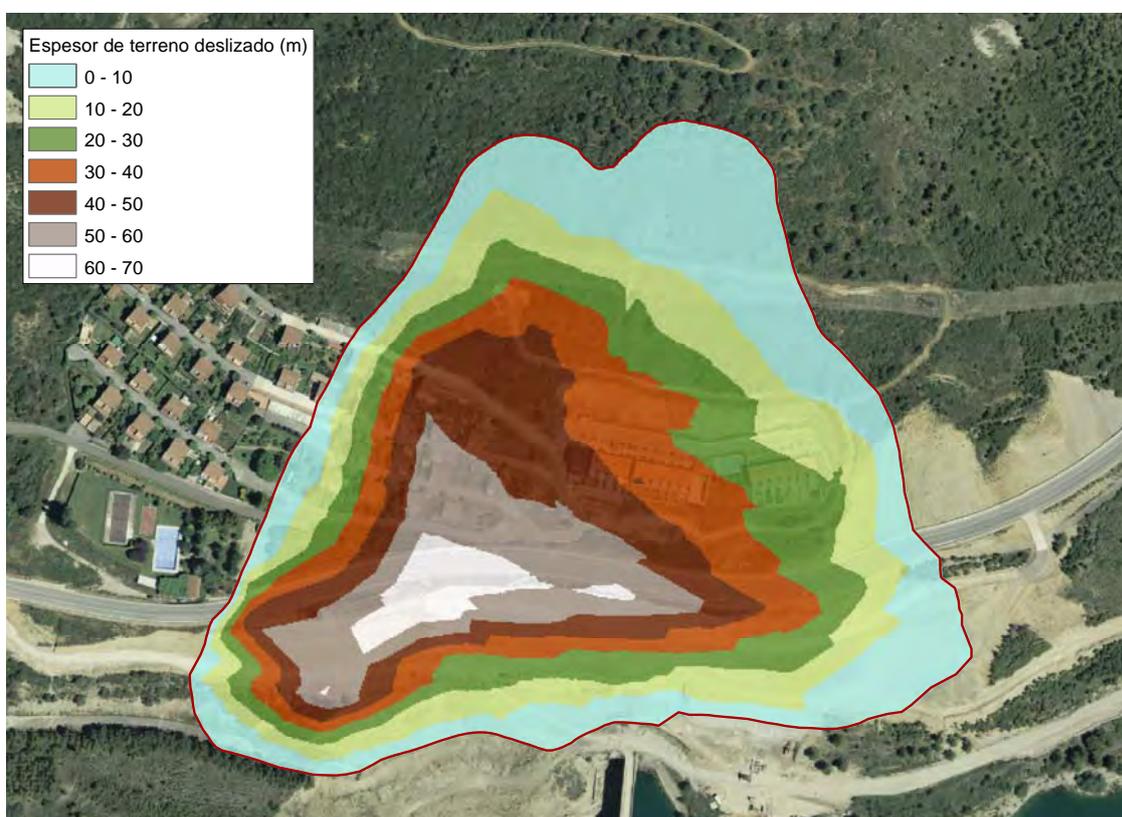


Figura 83. Cálculo del volumen deslizado según la SPR.

El volumen deslizado, según la SPR obtenida de la interpolación mostrada en el apartado anterior, y considerando el Modelo Digital del Terreno del año 2012, es de 3.587.528 m³.

2.6.2. Volumen de excavación en la parte alta de la ladera

Siguiendo el mismo procedimiento que en el apartado anterior, partiendo de los modelos digitales del terreno de la excavación en la parte alta de la ladera, es posible calcular el volumen excavado según la excavación final.

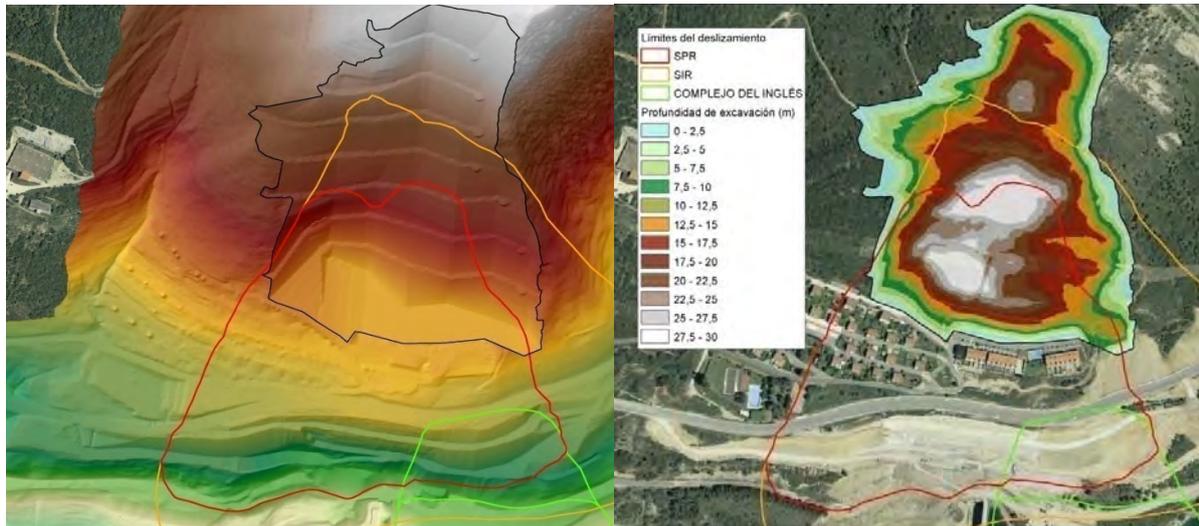


Figura 84. Izquierda: MDT de la solución final. Derecha: Cálculo del volumen de excavación.

Los volúmenes obtenidos se resumen en la tabla siguiente:

	Volumen de excavación (m ³)	Volumen de excavación de masa deslizada dentro de la SPR (m ³)	% de masa deslizada dentro de la SPR excavado
Solución final	1.671.570	381.367	10,6

Tabla 22. Resultados del cálculo del volumen de excavación en la parte alta de la ladera.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En primer lugar se ha actualizado el GIS de Yesa con toda la nueva información generada en la ladera durante la segunda mitad de 2013. En concreto se ha añadido la información de los nuevos sondeos perforados e inclinómetros instalados, se han volcado los datos de las nuevas campañas de control topográfico y se ha generado el MDT de la solución final de excavación de la ladera.

Posteriormente se ha realizado un nuevo análisis de estabilidad de la Superficie Principal de Rotura (SPR) en la situación final (presa actual y excavación de 1,5 hm³), obteniéndose que para las propiedades de los materiales y las hipótesis consideradas, el factor de seguridad global sería de 1,25 en la situación normal (FS exigible 1,25), 1,11 en la situación accidental (FS exigible 1,10) y 1,00 en la situación extraordinaria (FS exigible 1,00).

Po todo ello, tras los factores de seguridad obtenidos en los cálculos, puede decirse que el deslizamiento según la SPR sería estable con la excavación de 1,5 hm³ y la presa actual.

Se ha hecho también un análisis adicional de la estabilidad del deslizamiento según una posible Superficie Inferior de Rotura (SIR). Se ha obtenido para la situación final un factor de seguridad de 1,32 en la situación normal, 1,18 en la situación accidental y 1,1 en la situación extrema.

Por lo tanto la SIR tendría unas condiciones de estabilidad mejores que la SPR. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en este caso no se puede calibrar la presión intersticial tomando como referencia un instante de tiempo en el que pueda suponerse FS=1, por lo que se han asignado unas condiciones de nivel freático hipotéticas. Para poder ajustar los resultados se debería disponer de más información respecto al funcionamiento del agua en el plano de rotura.

Se ha comprobado el efecto positivo de las labores de excavación. El movimiento de ladera sufrió una importante desaceleración durante marzo de 2013, influenciada claramente por esta actuación. Los movimientos registrados fueron muy pequeños durante los meses de abril y mayo, que fue el periodo comprendido entre el fin de la fase 1 de las excavaciones y el inicio de la fase 2, y desde junio los movimientos han continuado atenuándose, con una velocidad promedio de unos 2 mm/mes.

El análisis de los desplazamientos en planta muestra que entre el 30-Ene-2013 y el 7-Nov-2013 el desplazamiento máximo |XY| fue de 18,7 cm, de los cuales únicamente 1,9 cm corresponden al periodo 25-Abr - 7-Nov (nuevos datos considerados en la presente adenda).

En general los movimientos producidos desde la última lectura considerada en el informe de junio de 2013 y la última lectura considerada en la actual adenda, tienen la misma distribución espacial y dirección que los analizados en el informe de junio de 2013.

Se han analizado los movimientos diferenciales registrados en cinco periodos de tiempo diferentes, destacando únicamente una ligera aceleración a finales de verano en la parte baja de la ladera aguas arriba de la presa, producida durante el periodo de desembalse.

Por su parte, los nuevos inclinómetros han facilitado datos adicionales sobre la posición de la SPR, coherentes con los ya disponibles previamente, y han permitido mejorar la reconstrucción de la SPR. La nueva SPR tendría un punto bajo en el extremo SO de la masa movilizada, coherente con la disposición estructural de los materiales. El volumen deslizado actualizado sería de aproximadamente 3,6 hm³.

Teniendo en cuenta que la ladera se sigue moviendo, aunque a una velocidad muy reducida, y que los factores de seguridad que se obtienen de los cálculos de estabilidad de la SPR están muy cerca del mínimo exigible, se recomienda seguir con las labores de auscultación y control.

La red de auscultación y control se podría ampliar con la colocación de hitos topográficos e inclinómetros dentro de la zona excavada, donde en la actualidad no existe ninguno operativo, y de nuevos piezómetros de cuerda vibrante.

En esta línea, se recomienda también realizar un correcto mantenimiento de la superficie excavada en la parte media y alta de la ladera, en especial de su sistema de drenaje, minimizando, en la medida de lo posible, las infiltraciones hacia el interior de la masa movilizada.

Además, se considera que las siguientes actuaciones contempladas por la Dirección de Obra en fases posteriores contribuirían a aumentar el factor de seguridad:

- Ejecución de los muros jardinera hasta la cota 520 para proteger la zona existente entre la presa actual y la presa recrecida.
- Ejecución de la totalidad de anclajes a la cota 502.
- Ejecución de un muro anclado a la cota 516 en la zona del lóbulo de aguas arriba de la presa actual.
- Impermeabilización de la zona de aguas arriba mediante una pantalla continua desde la cota 516 hasta las margas.
- Drenaje de la zona de aguas arriba mediante la ejecución de drenes desde la galería a las cotas 490 y 470.

San Sebastián de los Reyes, (Madrid), 17 de enero de 2014



Alexandre Plaza Castel
Ingeniero Geólogo



Víctor Pascual Herce
Ing. de Caminos, Canales y Puertos



Patricia Bardavío Domínguez
Lda. en C. Geológicas



The stamp contains the following text: TYPESA, Tel. 917 227 300, C/ Gansera, 9, MADRID, De los Reyes.

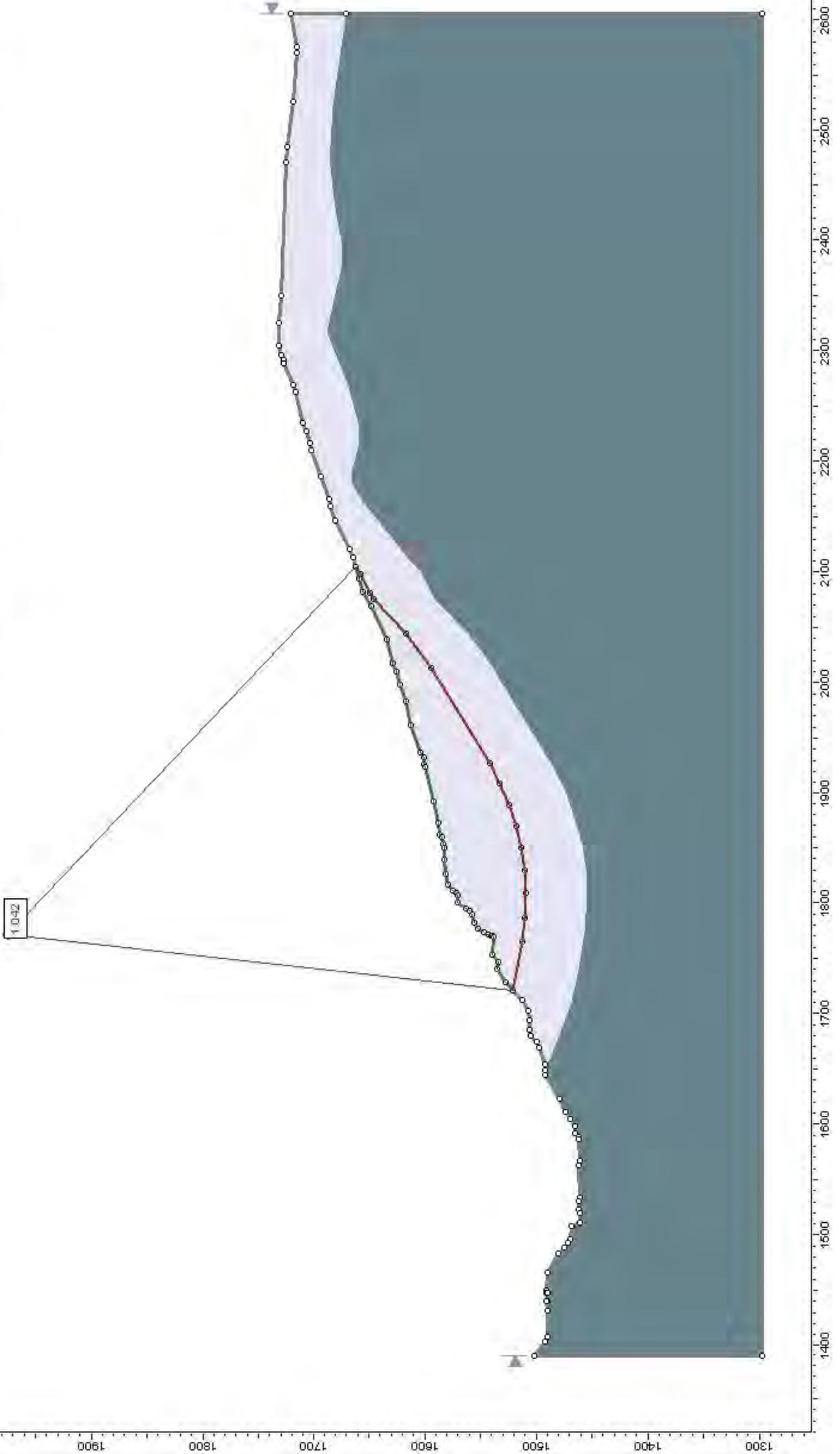
Pedro Ramírez Rodríguez
Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Director del departamento de Geotecnia

4. APÉNDICES

4.1. APÉNDICE 1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

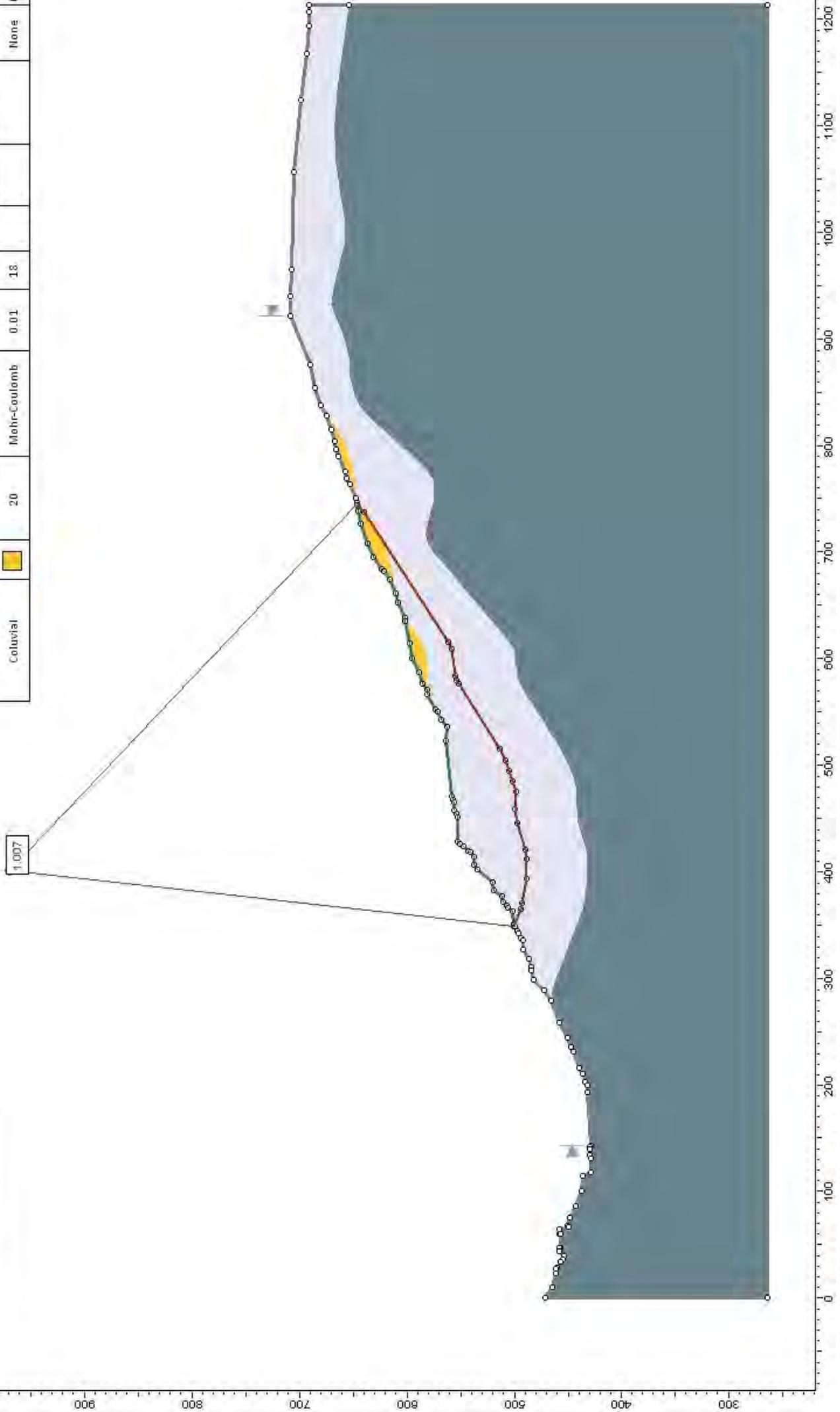
PERFIL 1
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE Ru

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None	0.13
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	0



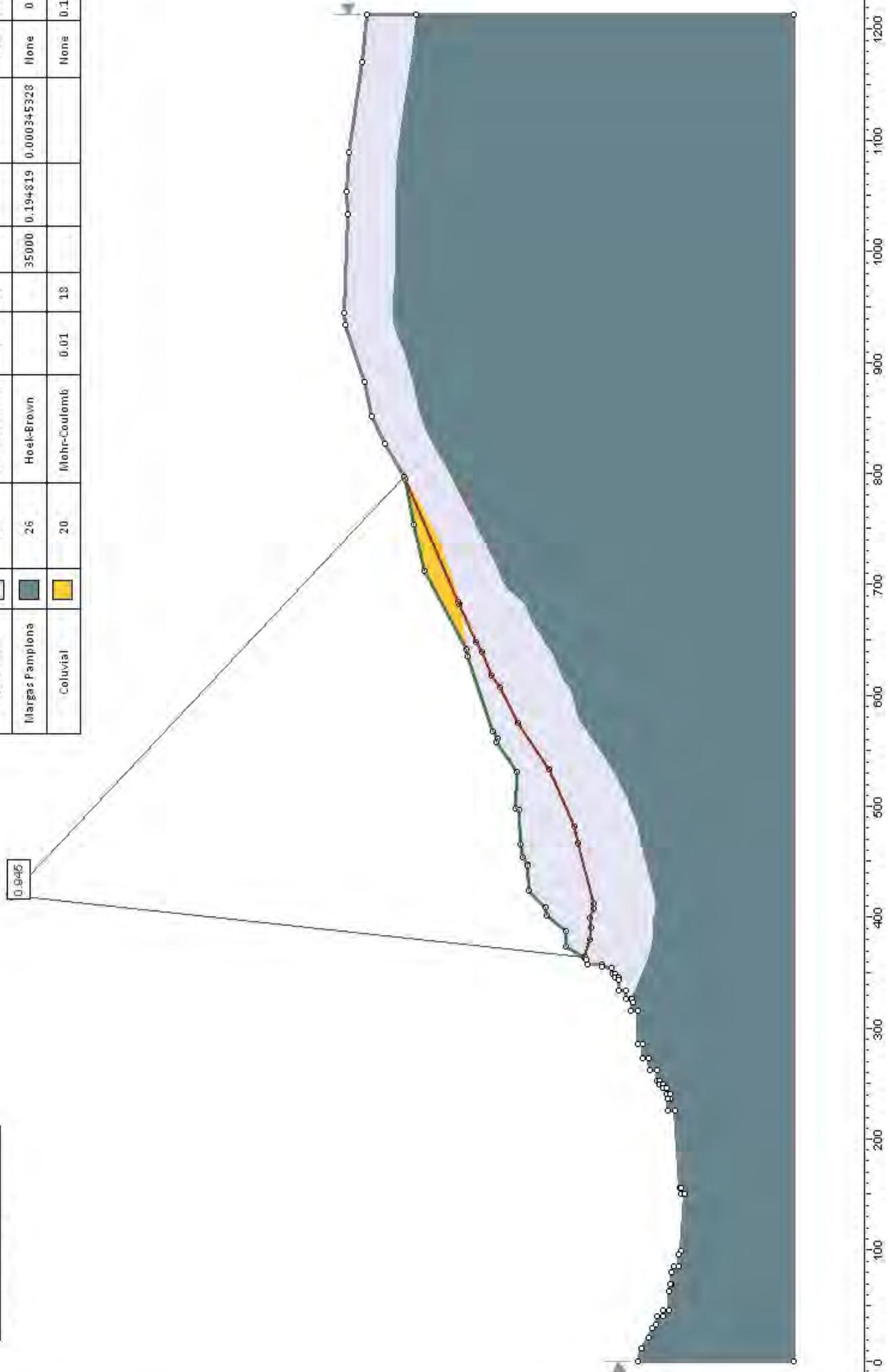
PERFIL 2
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE Ru

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None	0.13
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None	0.13



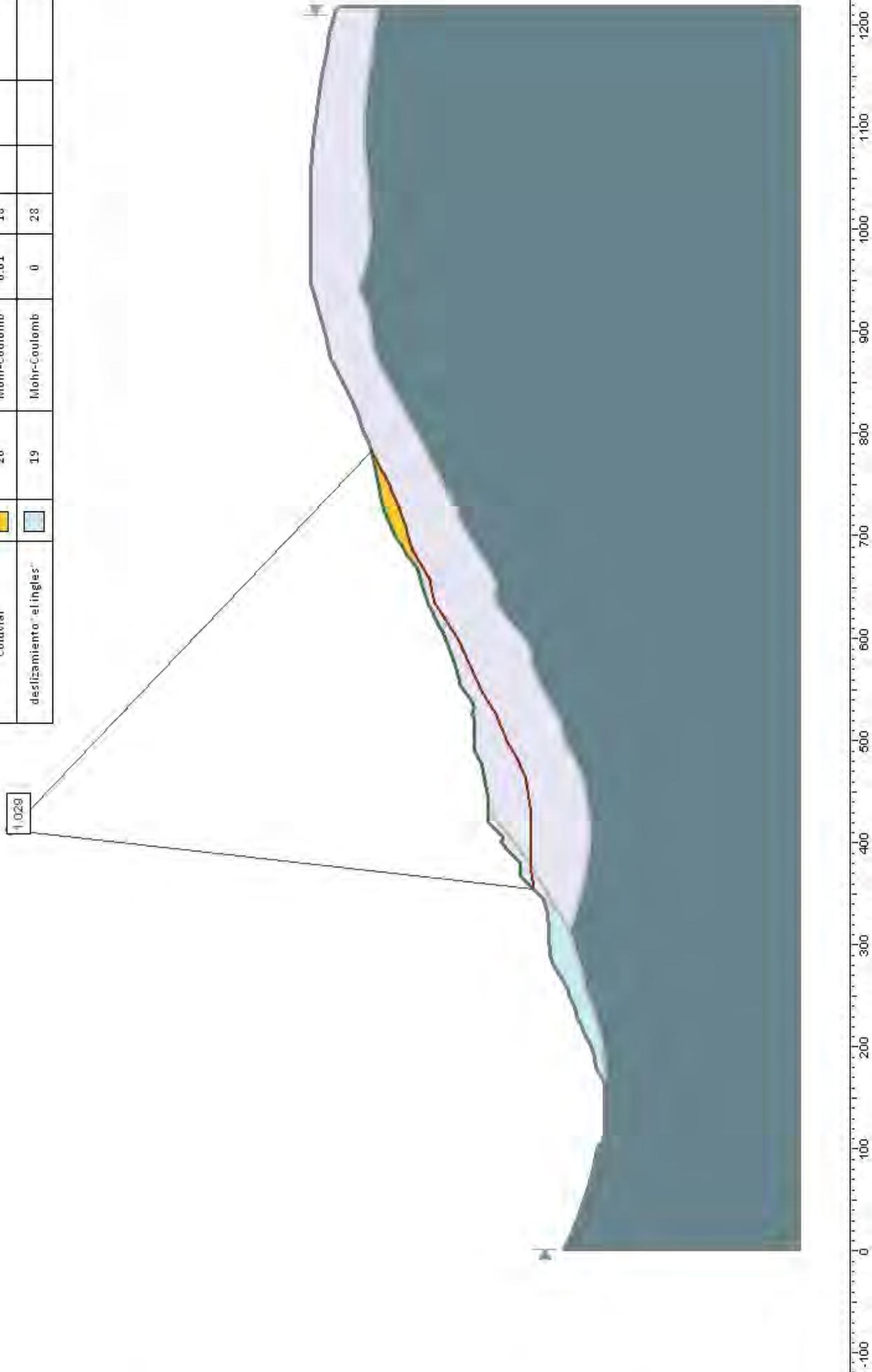
PERFIL 3
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE RU

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None	0.13
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None	0.13



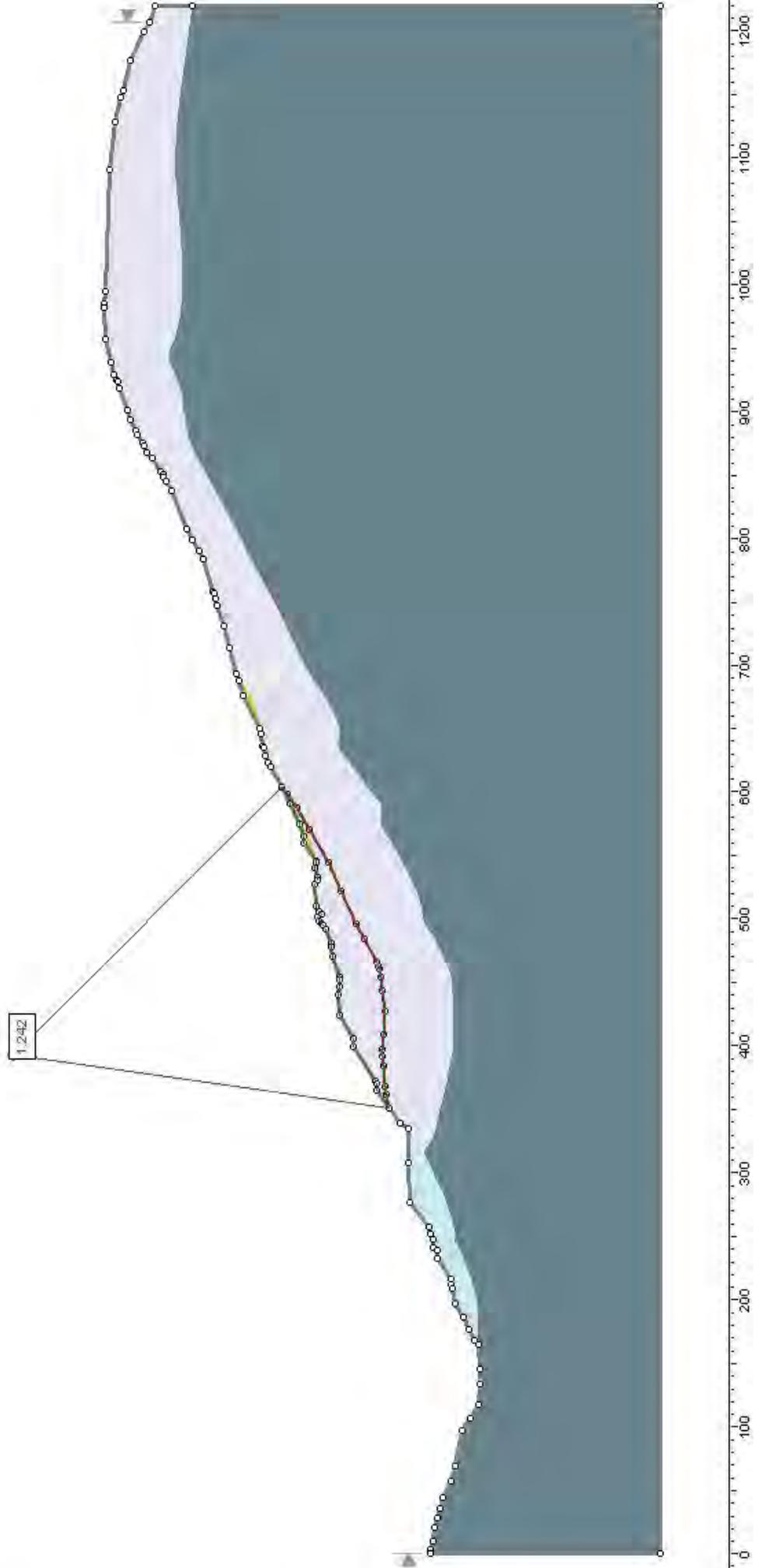
PERFIL 4
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE Ru

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None	0.13
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None	0.13
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				None	0.13



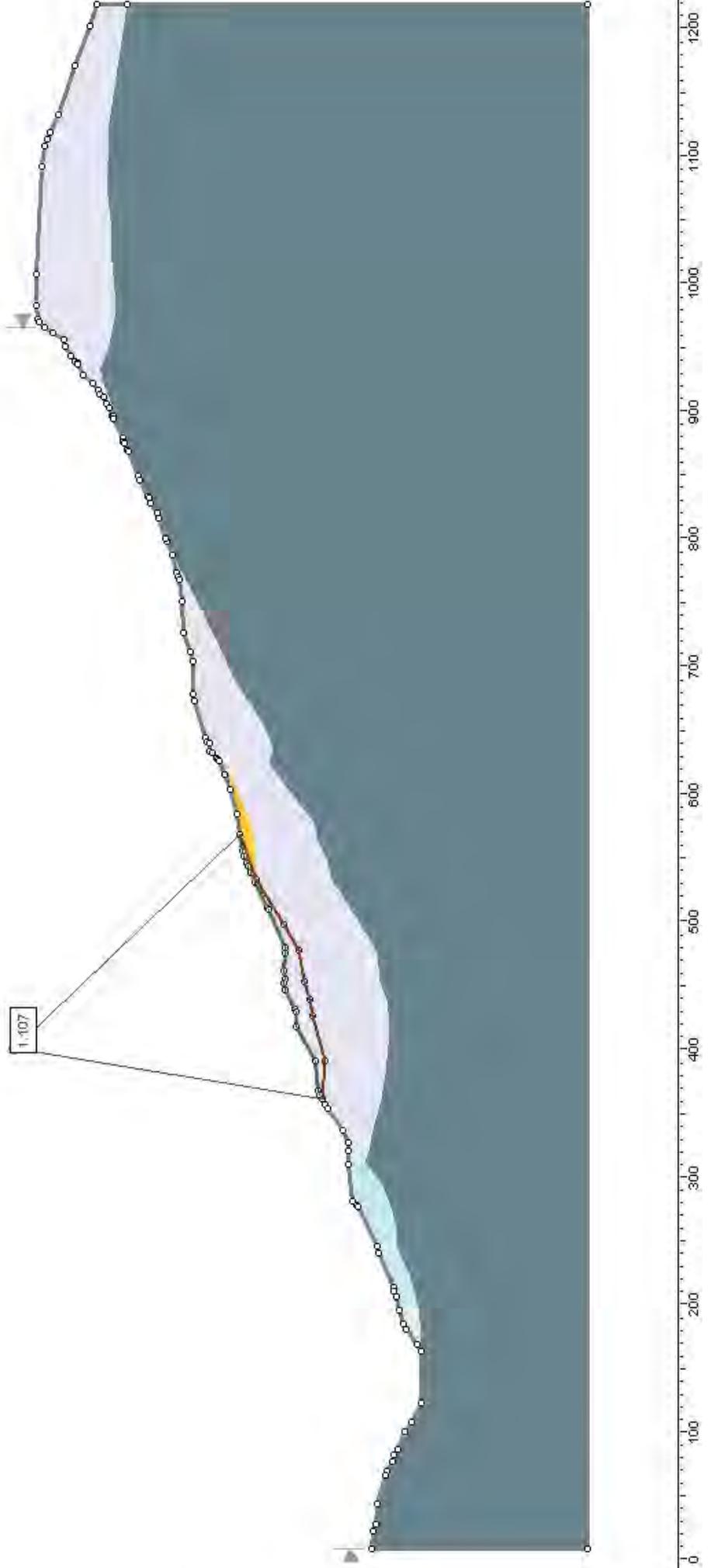
PERFIL 5
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE Ru

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None	0.13
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345323	None	0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	13				None	0.13
deslizamiento en ingles		19	Mohr-Coulomb	0	28				None	0.13



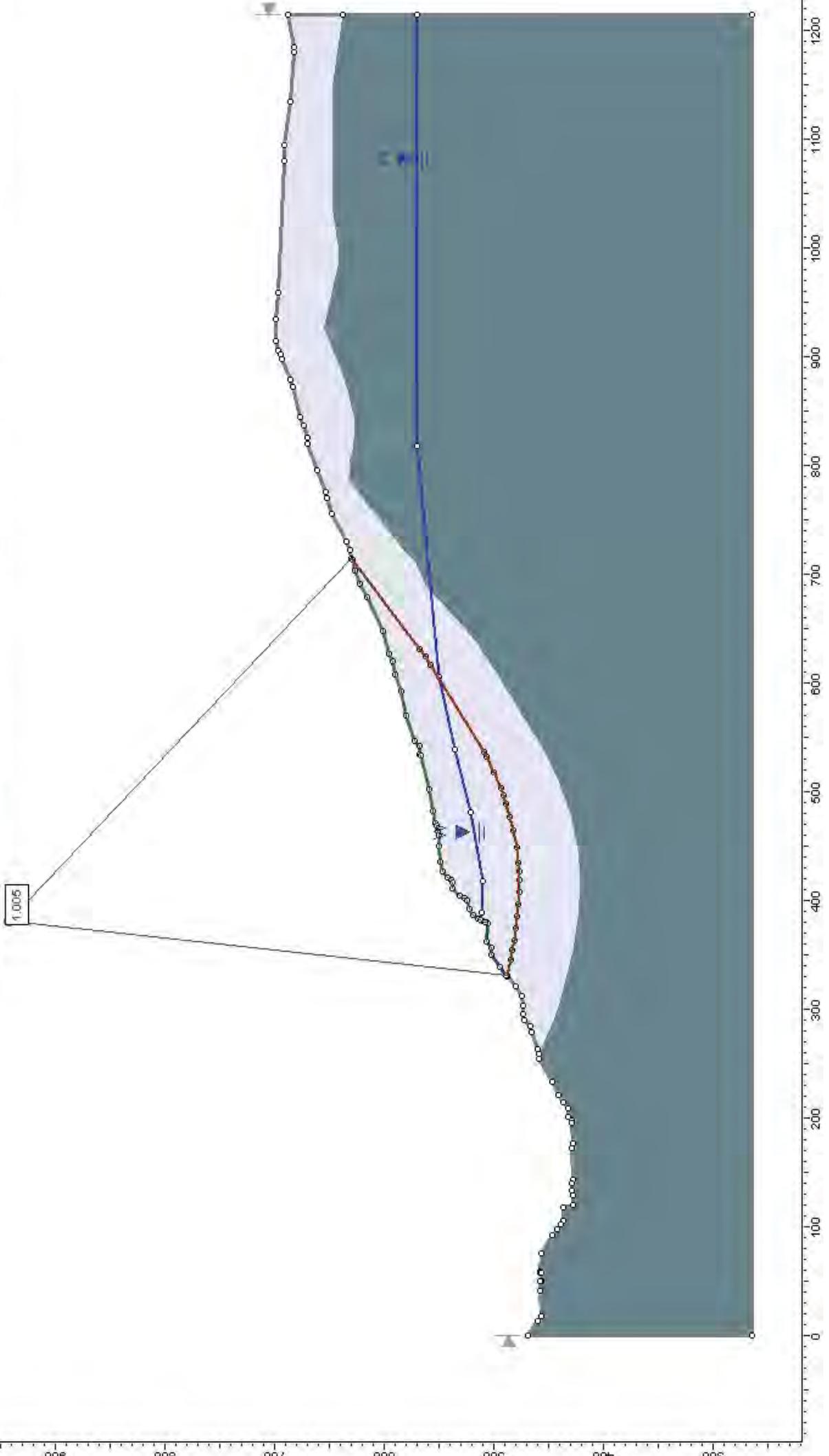
PERFIL 6
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE Ru

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None	0.13
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None	0.13
deslizamiento "el Inglas"		19	Mohr-Coulomb	0	28				None	0.13



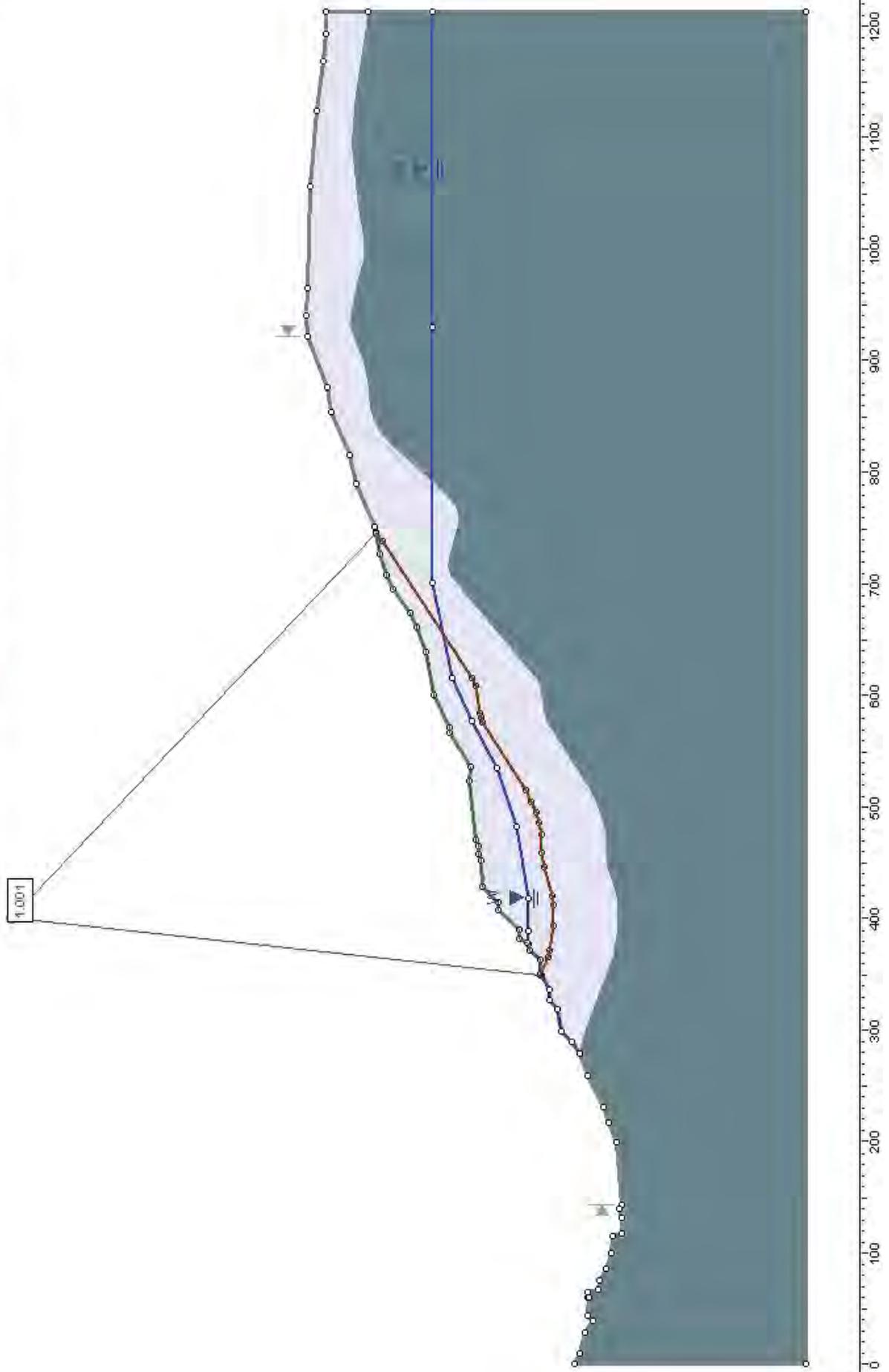
PERFIL 1
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE NIVEL PIEZOMÉTRICO

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.19+819	0.000345328	None		0	0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



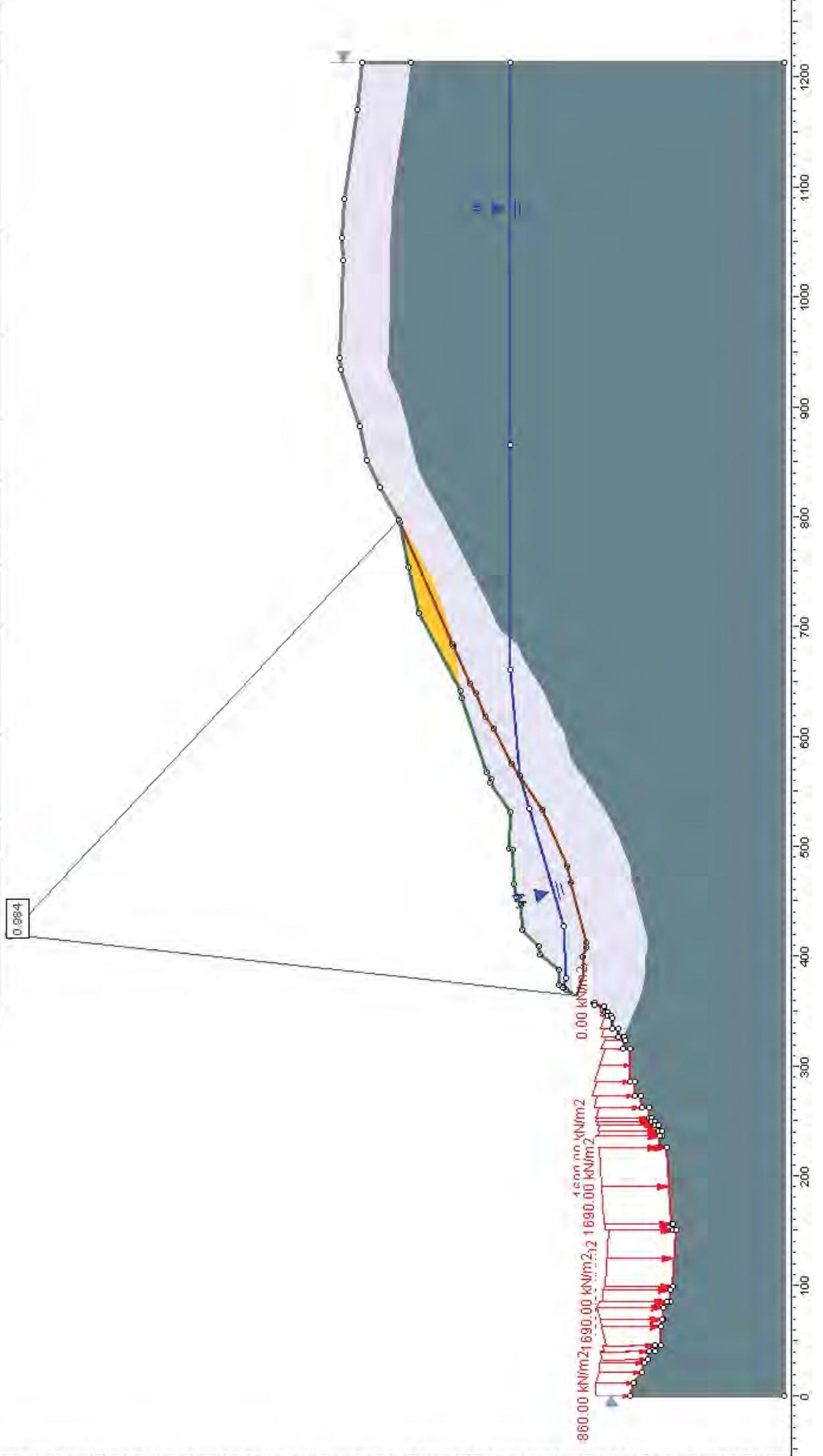
PERFIL 2
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE NIVEL PIEZOMÉTRICO

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	



PERFIL 3
 SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
 CÁLCULO MEDIANTE NIVEL PIEZOMÉTRICO

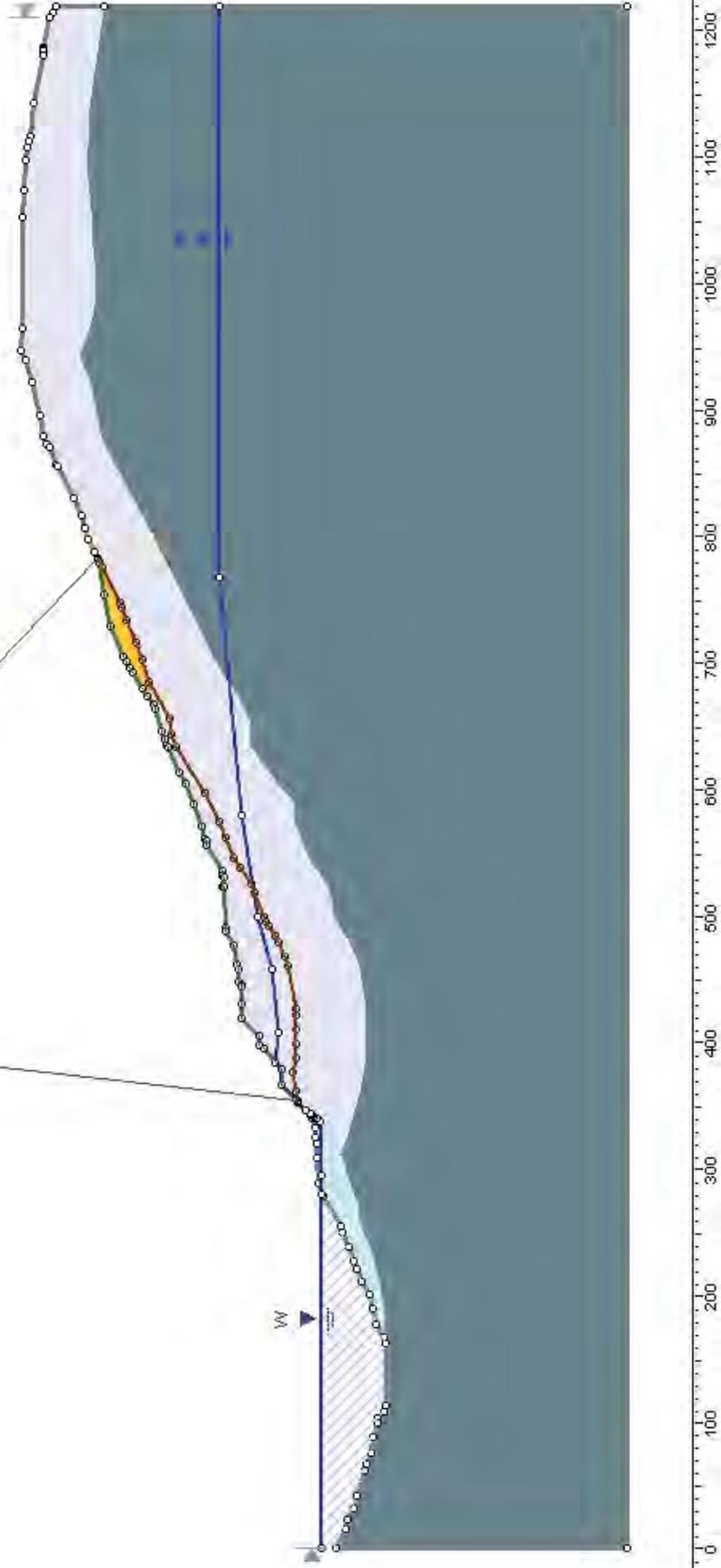
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None			0.1
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 4
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE NIVEL PIEZOMÉTRICO

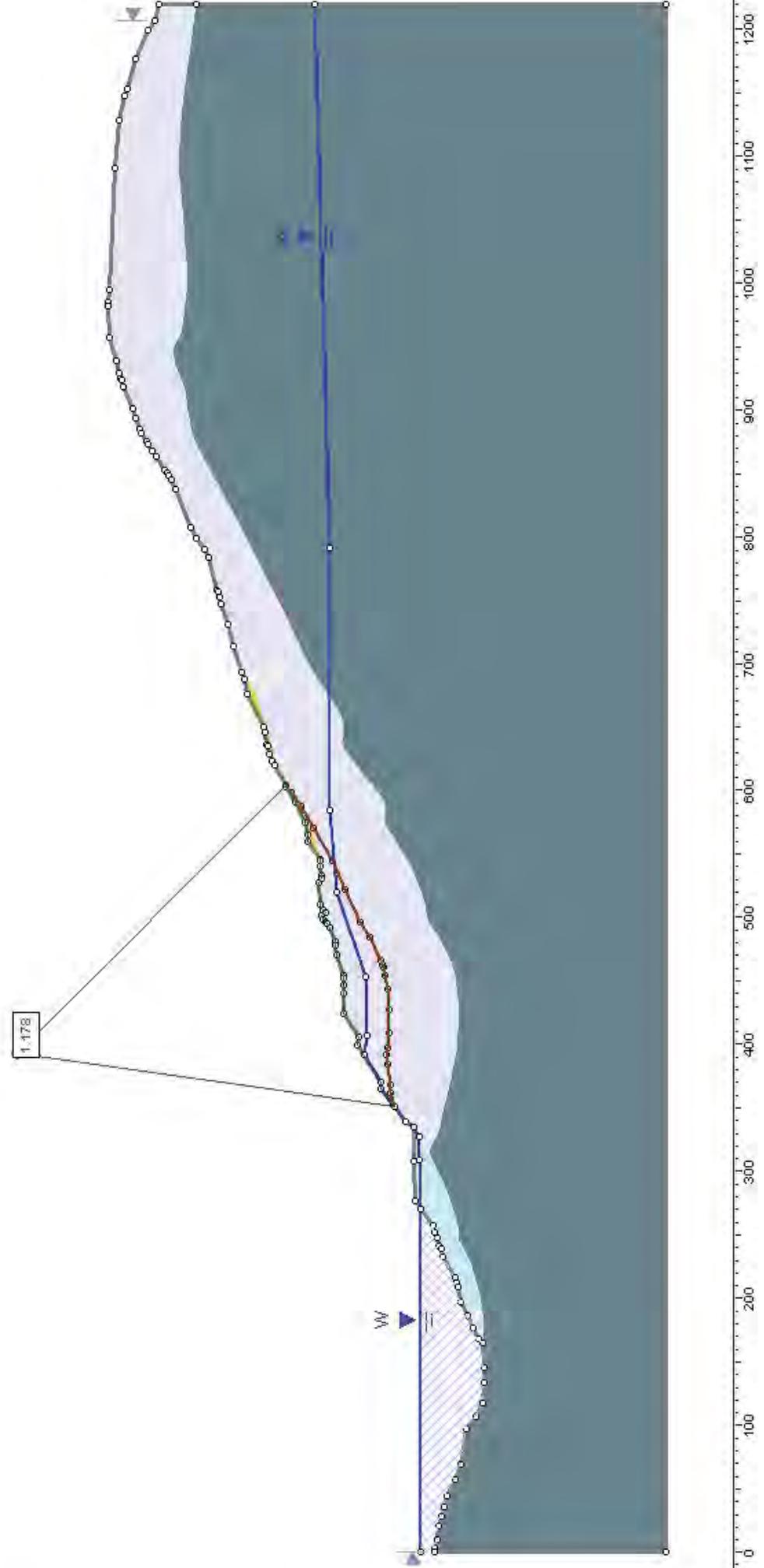
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None		0
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None		0.13
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				WaterSurface	Automaticall Calculated	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				WaterSurface	Automaticall Calculated	

1.0800



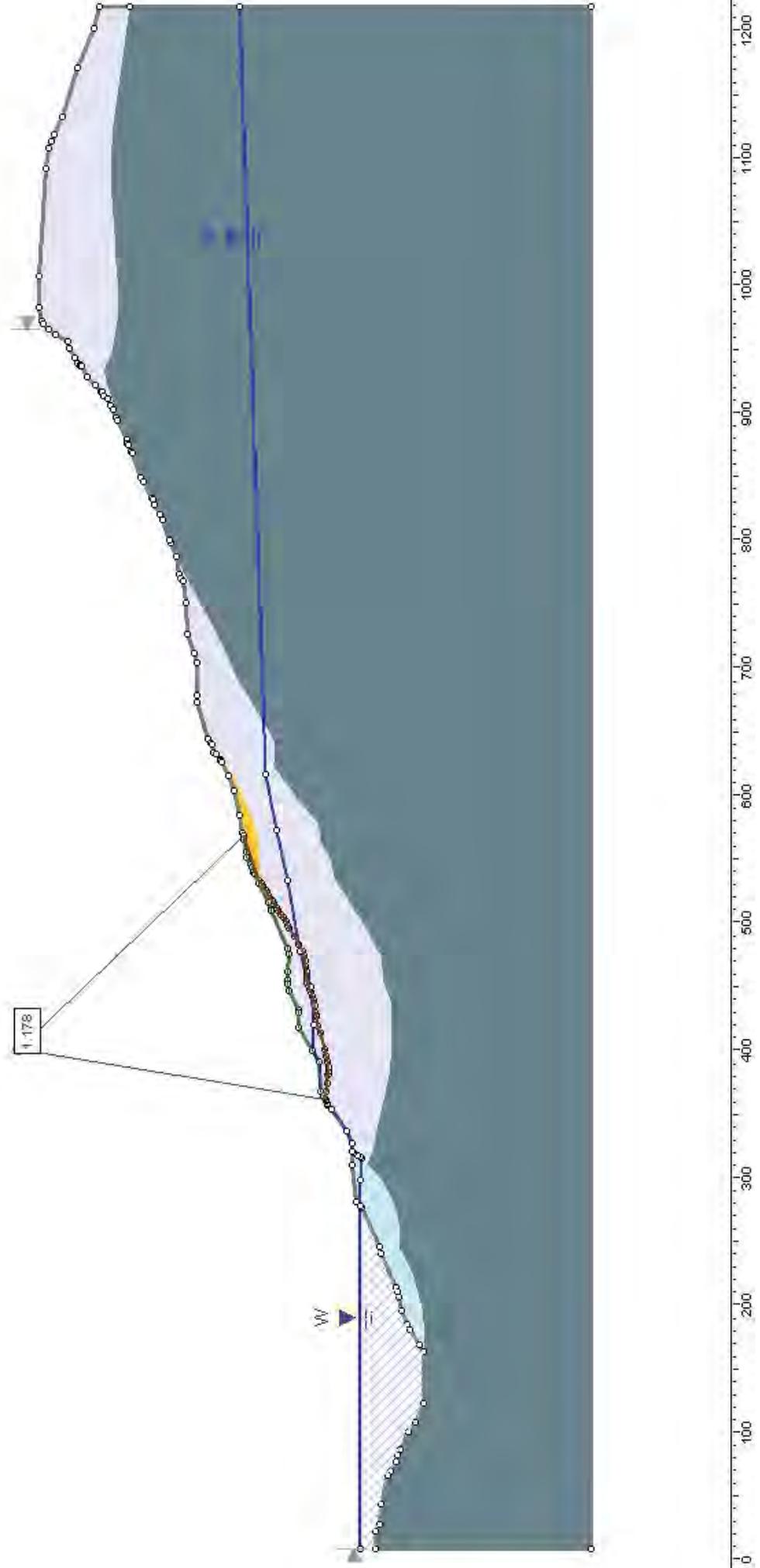
PERFIL 5
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE NIVEL PIEZOMÉTRICO

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None			0
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None			0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



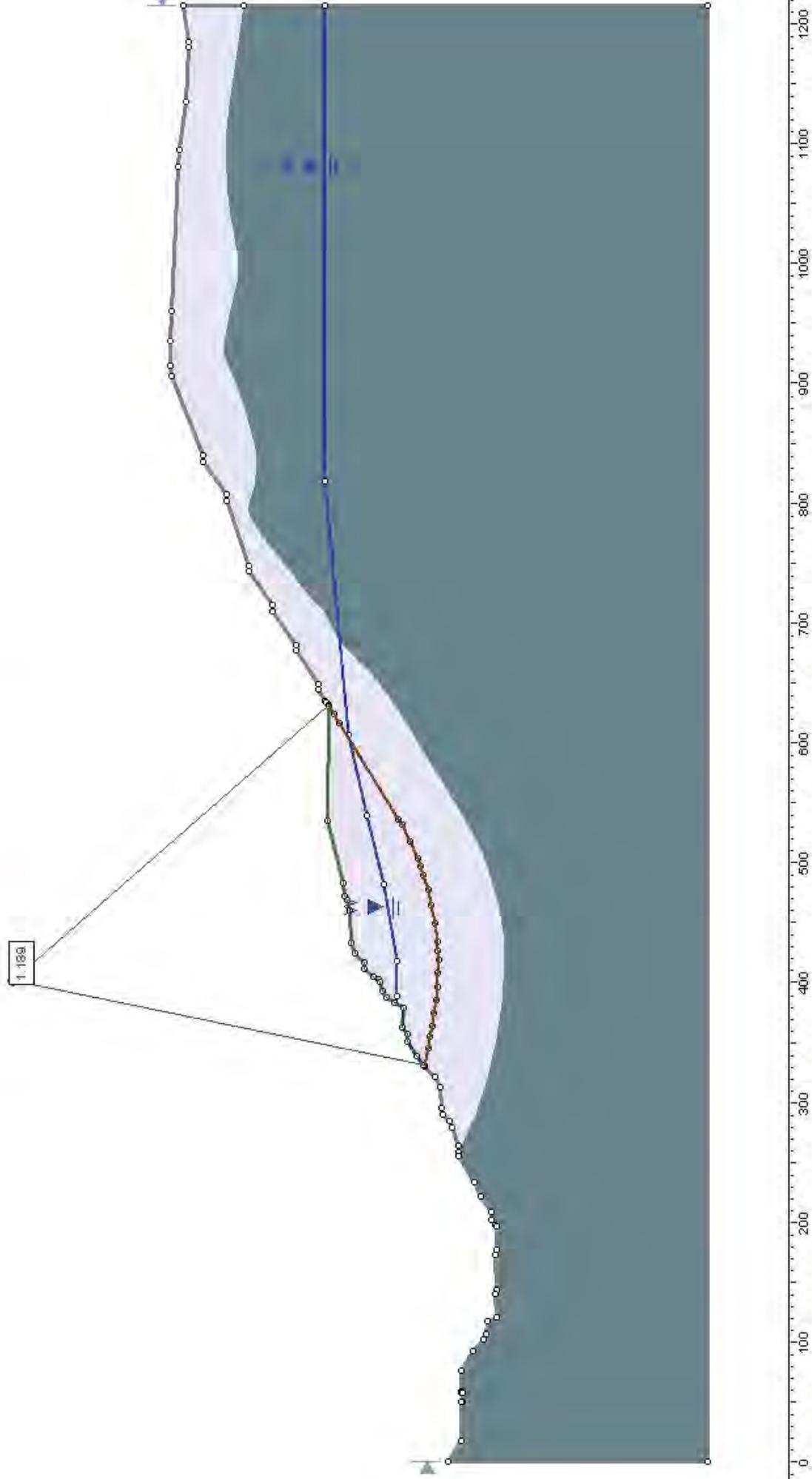
PERFIL B
SITUACIÓN INICIAL FEBRERO 2013
CÁLCULO MEDIANTE NIVEL PIEZOMÉTRICO

Material / Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	0	19				None		0	0
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None		0	0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	23				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



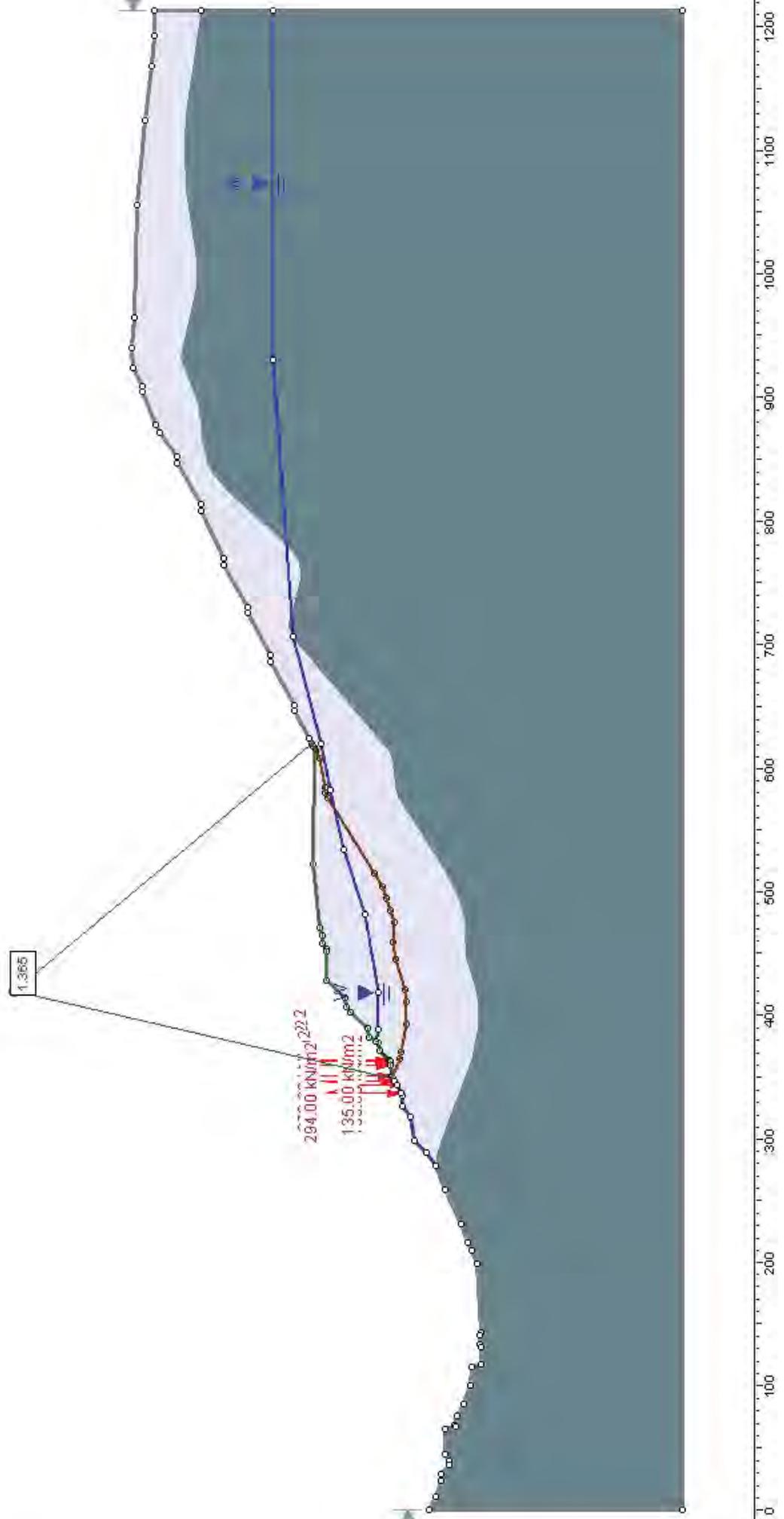
PERFIL 1
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES NORMALES
 COTA MAXIMO EMBALSE NORMAL

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	LUCs (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



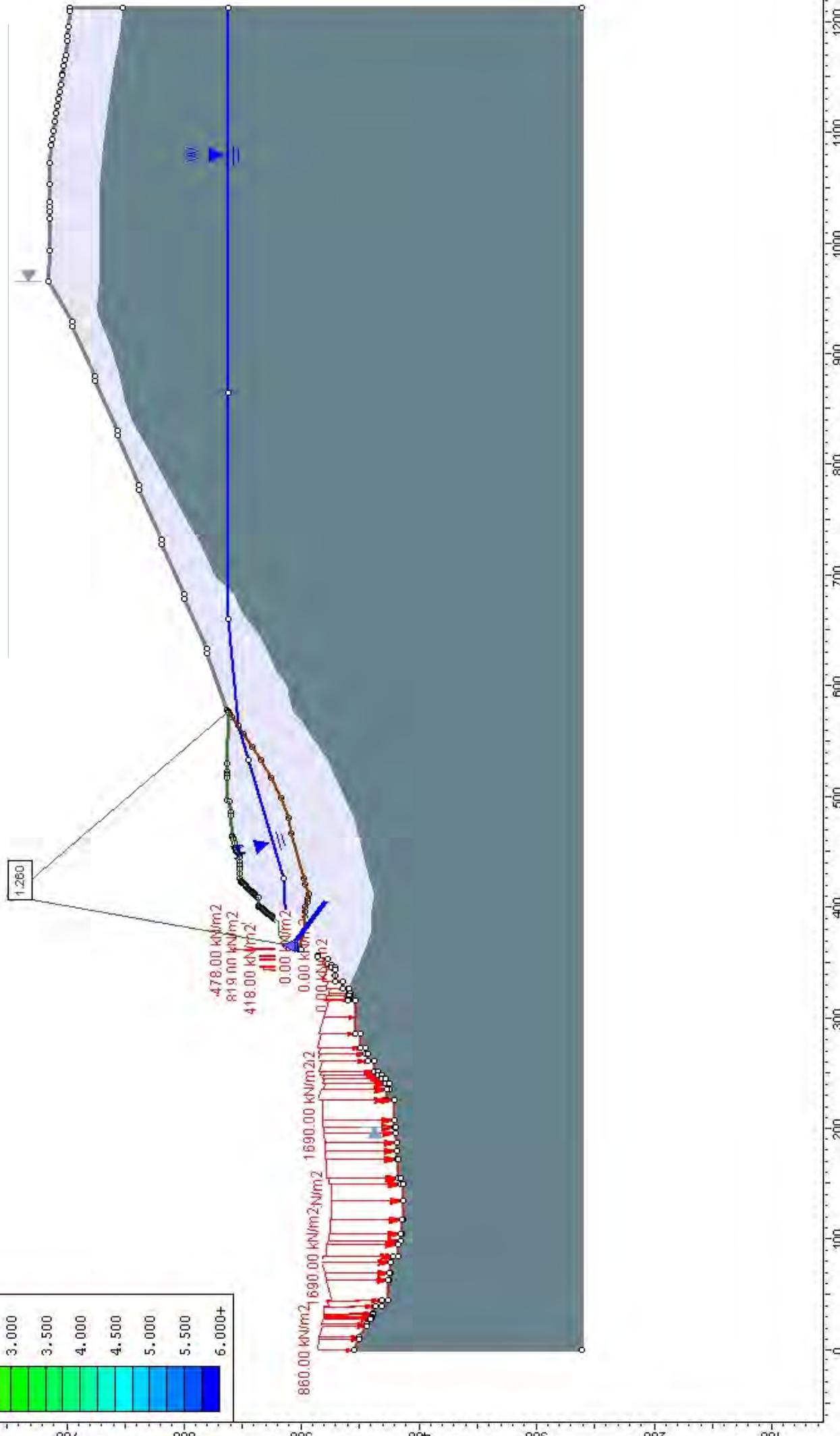
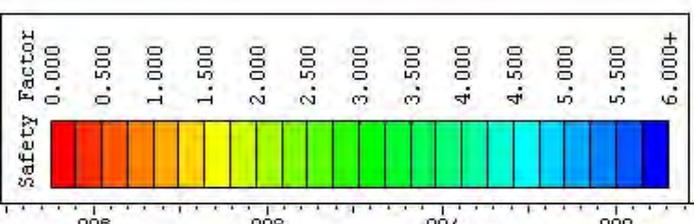
PERFIL 2
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES NORMALES
 COTA MÁXIMO EMBALSE NORMAL

Material/Nombre	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Vesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345323	None		0	0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



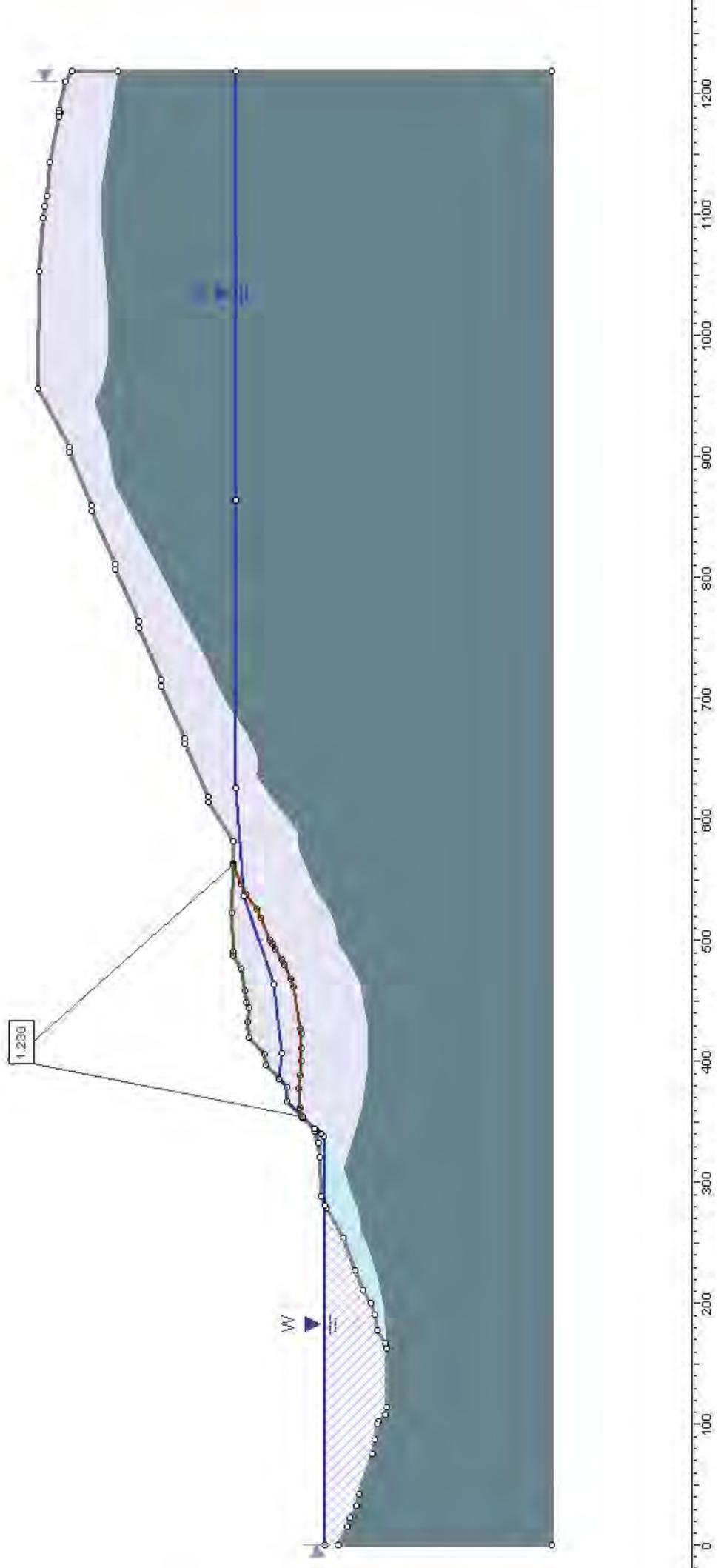
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (MPa)	Phi (deg)	UCS (MPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			350.00	0.194	0.19	0.000345333		0
piano de cimentamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1

PERFIL 3
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES NORMALES
 COTA MÁXIMO EMBALSE NORMAL



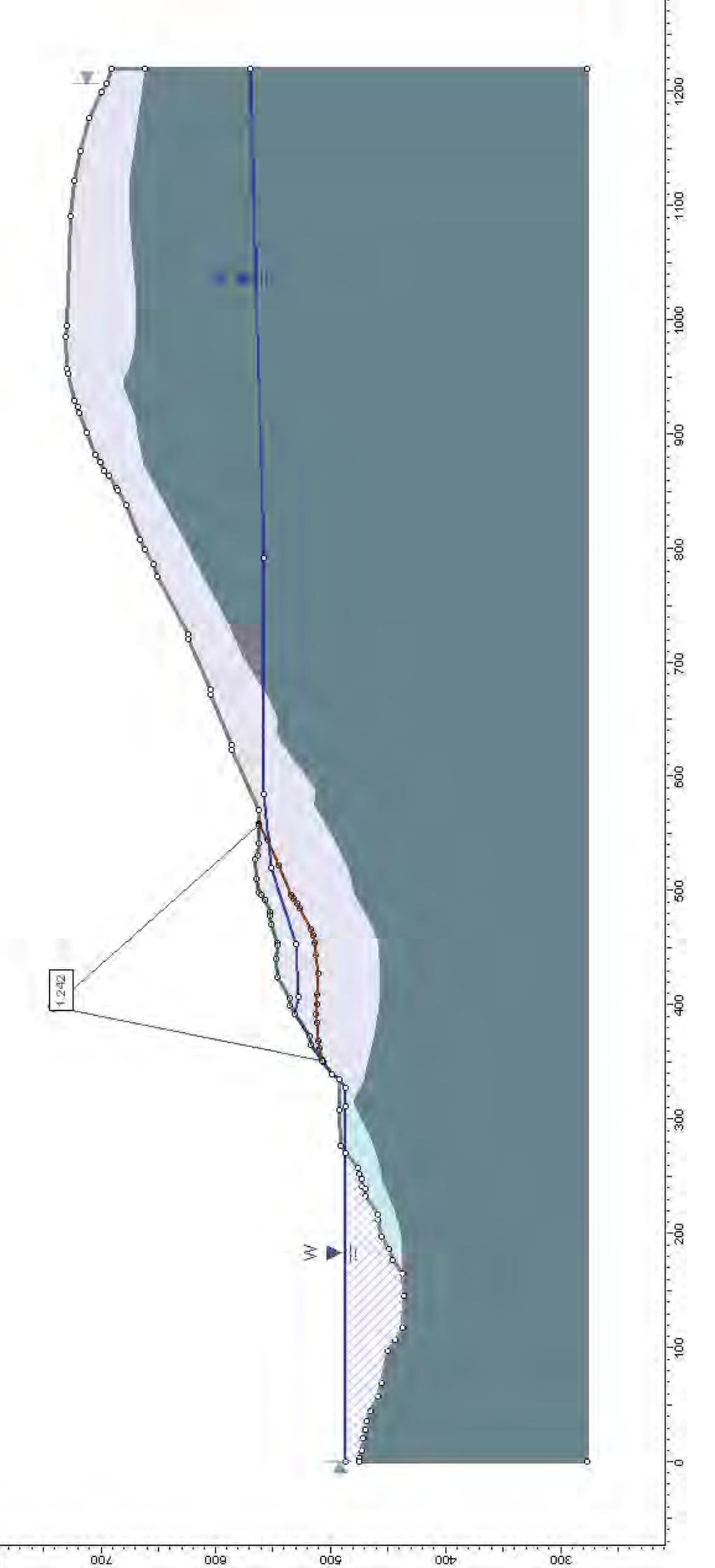
PERFIL 4
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES NORMALES
 COTA MÁXIMO EMBALSE NORMAL

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
deslizamiento "el Inglas"		19	Mohr-Coulomb	0	28				WaterSurface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				WaterSurface	Automatically Calculated	1	1



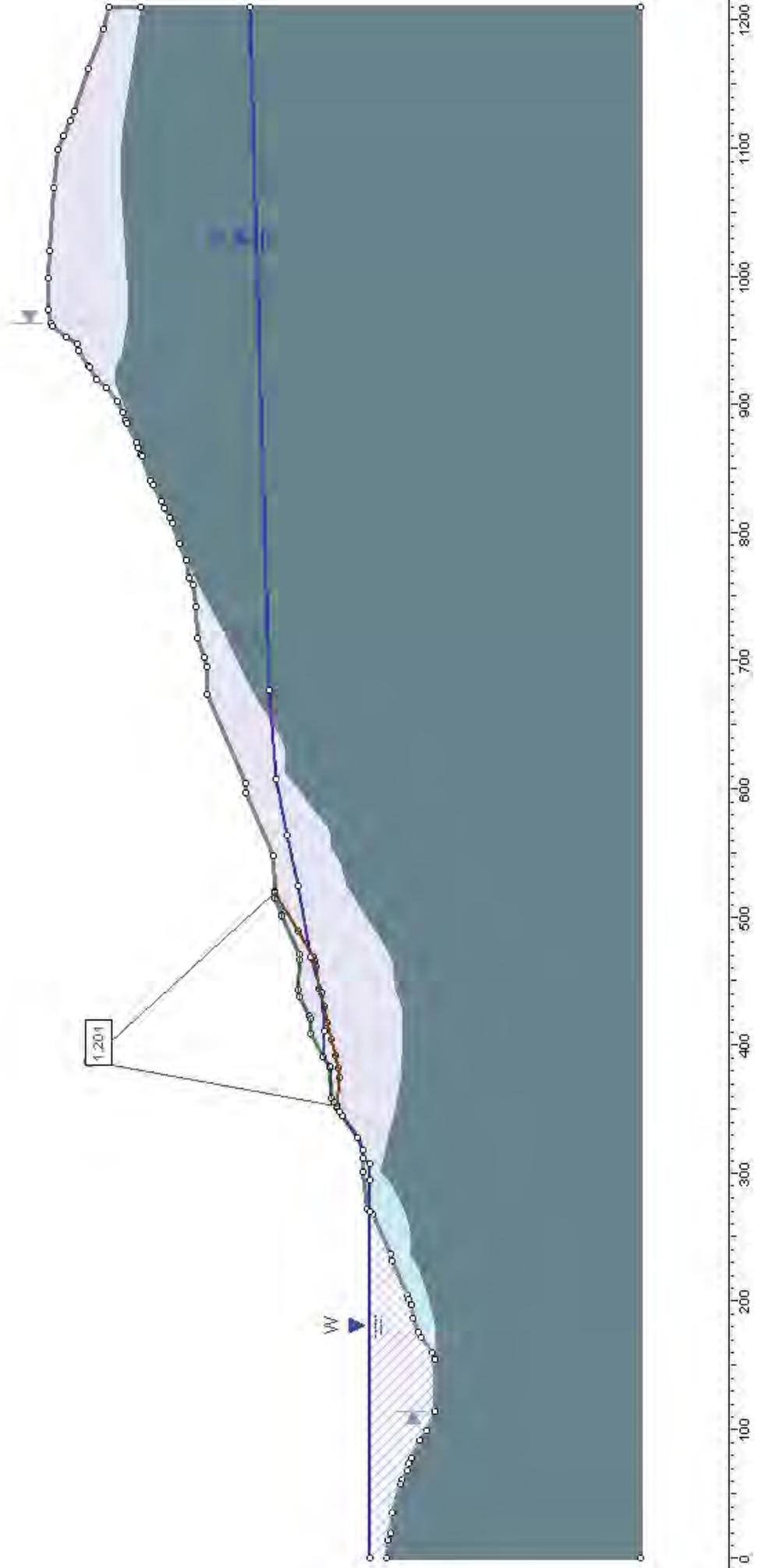
PERFIL 5
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA. PRESA ACTUAL
 CONDICIONES NORMALES
 COTA MAXIMO EMBALSE NORMAL

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flvsch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
Margas Pamplona		22	Hoel-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



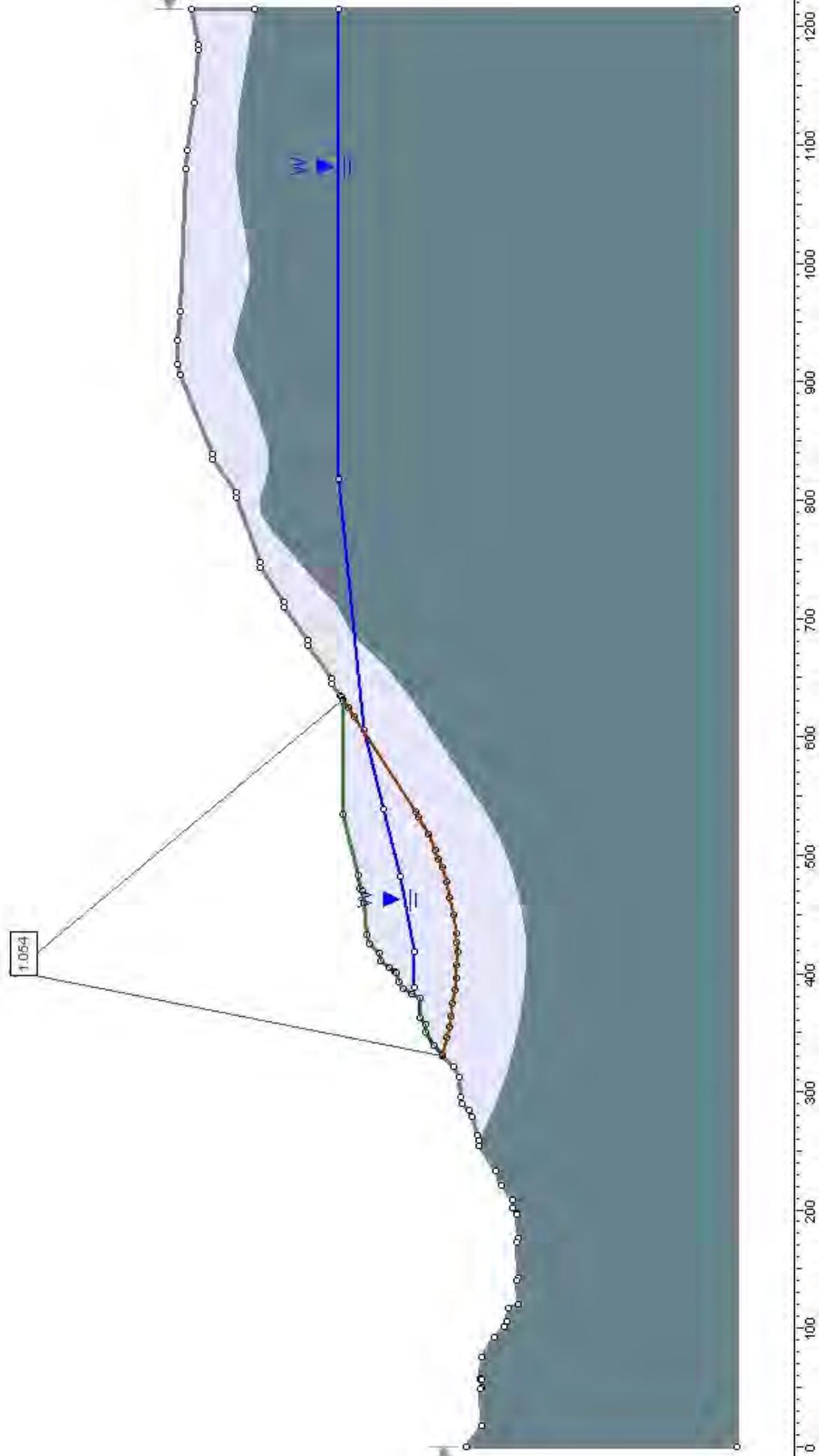
PERFIL 6
EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
CONDICIONES NORMALES
COTA MÁXIMO EMBALSE NORMAL

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yeca		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
deslizamiento "el lingas"		19	Mohr-Coulomb	0	23				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 1
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES ACCIDENTALES-SISMO T=1.000 AÑOS

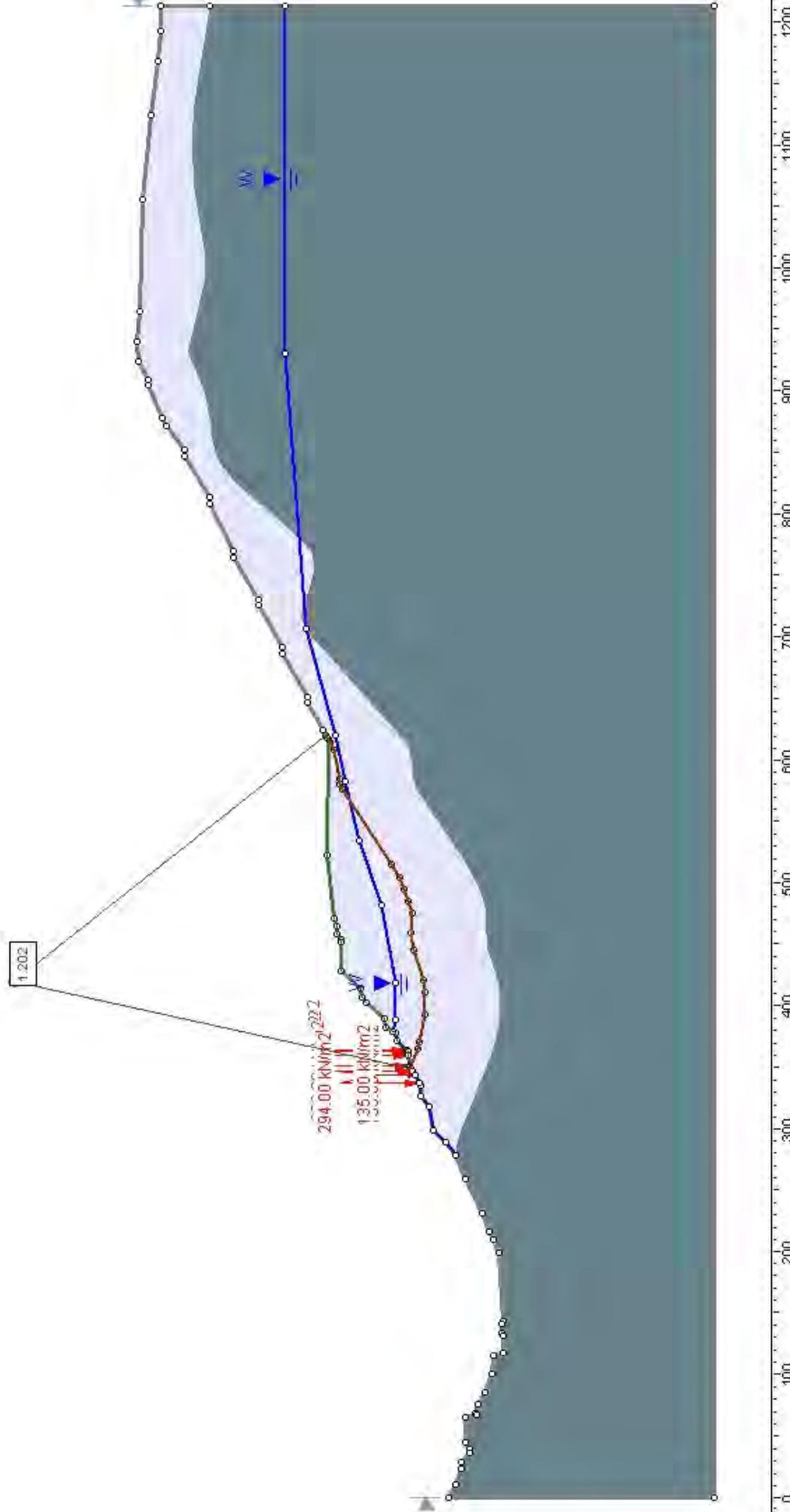
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

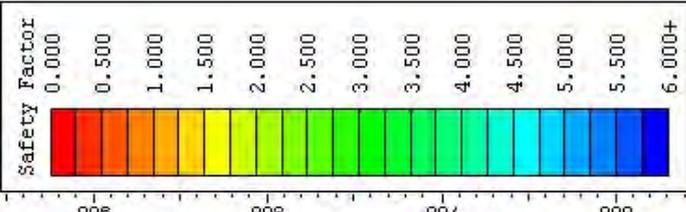


PERFIL 2
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES ACCIDENTALES-SISMO T=1.000 AÑOS



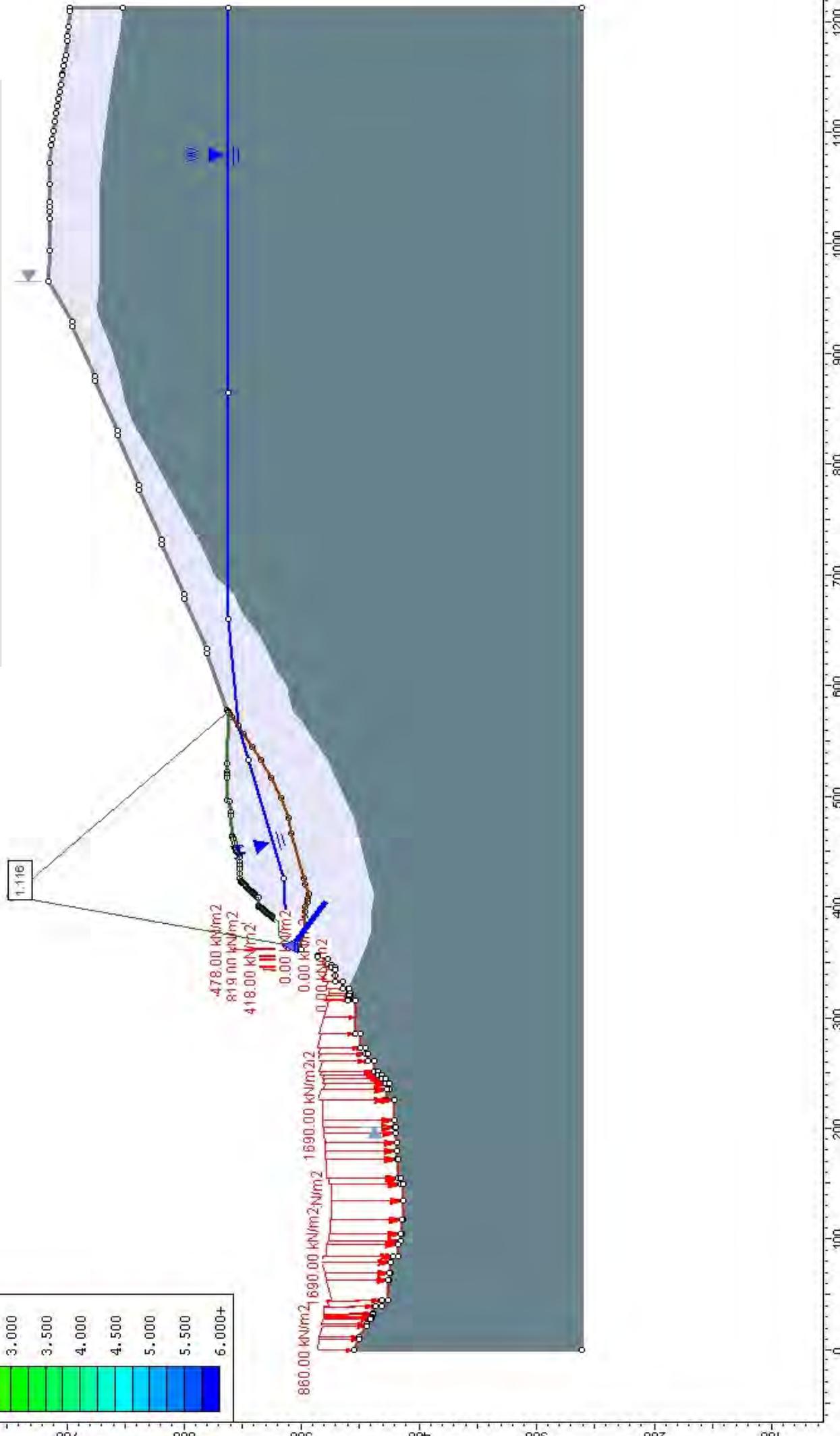
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	





PERFIL 3
EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
CONDICIONES ACCIDENTALES-SISMO T=1000 AÑOS

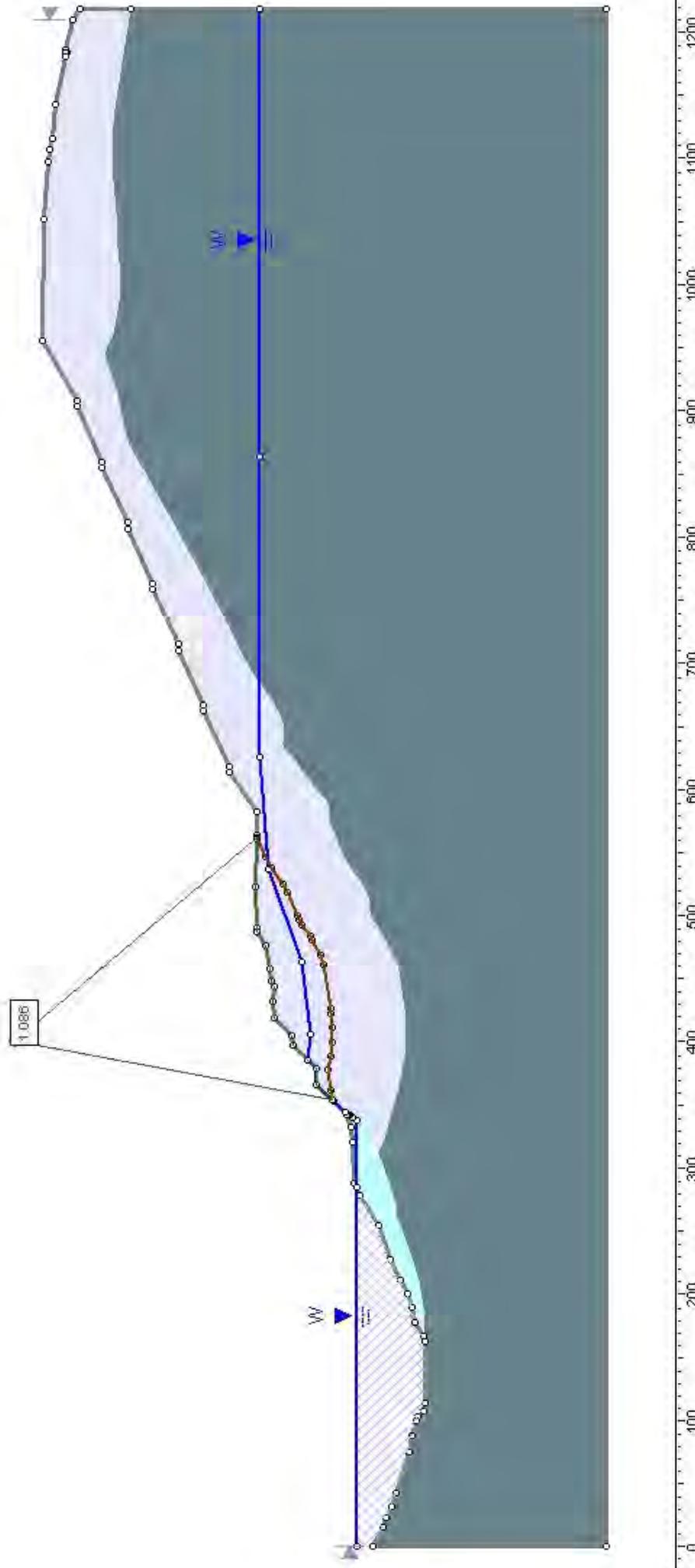
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (MPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu Ru
Rechiza		26	Moist-Coulomb	31	36				None		0
Margen Fajrplona		26	Hoel-Brann			35000	0.194819	0.00045328	None		0
plano de deslizamiento		22	Moist-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically calculated	1



PERFIL 4
EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
CONDICIONES ACCIDENTALES-SISMO T=1.000 AÑOS



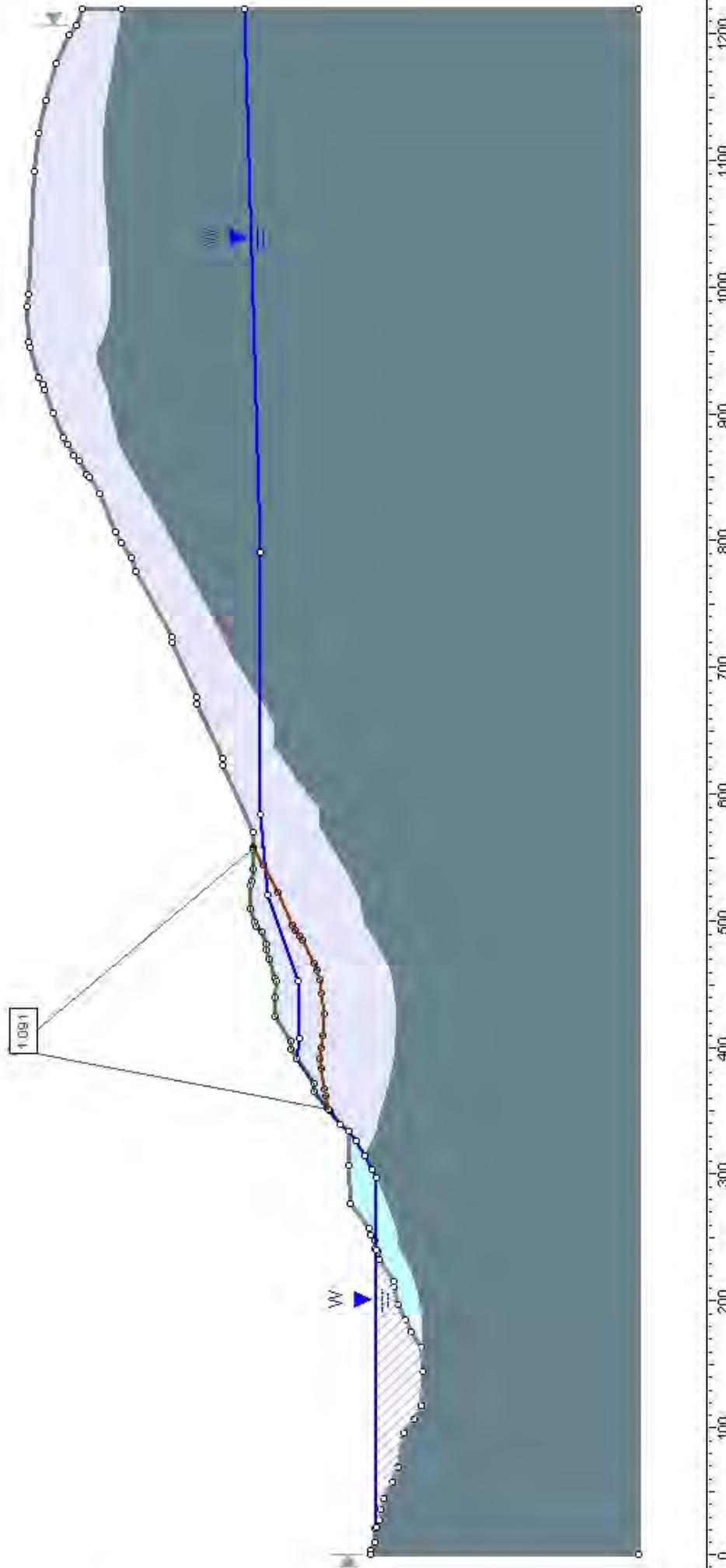
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		25	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 5
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES ACCIDENTALES-SISMO T=1,000 AÑOS



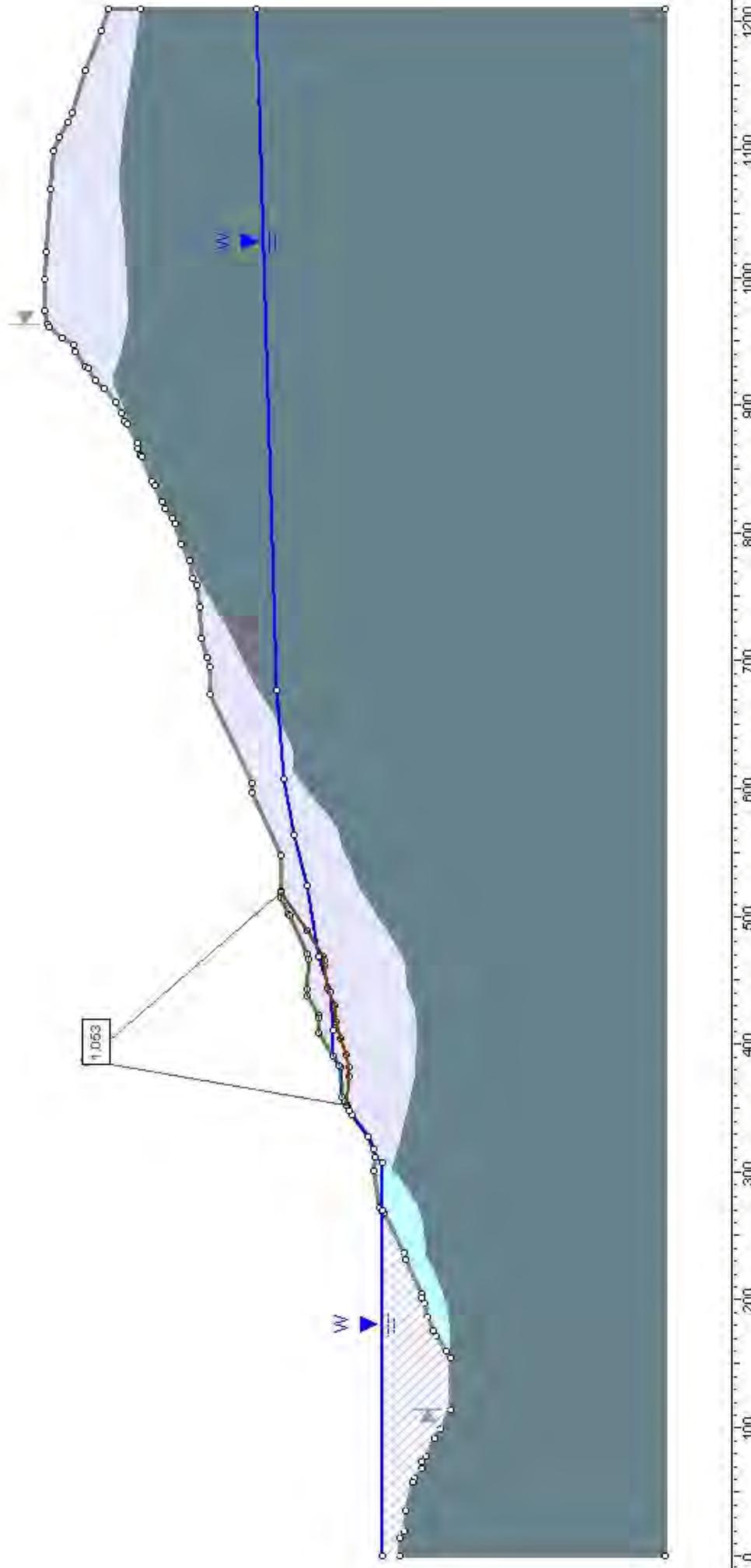
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		25	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
larrages Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL B
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES ACCIDENTALES-SISMO T=1.000 AÑOS

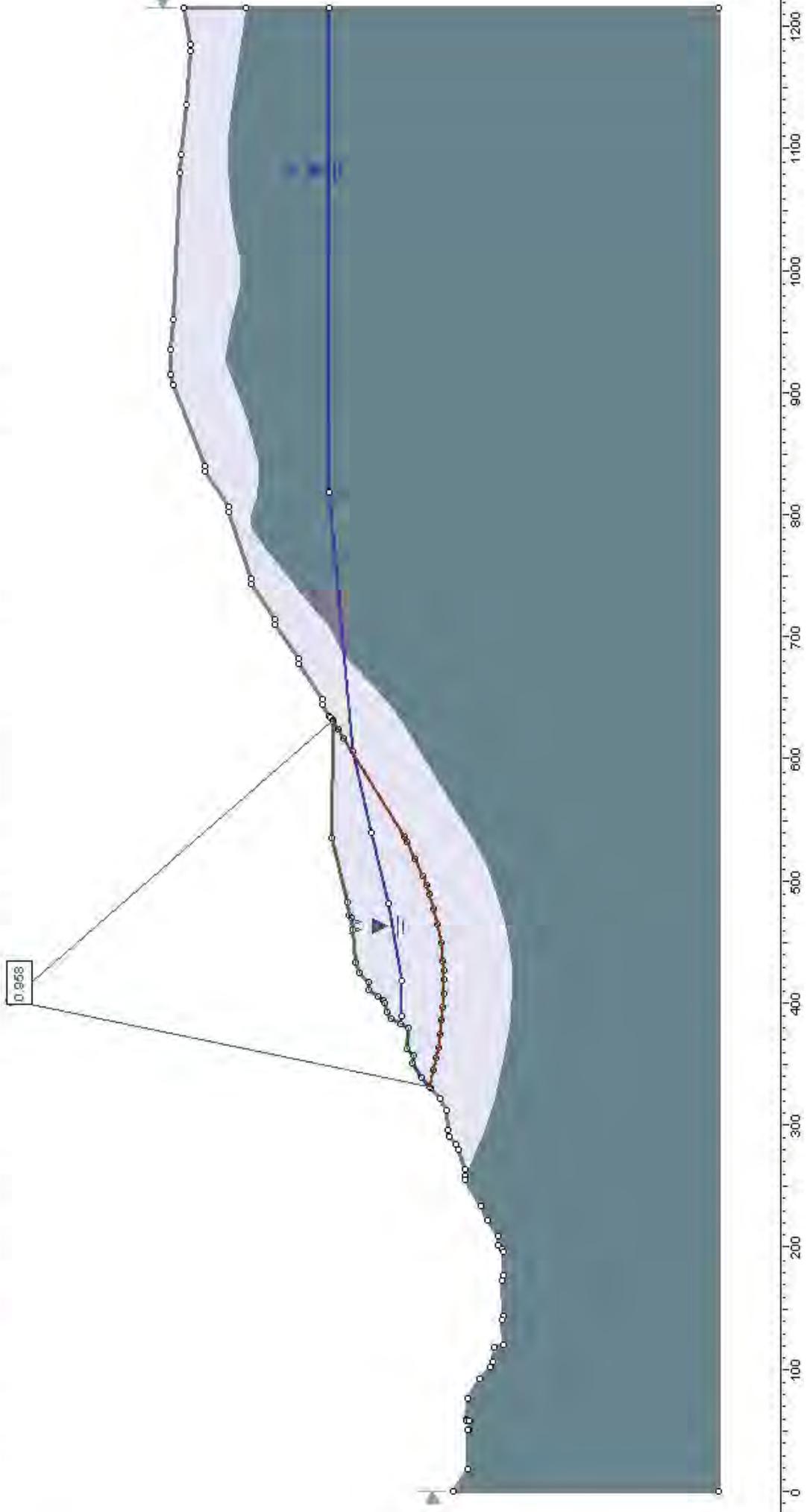


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa	[Light Blue]	26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona	[Dark Blue]	22	Hosek-Brown			35000	0.194319	0.000345323	None			0
deslizamiento "el ingles"	[Light Green]	19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento	[Light Red]	22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 1
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA. PRESA ACTUAL
 CONDICIONES EXTREMAS-SISMO T=6.000 AÑOS.

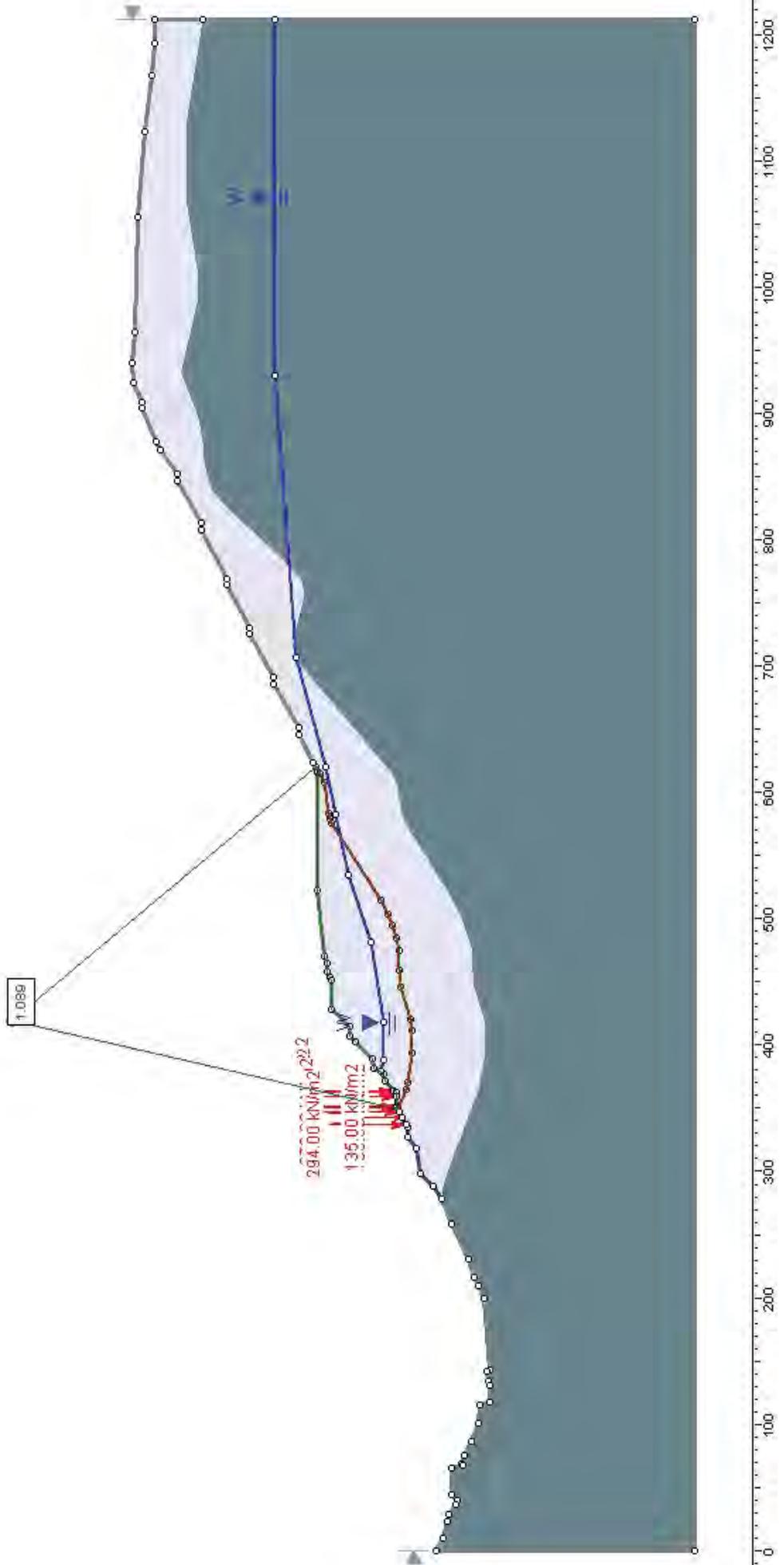
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Vesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

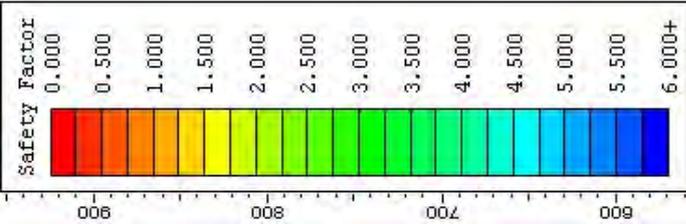


PERFIL 2
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA, PRESA ACTUAL
 CONDICIONES EXTREMAS-SISMO T=6.000 AÑOS.



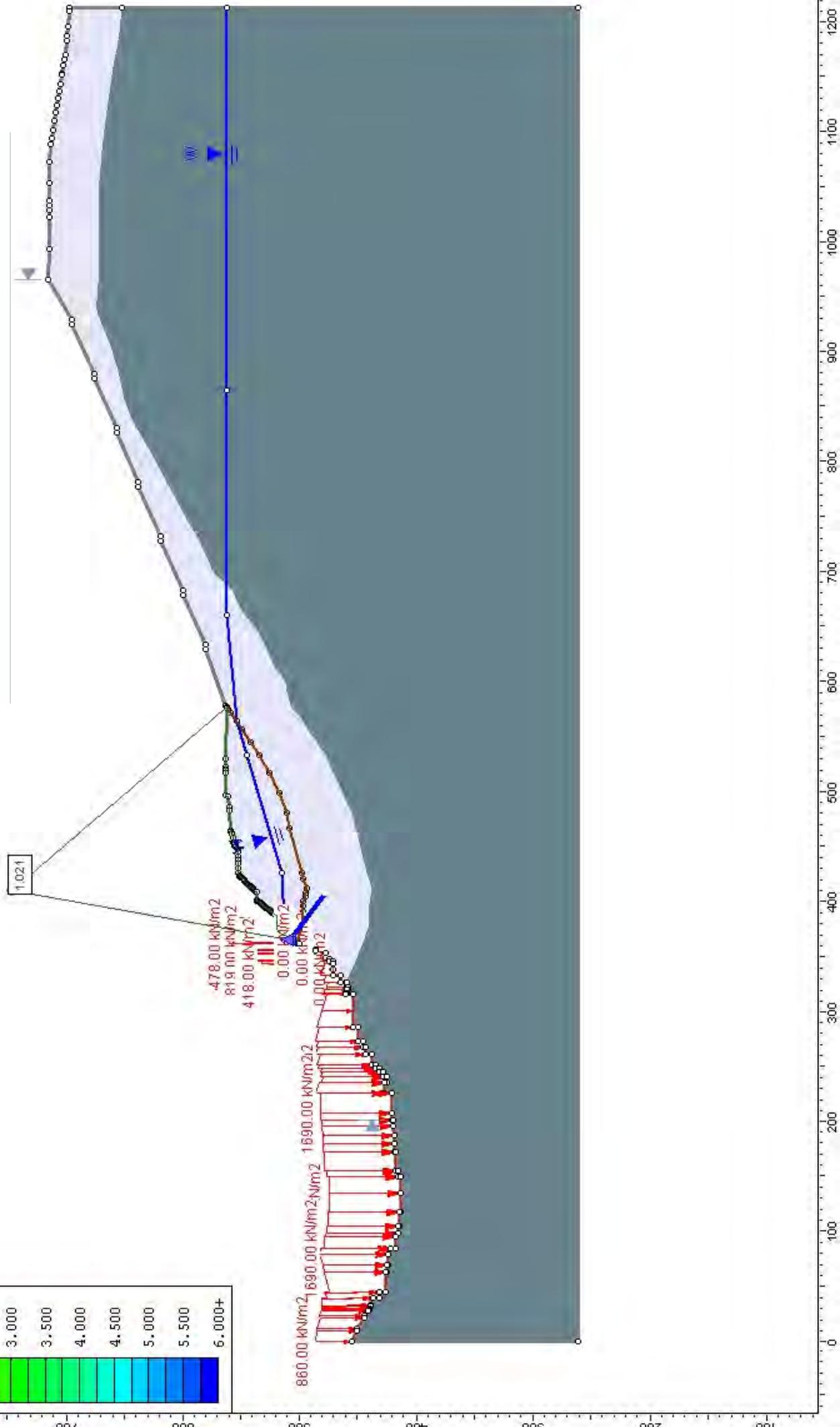
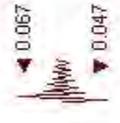
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Yeso		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345323	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				WaterSurface	Automatically Calculated	1	

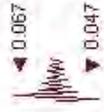




PERFIL 3
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA PRESA ACTUAL
 CONDICIONES EXTREMAS-SISMO T=5.000 AÑOS.

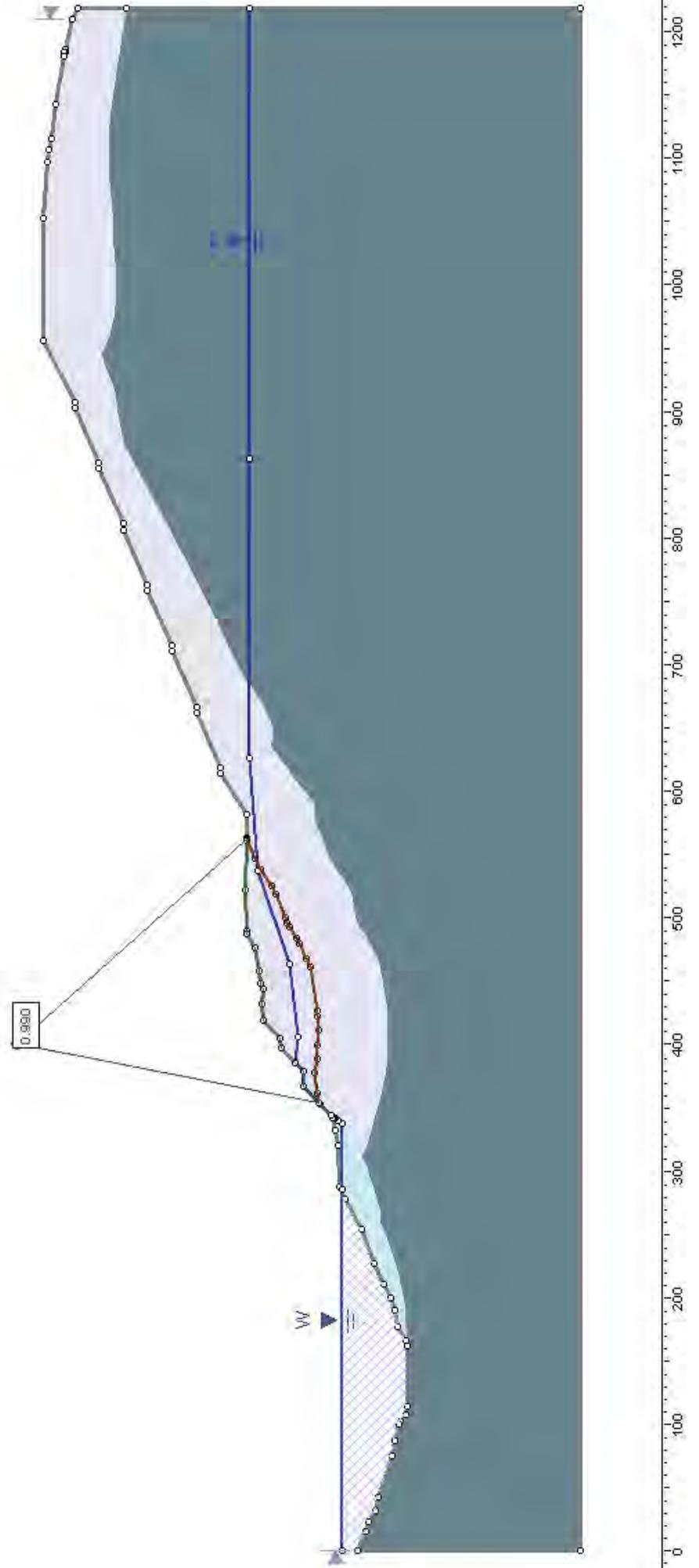
Material Name	Color	Unit Weight (k/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (Deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Ho Type	Hi Ru
Flechiza		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0
Margas Pampuna		26	Mohr-Coulomb			35000	0.194019	0.00094328	None		0
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1





PERFIL 4
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA. PRESA ACTUAL
 CONDICIONES EXTREMAS-SISMO T=5.000 AÑOS.

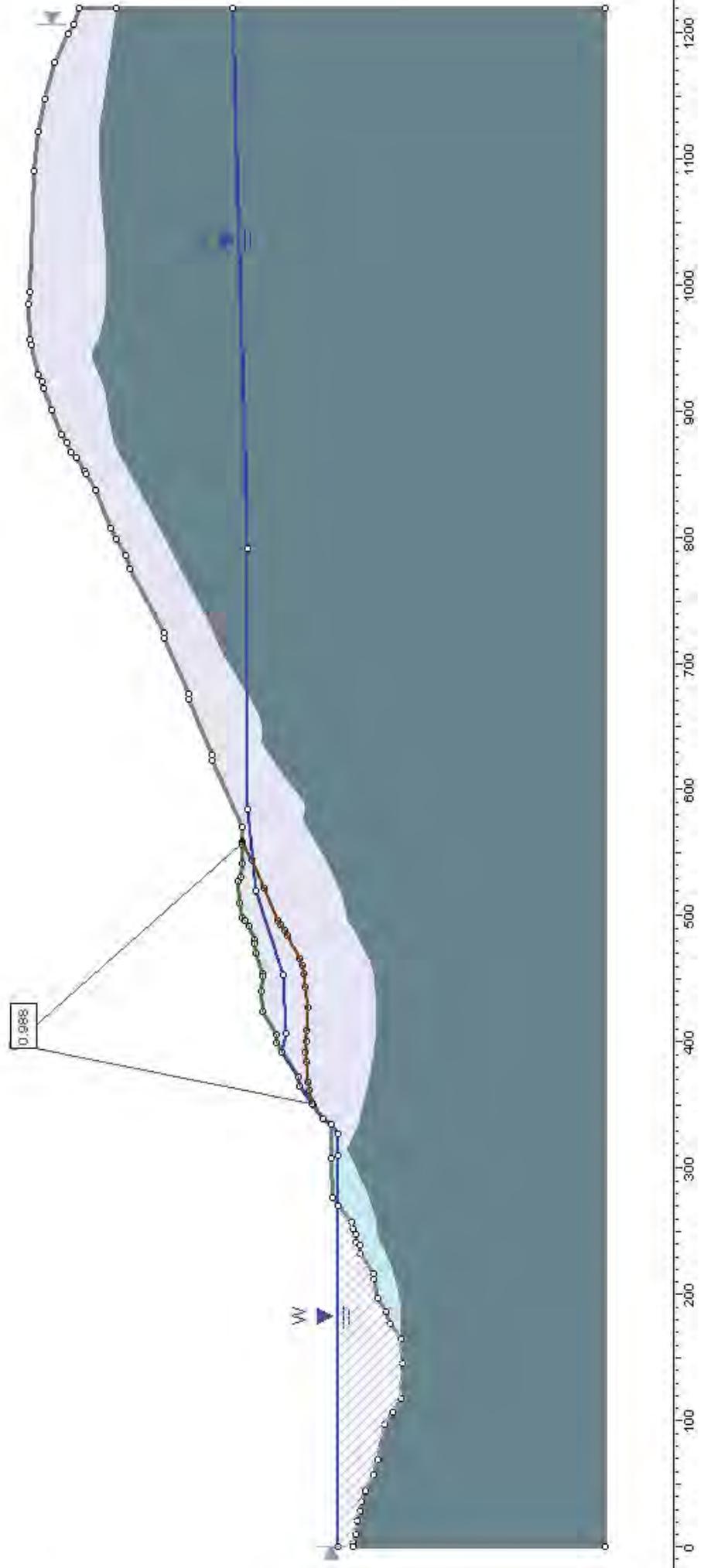
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	S	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
largas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 5
 EXCAVACIÓN DEFINITIVA. PRESA ACTUAL
 CONDICIONES EXTREMAS-SISMO T=6.000 AÑOS.



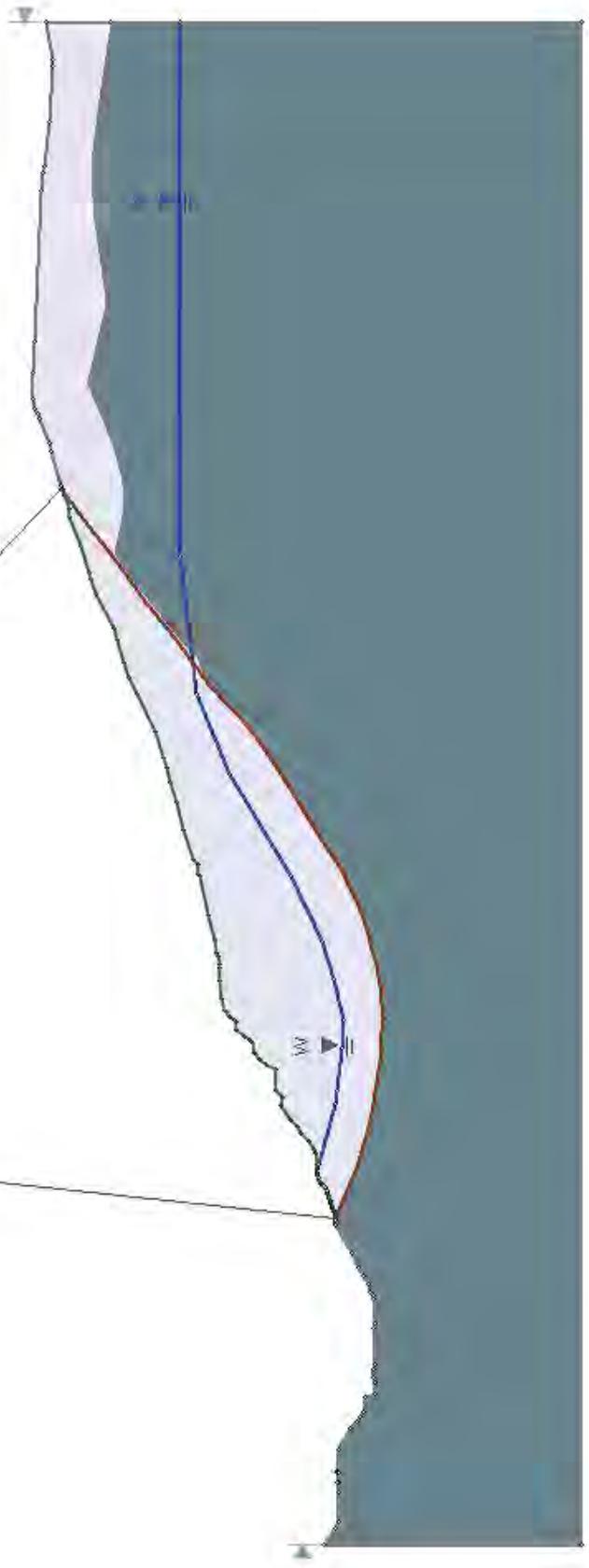
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (MPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento en ingles		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 1
SITUACION INICIAL FEBRERO 2013

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				WaterSurface	Automatically Calcul
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				WaterSurface	Automatically Calcul

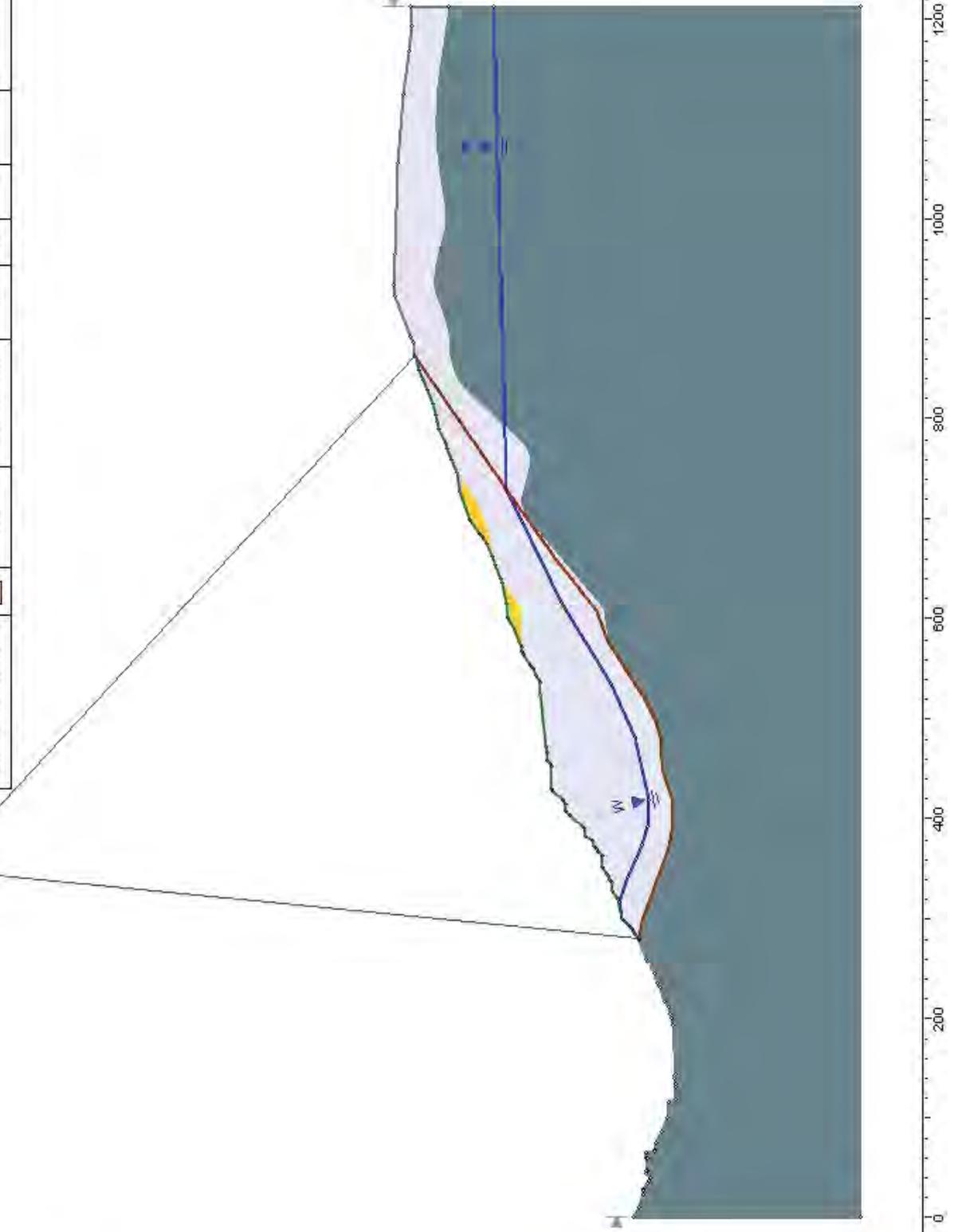
1.075



PERFIL 2
SITUACION INICIAL FEBRERO 2013

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Vesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None		0.1	
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

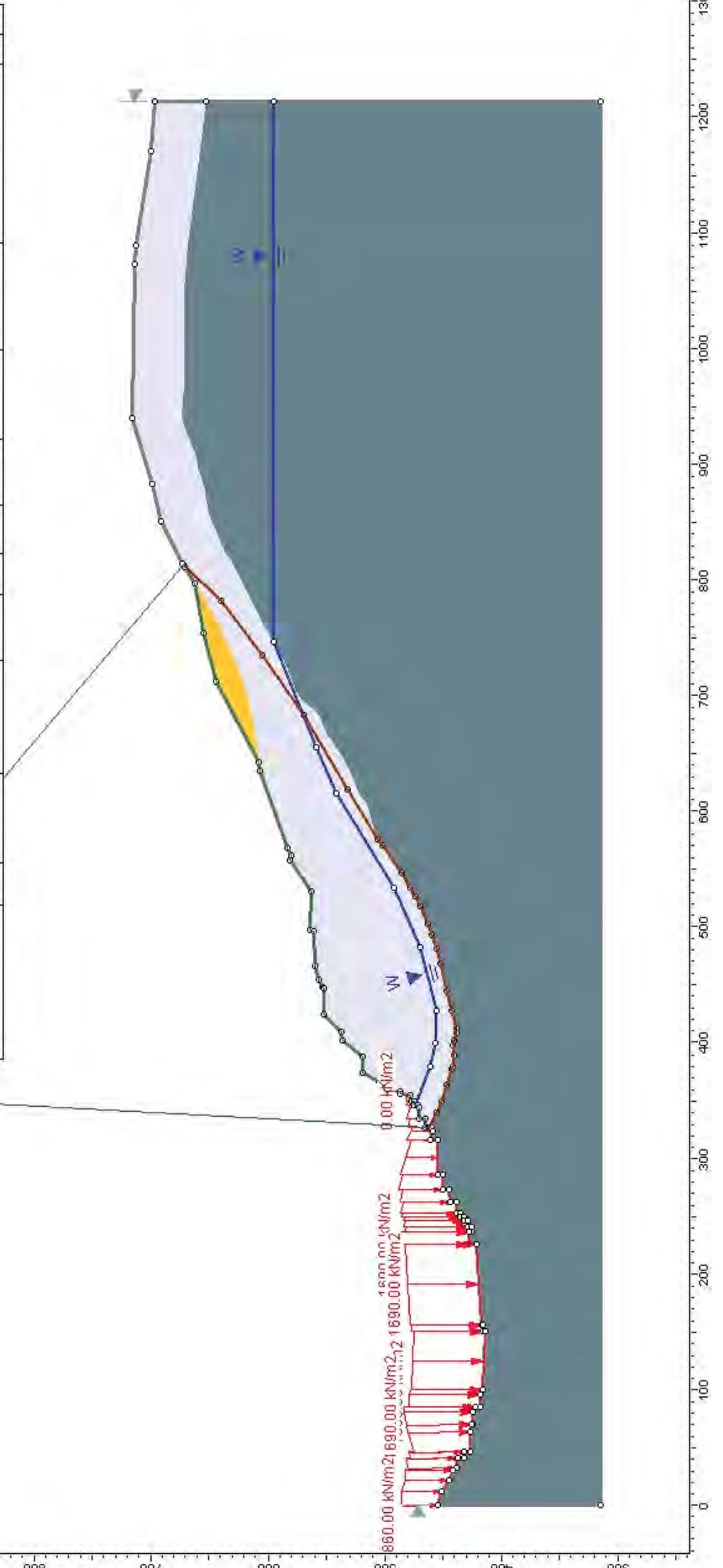
1:113



PERFIL 3
SITUACION INICIAL FEBRERO 2013

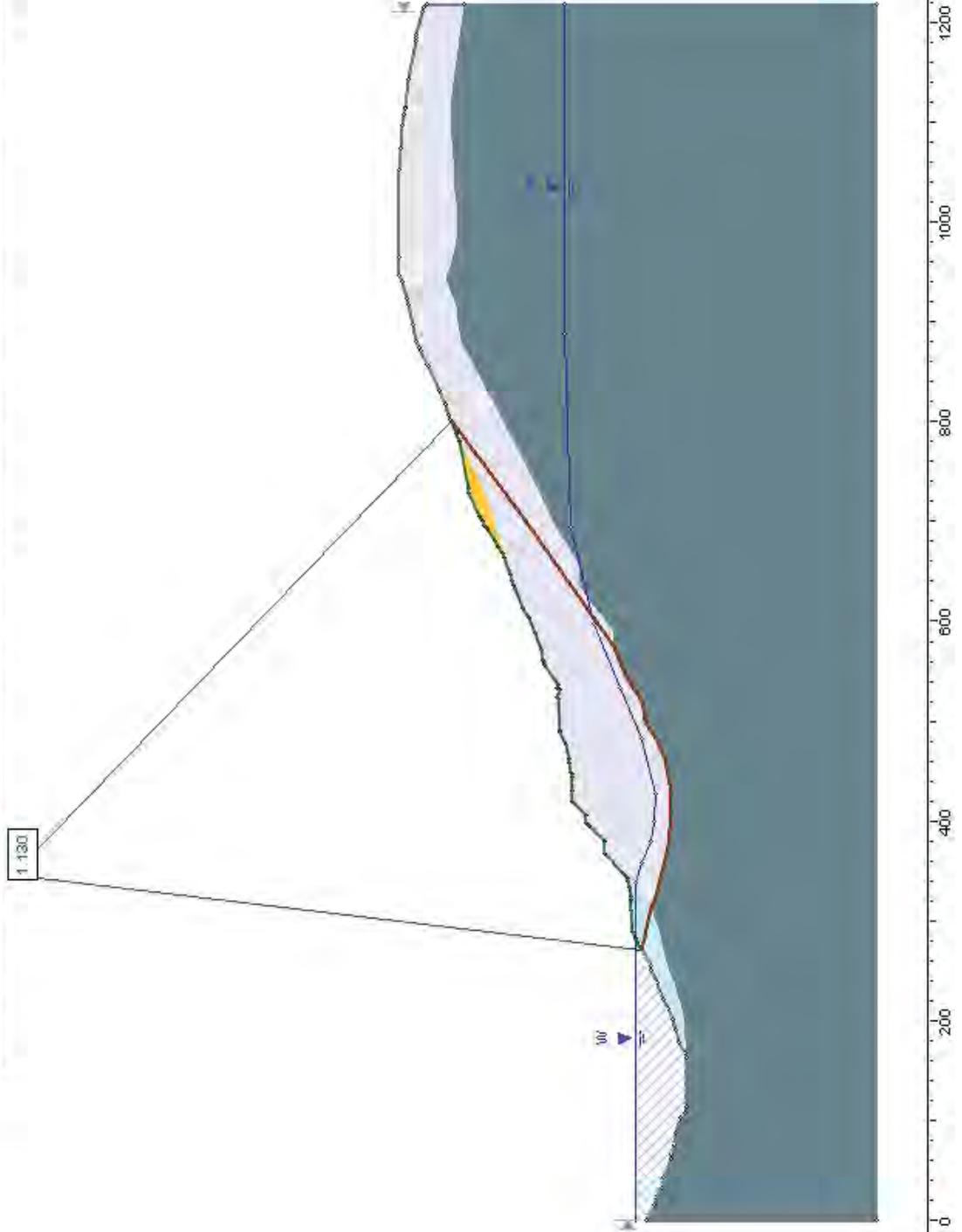
1.036

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None		0.1	0.1
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	1



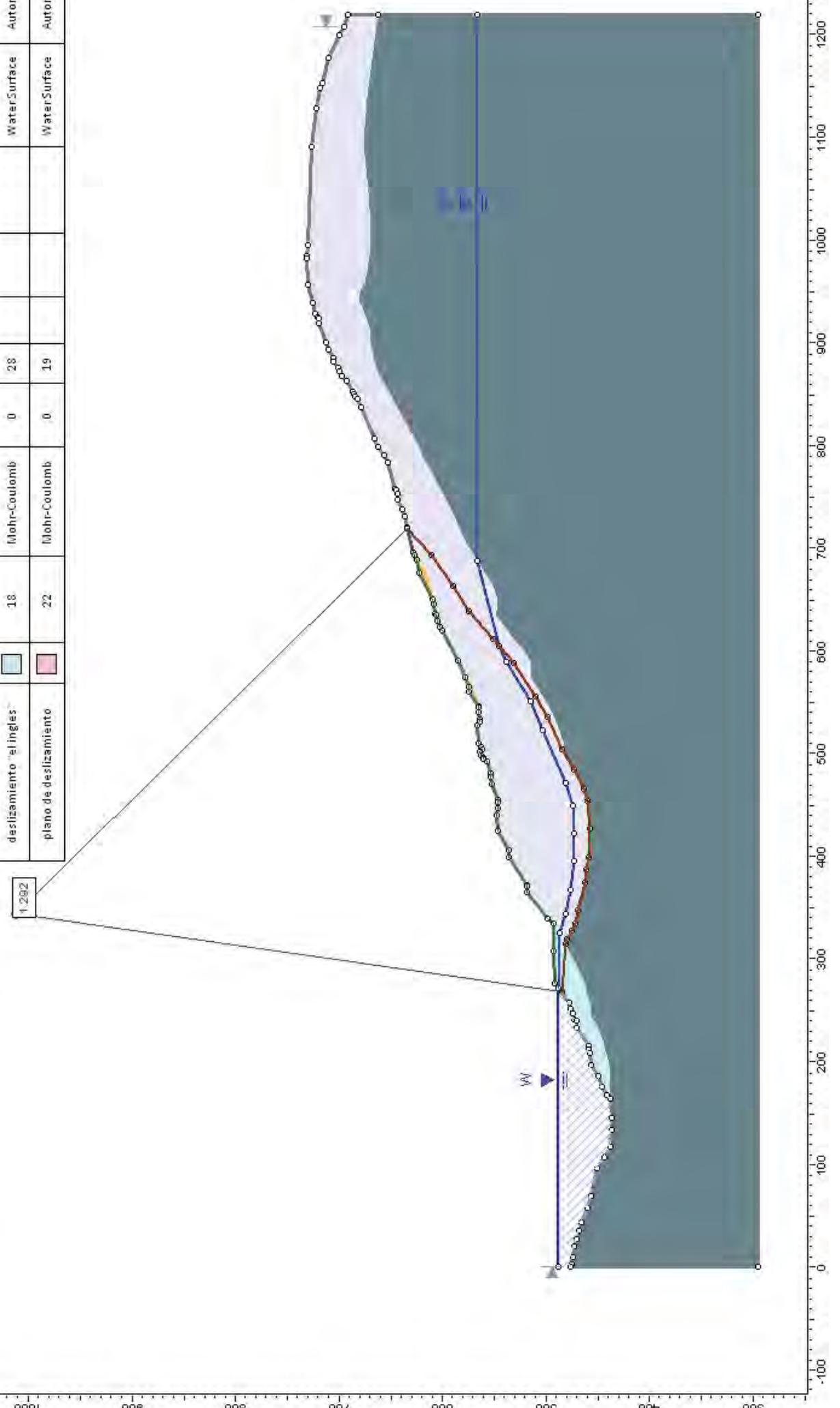
PERFIL 4
SITUACION INICIAL FEBRERO 2013

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Constant		
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None			0
deslizamiento "el ingles"		18	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



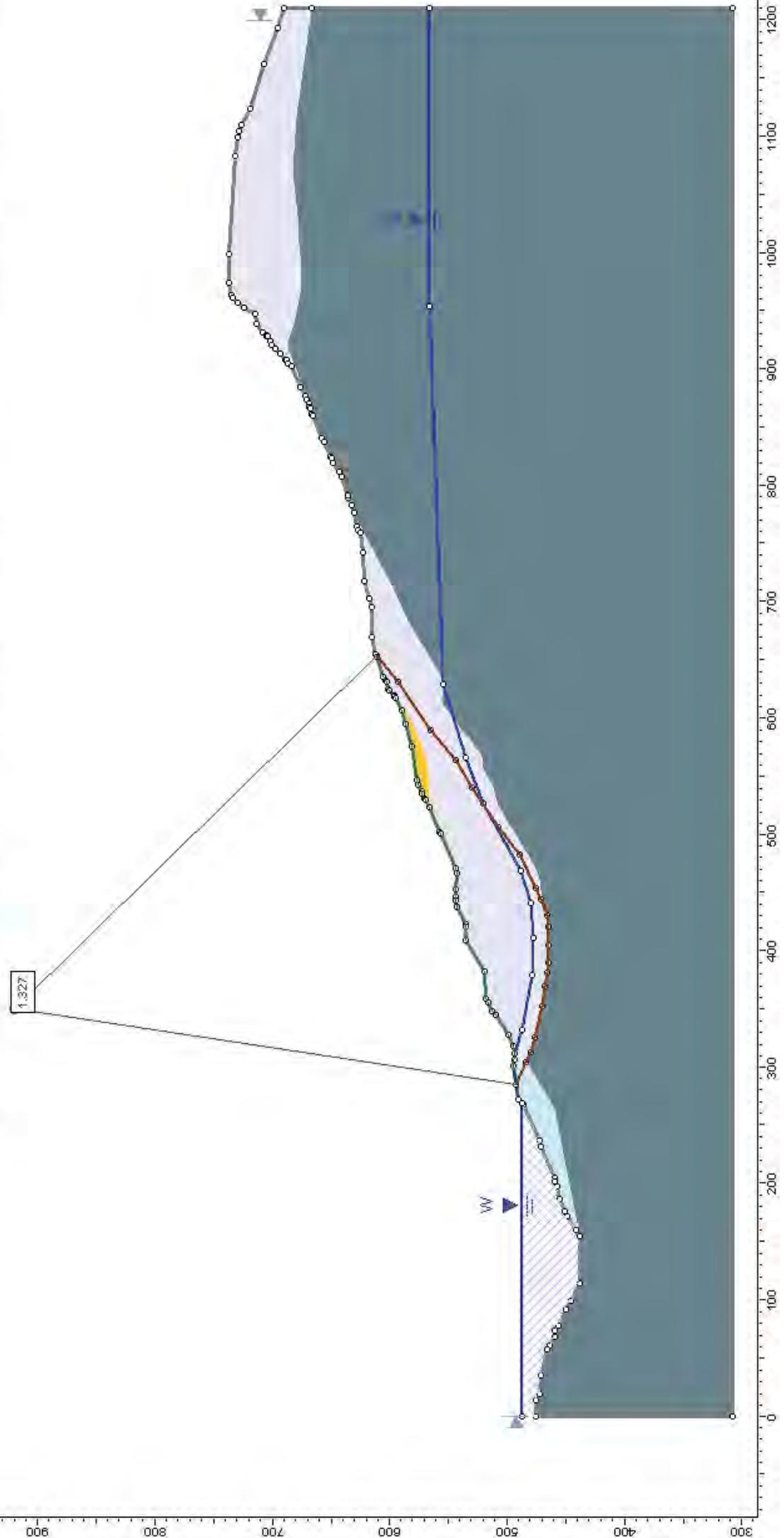
PERFIL 5
SITUACION INICIAL FEBRERO 2013

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	
Coluvial		20	Mohr-Coulomb	0.01	18				None	
deslizamiento "el ingles"		18	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated



PERFIL 6
SITUACION INICIAL FEBRERO 2013

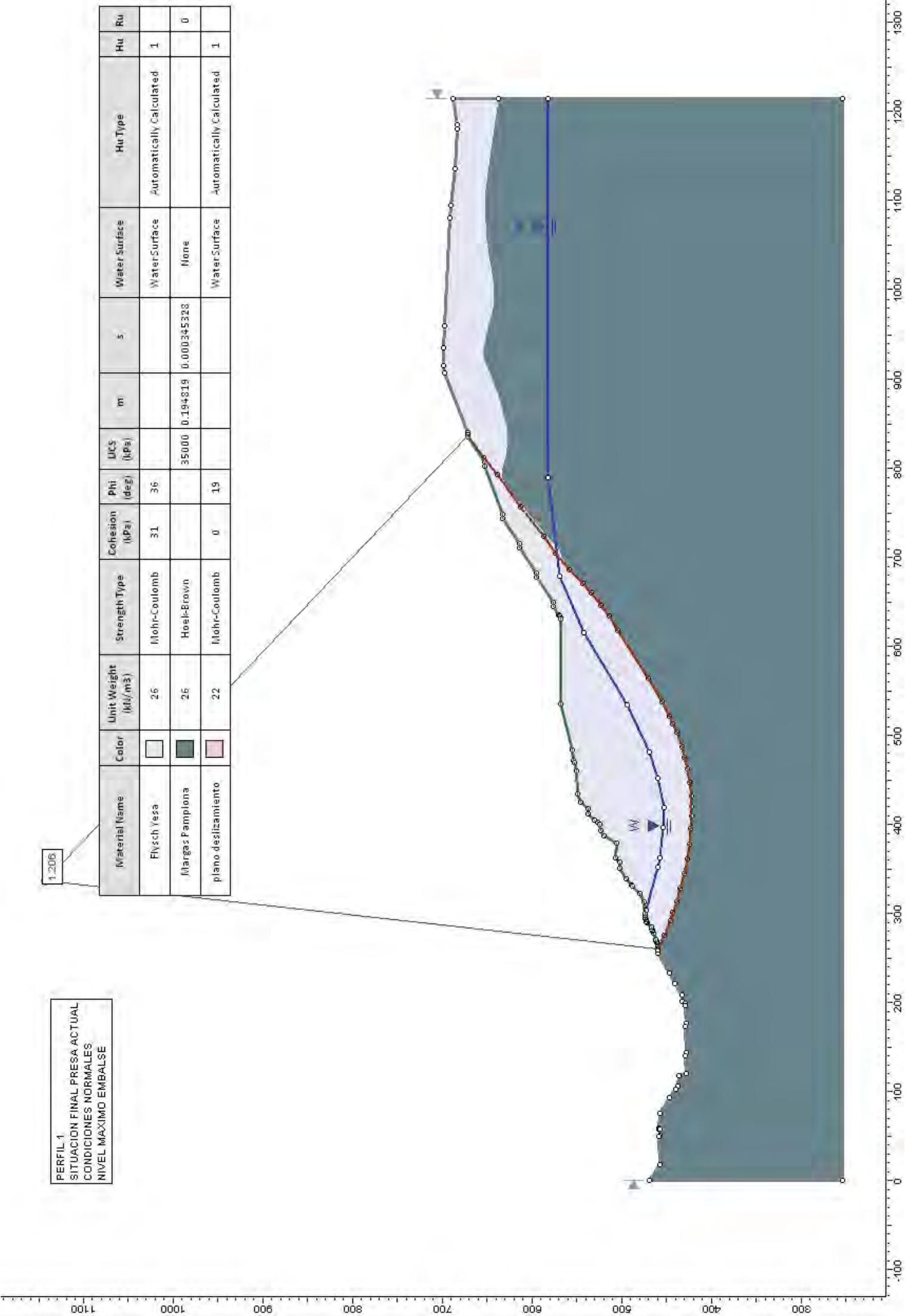
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Sat. Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26		Mohr-Coulomb	31	36				None		0	
Margas Pamplona		22		Hoel-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	
Coluvial		20		Mohr-Coulomb	0.01	18				None		0	
deslizamiento "el ingles"		18	21	Mohr-Coulomb	0	28				WaterSurface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22		Mohr-Coulomb	0	19				WaterSurface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 1
 SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
 CONDICIONES NORMALES
 NIVEL MAXIMO EMBALSE

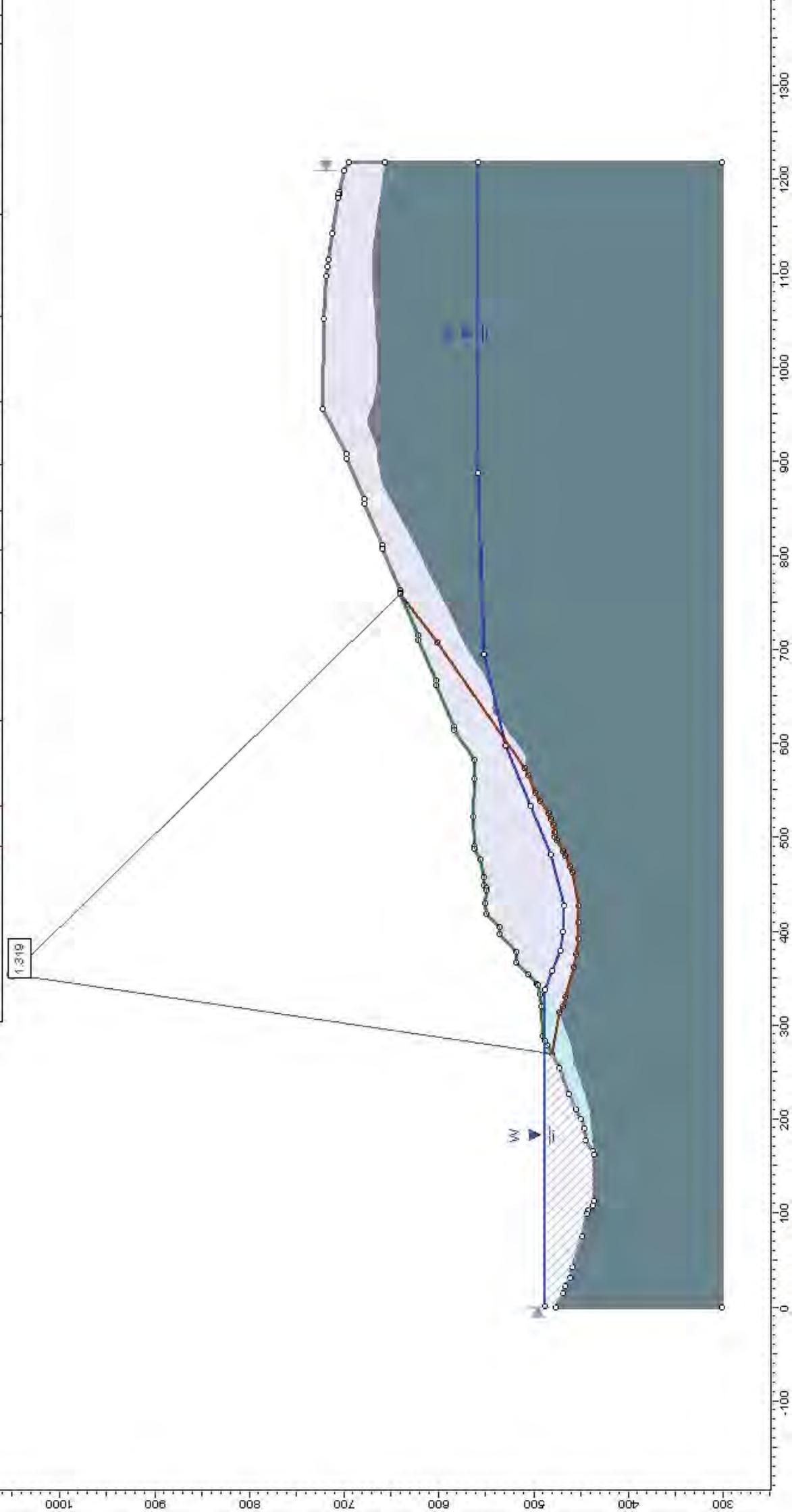
1.206

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				WaterSurface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345323	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				WaterSurface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 4
 SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
 CONDICIONES NORMALES
 NIVEL MAXIMO EMBALSE

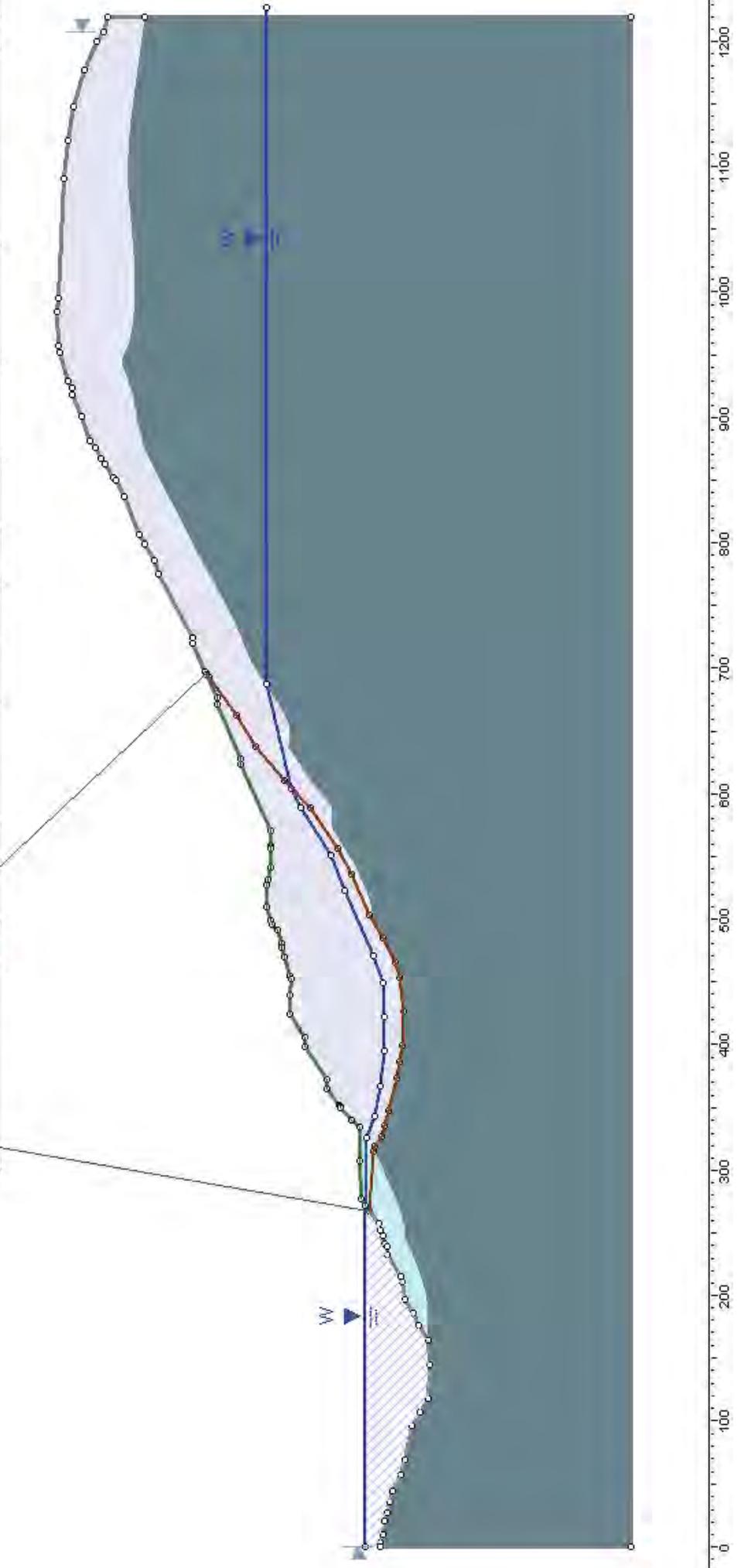
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				WaterSurface	Automatically Calculated	1
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	23				WaterSurface	Automatically Calculated	1
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				WaterSurface	Automatically Calculated	1



PERFIL 5
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES NORMALES
NIVEL MAXIMO EMBALSE

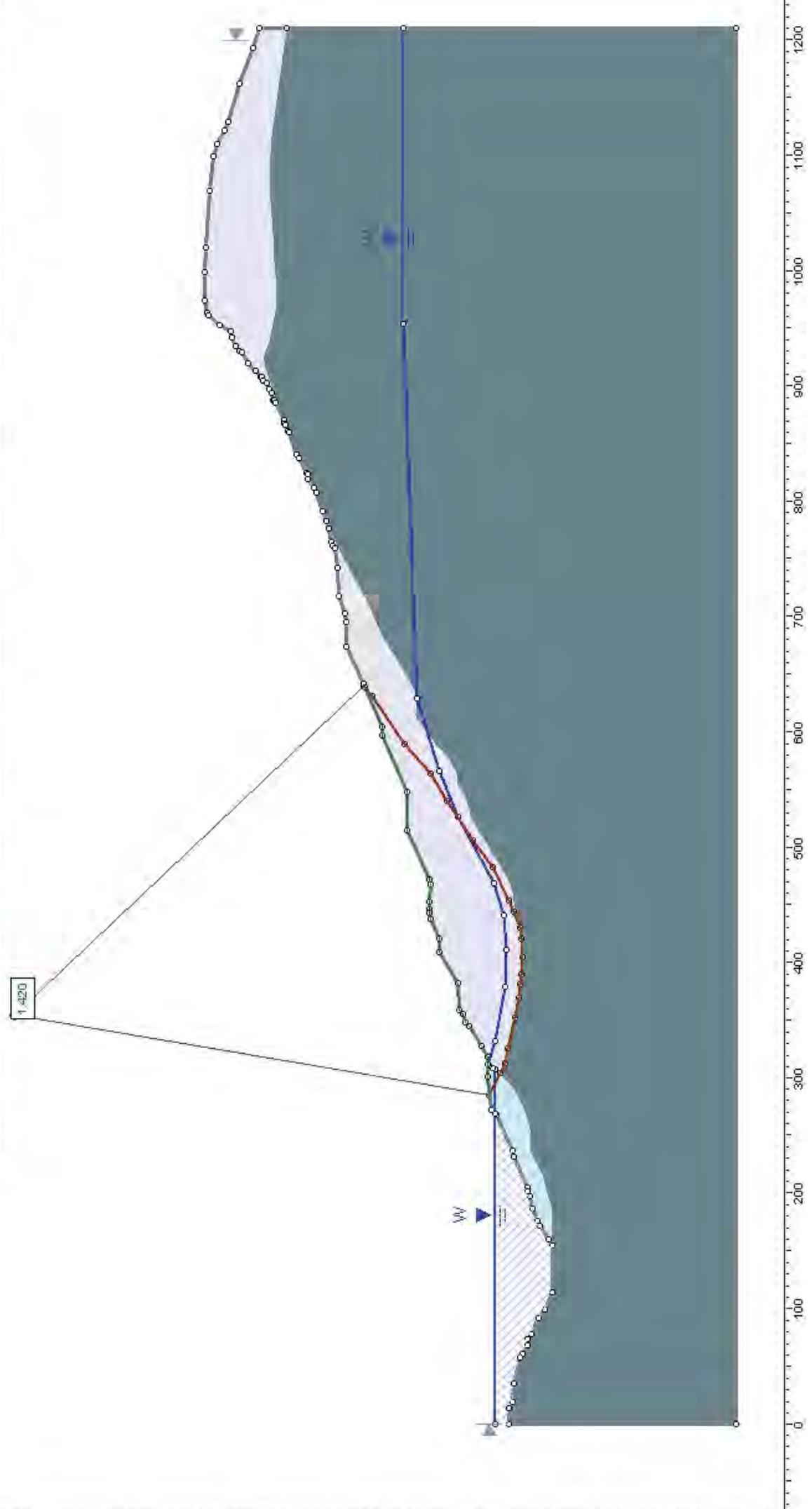
1-470

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL B
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES NORMALES
NIVEL MAXIMO EMBALSE

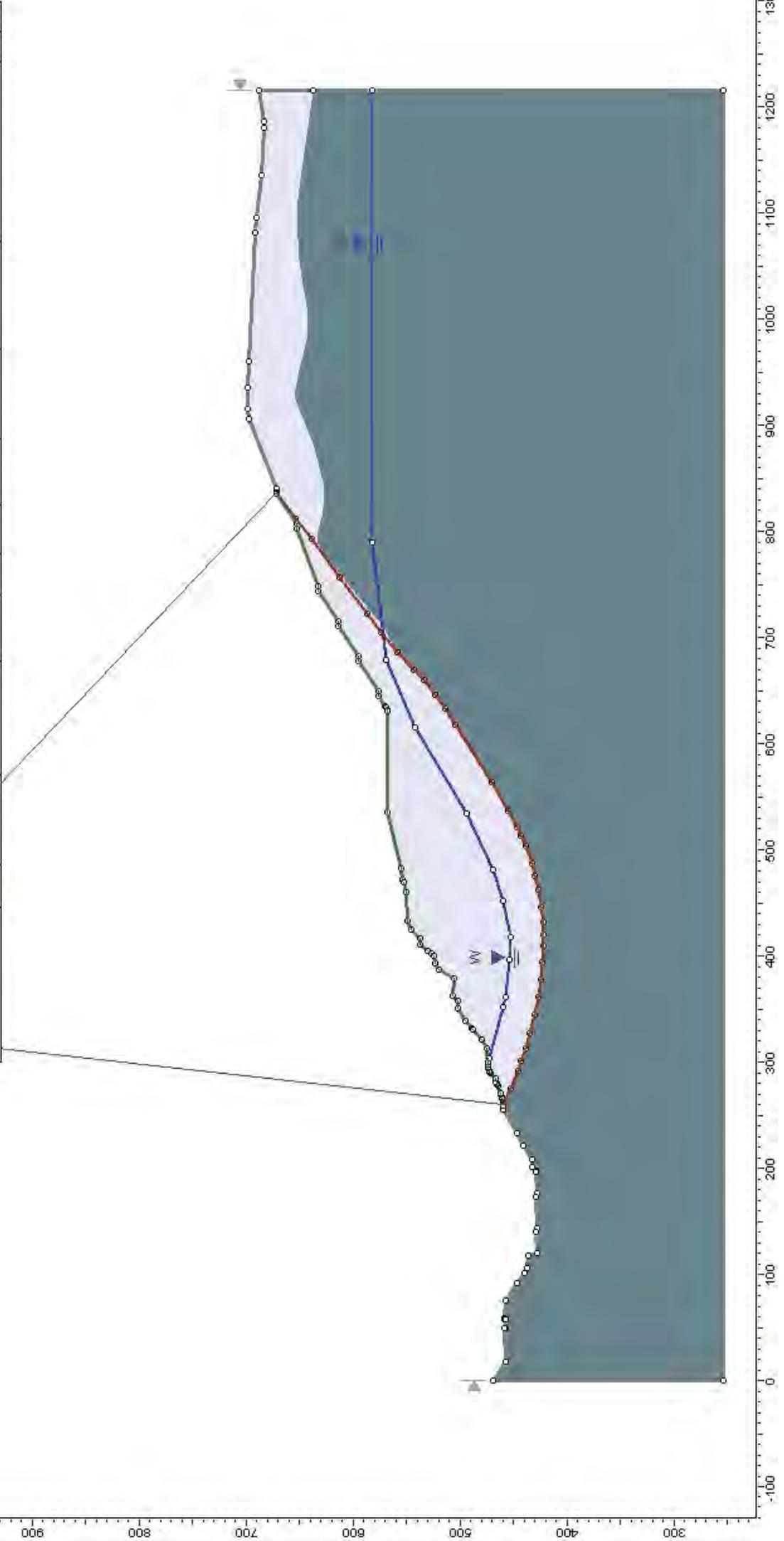
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Sat. Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26		Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		22		Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento 'el ingles		18	21	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22		Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 1
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES NORMALES
COTA EMBALSE CRITICO

1.206

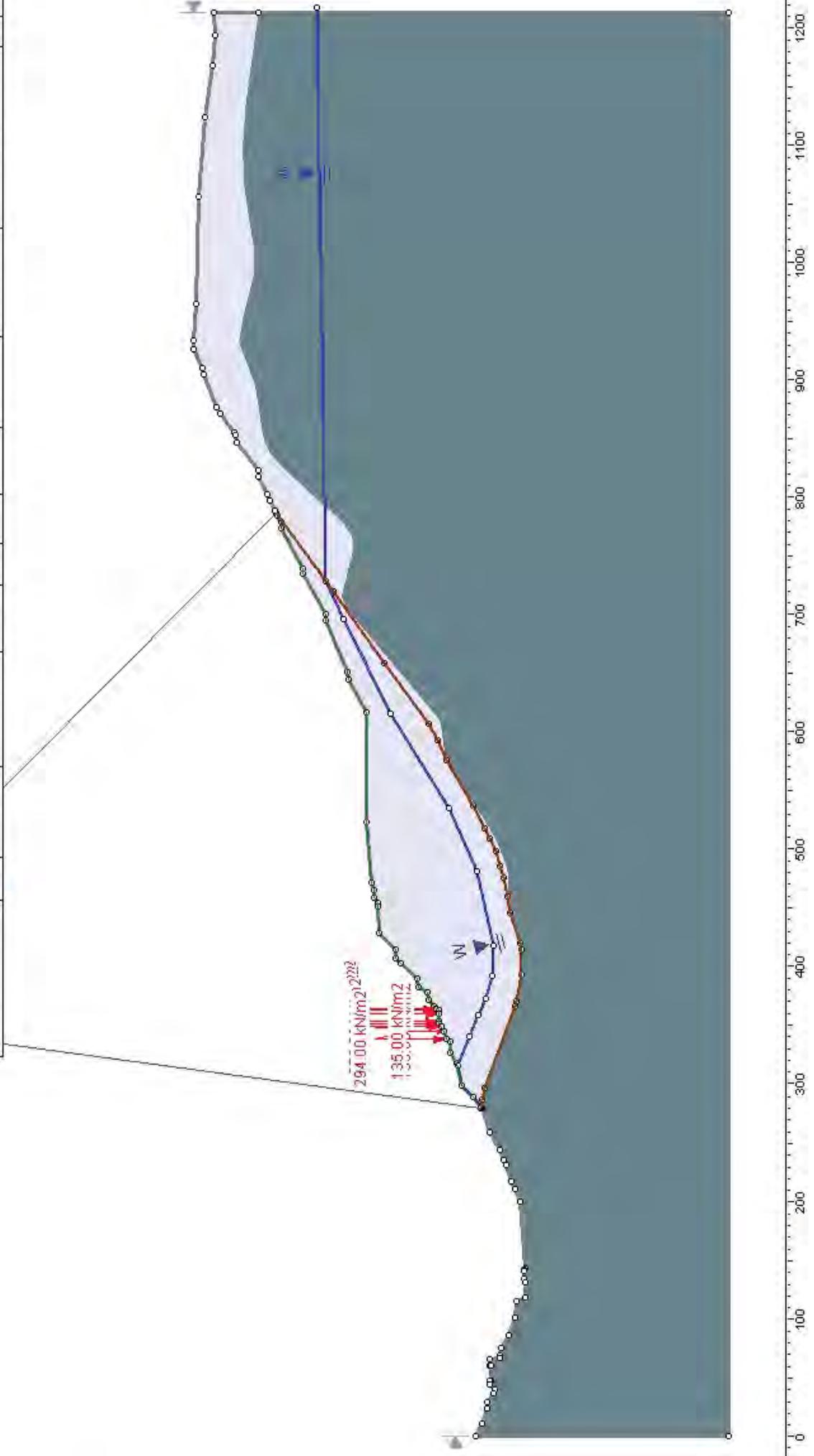
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 2
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES NORMALES
COTA EMBALSE CRITICA

1.386

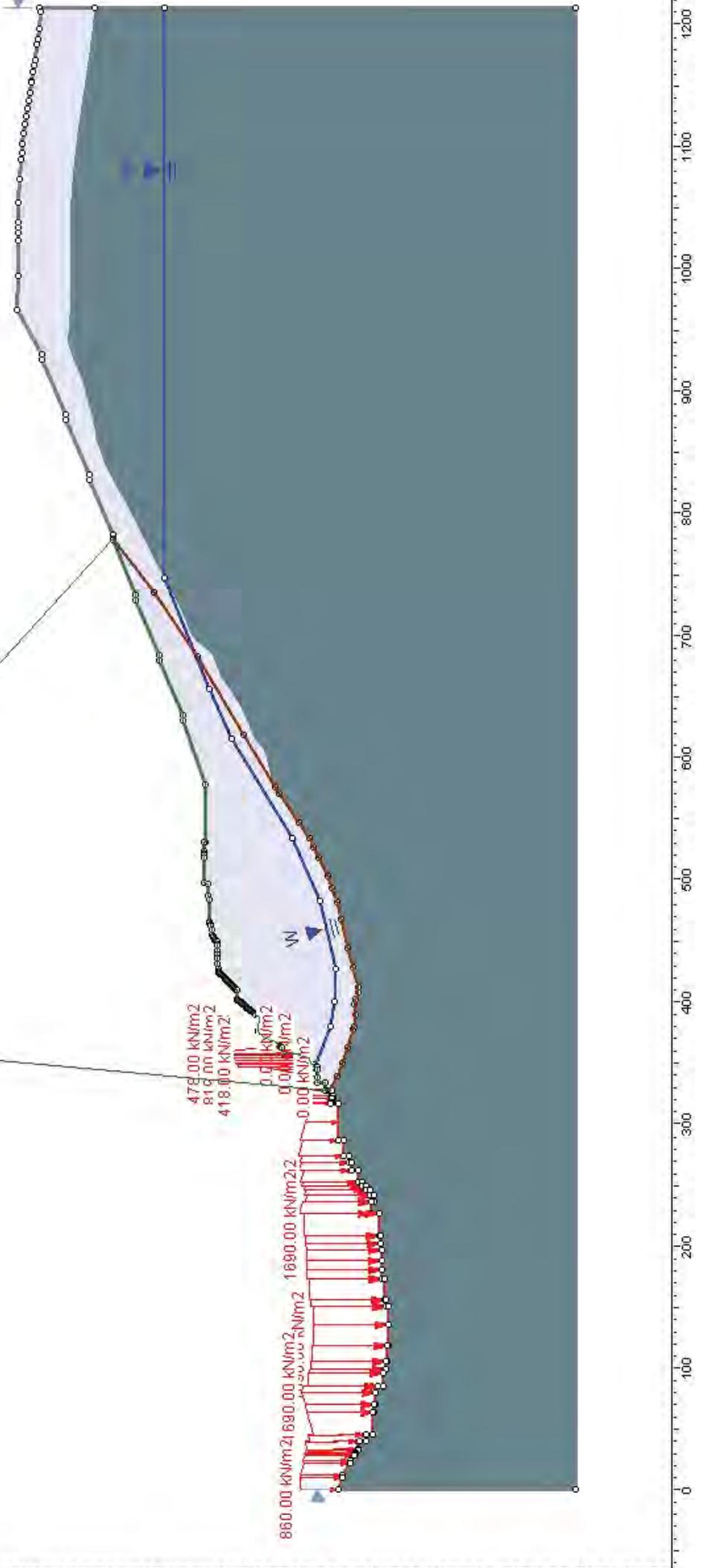
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslicamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 3
SITUACION FINAL PRESAS ACTUAL
CONDICIONES NORMALES
COTA EMBALSE CRITICA

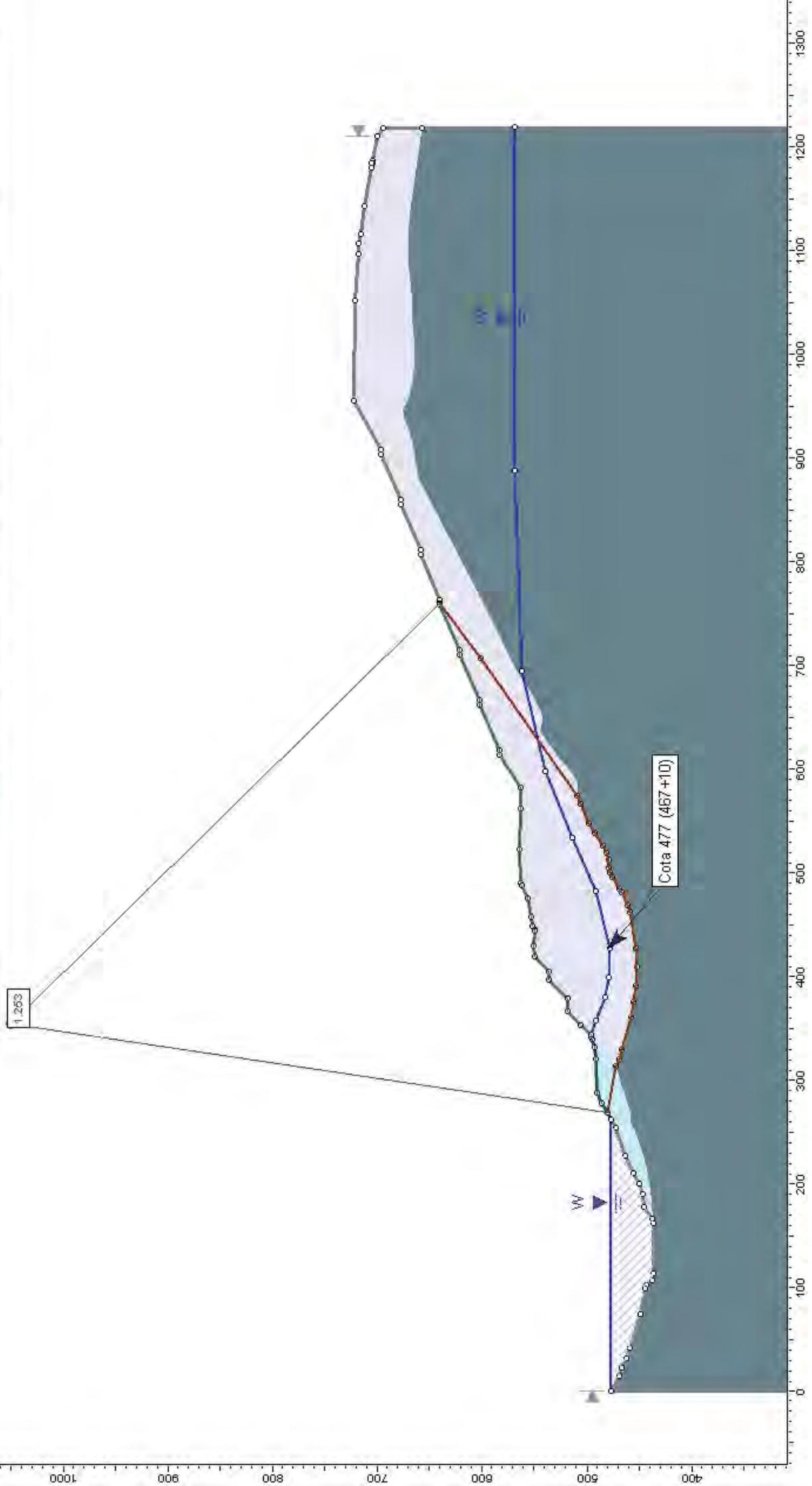
1.330

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yeza		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		26	Mohr-Brown			35000	0.194819	0.000345323	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 4
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
NIVEL EMBALSE CRÍTICO
CONDICIONES NORMALES

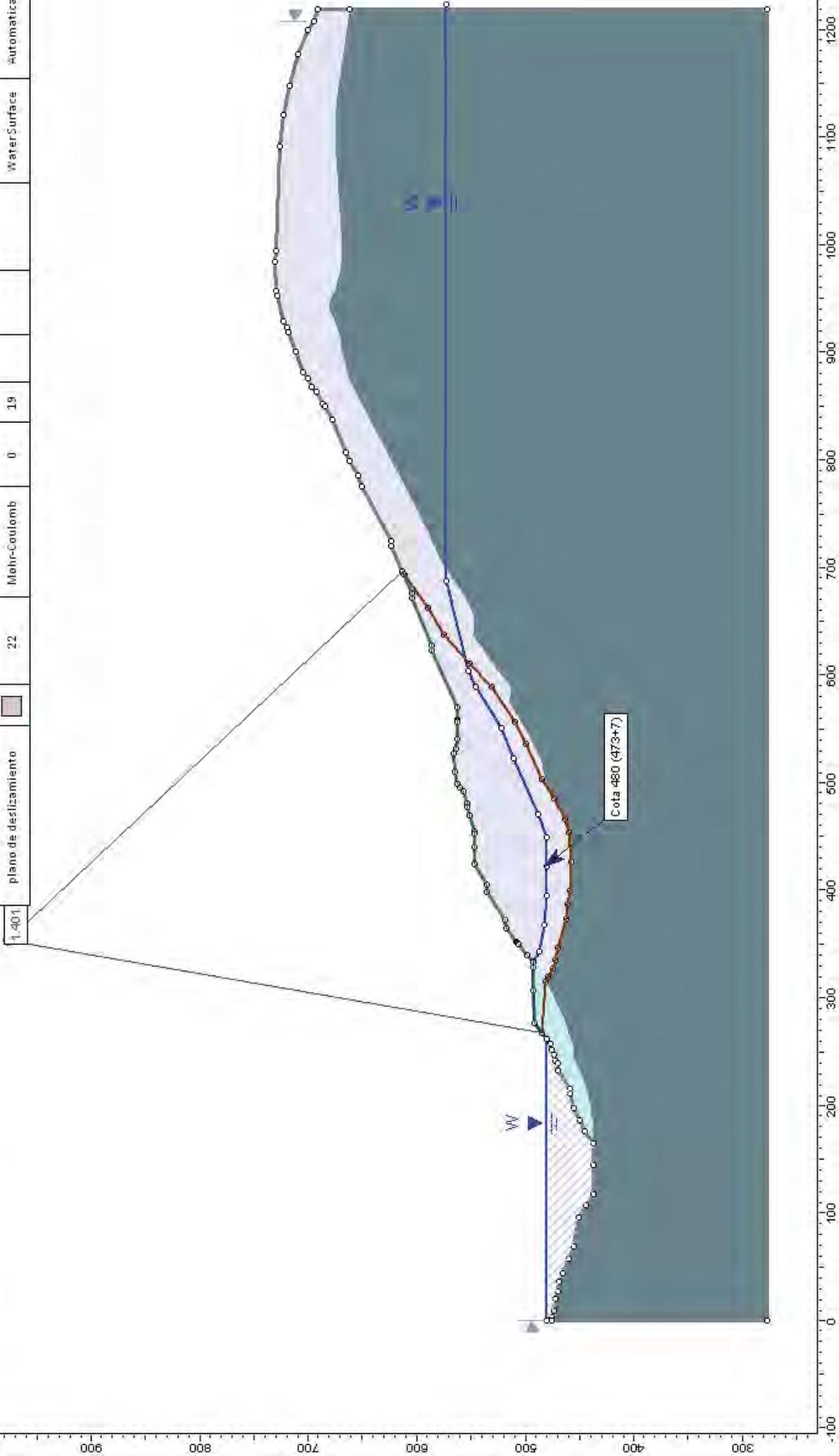
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1
largas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1



PERFIL 5
 SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
 NIVEL EMBALSE CRITICO
 CONDICIONES NORMALES

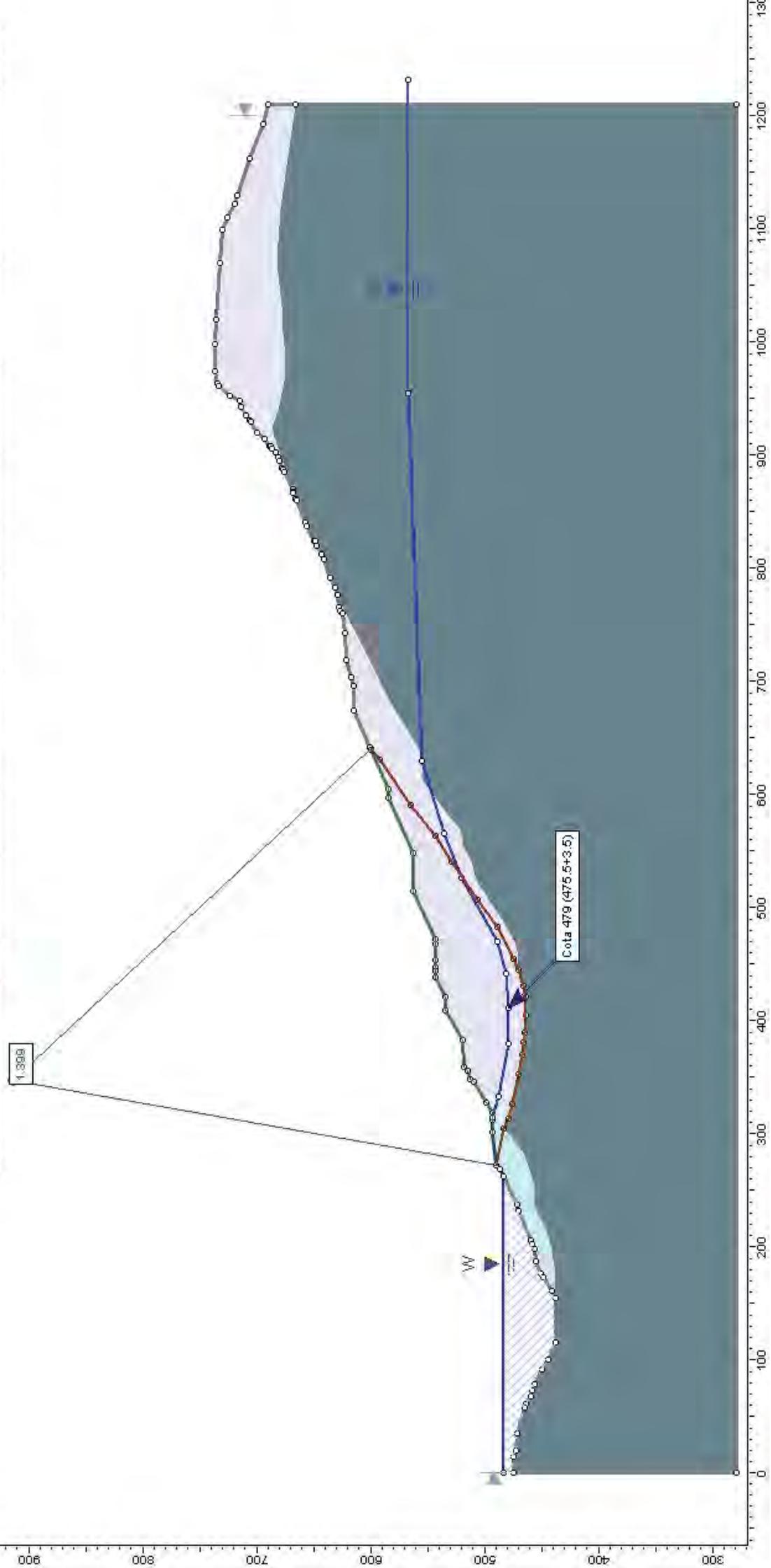
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type
Flysch Yesa		25	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None	Automatically Calculated
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated

1.401



PERFIL 3
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
NIVEL EMBALSE CRÍTICO
CONDICIONES NORMALES

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Sat. Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yeza		26		Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		22		Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento "el ingles"		18	21	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22		Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

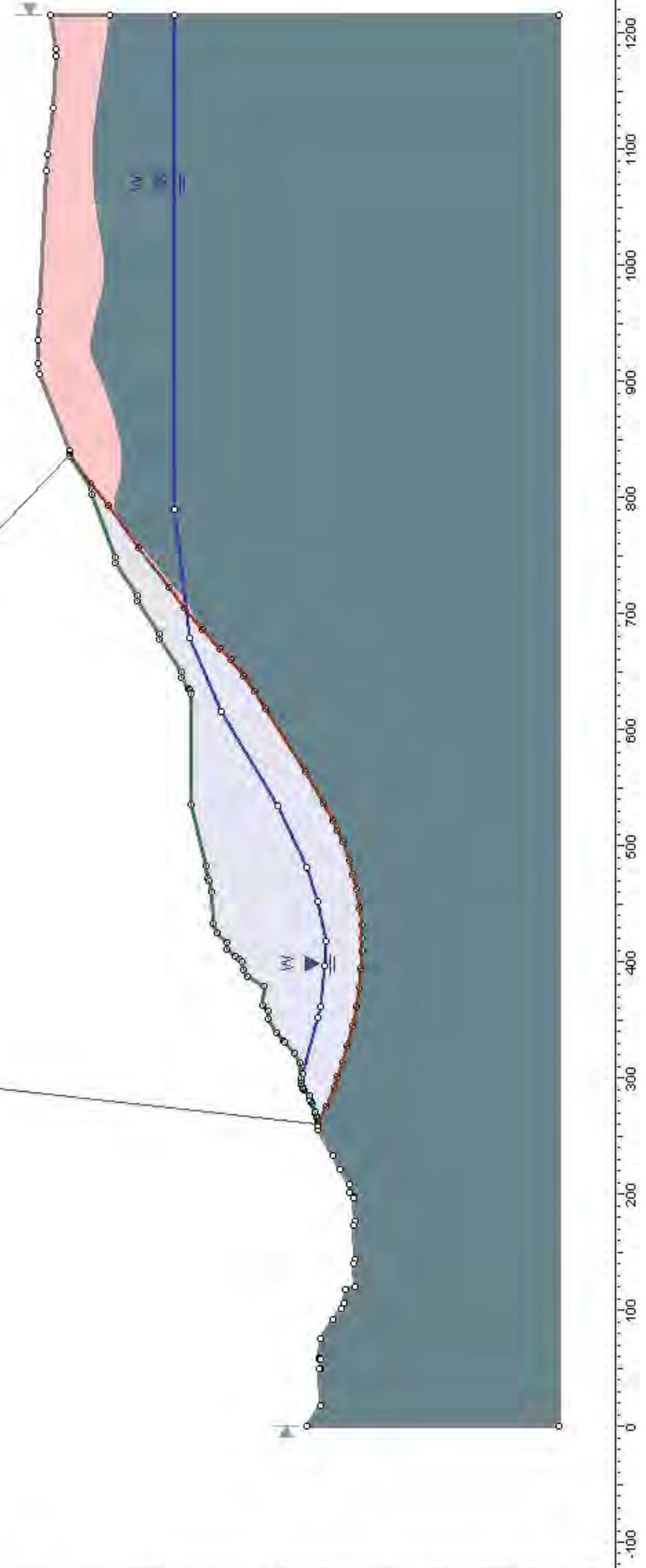


PERFIL 1
SITUACION FINAL PRESA ACCIDENTAL
CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO T=1,000 AÑOS)

1.085



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	HuType	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

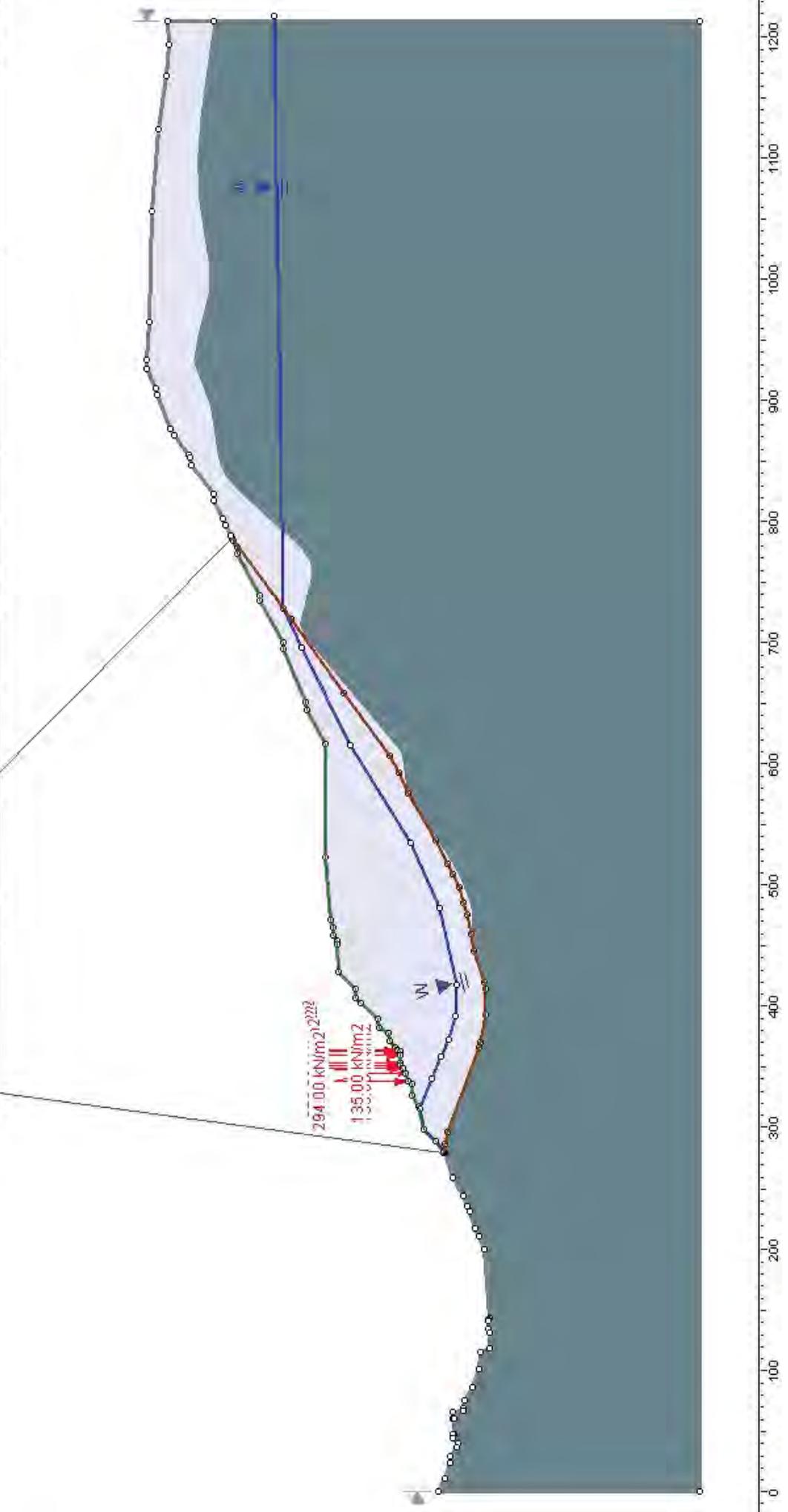


PERFIL 2
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO T=1.000 AÑOS)

1,228



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

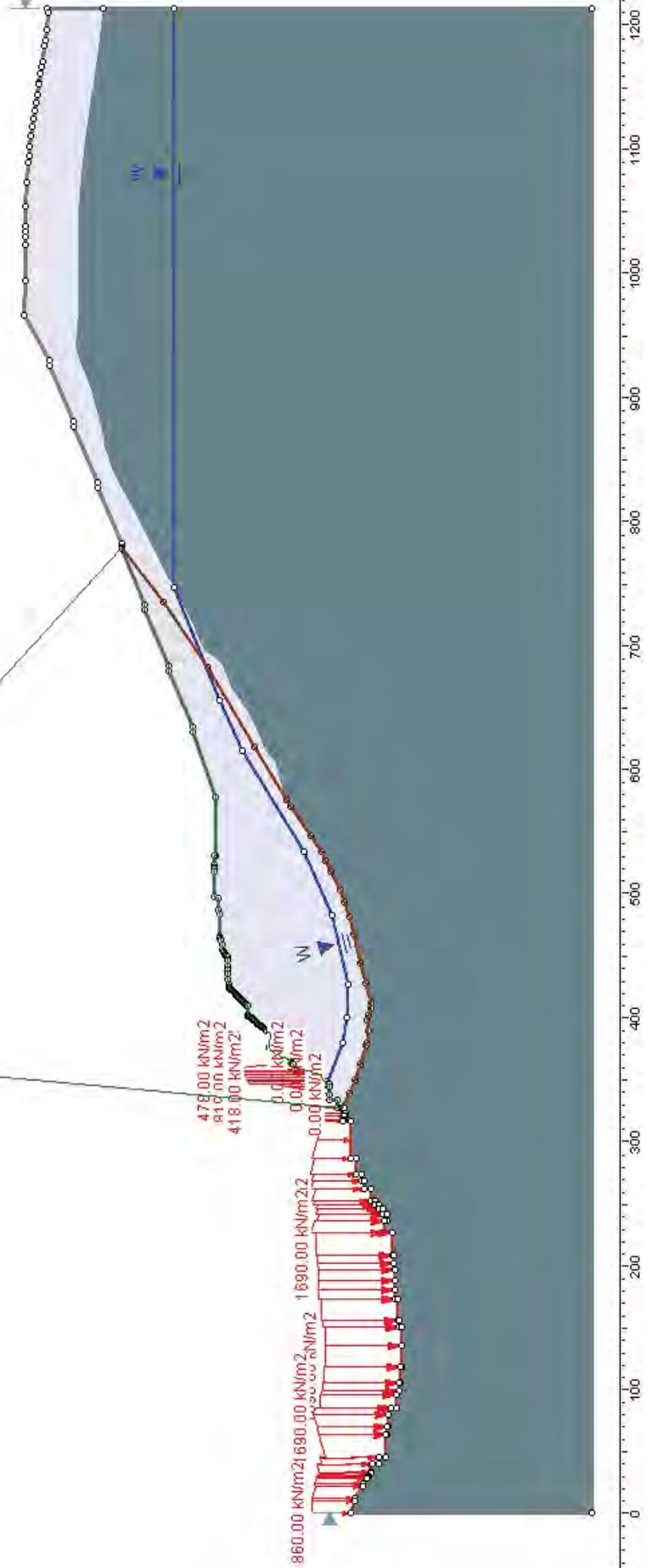


PERFIL 3
SITUACION FINAL-PRESA ACTUAL
CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO T=1.000 AÑOS)

◀ 0.036
▶ 0.025

1.189

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None		0	0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

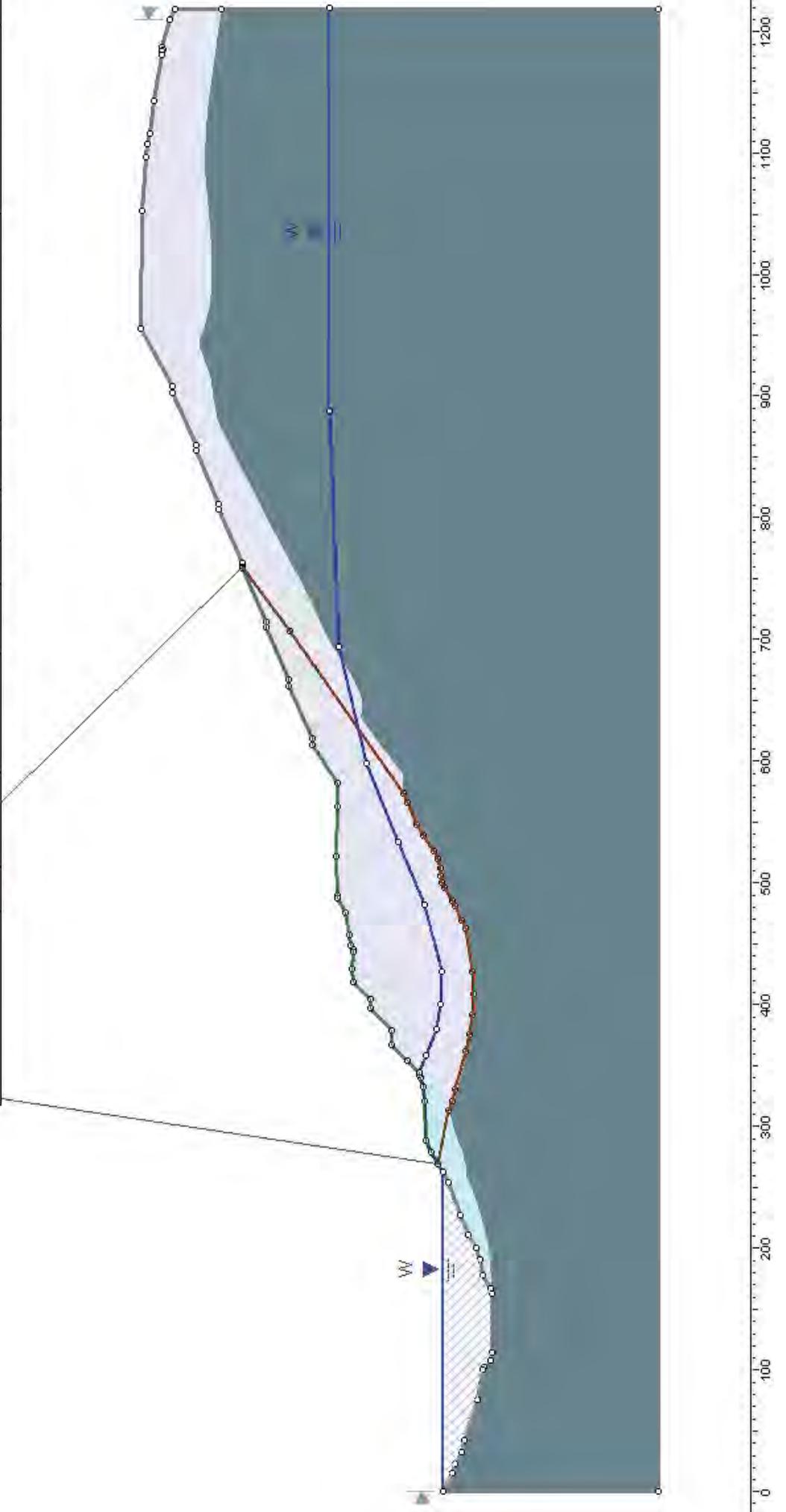


PERFIL 4
 SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
 NIVEL EMBALSE CRITICO
 CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO T=1.000 AÑOS)

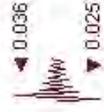
1.119



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa	[Light Blue Box]	26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona	[Dark Blue Box]	22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento "el Ingles"	[Light Green Box]	19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento	[Light Red Box]	22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

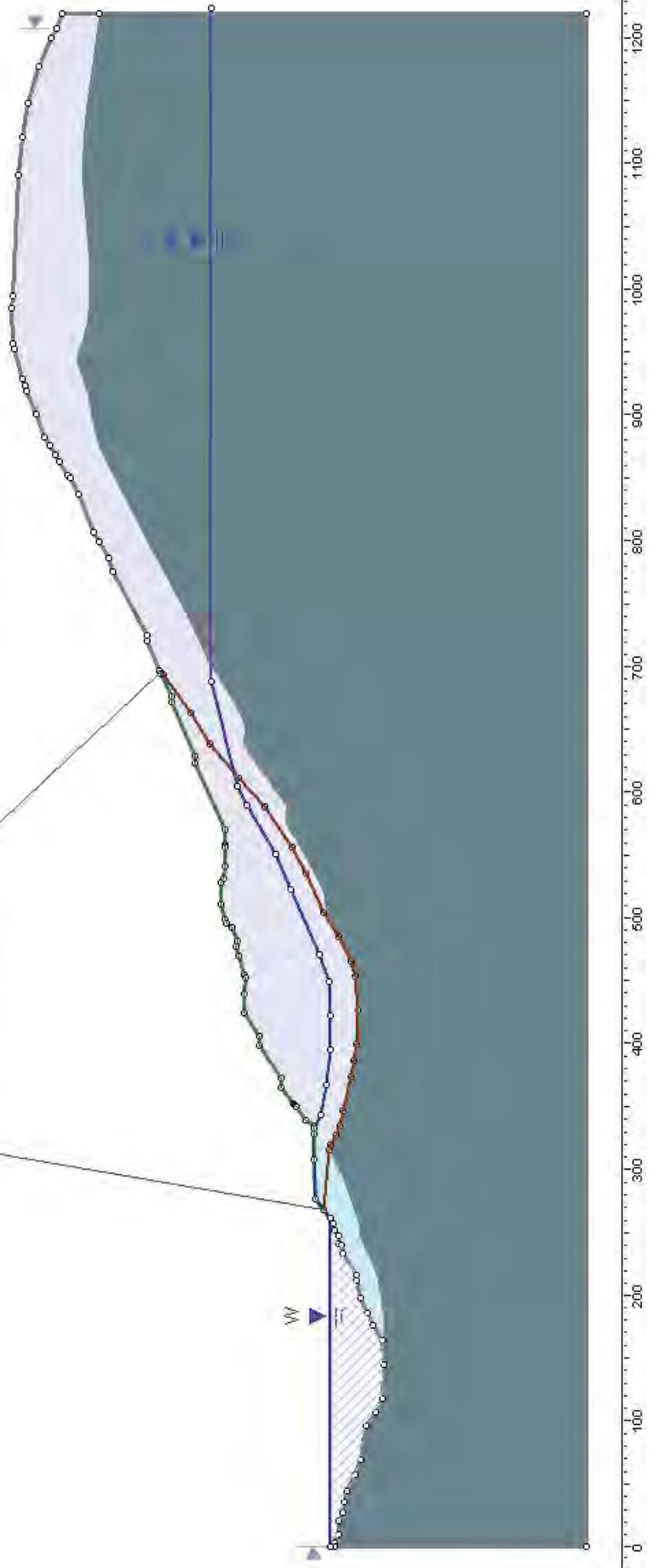


PERFIL 5
 SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
 NIVEL EMBALSE CRITICO
 CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO T=1.000 AÑOS)



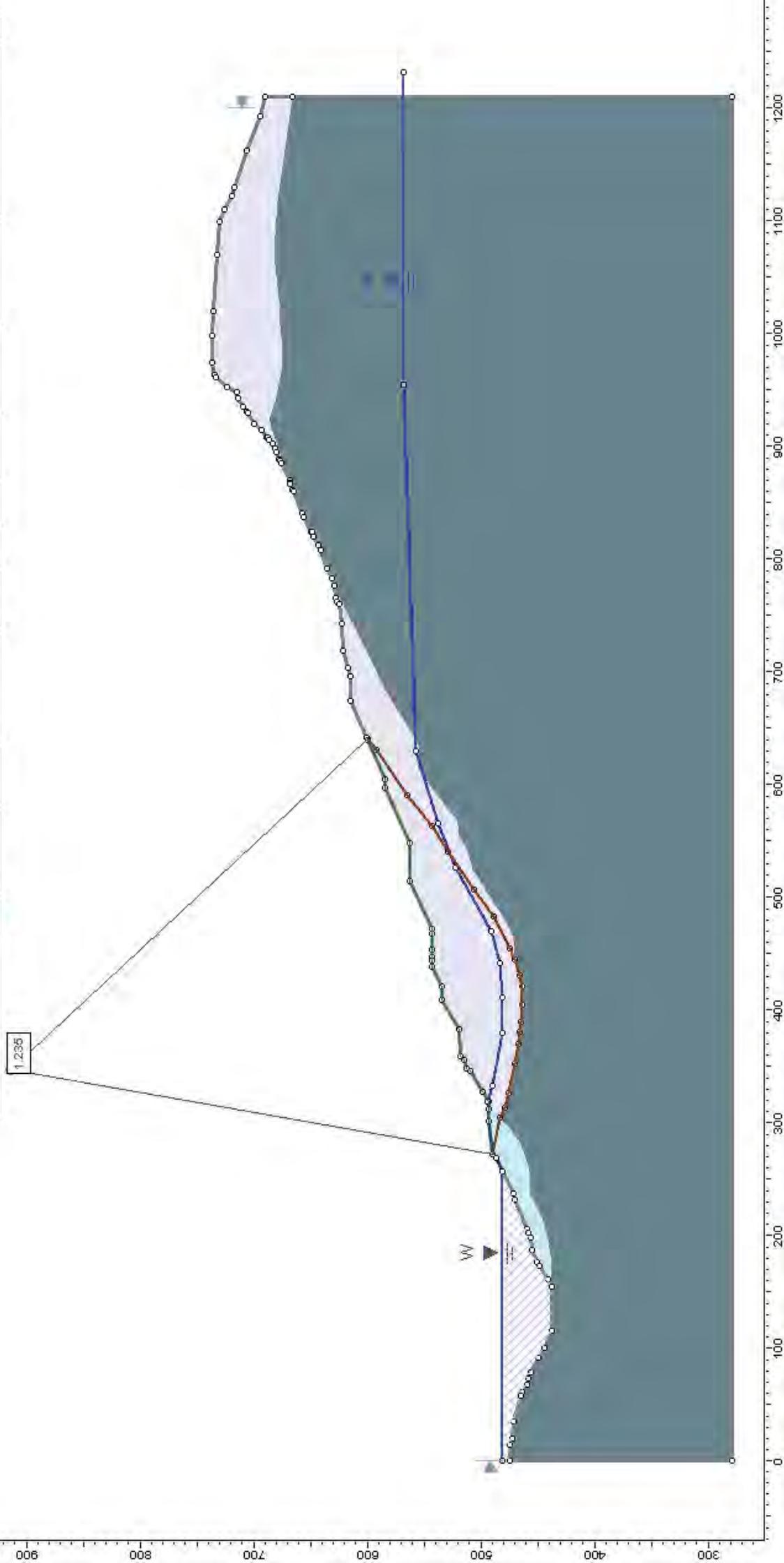
1.250

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCs (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch/yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
larragas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
deslizamiento 'el ingles'		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL B
 SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
 NIVEL EMBALSE CRITICO
 CONDICIONES ACCIDENTALES (SISMO T=1.000 AÑOS)

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Sat. Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	R
Flysch Yasa		26		Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	0.005
Margas Pamplona		22		Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345323	None		0
deslizamiento "el ingles"		18	21	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1
plano de deslizamiento		22		Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1

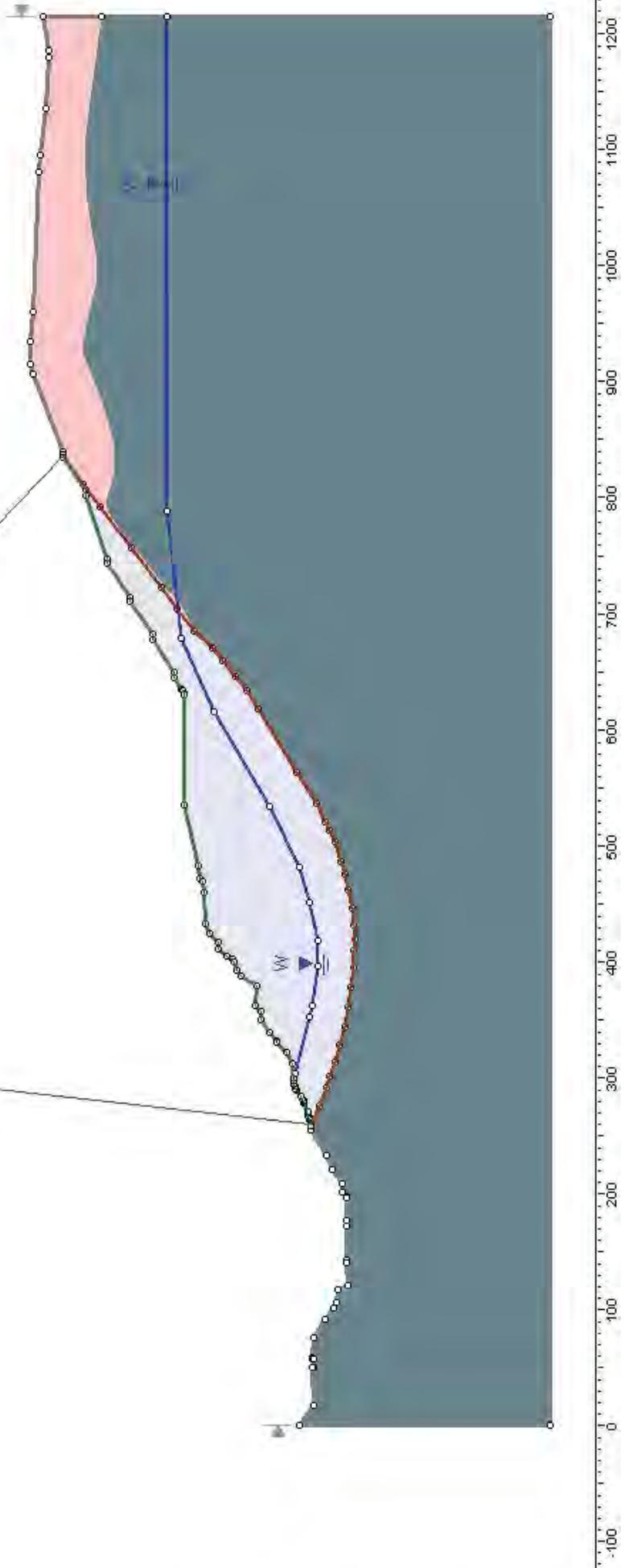


PERFIL 1
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES EXTREMAS (SISMO T=6.000 AÑOS)

1,002



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

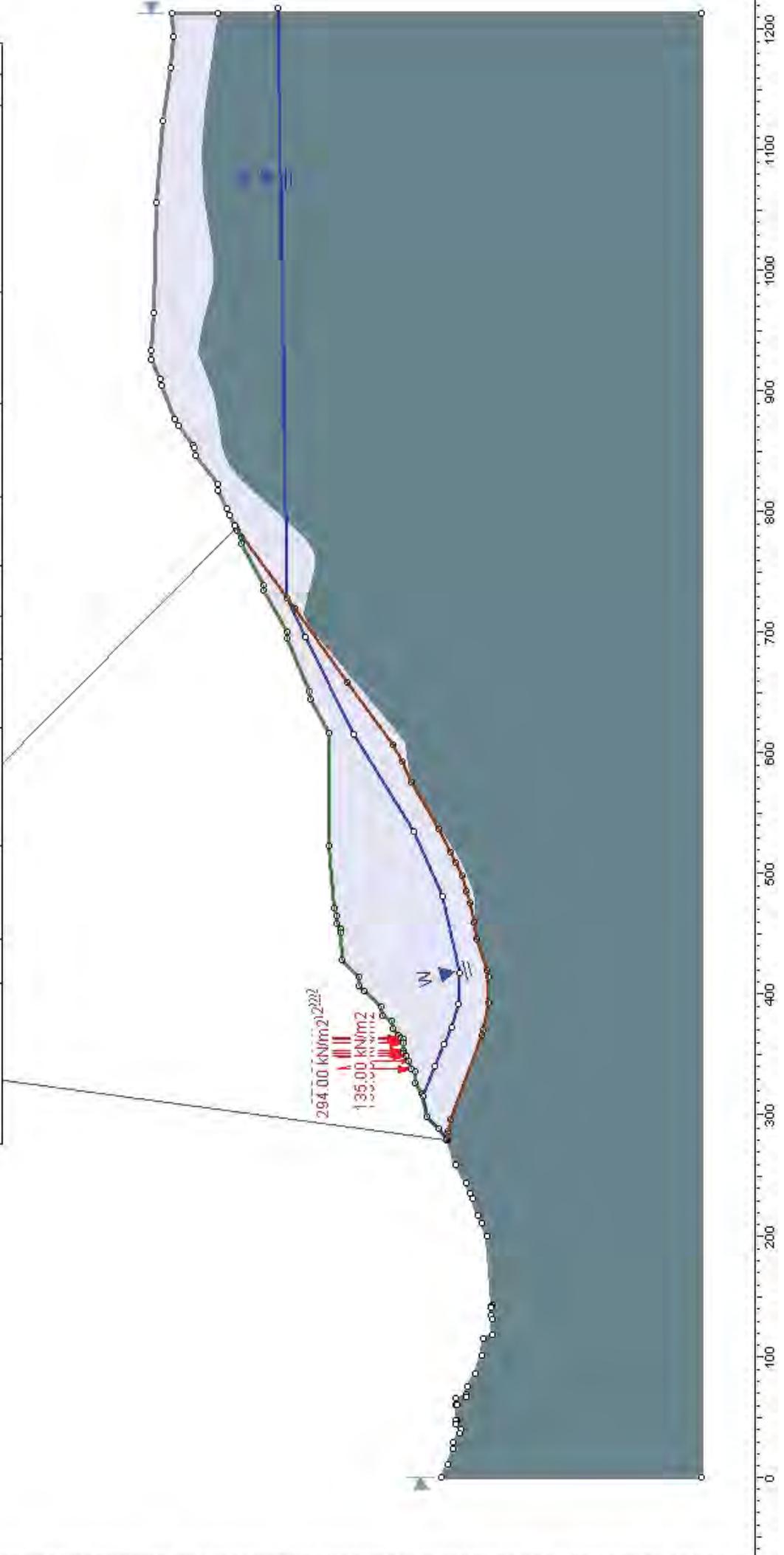


PERFIL 2
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES EXTREMAS (SISMO T=6.000 AÑOS)

1.120



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa	[Light Grey]	26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona	[Dark Grey]	26	Hoelr-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento	[Pink]	22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

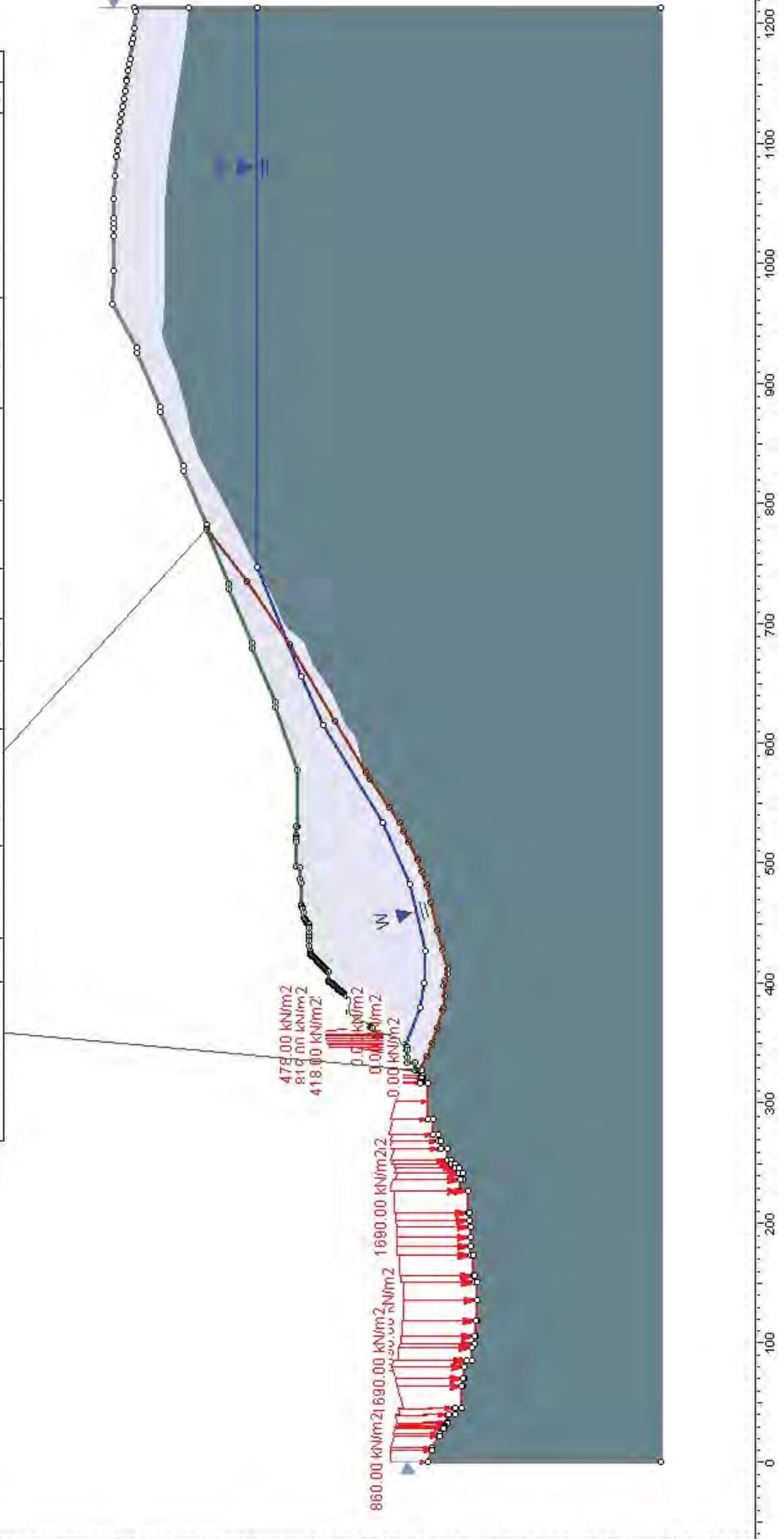


PERFIL 3
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES EXTREMAS (SISMO T=5.000 AÑOS)



1.102

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yessa		26	Mohr-Coulomb	31	36				None			0
Margas Pamplona		26	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None			0
plano deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

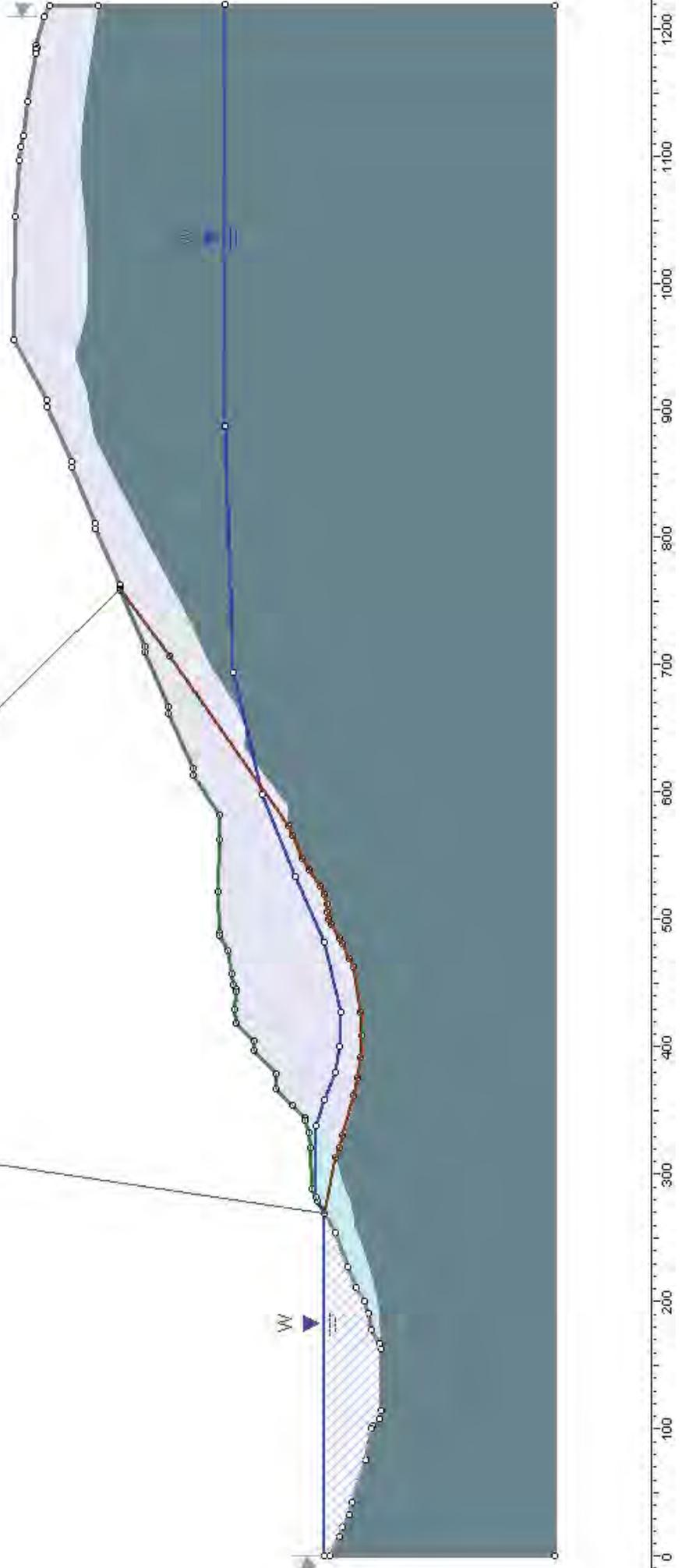


PERFIL 4
 SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
 CONDICIONES EXTREMAS (SISMO T=5.000 AÑOS)

1,083



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg.)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yasa		26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona		22	Hoek-Brown			35000	0.194819	0.000345328	Ilone			0
deslizamiento "el ingles"		19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento		22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	

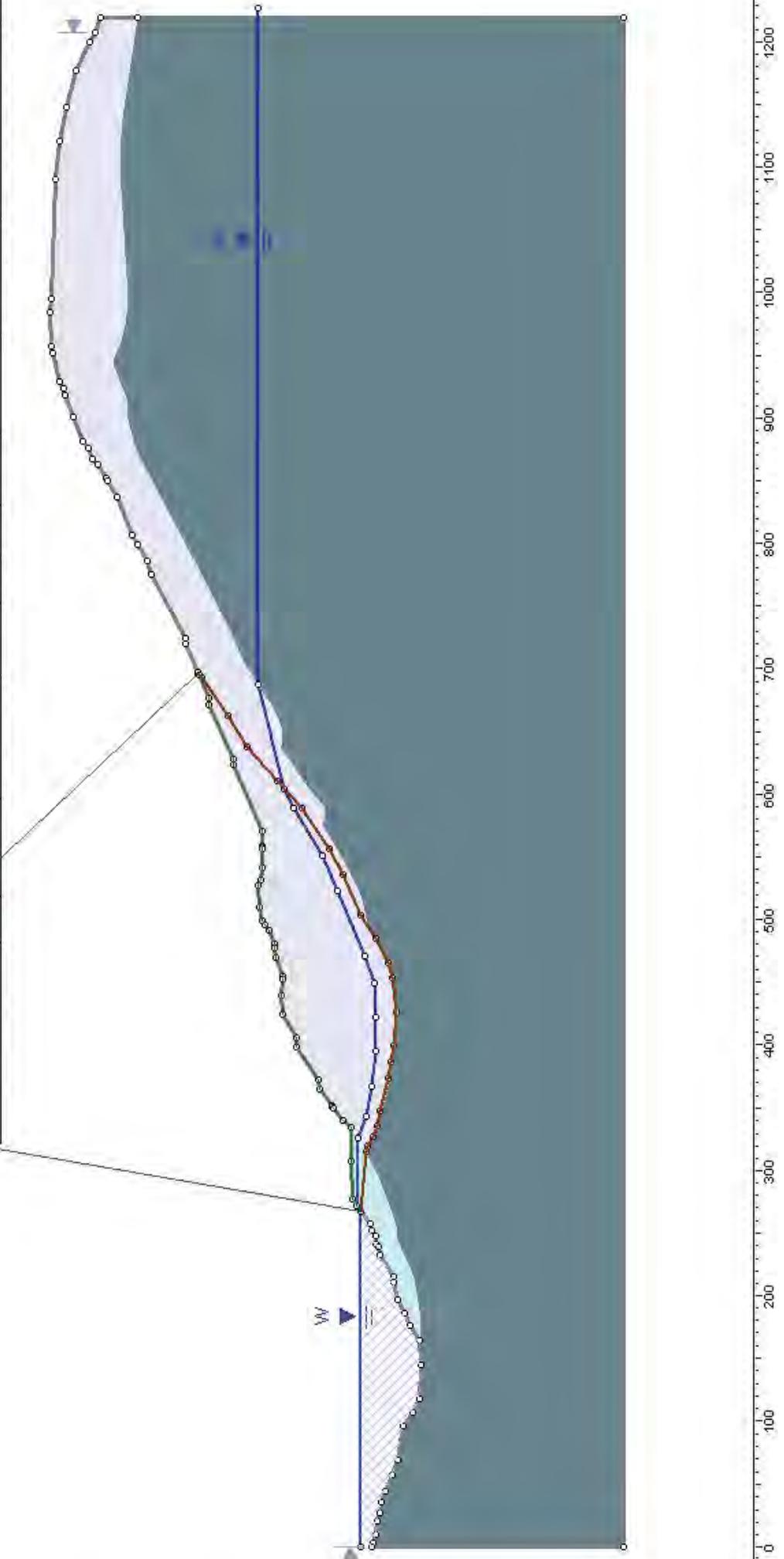


PERFIL 5
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES EXTREMAS (SISMO T=6.000 AÑOS)

1.193

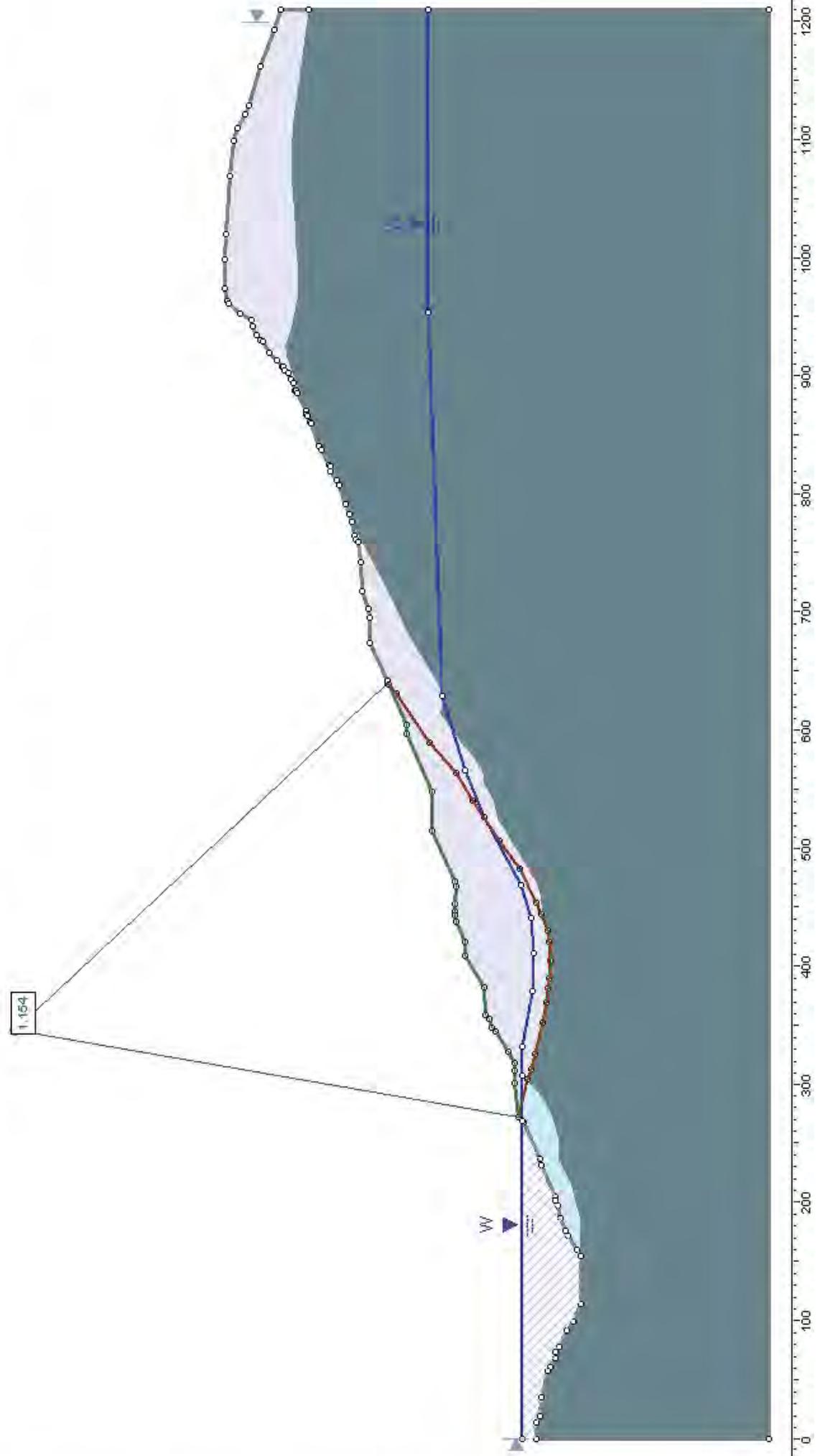


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	s	Water Surface	Hu Type	Hu	Ru
Flysch Yesa	[Light Grey Box]	26	Mohr-Coulomb	31	36				Water Surface	Automatically Calculated	1	
Margas Pamplona	[Dark Grey Box]	22	Hoel-Brown			35000	0.194819	0.000345328	None		0	0
deslizamiento "el ingles"	[Light Green Box]	19	Mohr-Coulomb	0	28				Water Surface	Automatically Calculated	1	
plano de deslizamiento	[Pink Box]	22	Mohr-Coulomb	0	19				Water Surface	Automatically Calculated	1	



PERFIL 6
SITUACION FINAL PRESA ACTUAL
CONDICIONES EXTREMAS (SISMO T=5.000 AÑOS)

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Sat. Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	UCS (kPa)	m	Water Surface	Hu Type	Hu
Flysch Yesa		26		Mohr-Coulomb	31	36			Water Surface	-Automatically Calculated	0.047
Margas Pamplona		22		Hoek-Brown			35000	0.194819	None		0
deslizamiento "el Ingles"		18	21	Mohr-Coulomb	0	28			Water Surface	-Automatically Calculated	1
plano de deslizamiento		22		Mohr-Coulomb	0	19			Water Surface	-Automatically Calculated	1

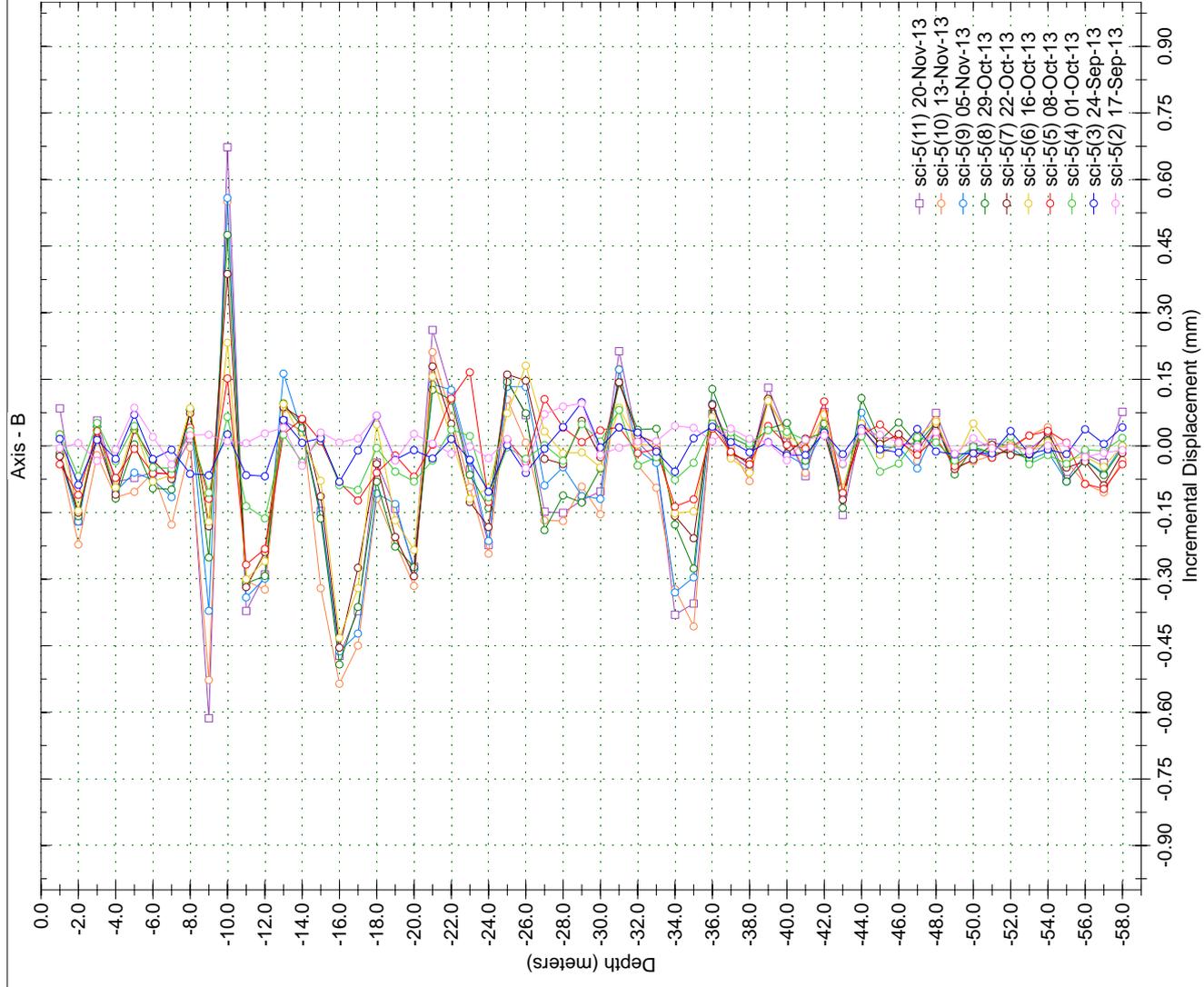
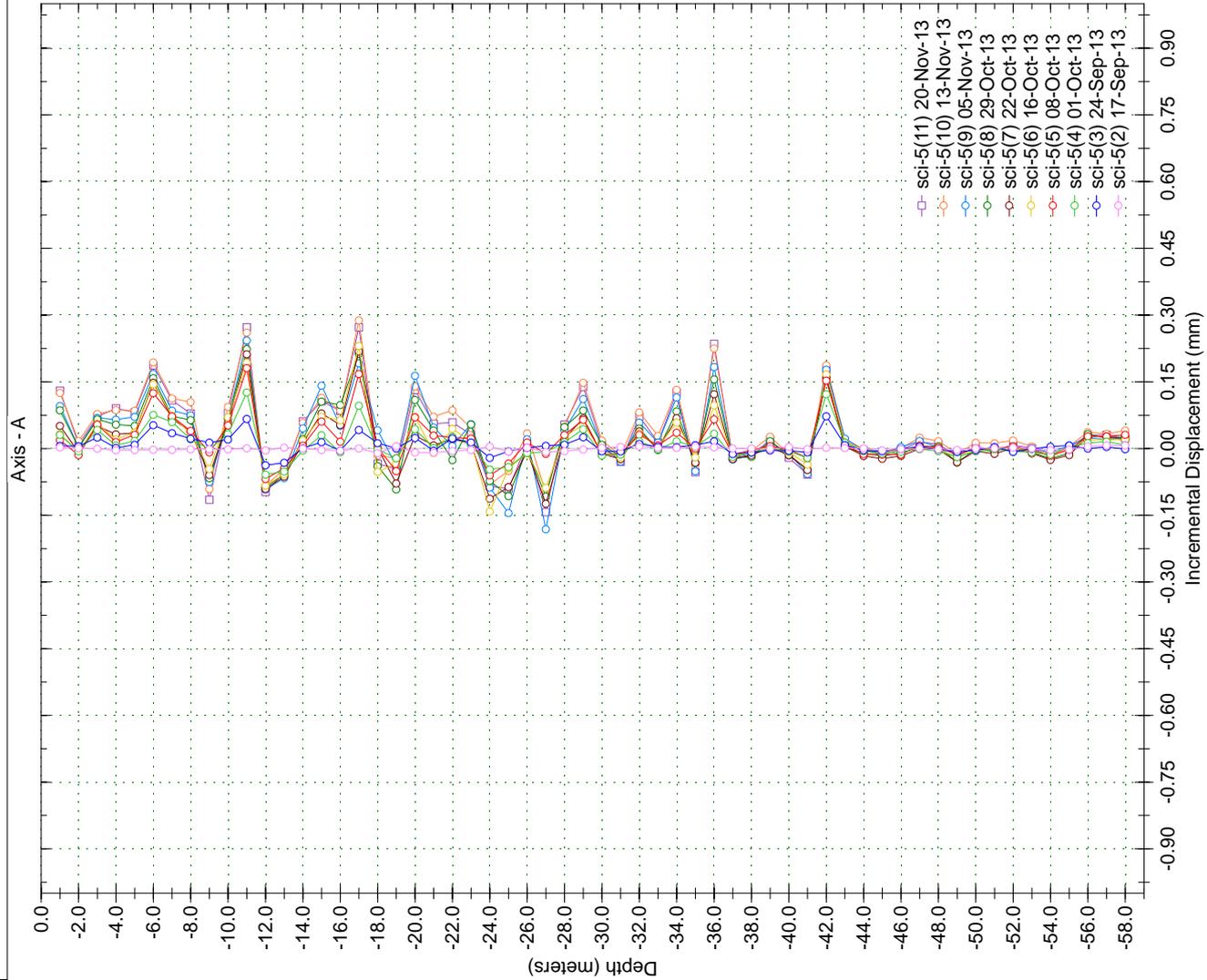


4.2. APÉNDICE 2. SALIDAS GRÁFICAS DE INCLINALYSIS

A continuación se adjuntan los registros de los nuevos inclinómetros disponibles, obtenidos con el software *Inclanalysis*. Esta representación no ha sido realizada por TYPESA sino que es un dato de partida. En el informe se muestra una nueva representación de los datos en bruto de los inclinómetros.

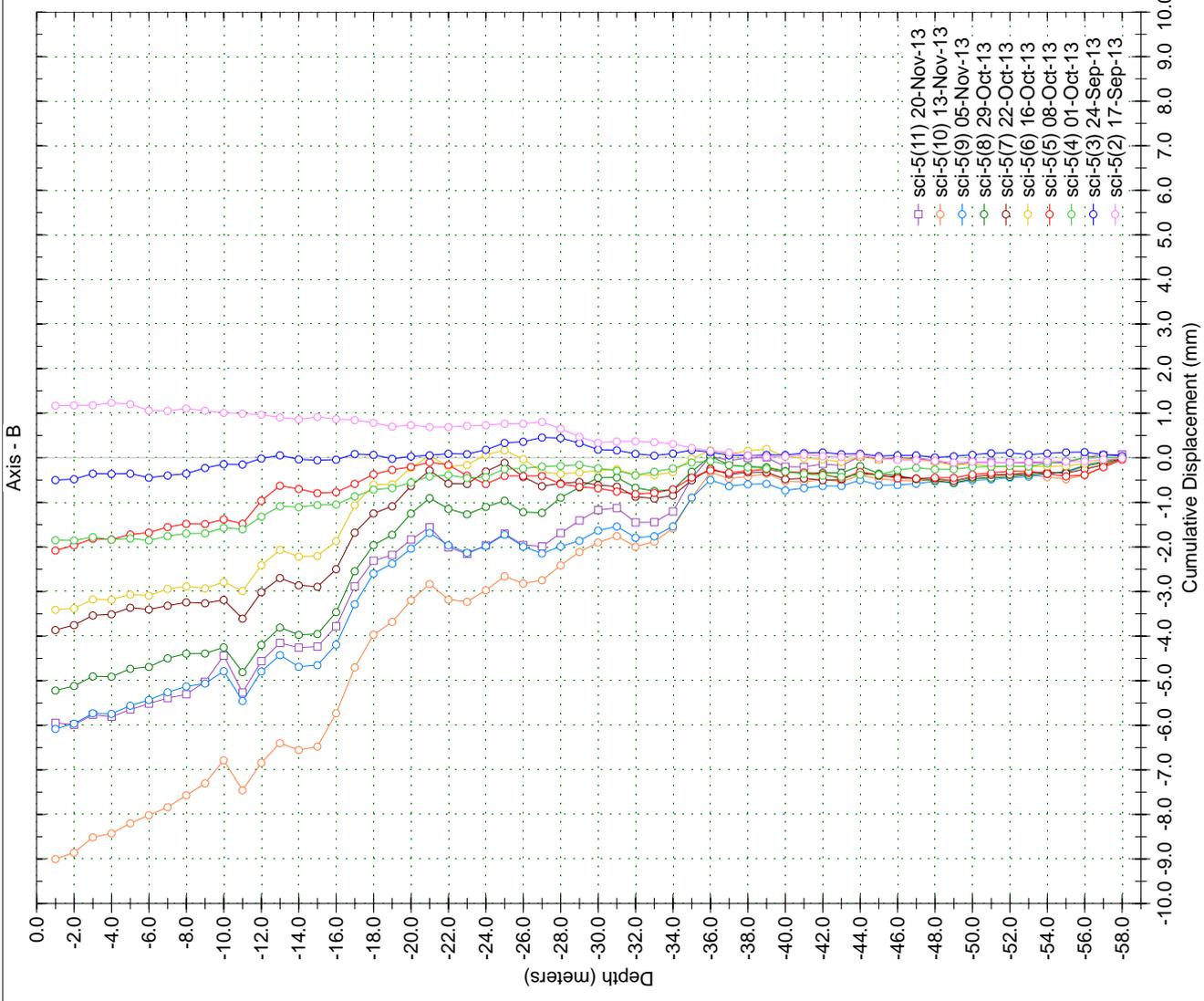
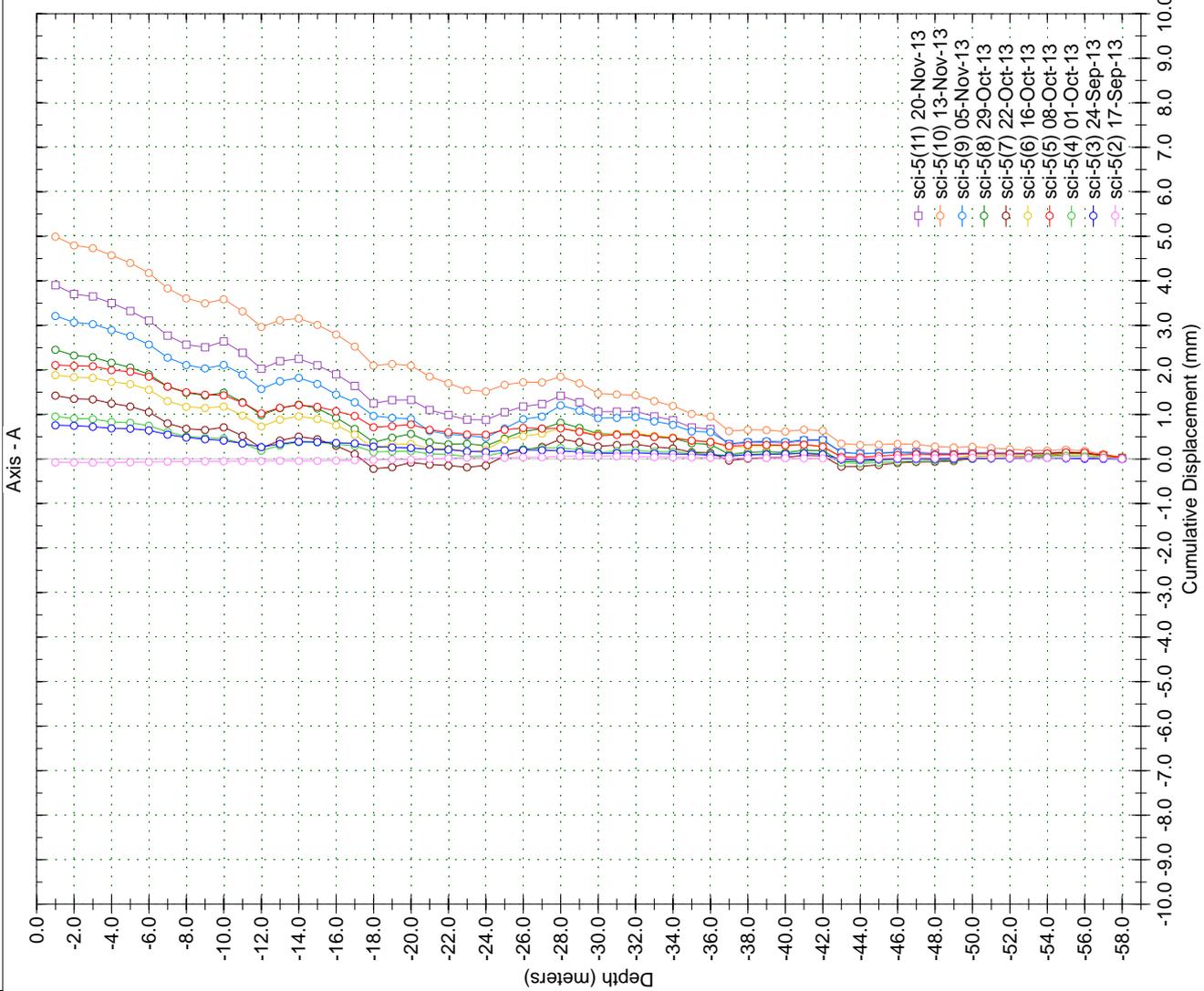
Borehole : sci-5
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 58.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Sep 17 10:11
Applied Azimuth : 0.0 degrees



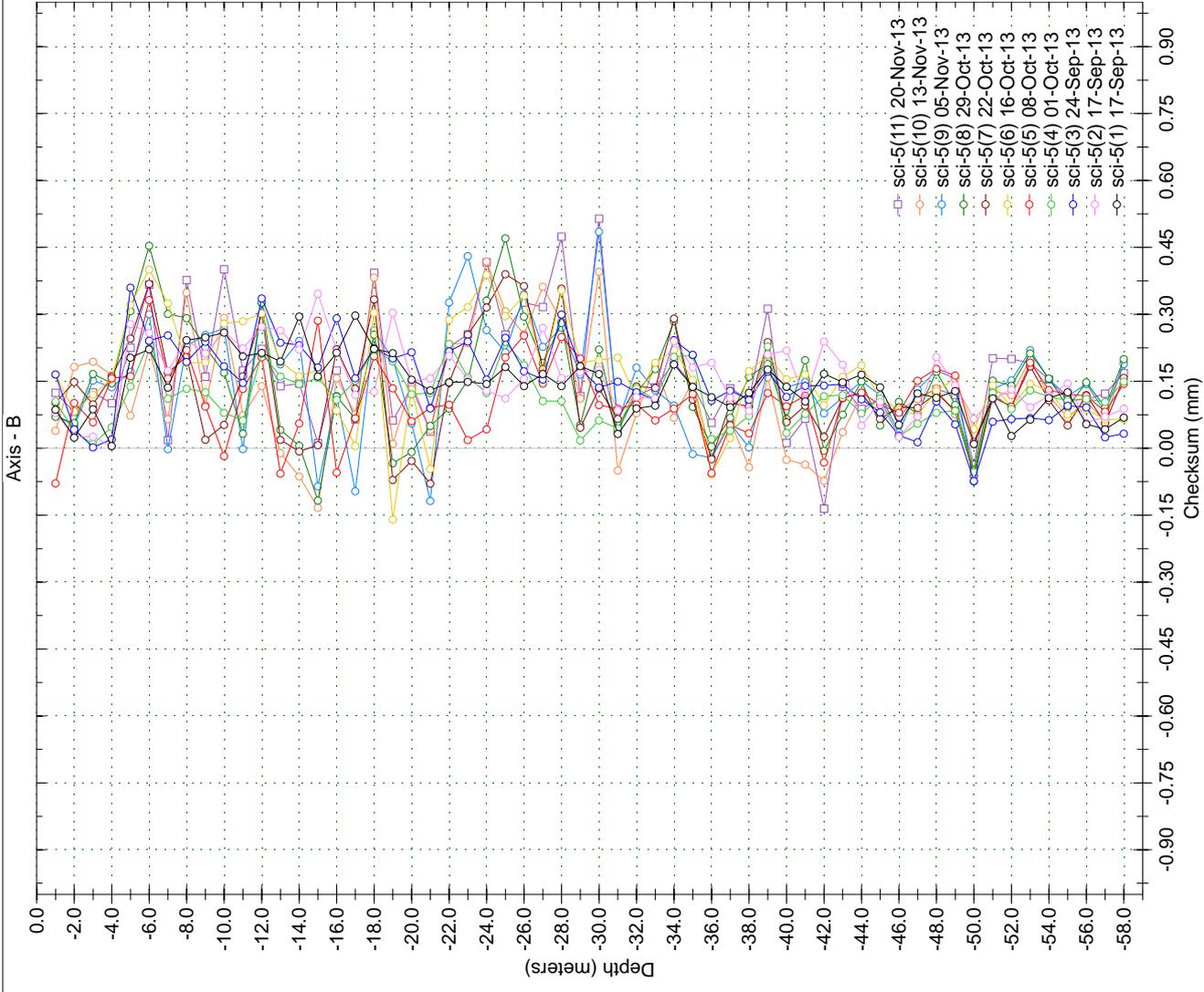
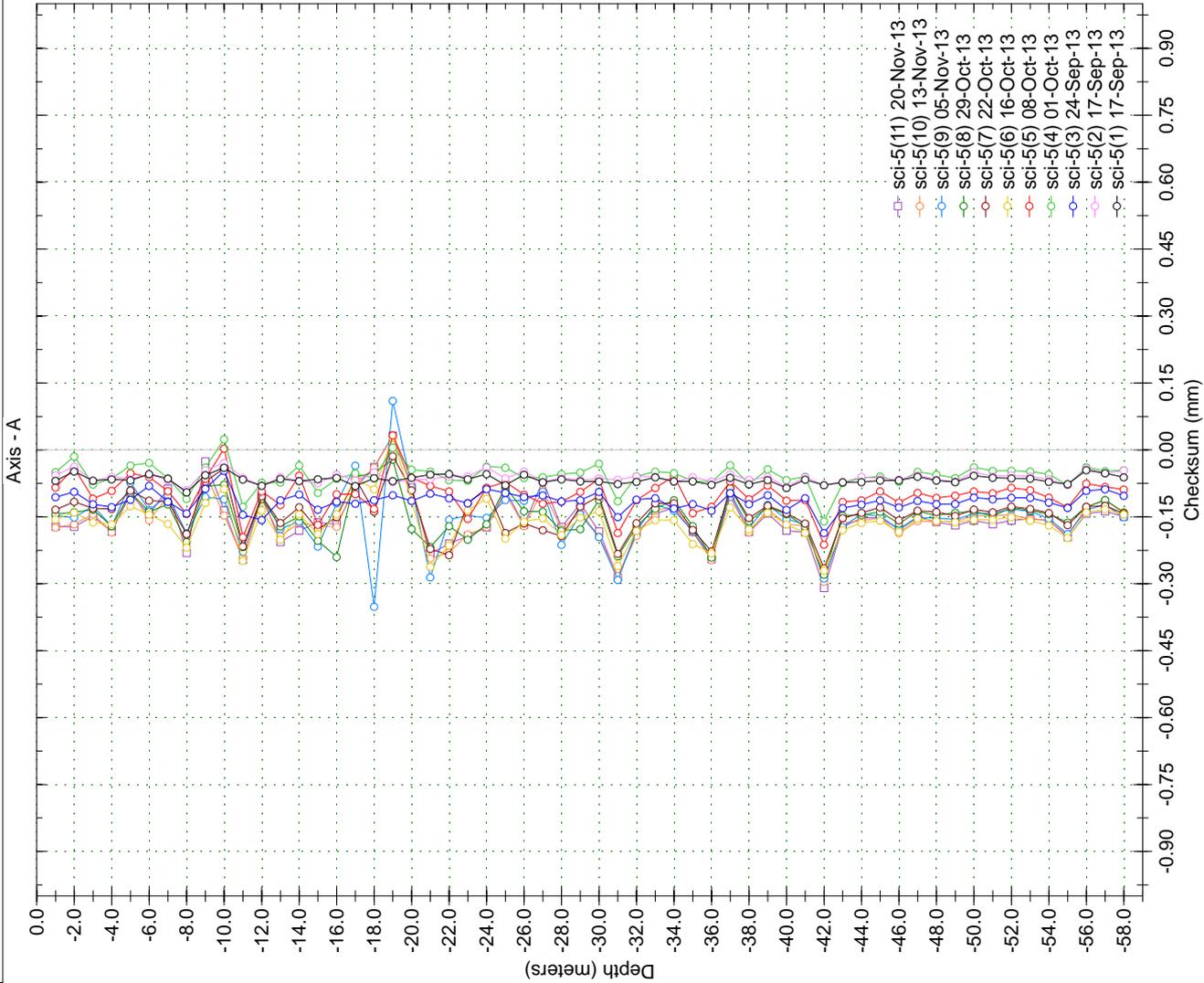
Borehole : sci-5
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 58.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Sep 17 10:11
Applied Azimuth : 0.0 degrees



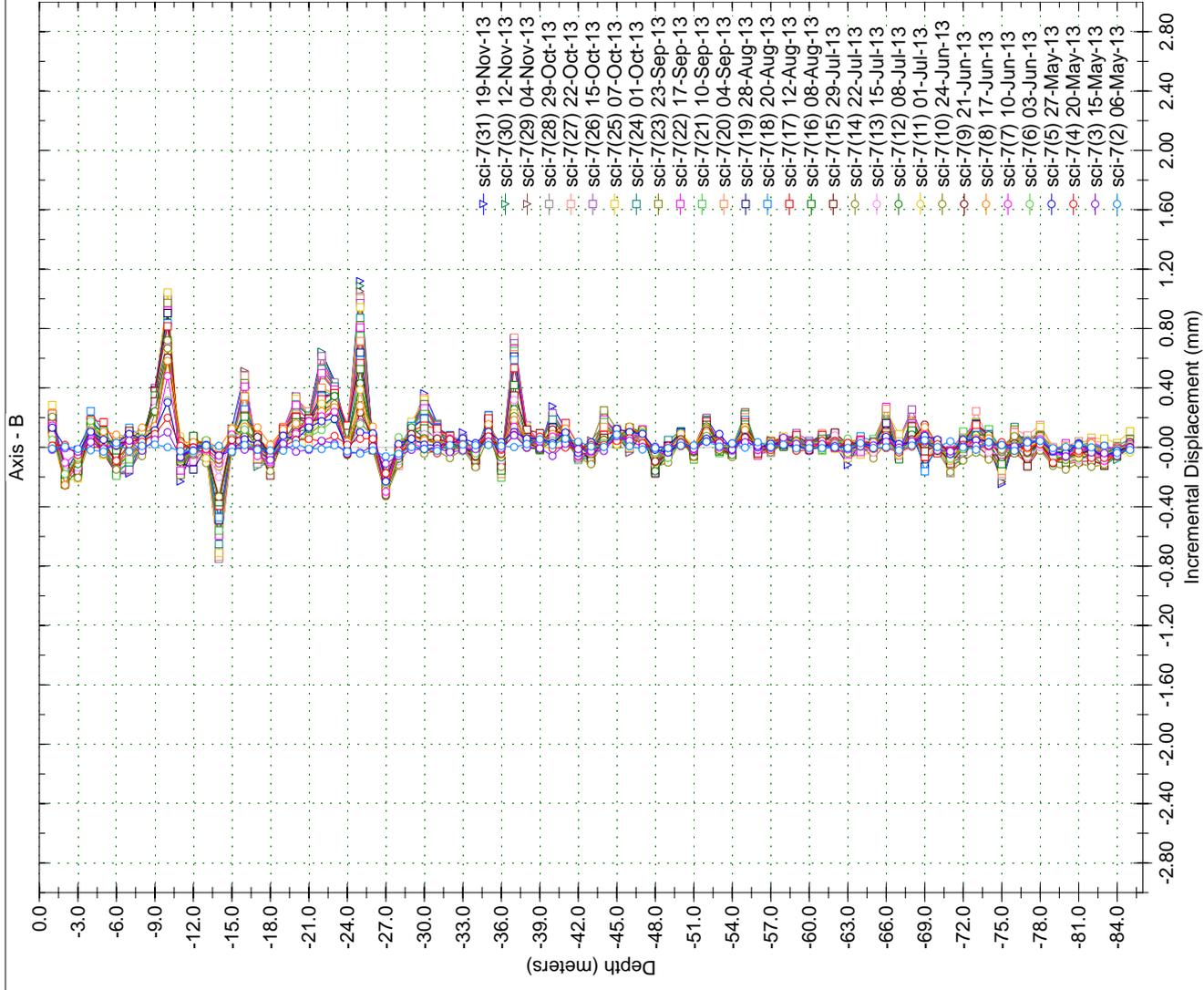
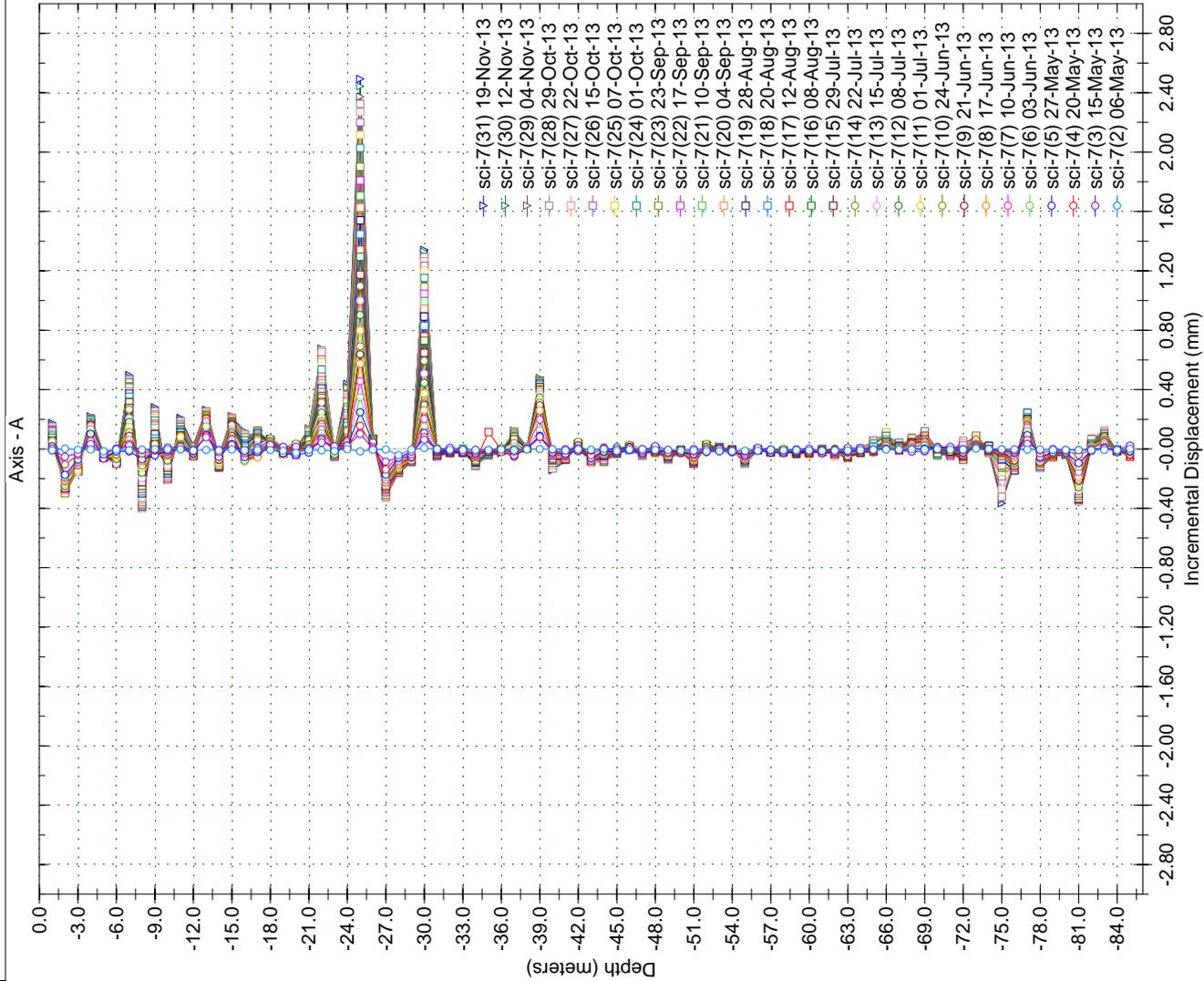
Borehole : sci-5
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Inclanalysis v. 2.44.3
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 58.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Sep 17 10:11
Applied Azimuth : 0.0 degrees



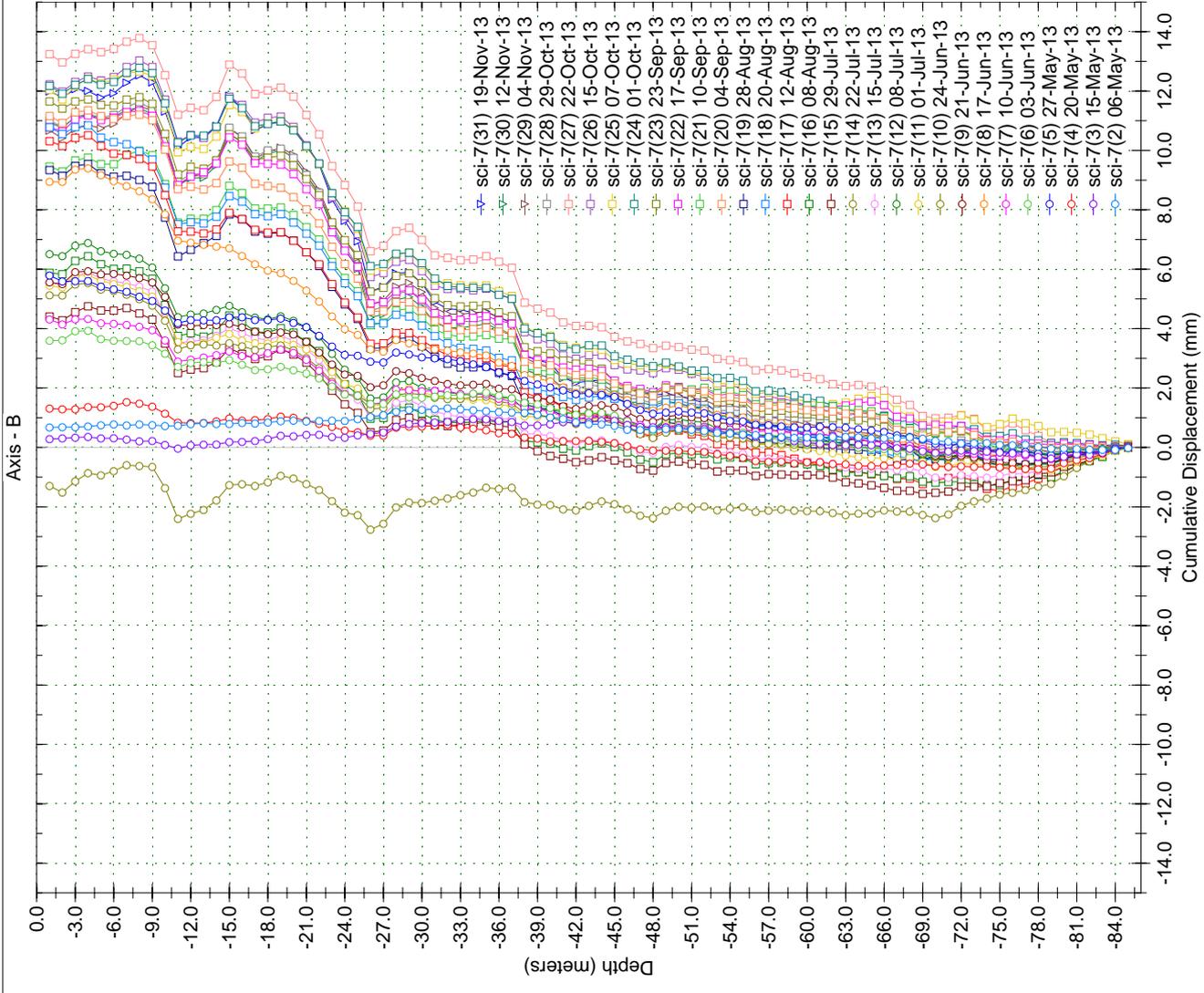
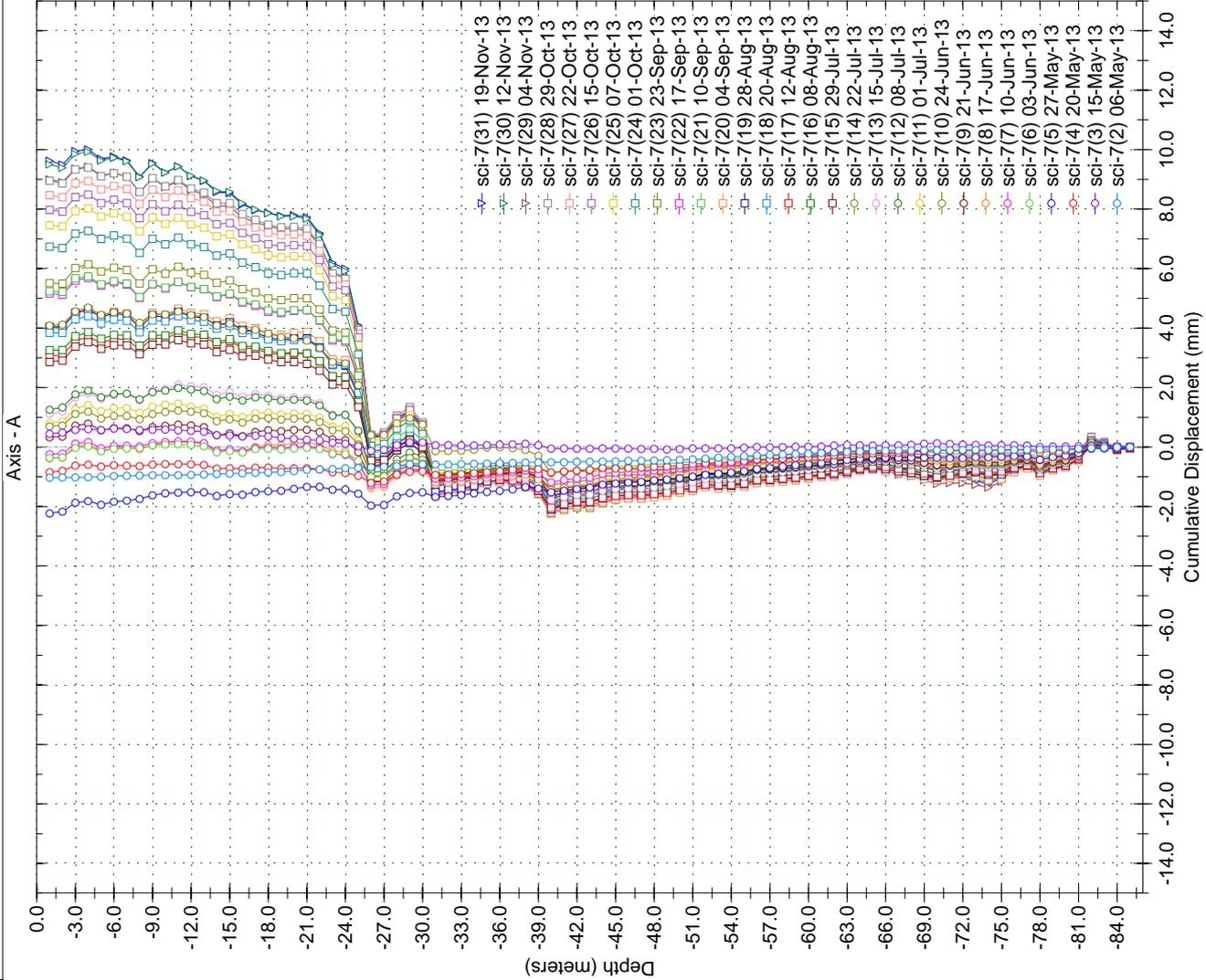
Borehole : sci 7
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar : 519,33

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 85.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 06 12:10
Applied Azimuth : 0.0 degrees

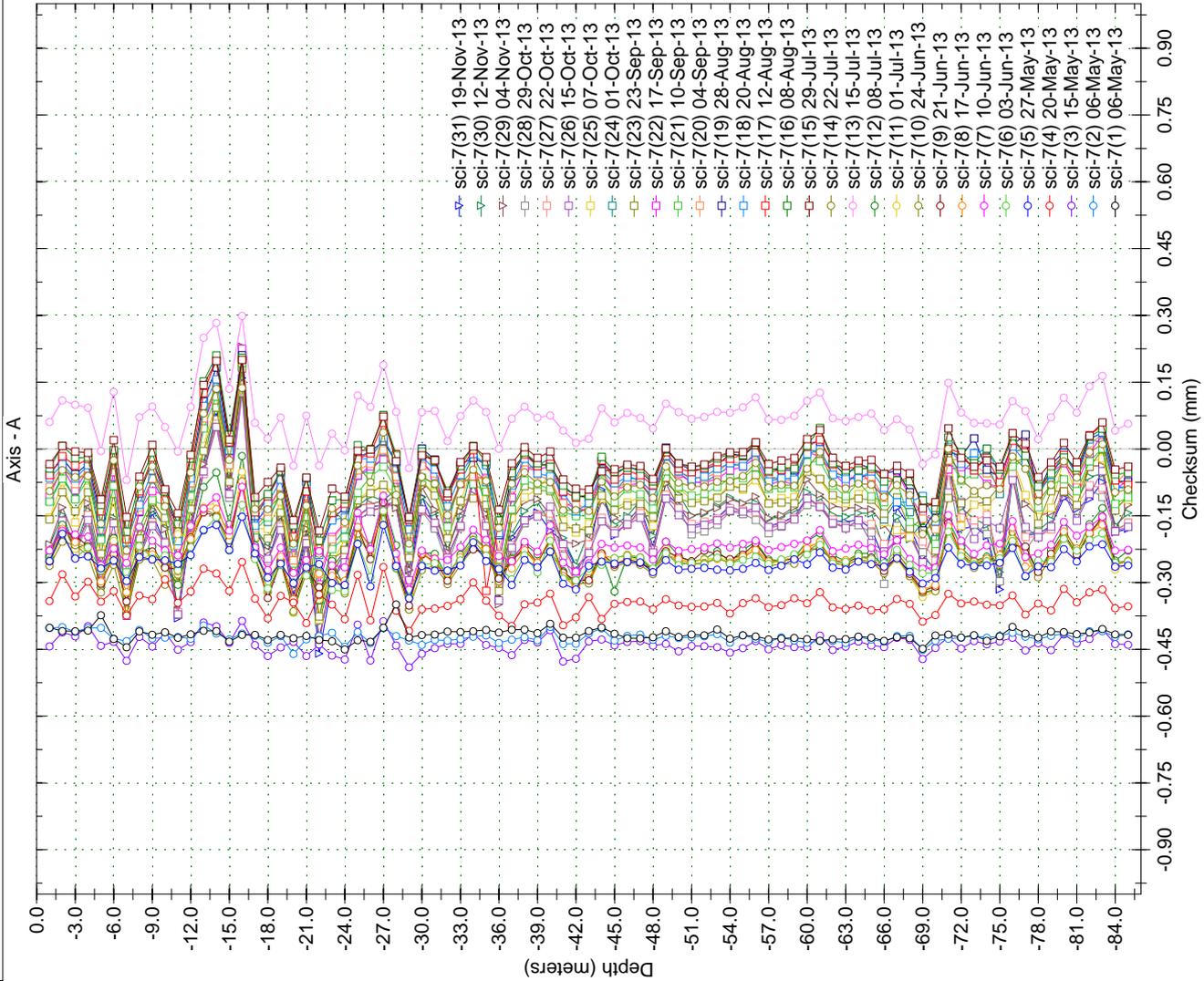


Borehole : sci 7
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar : 519,33

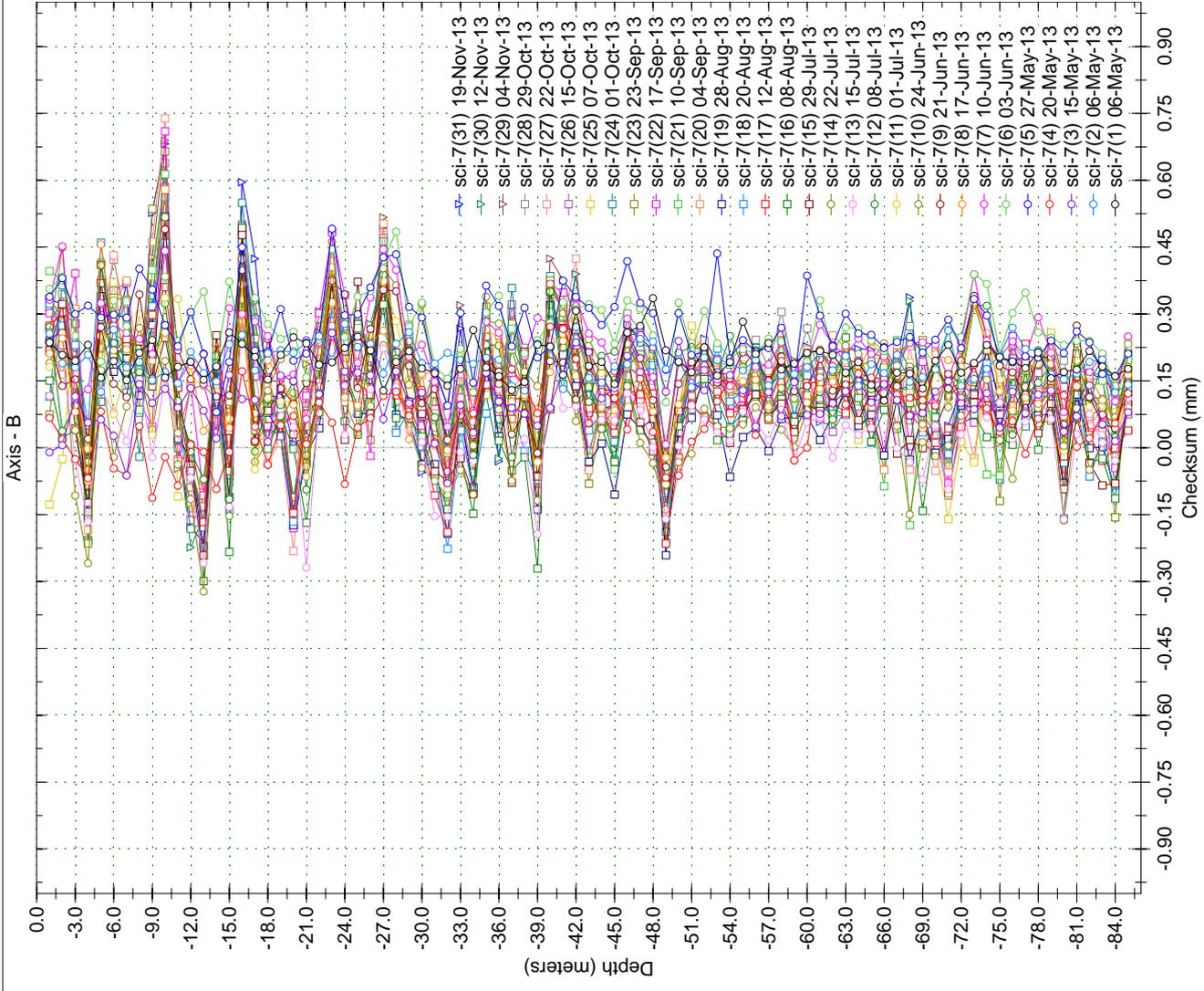
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 85.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 06 12:10
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : sci 7
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar : 519,33

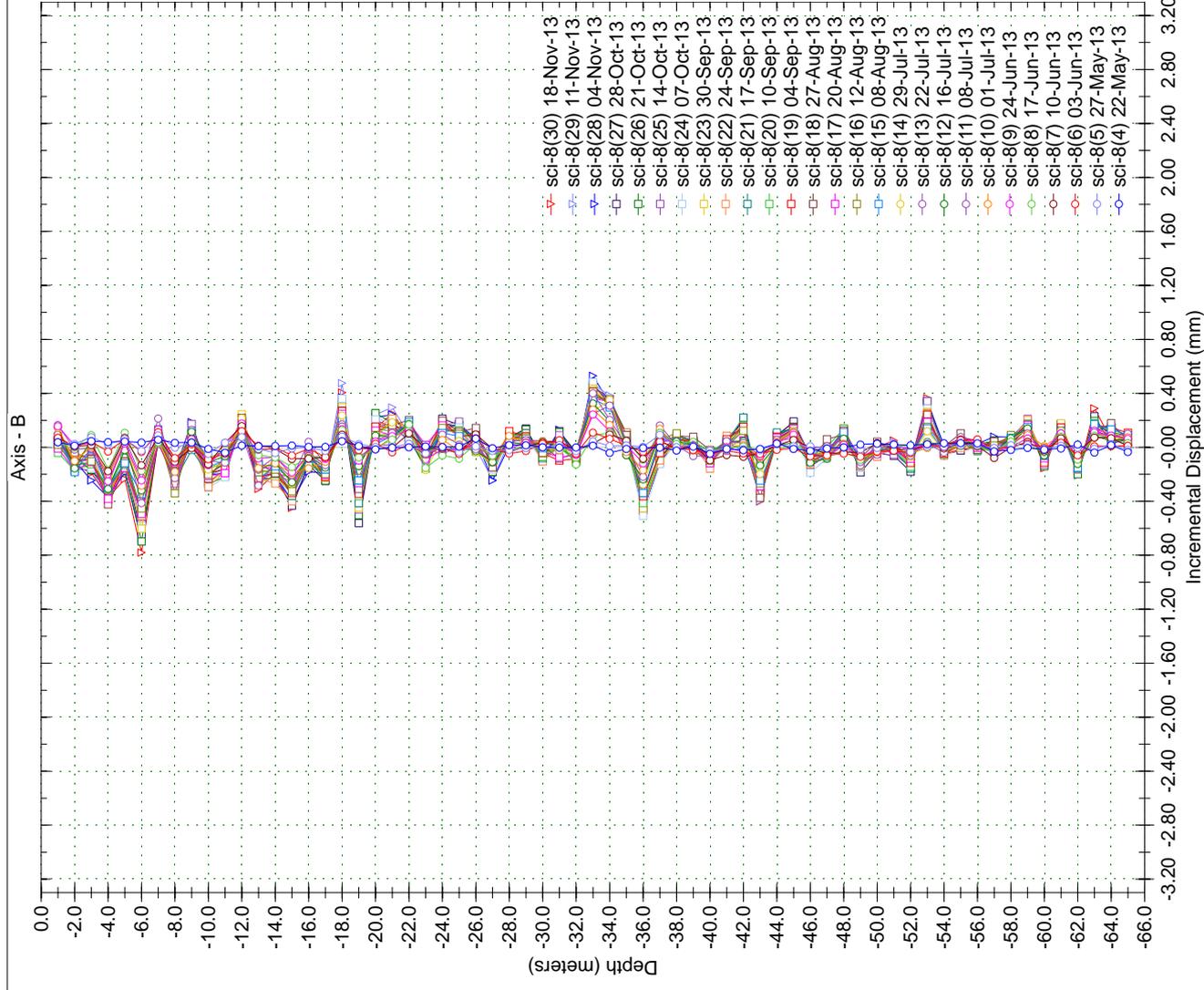
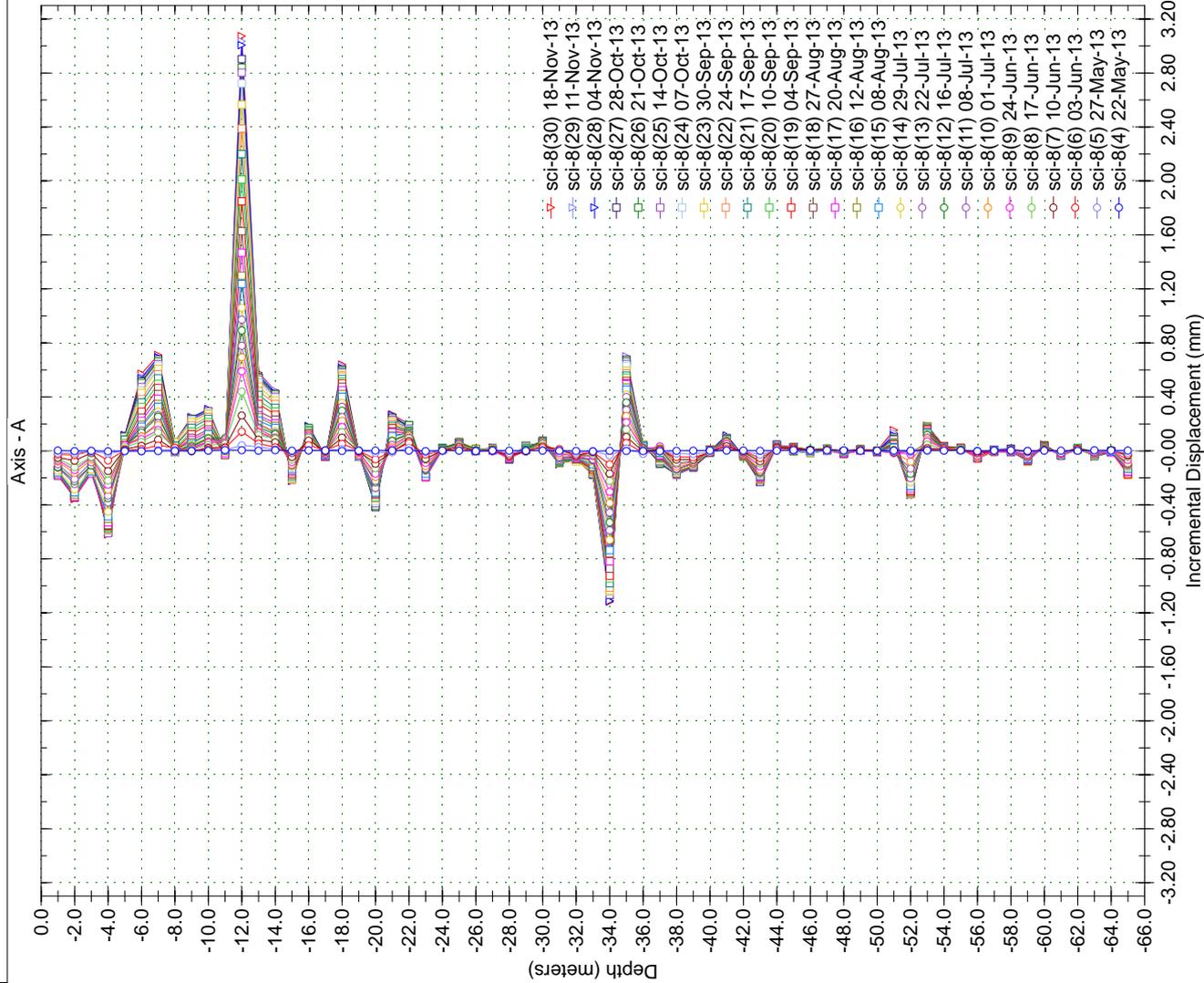


Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 85.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 06 12:10
Applied Azimuth : 0.0 degrees



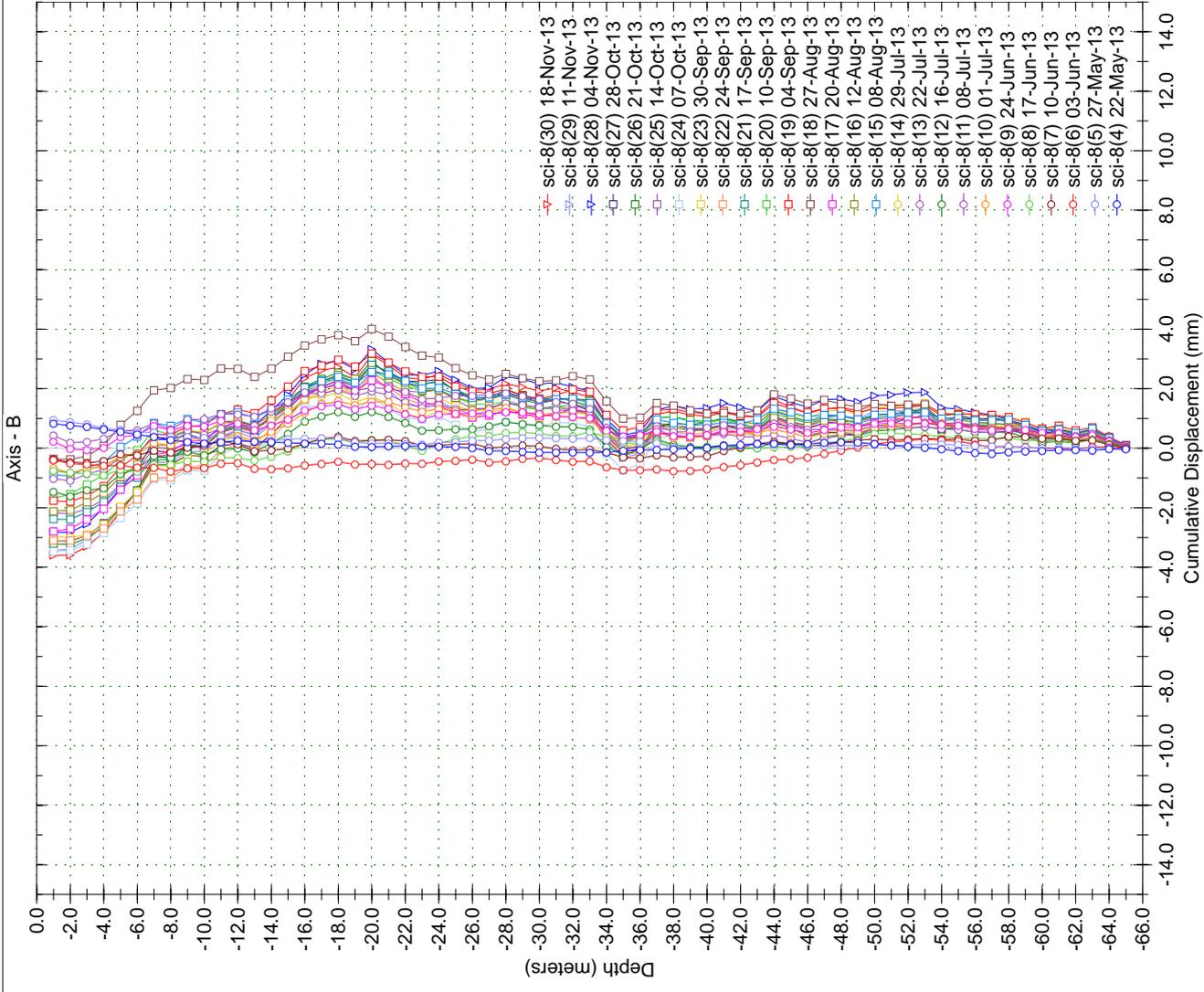
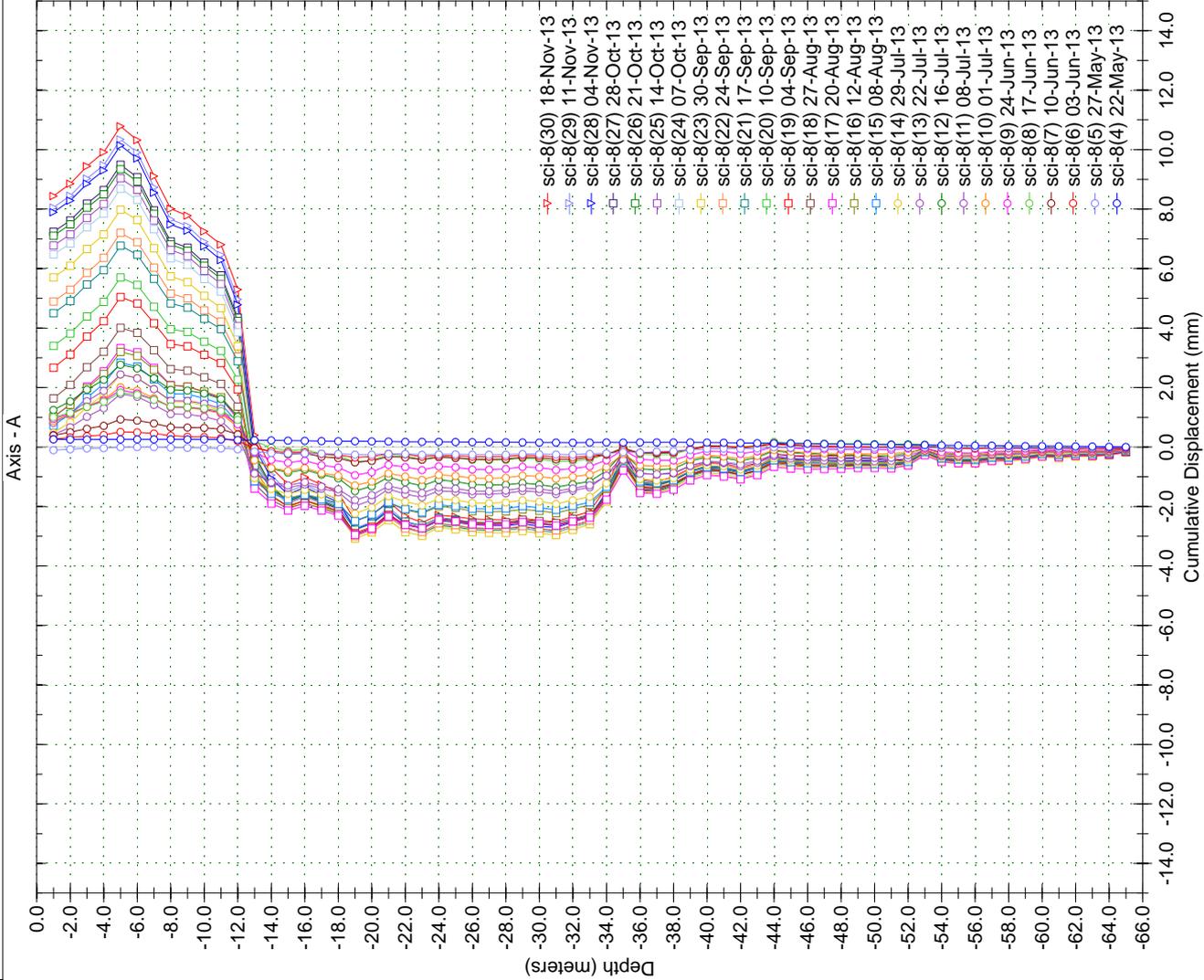
Borehole : sci 8
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 65.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 22 10:14
Applied Azimuth : 0.0 degrees

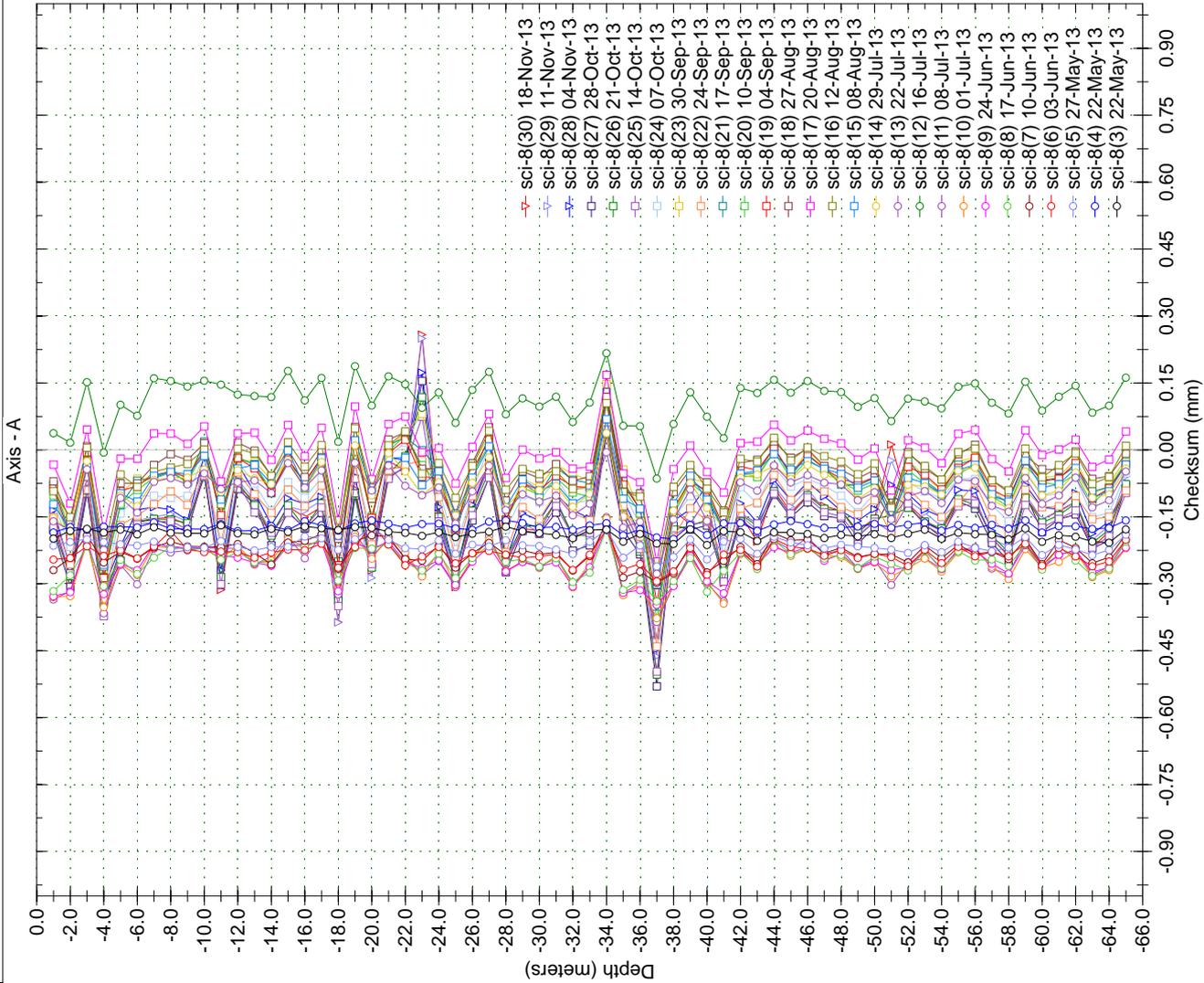


Borehole : sci 8
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

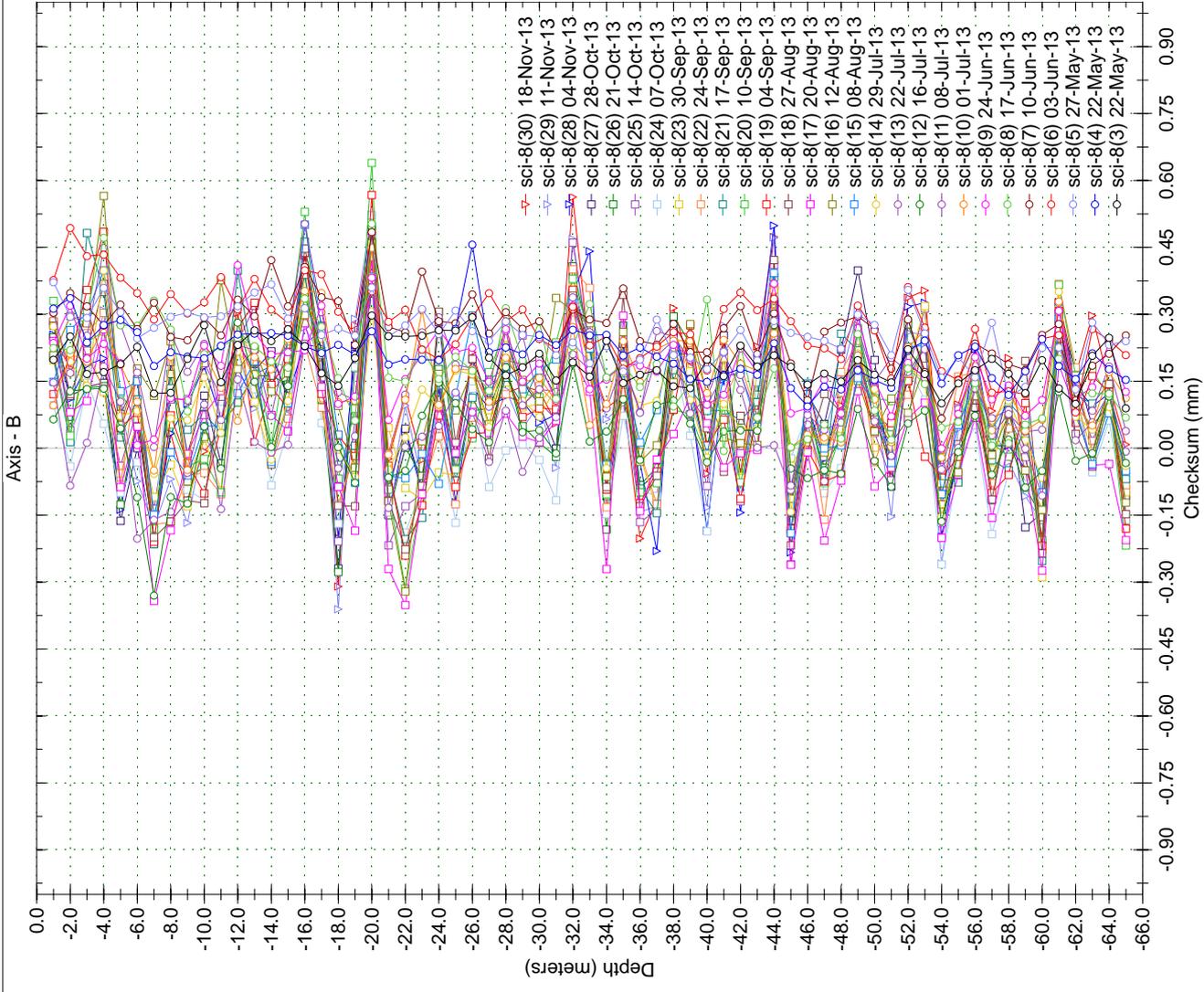
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 65.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 22 10:14
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : sci 8
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

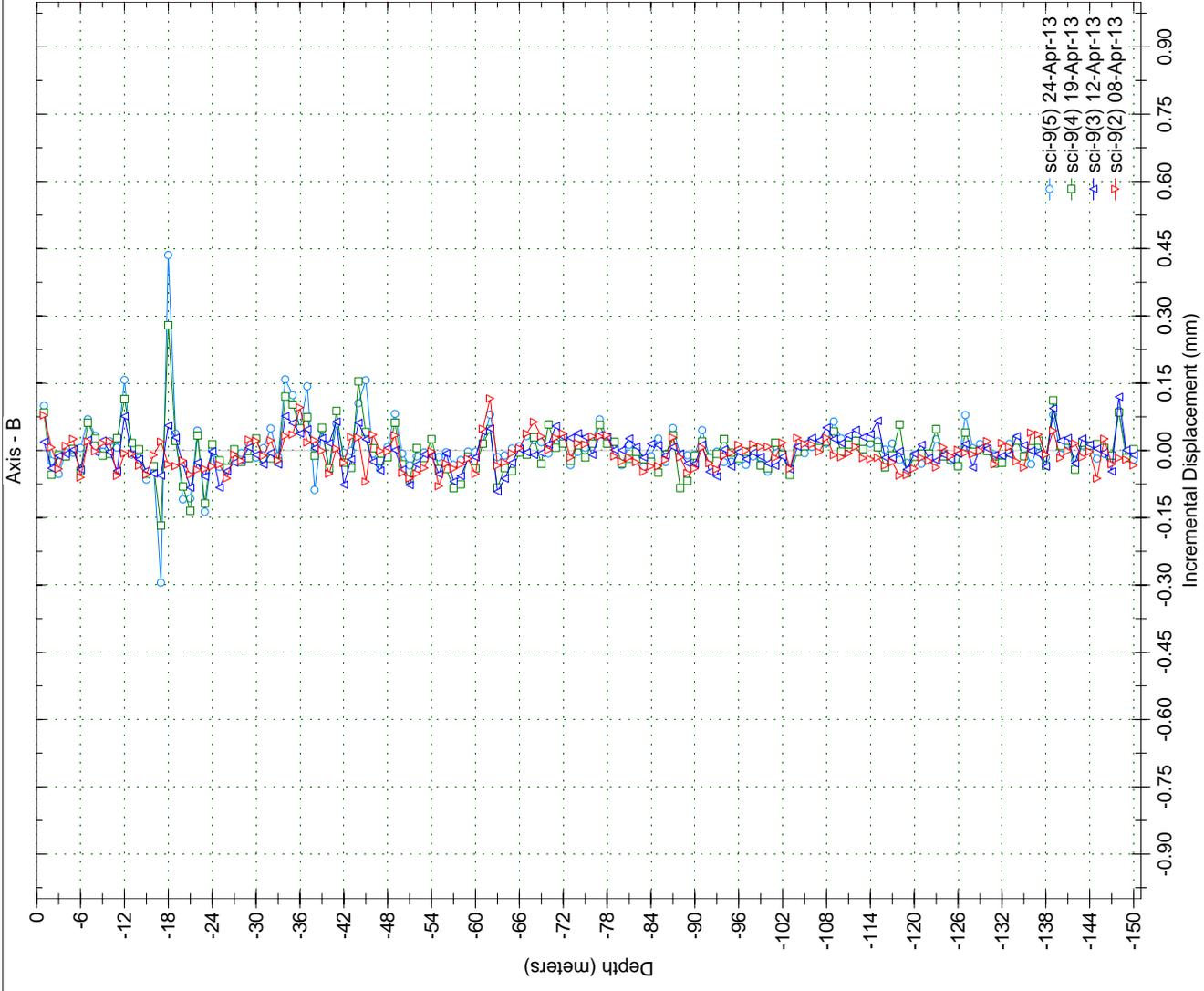
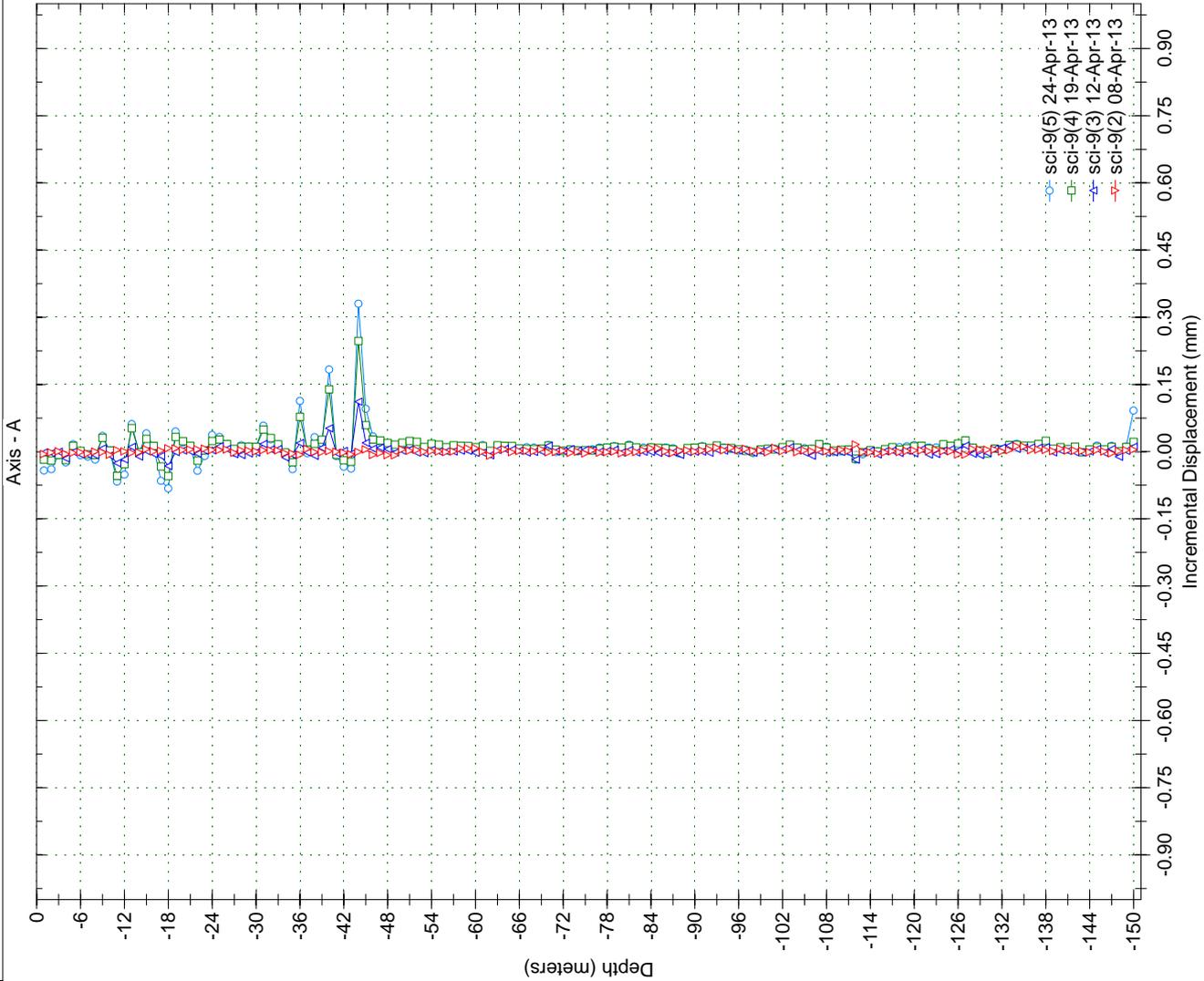


Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 65.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 22 10:14
Applied Azimuth : 0.0 degrees



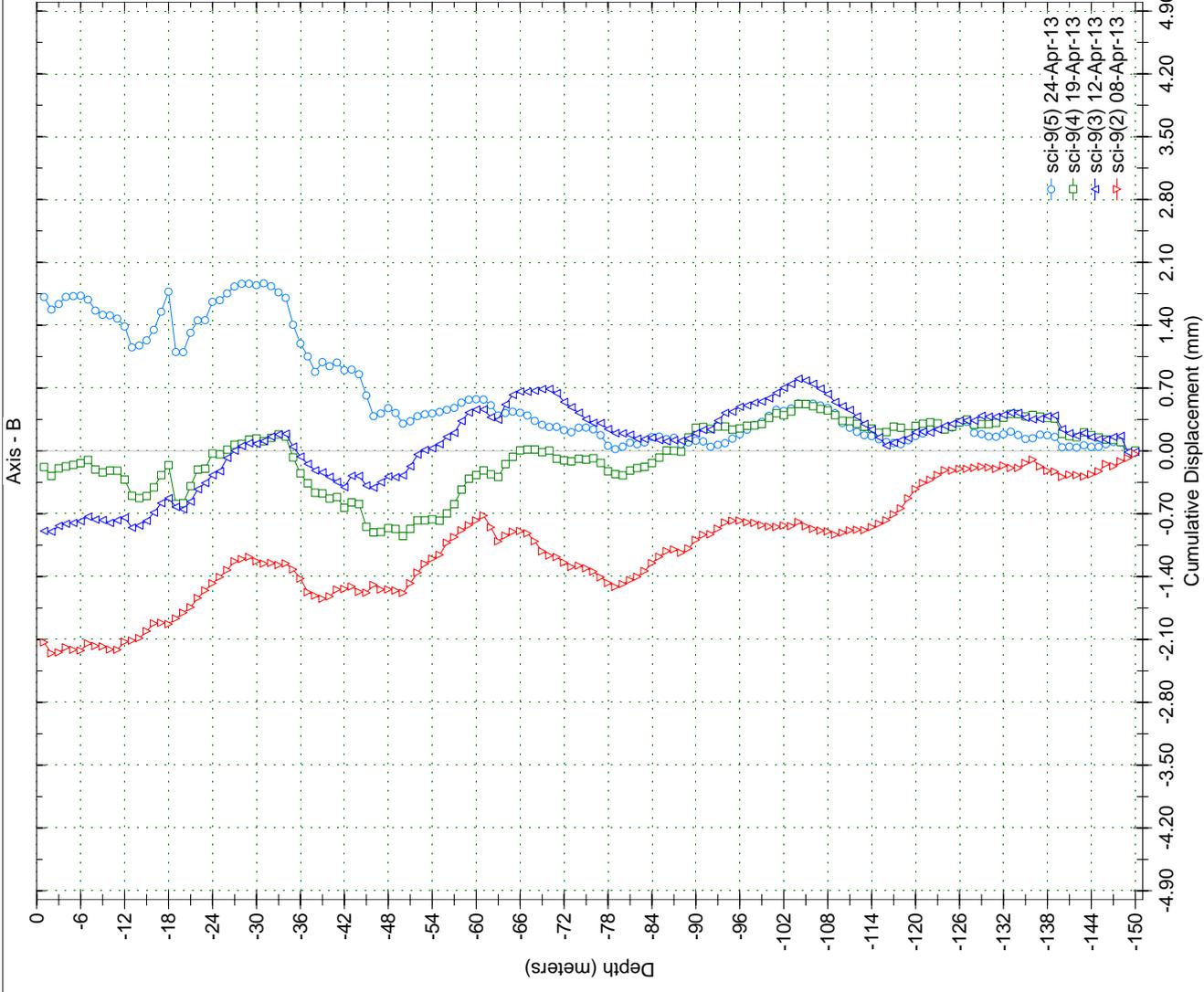
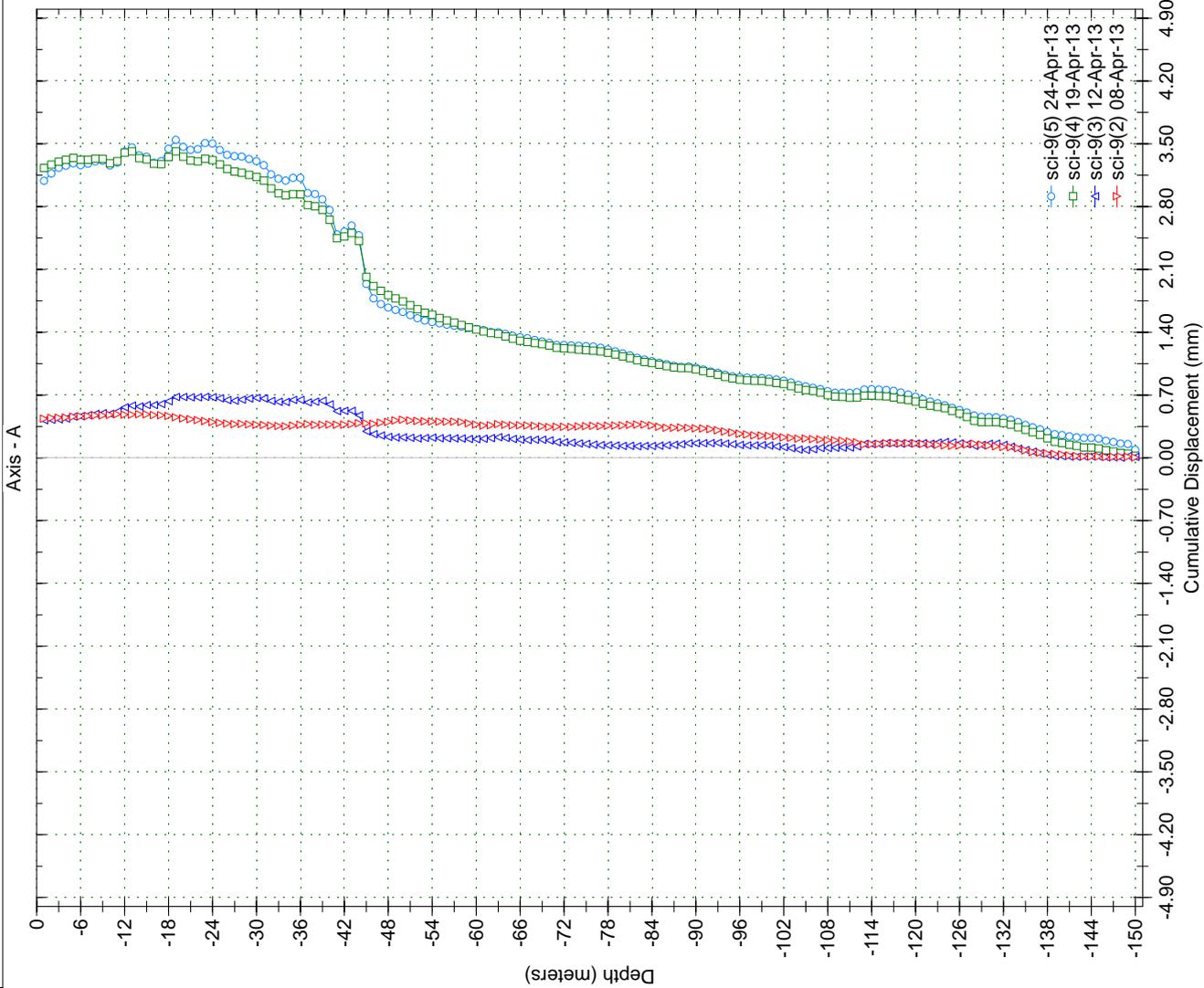
Borehole : sci-9
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 150.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Apr 08 17:01
Applied Azimuth : 0.0 degrees

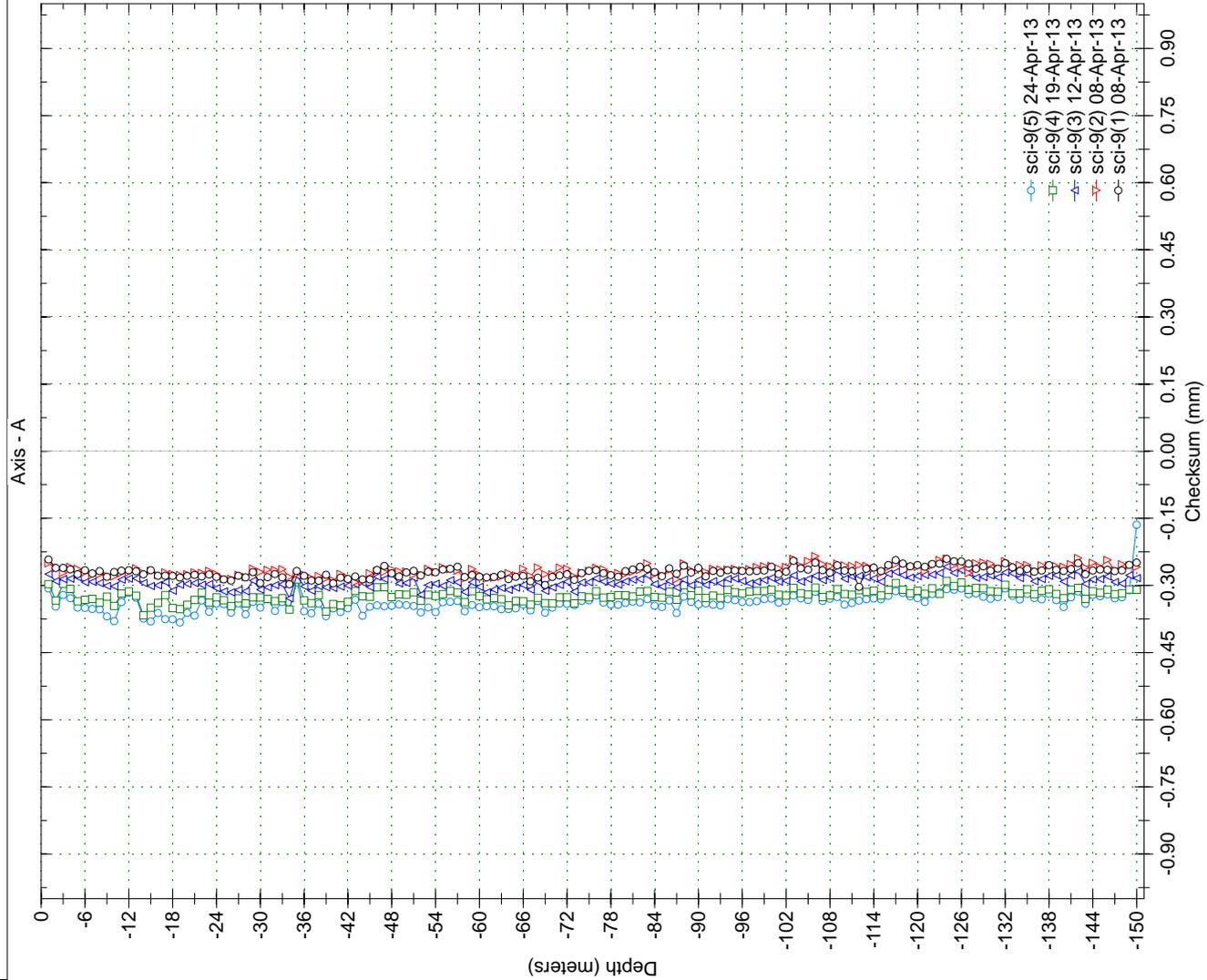


Borehole : sci-9
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

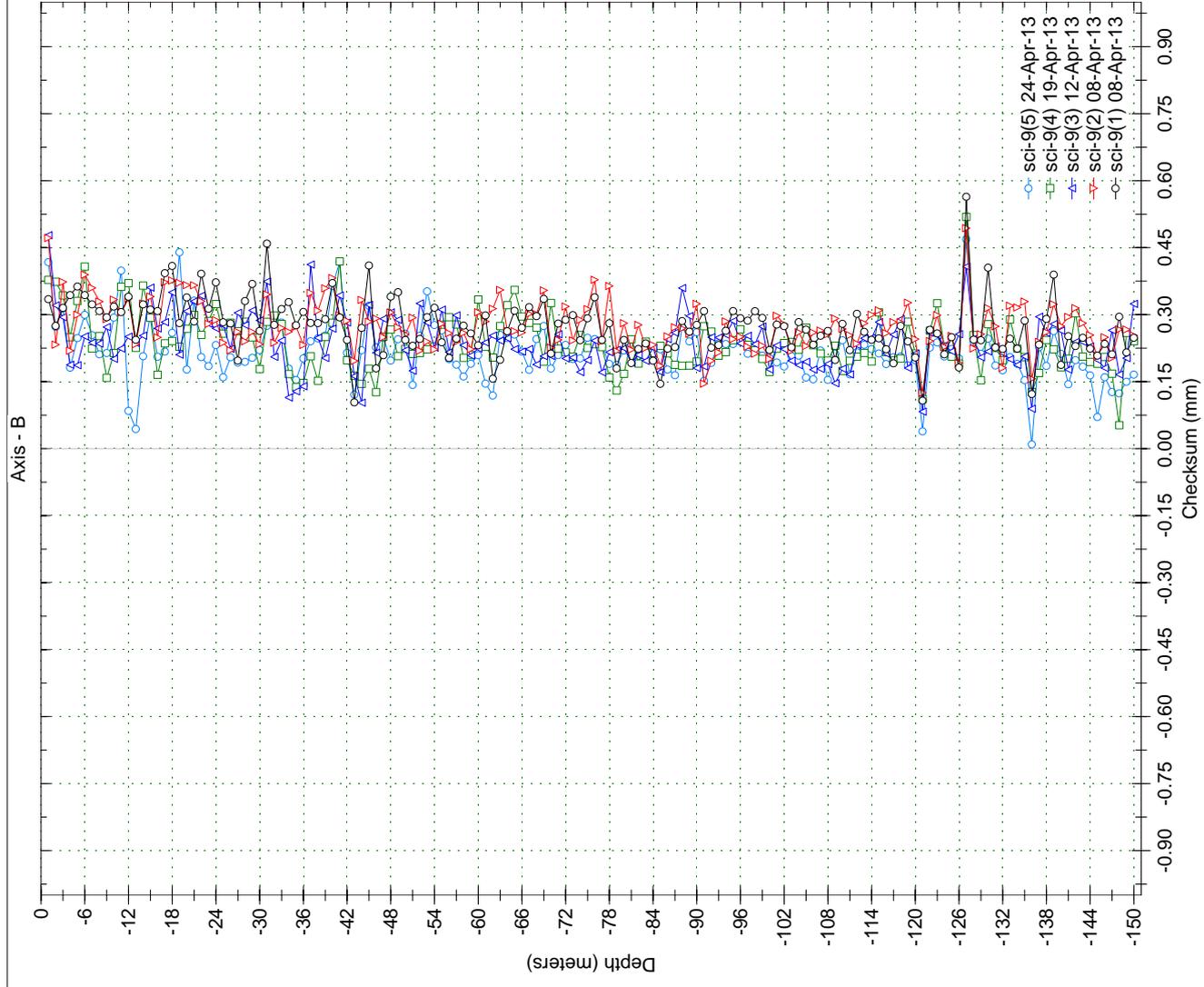
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 150.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Apr 08 17:01
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : sci-9
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

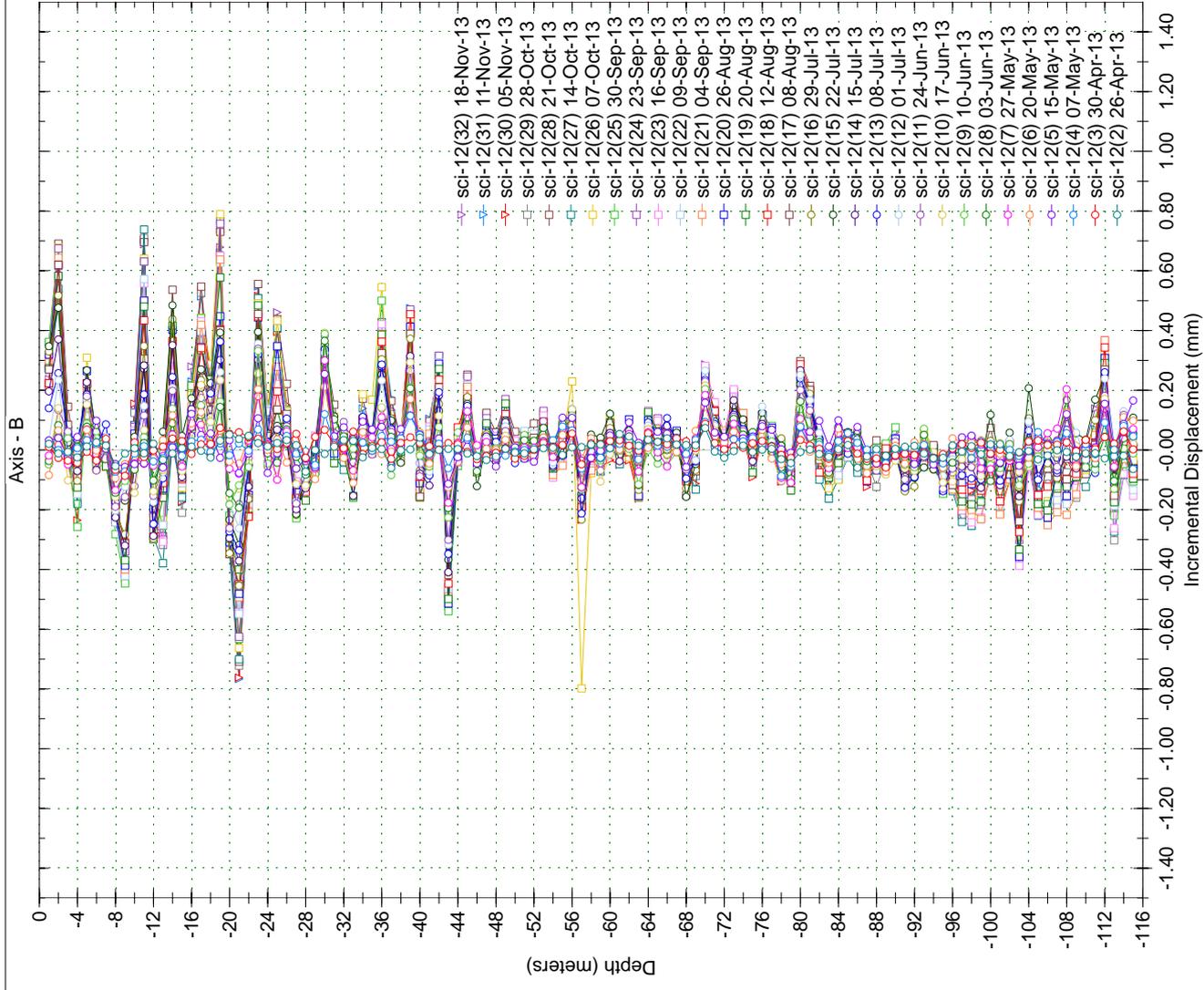
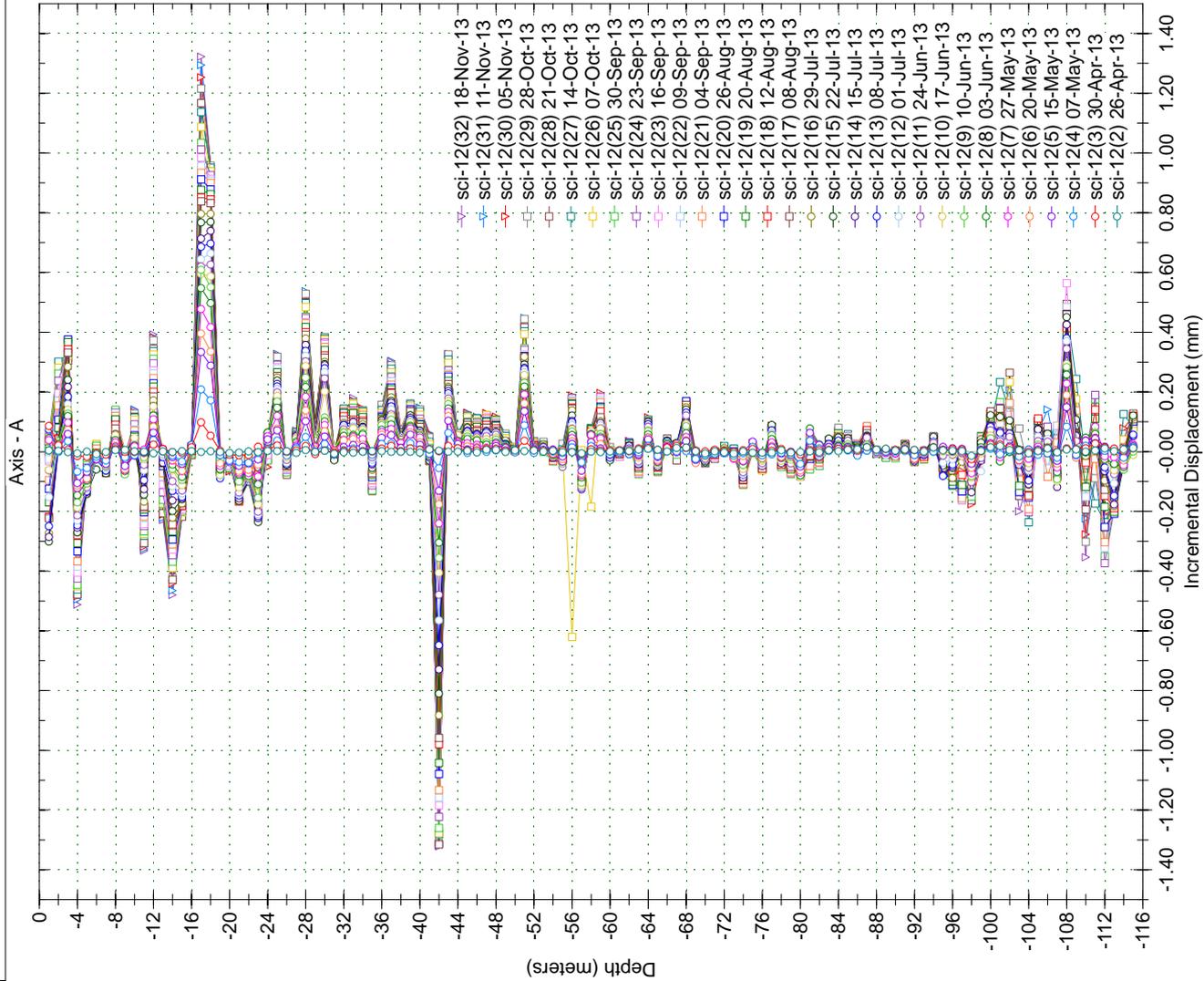


Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 150.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Apr 08 17:01
Applied Azimuth : 0.0 degrees



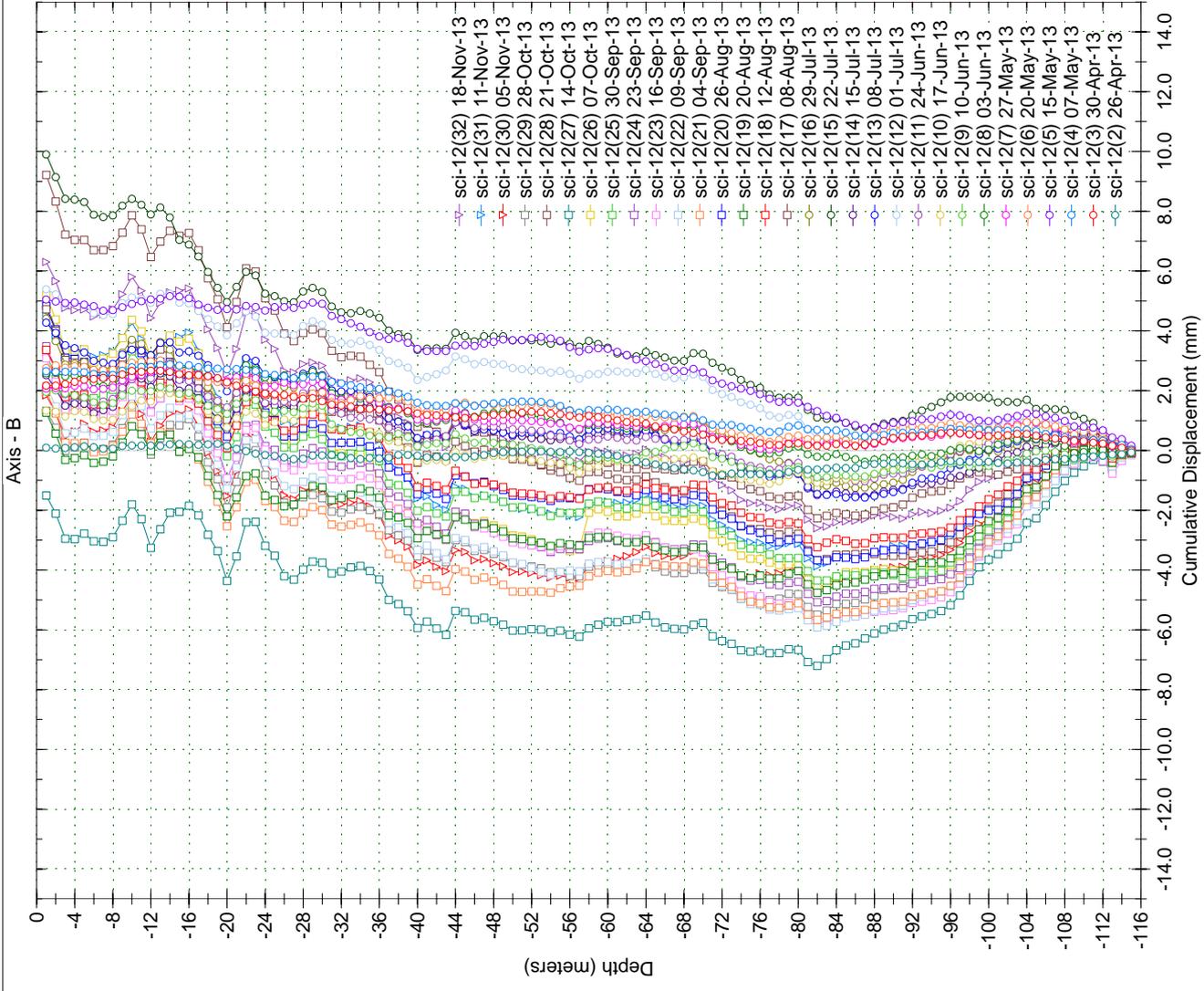
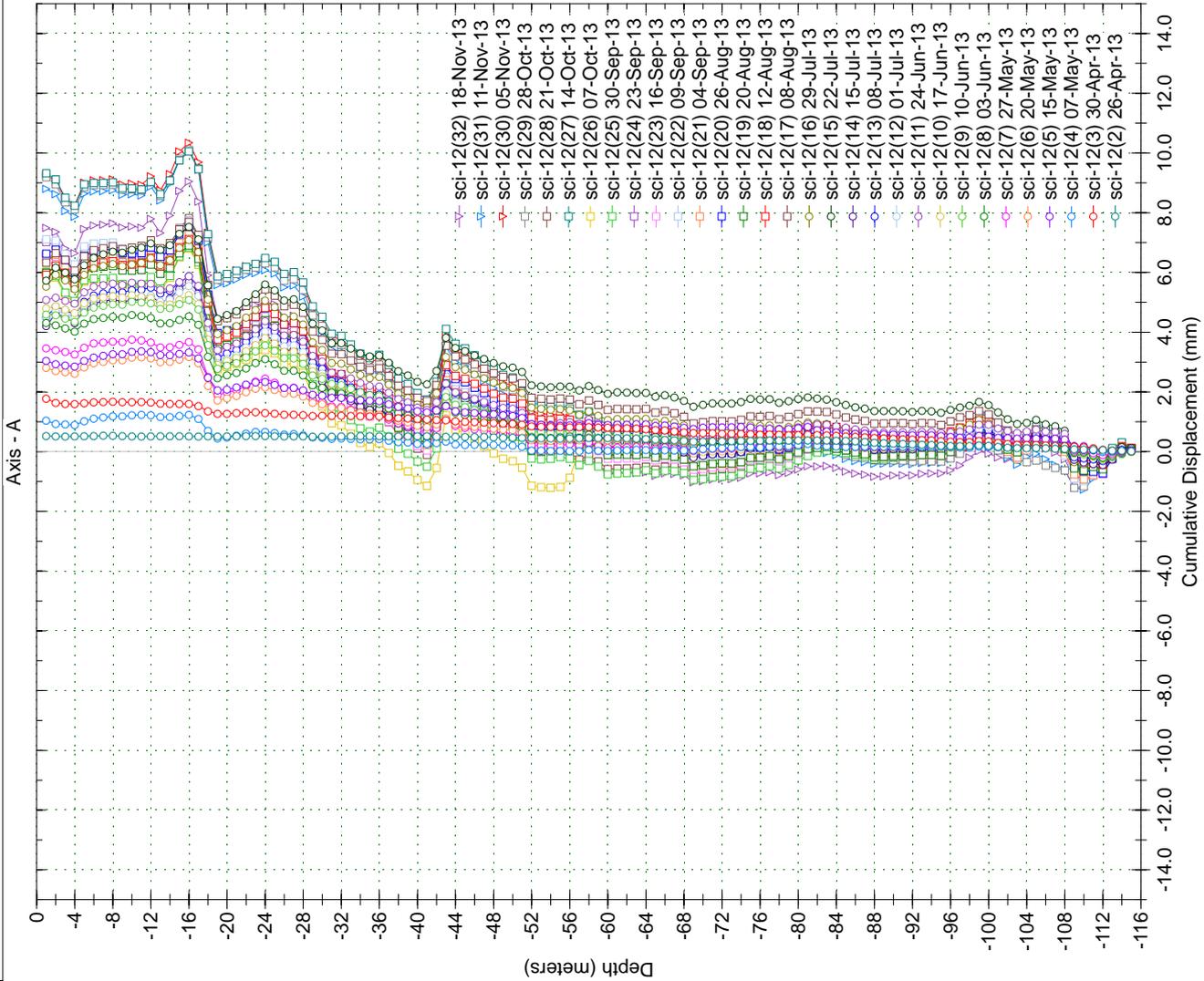
Borehole : sci 12
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar : 559.43

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 115.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Apr 26 10:24
Applied Azimuth : 0.0 degrees

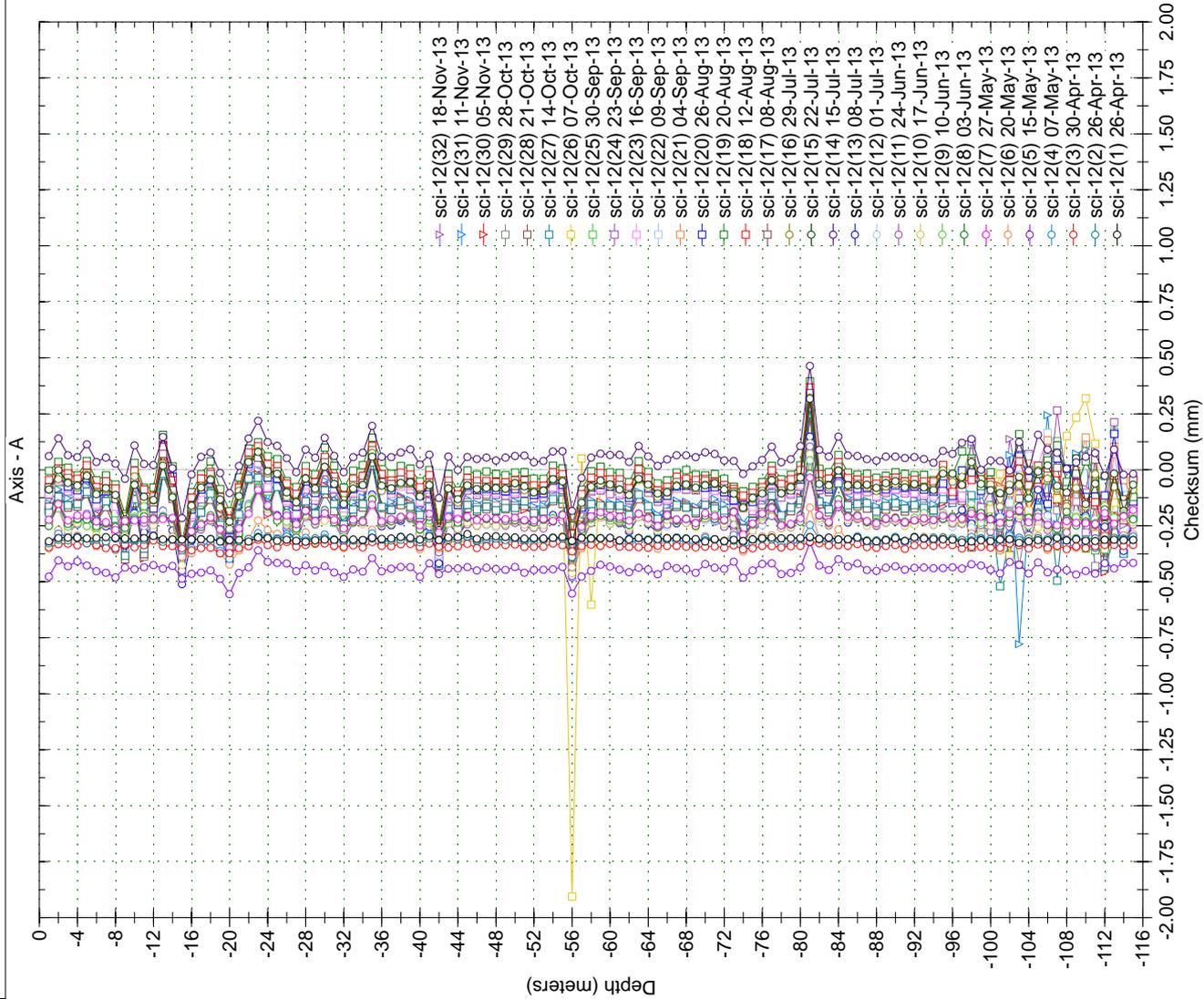


Borehole : sci 12
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar : 559.43

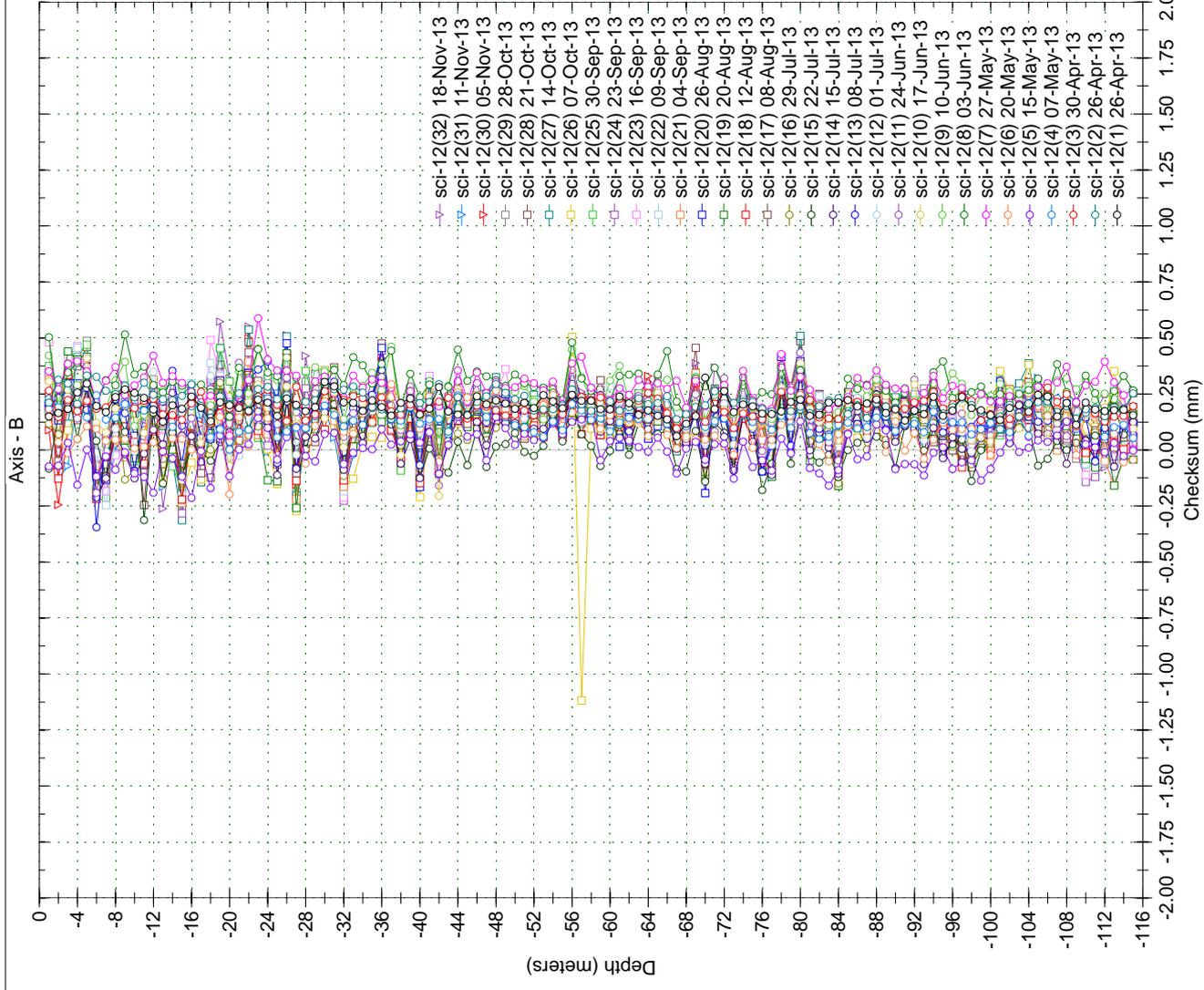
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 115.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Apr 26 10:24
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : sci 12
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar : 559.43

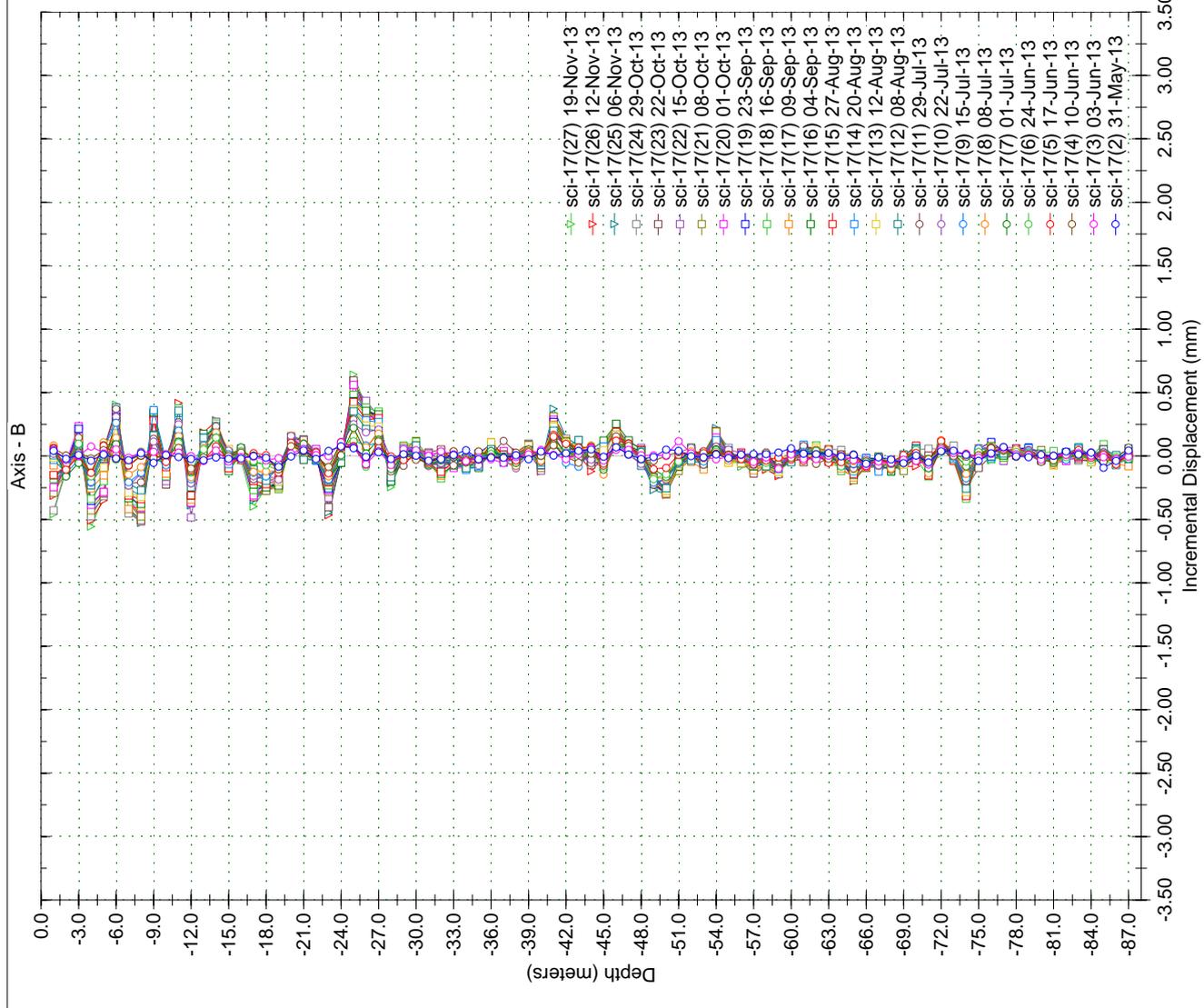
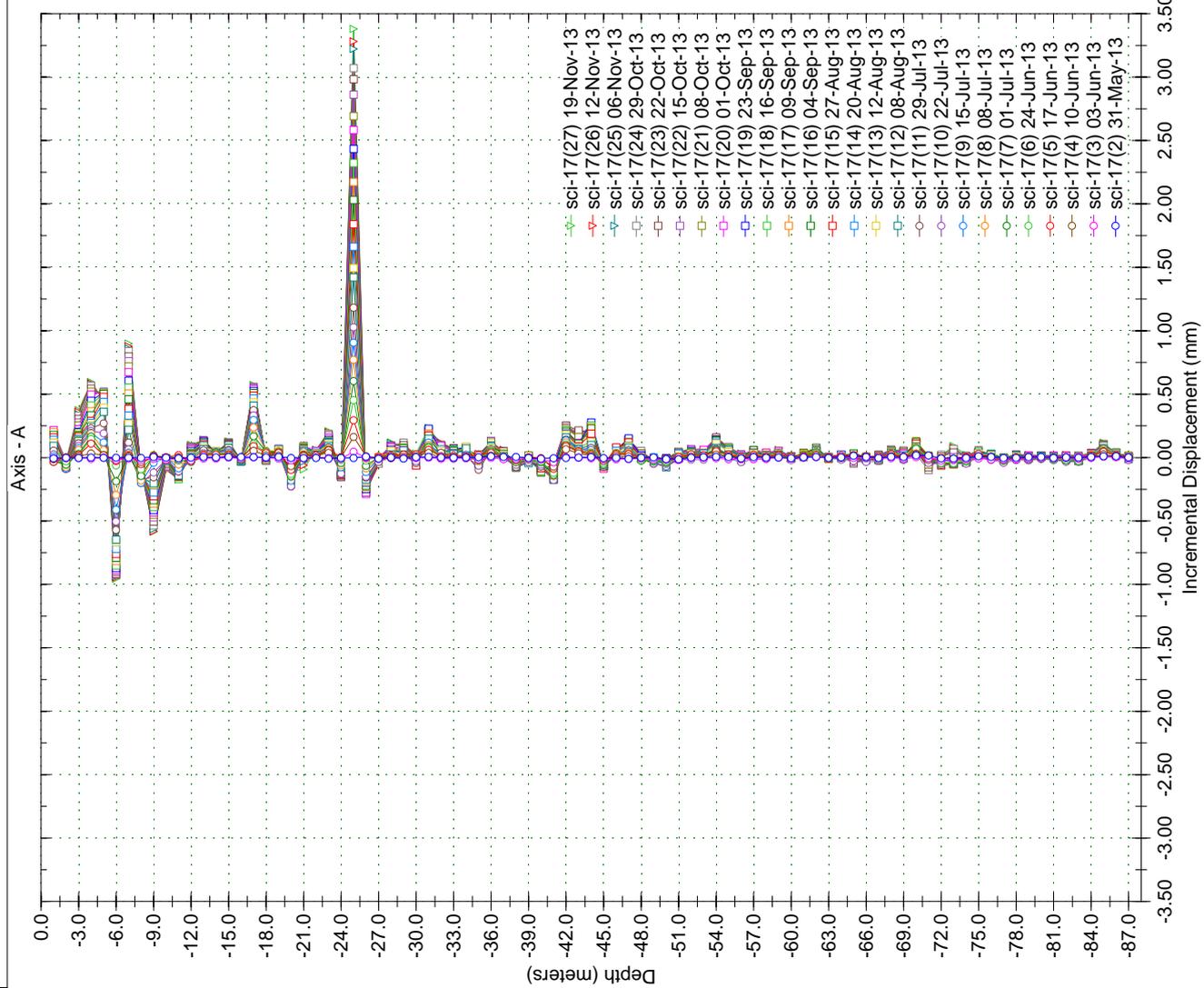


Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 115.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Apr 26 10:24
Applied Azimuth : 0.0 degrees



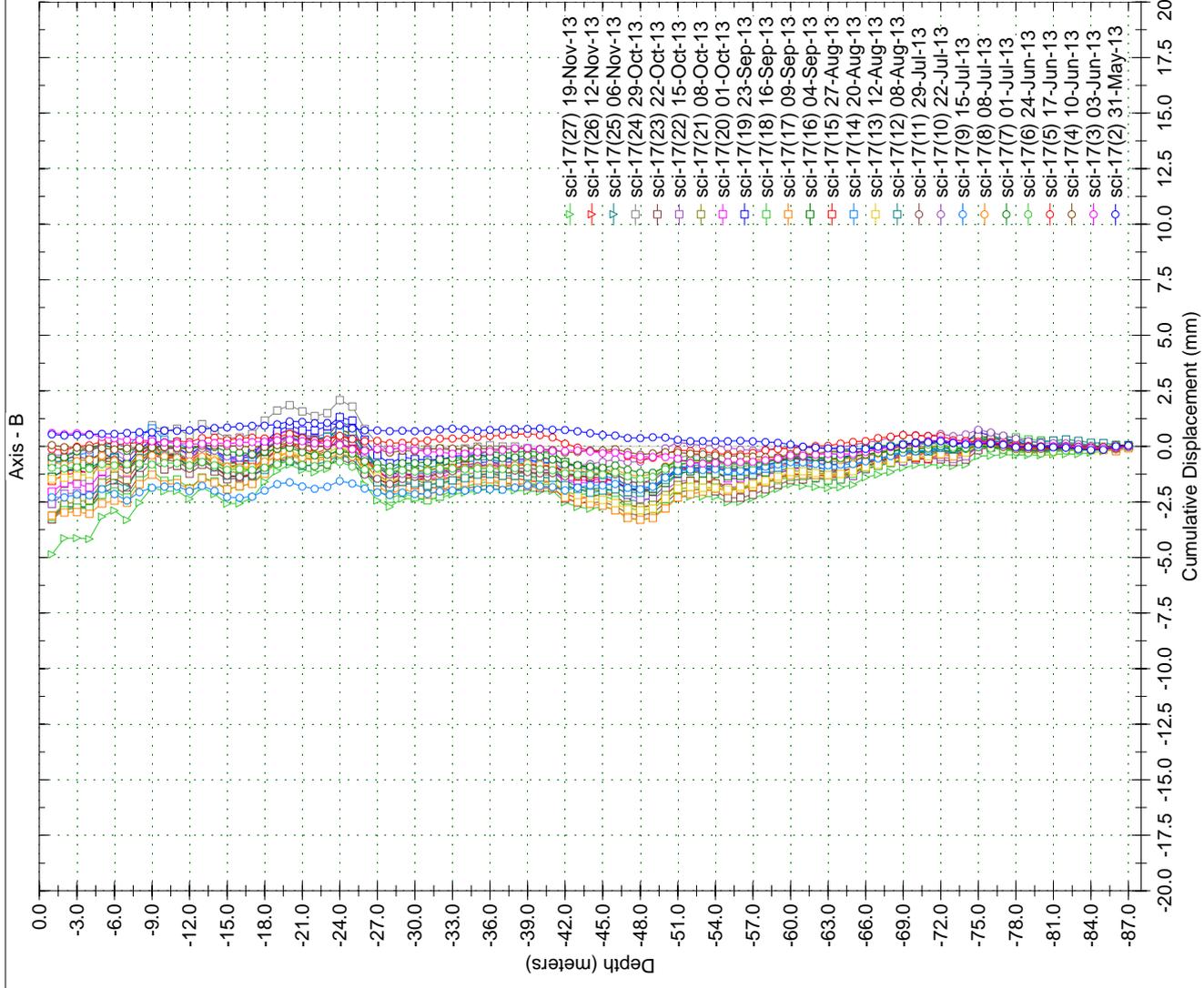
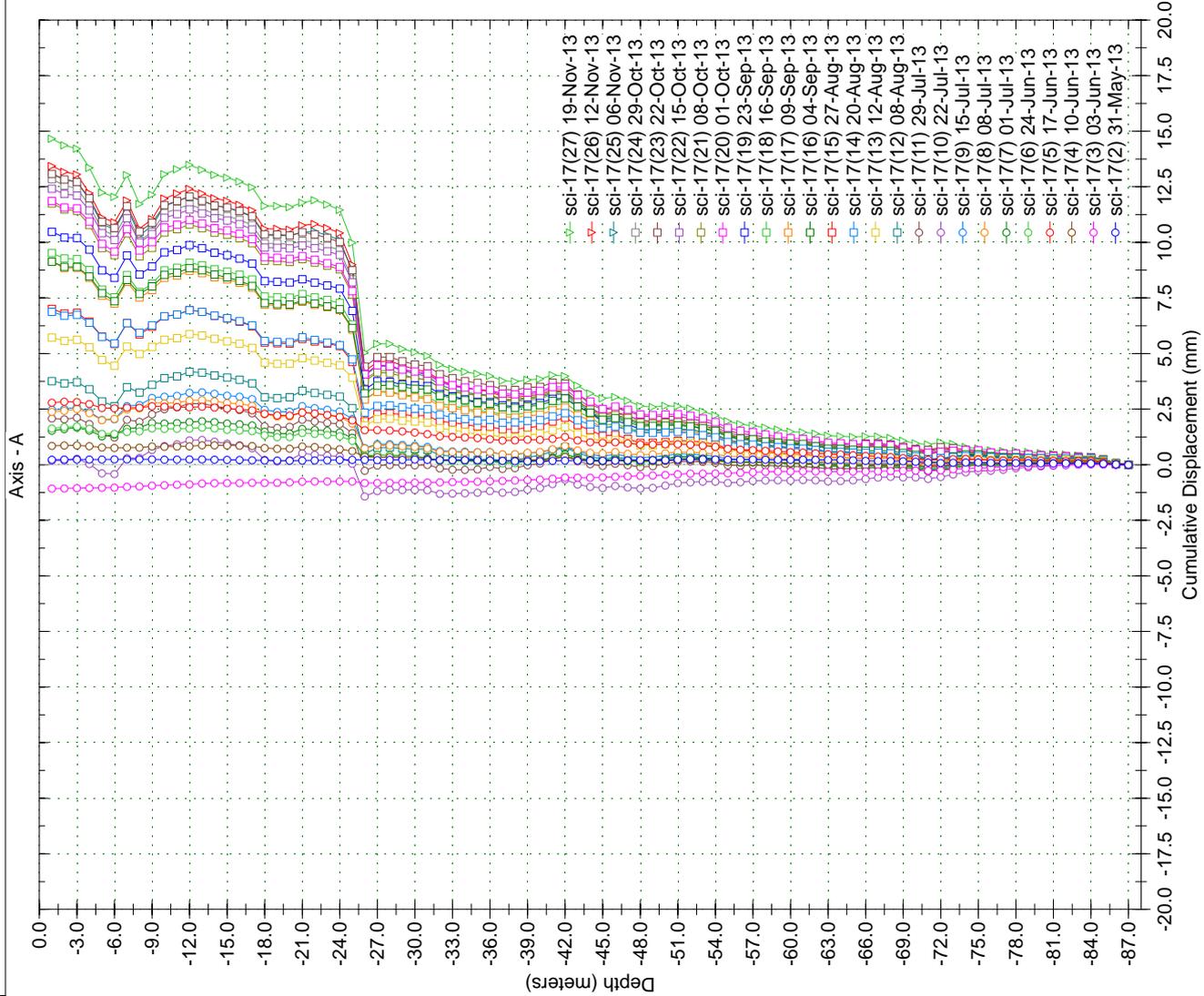
Borehole : sci 17
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 87.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 31 10:18
Applied Azimuth : 0.0 degrees

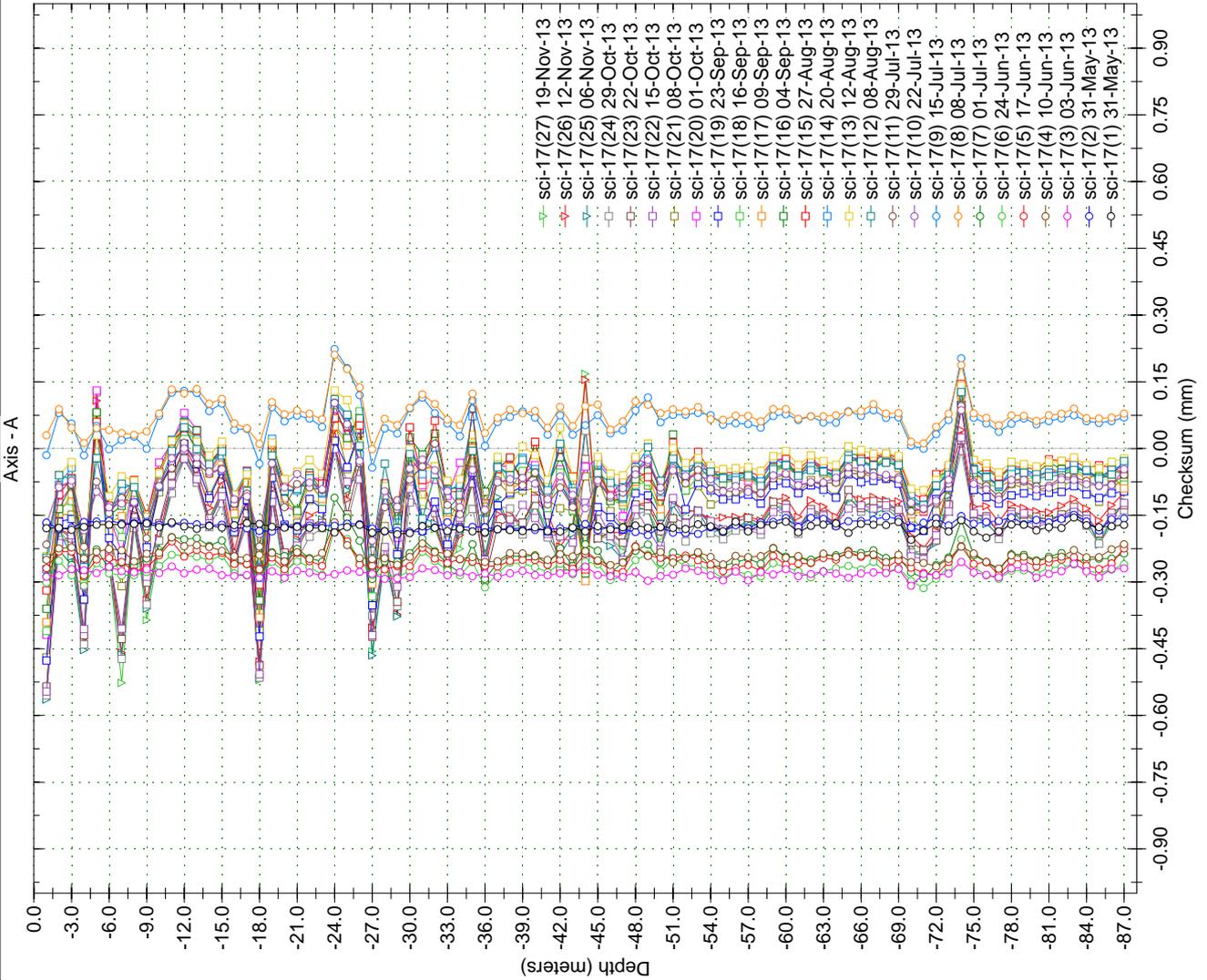


Borehole : sci 17
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

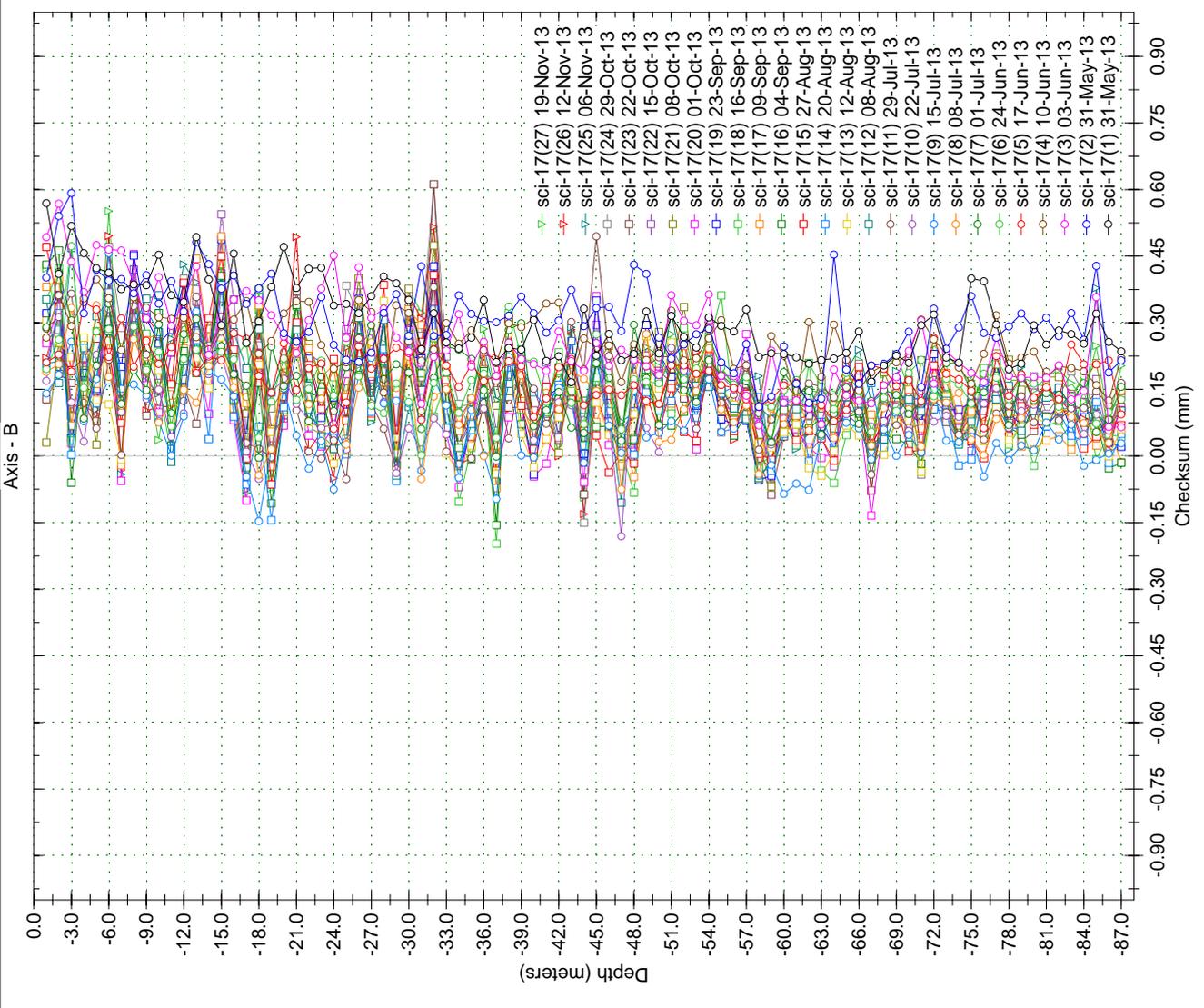
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 87.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 31 10:18
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : sci 17
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

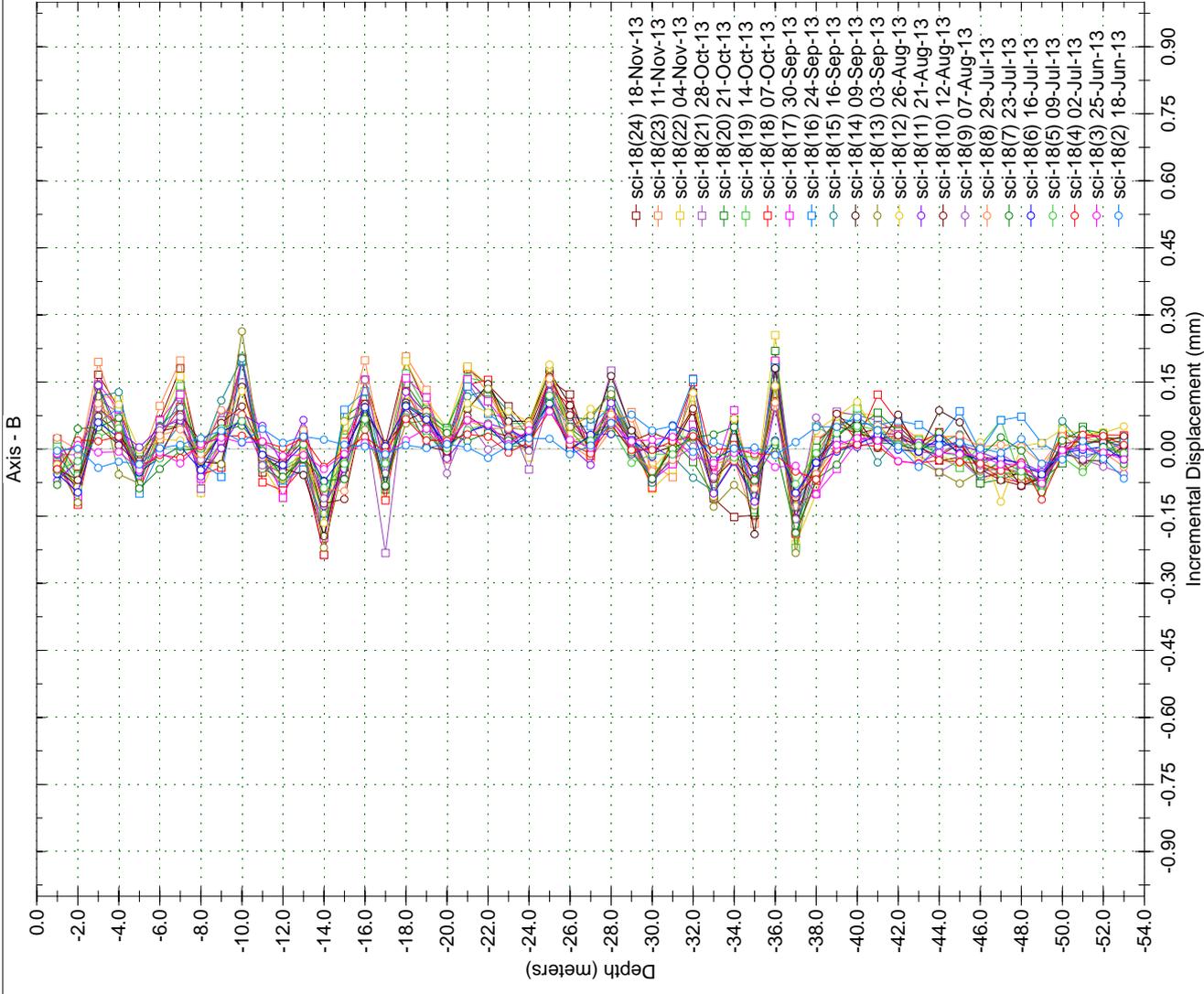
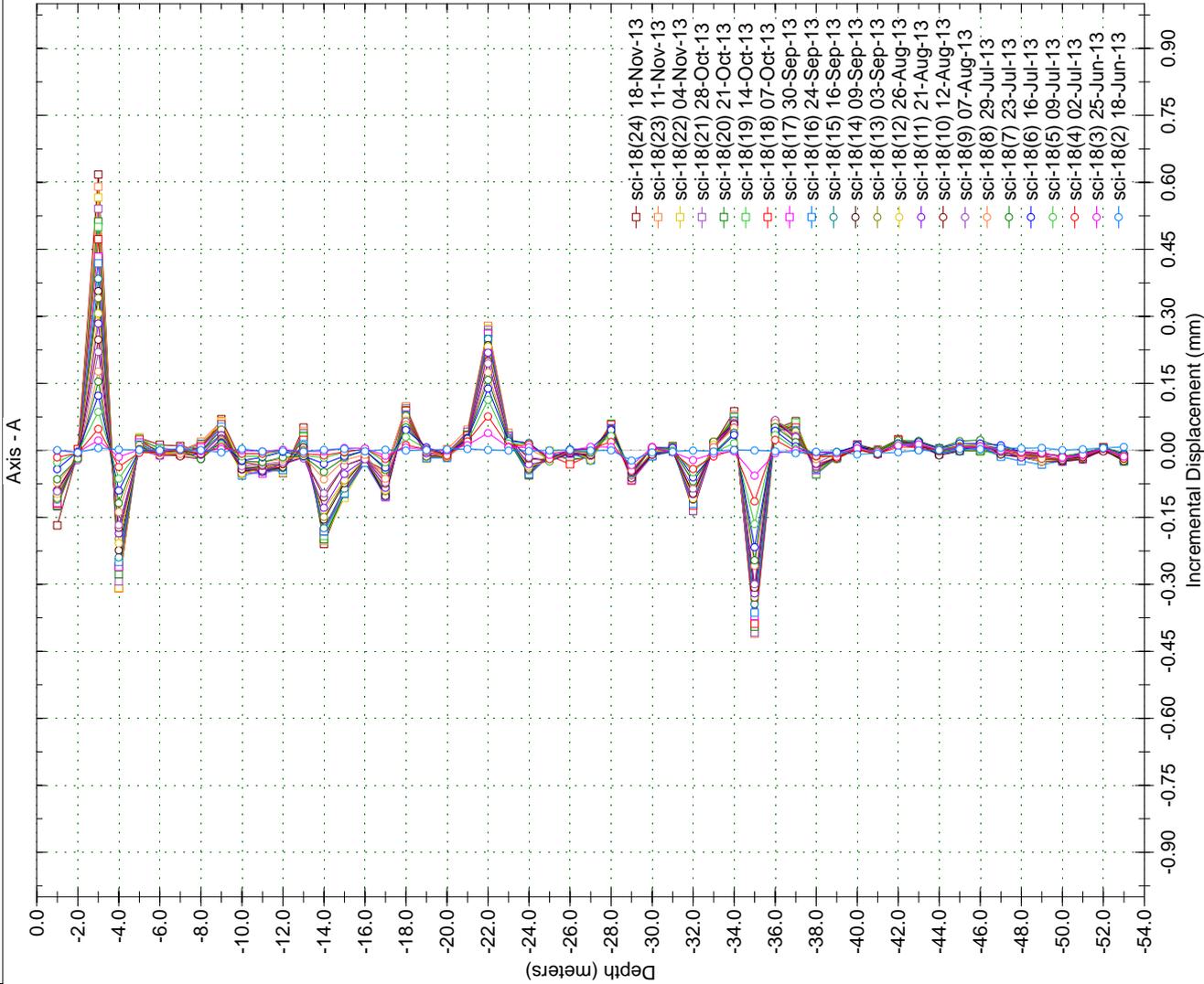


Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 87.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 May 31 10:18
Applied Azimuth : 0.0 degrees



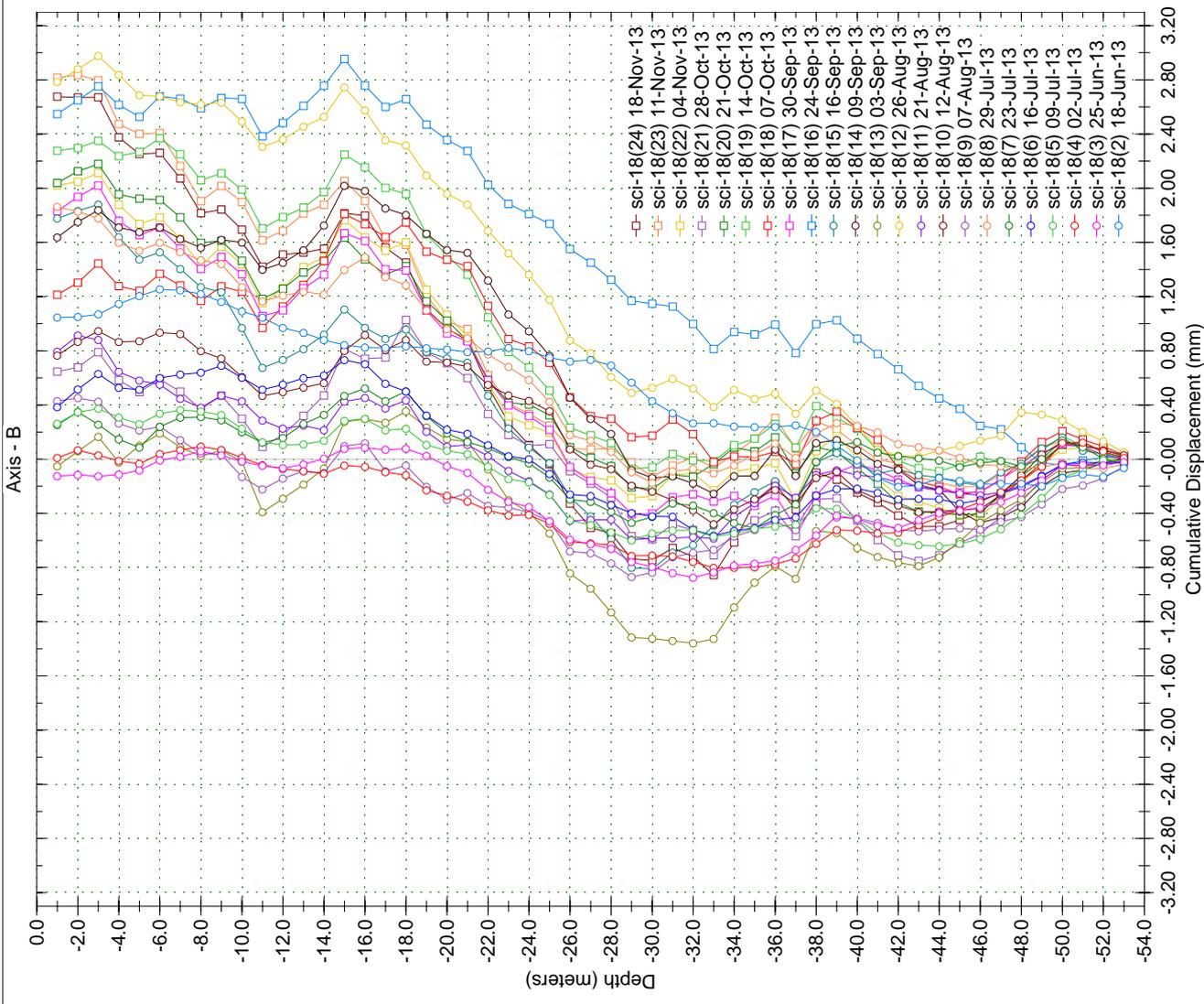
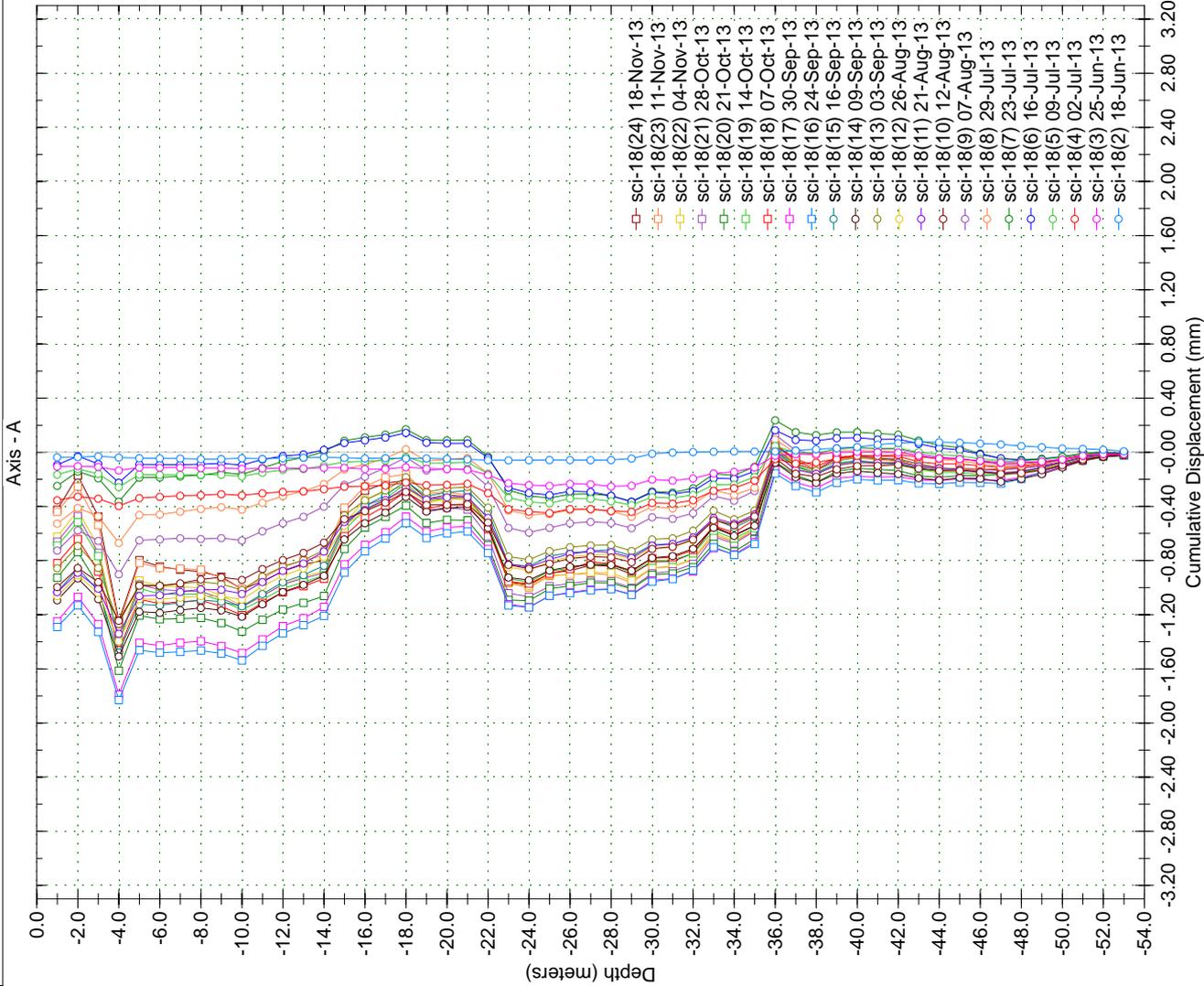
Borehole : sci-18
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar : 490,02

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 53.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Jun 18 11:52
Applied Azimuth : 0.0 degrees

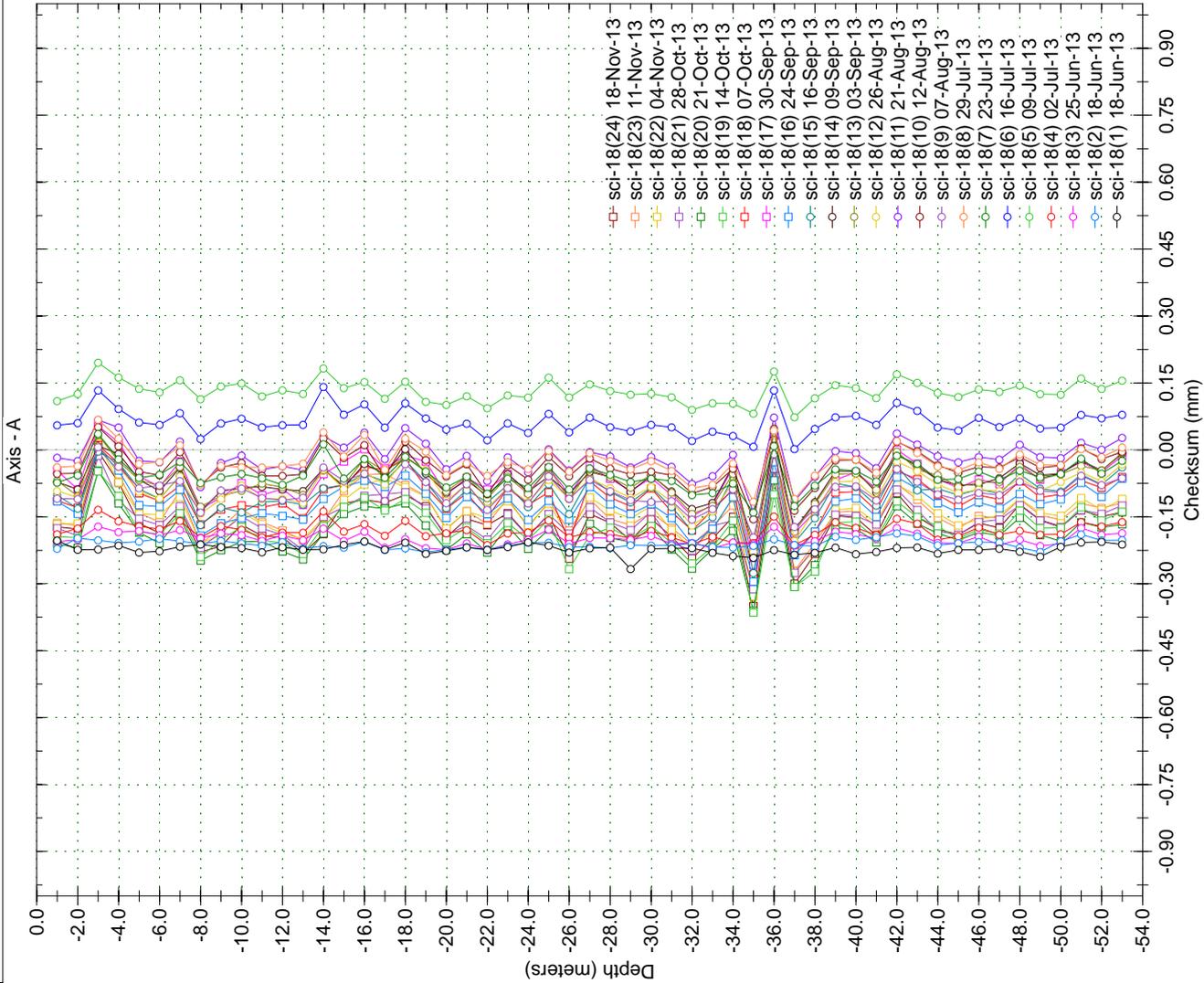


Borehole : sci-18
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar : 490,02

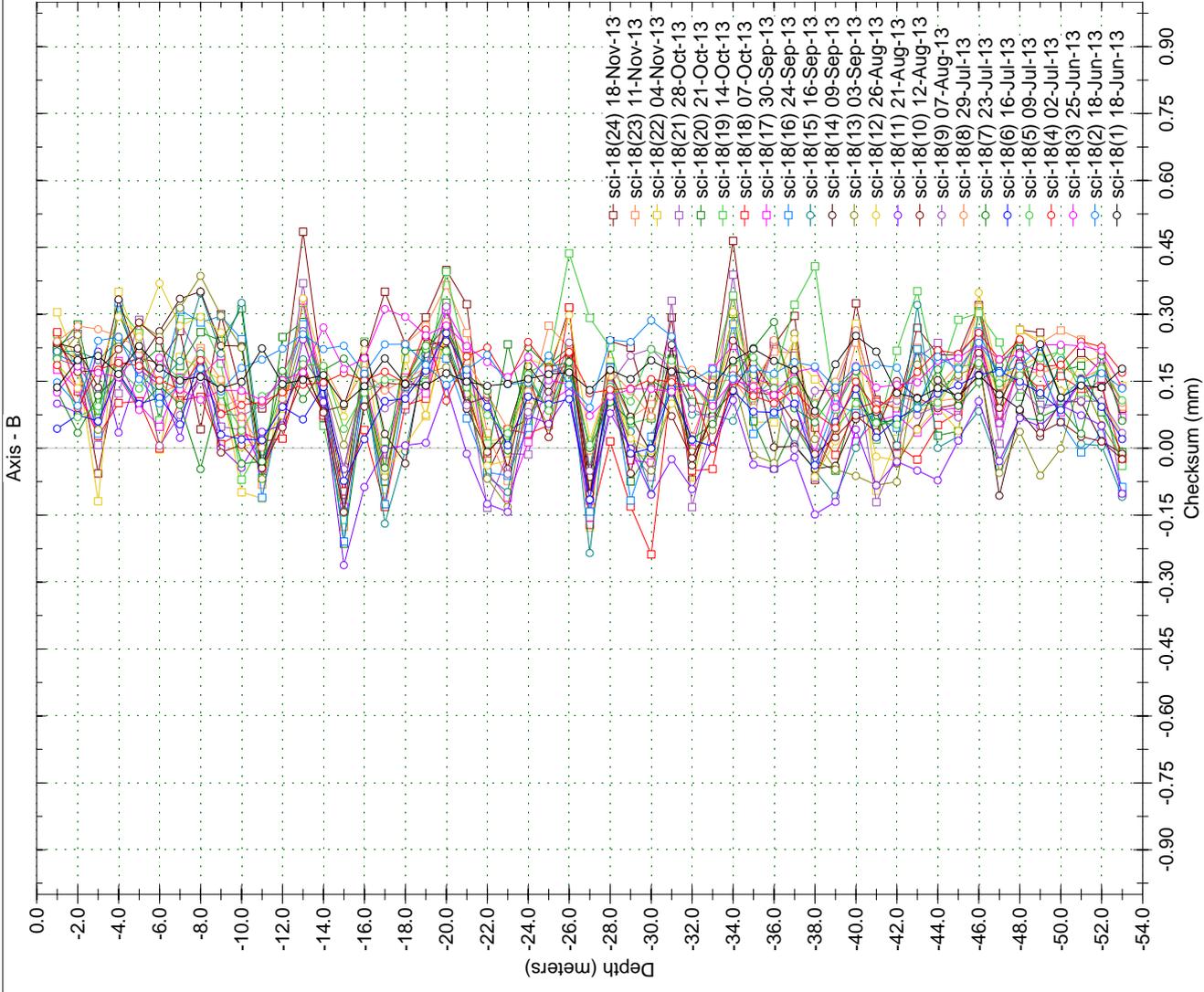
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 53.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Jun 18 11:52
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : sci-18
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar : 490,02

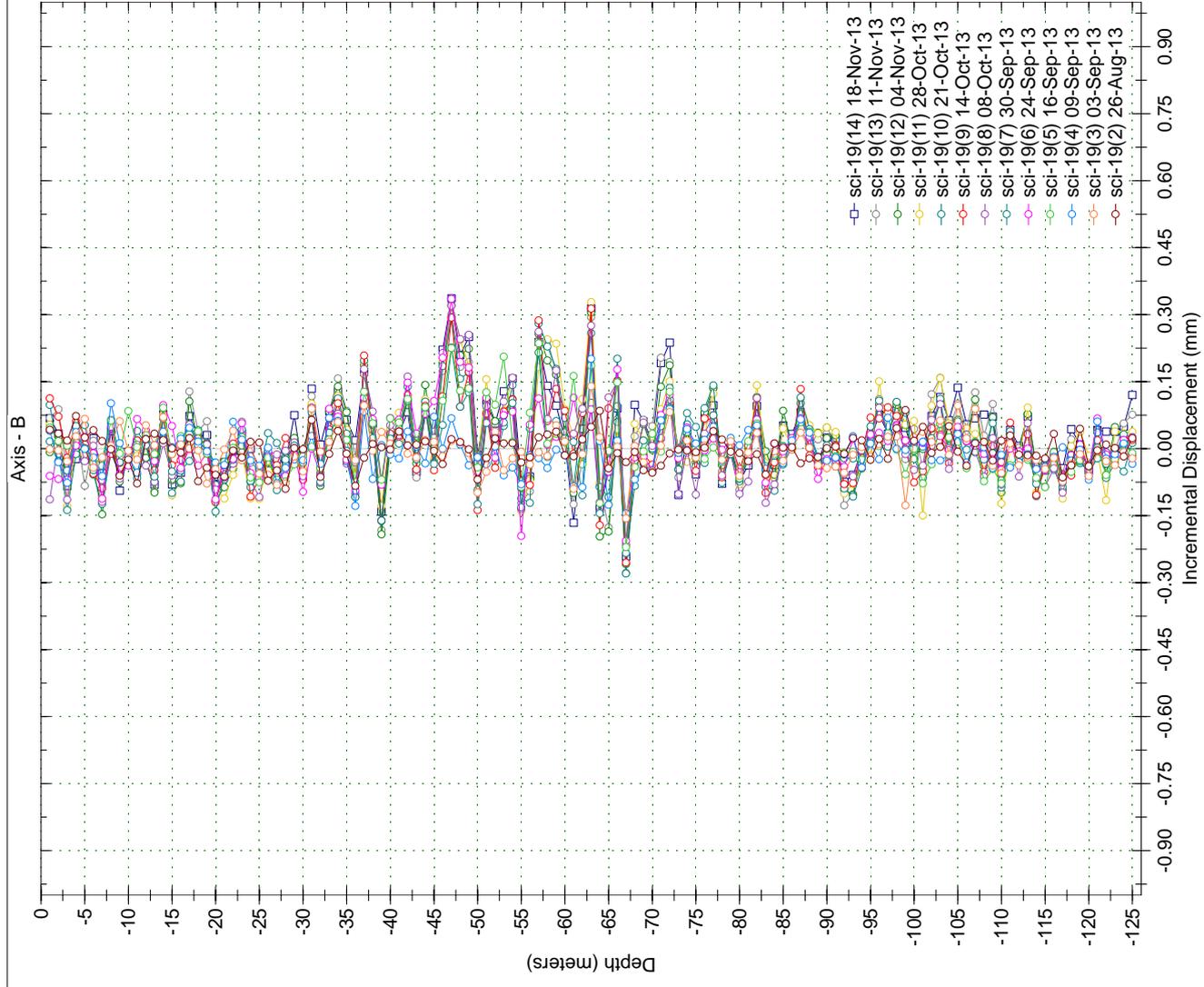
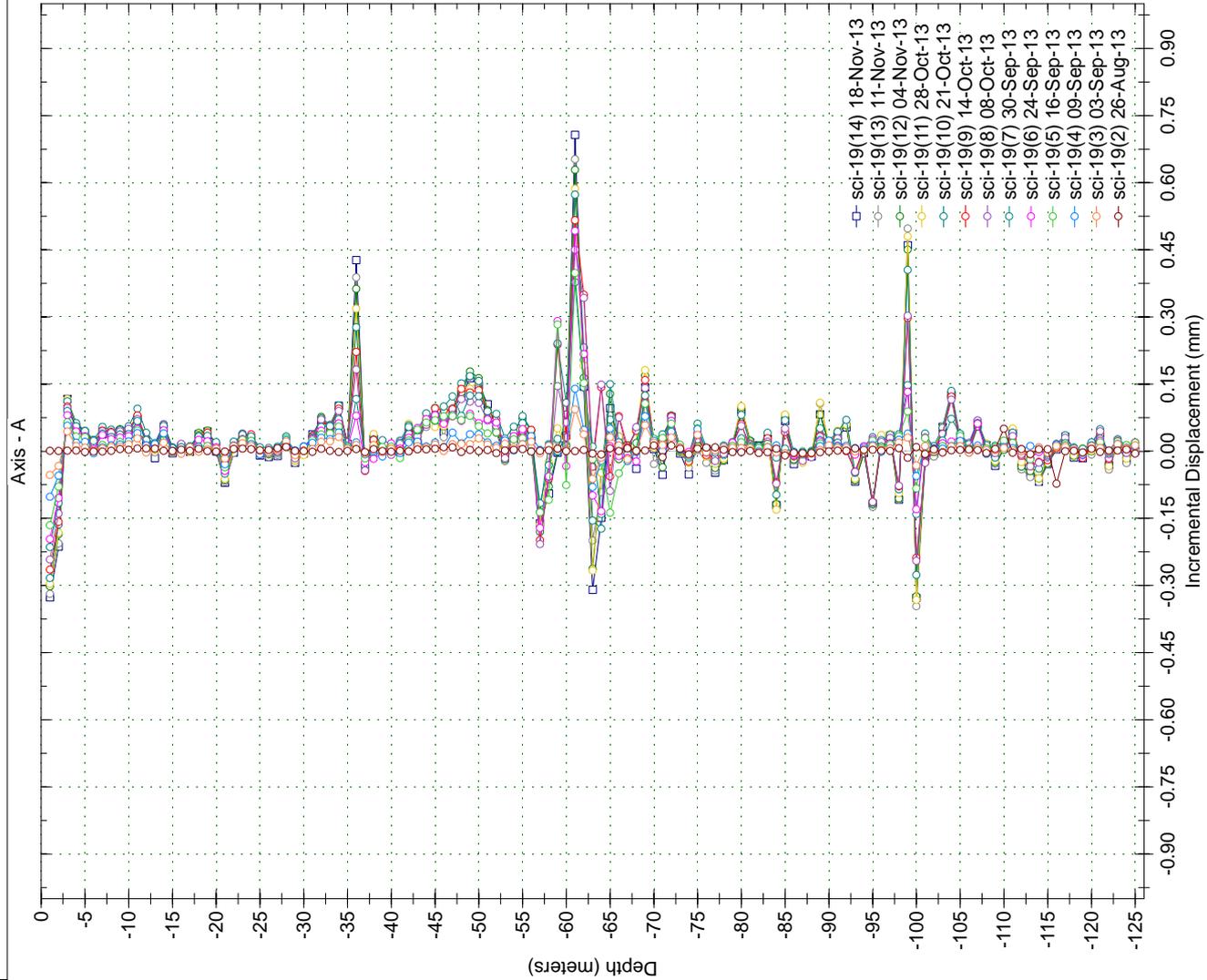


Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 53.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Jun 18 11:52
Applied Azimuth : 0.0 degrees



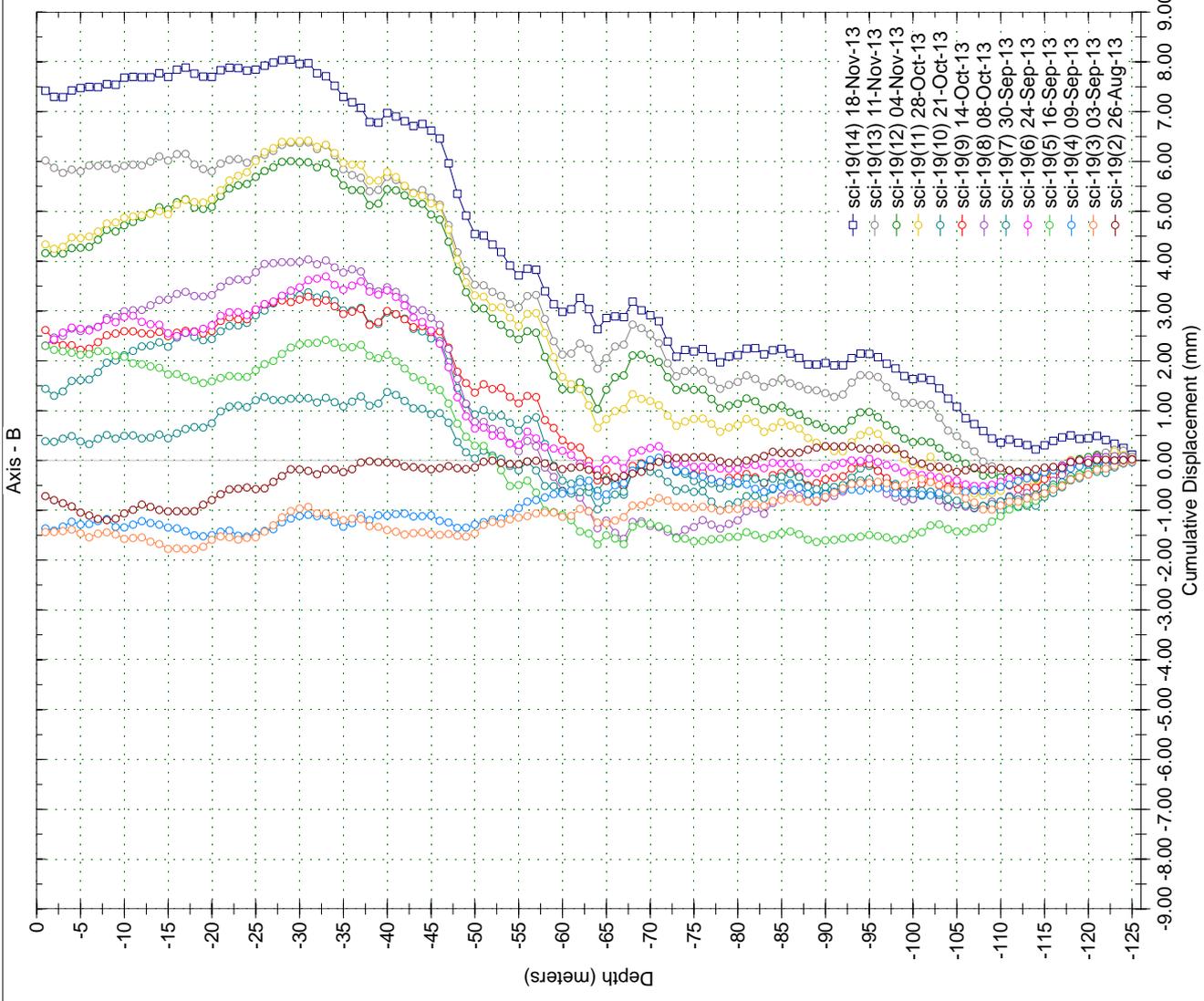
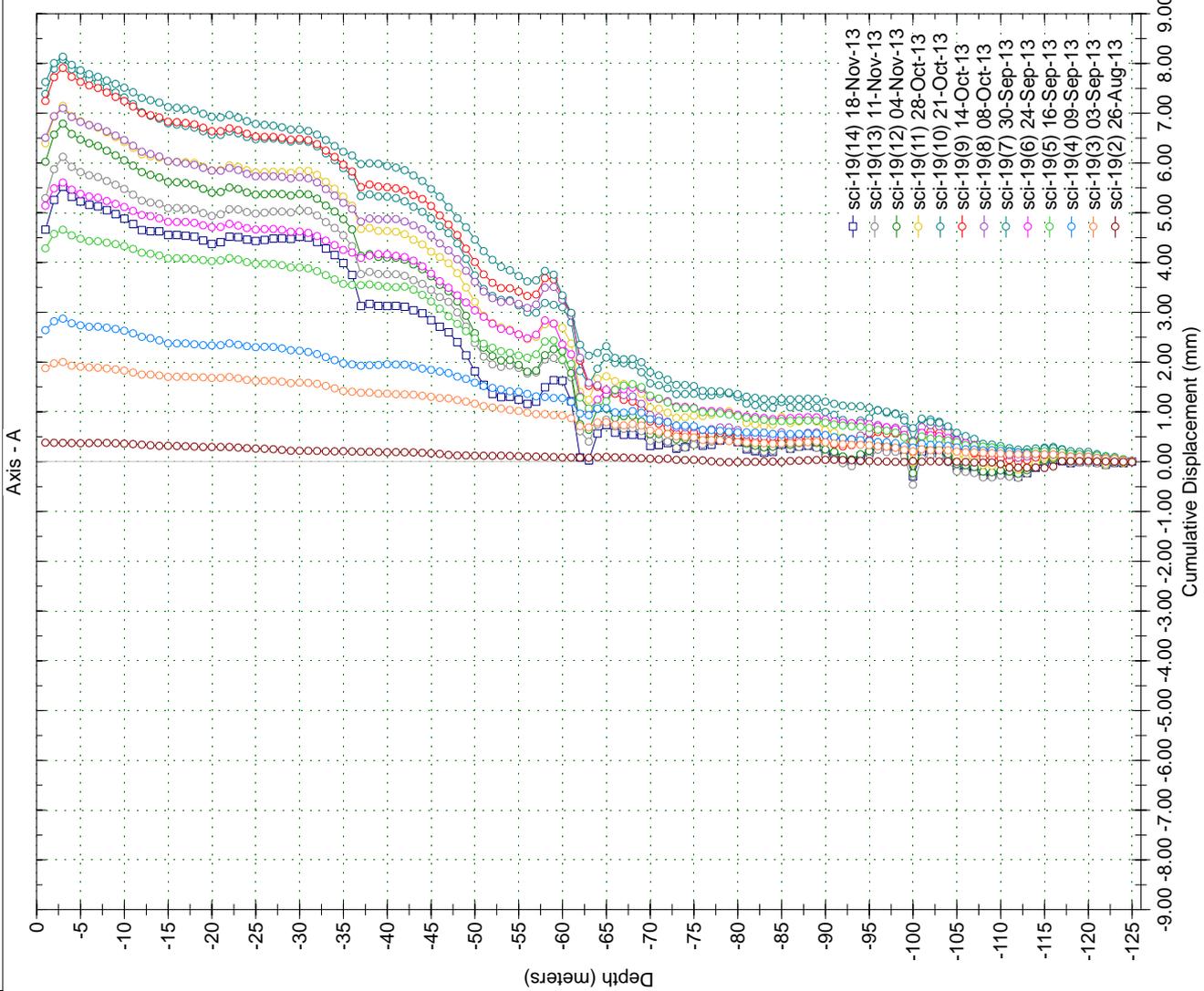
Borehole : sci 19
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 125.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 26 16:54
Applied Azimuth : 0.0 degrees



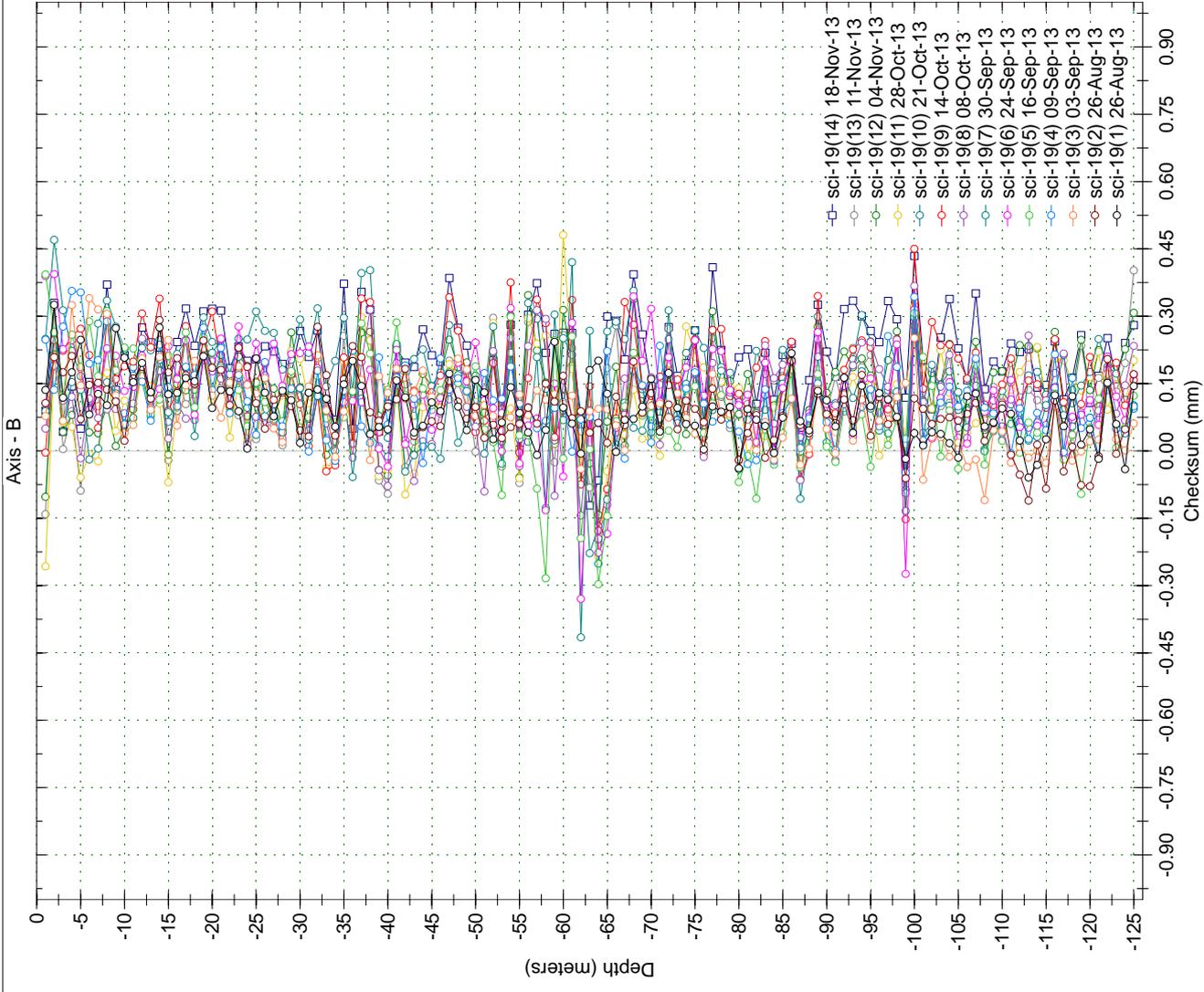
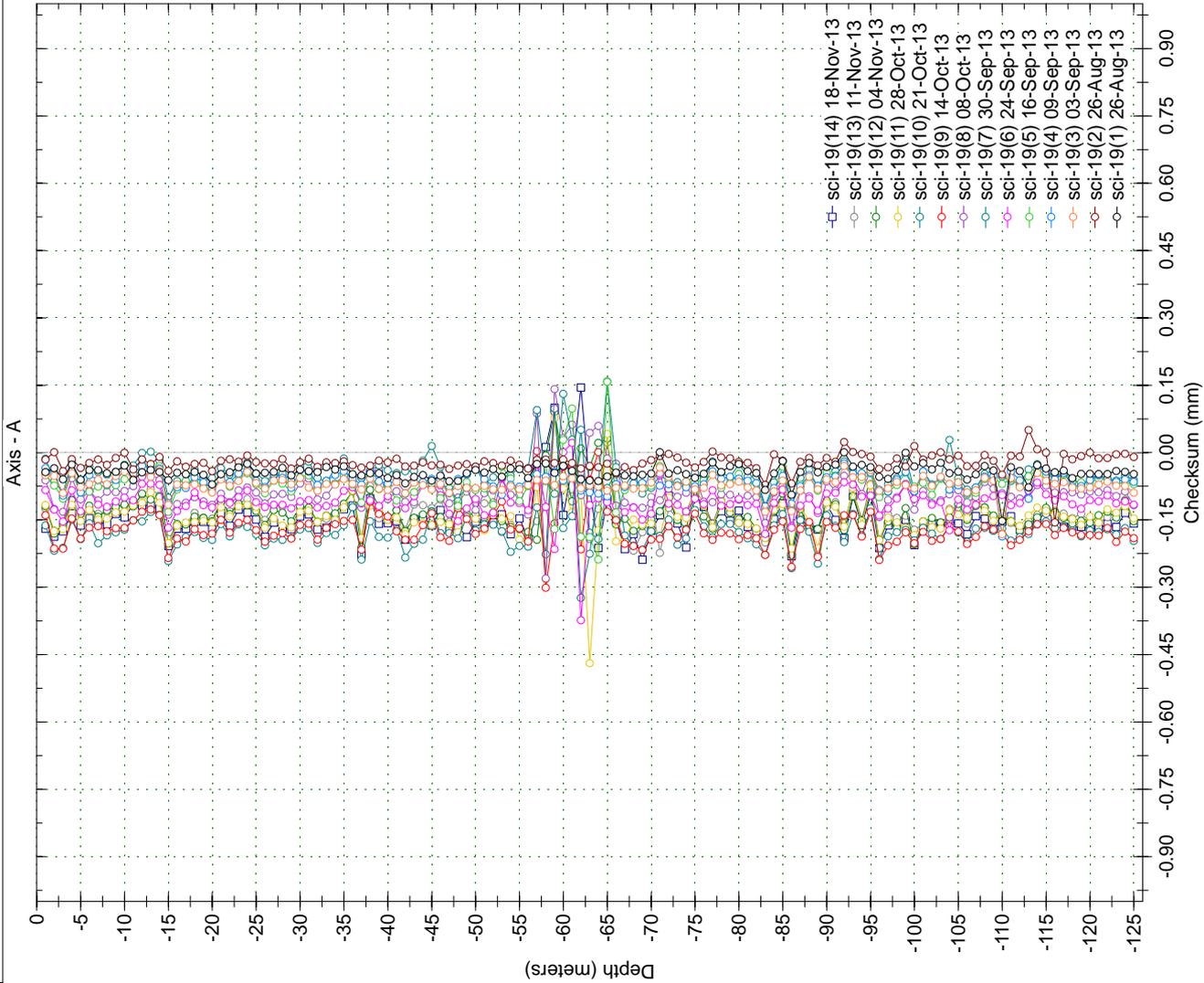
Borehole : sci 19
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 125.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 26 16:54
Applied Azimuth : 0.0 degrees



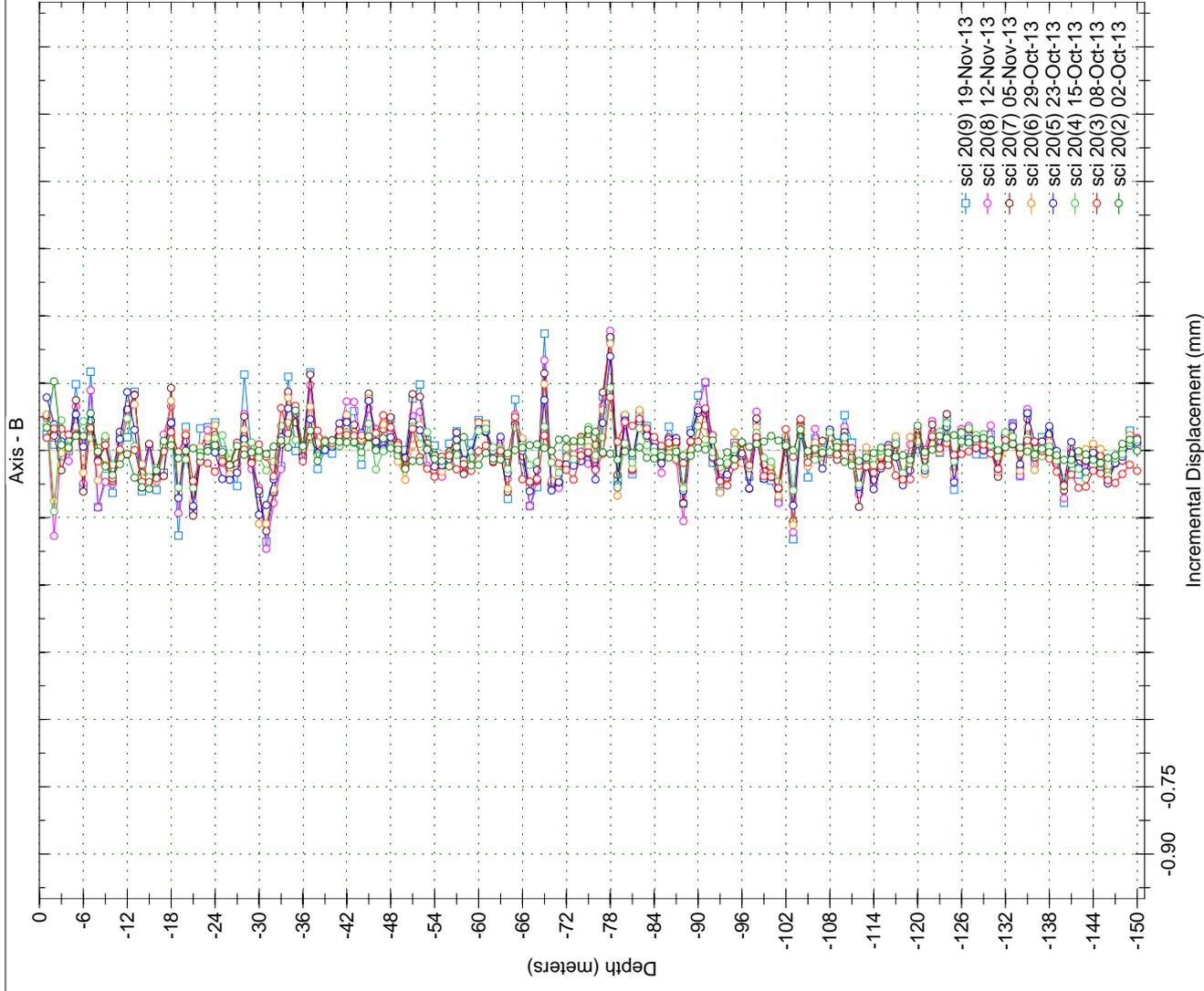
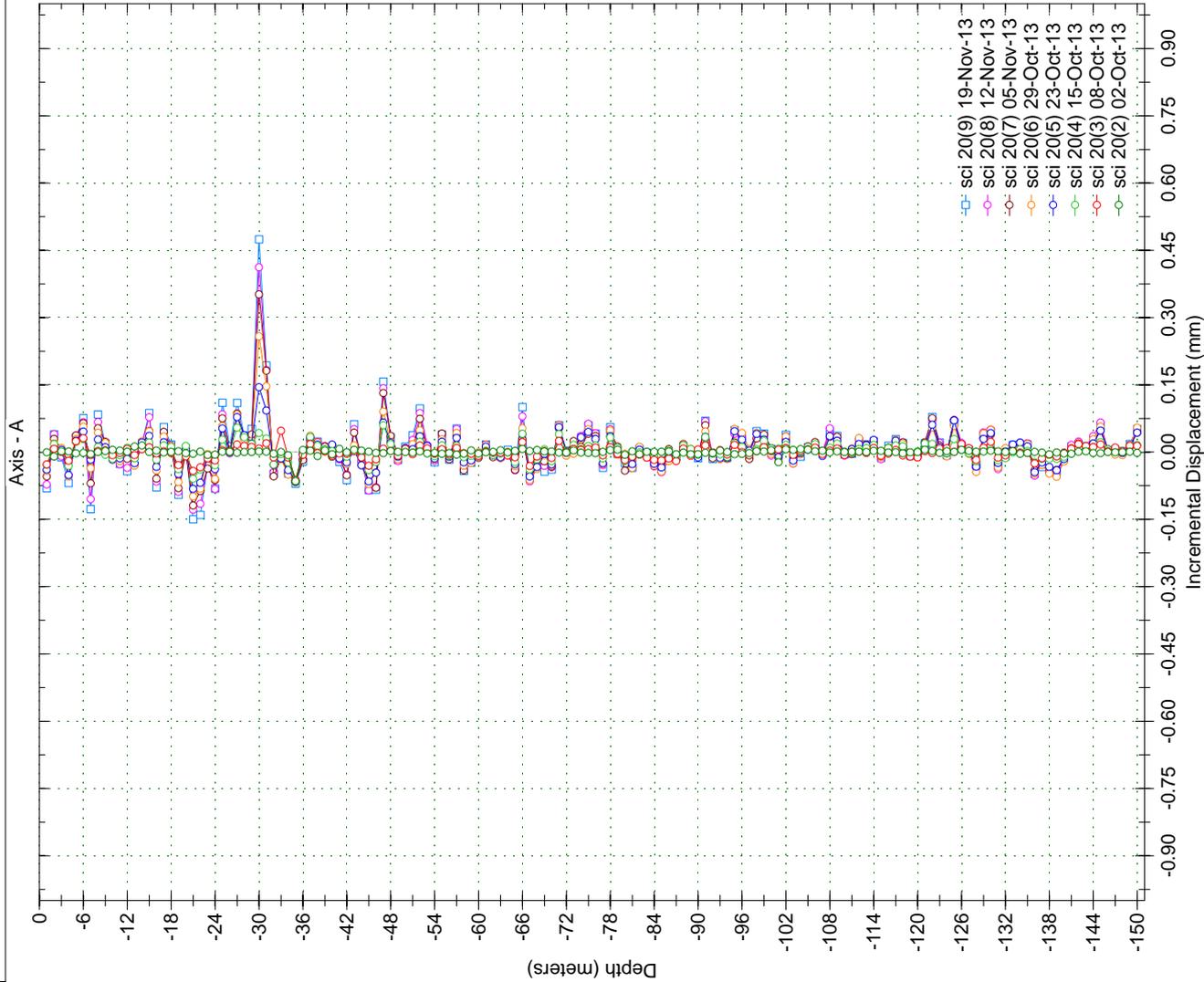
Borehole : sci 19
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 125.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 26 16:54
Applied Azimuth : 0.0 degrees



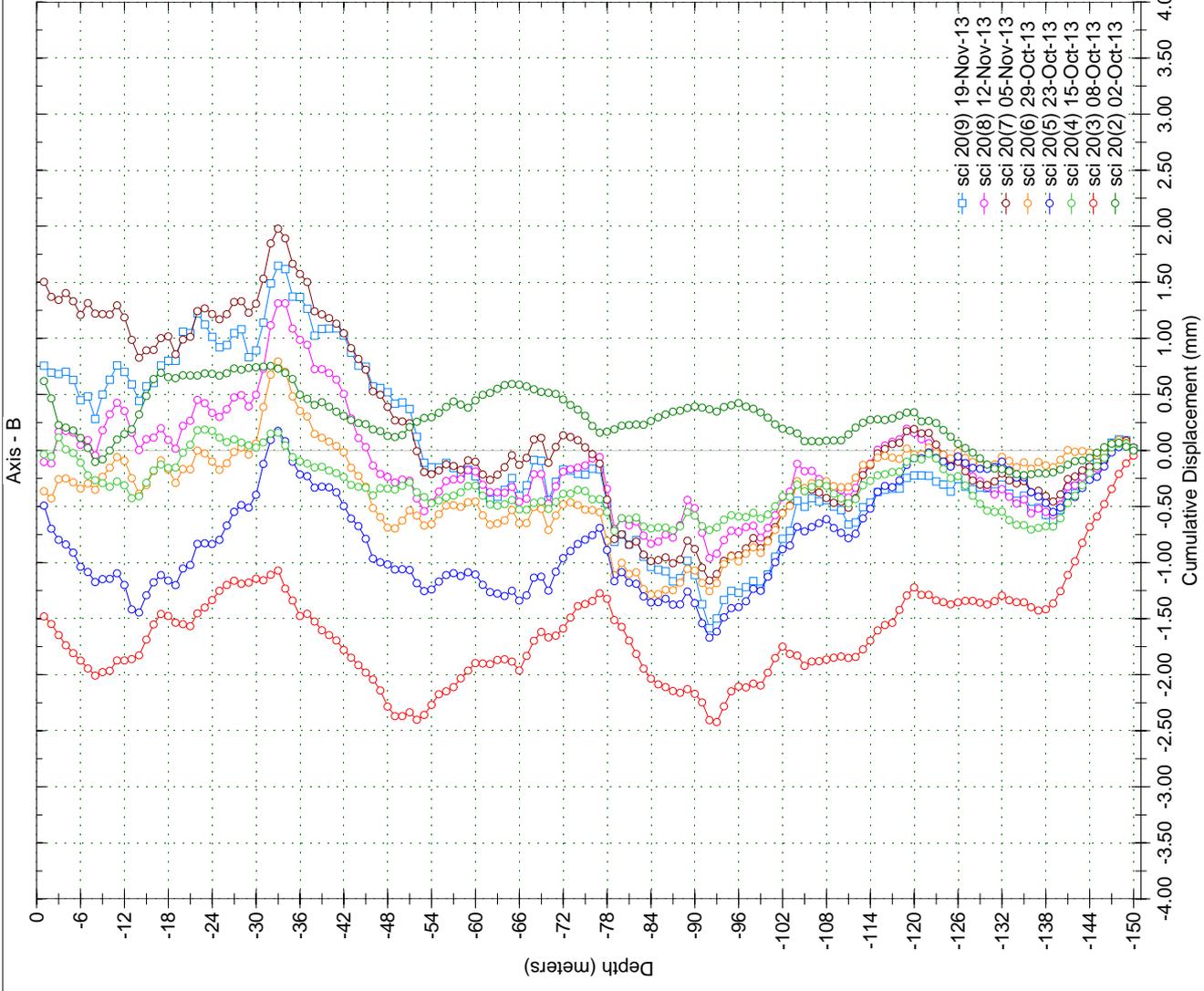
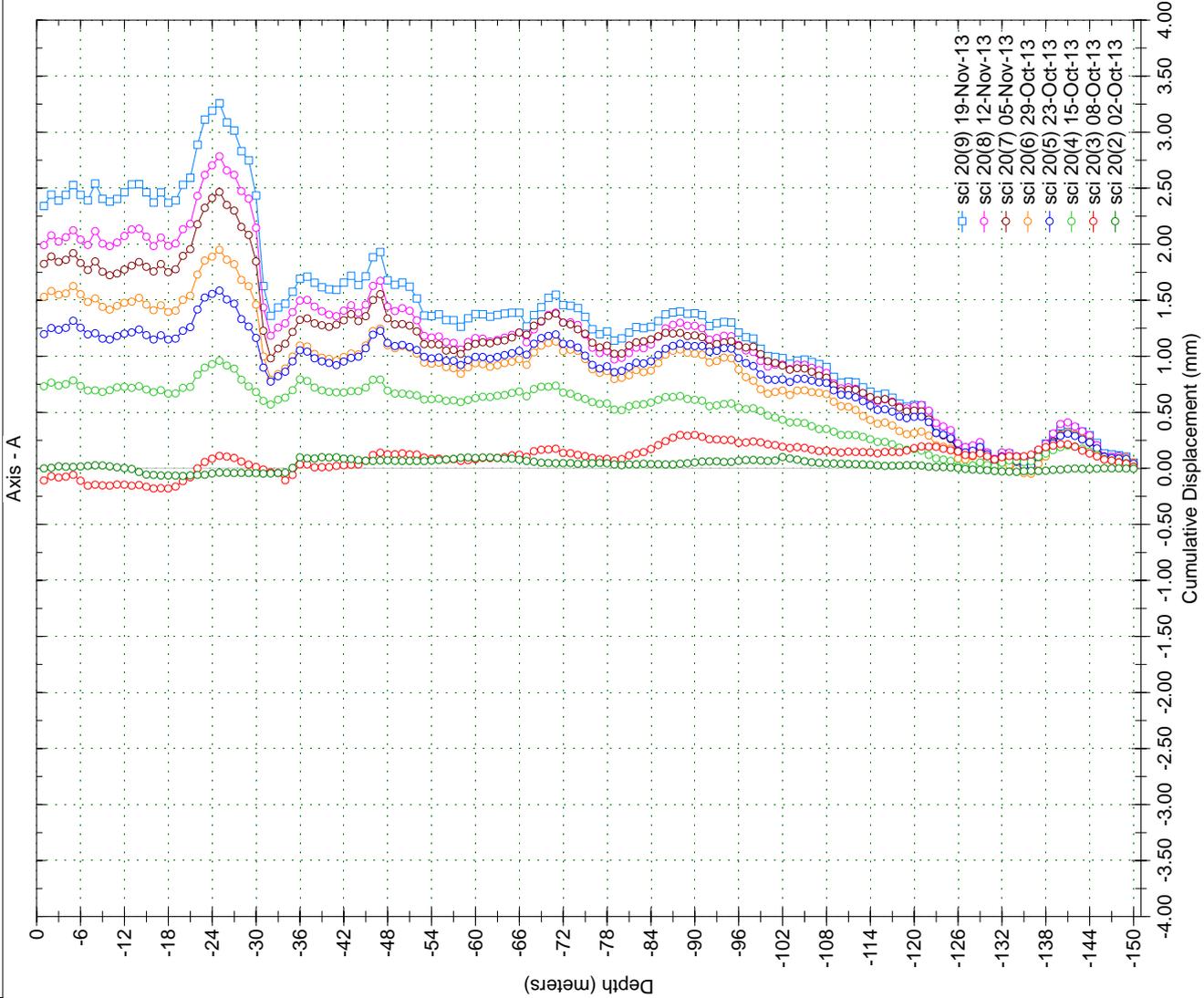
Borehole : sci 20
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 150.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Oct 02 10:41
Applied Azimuth : 0.0 degrees



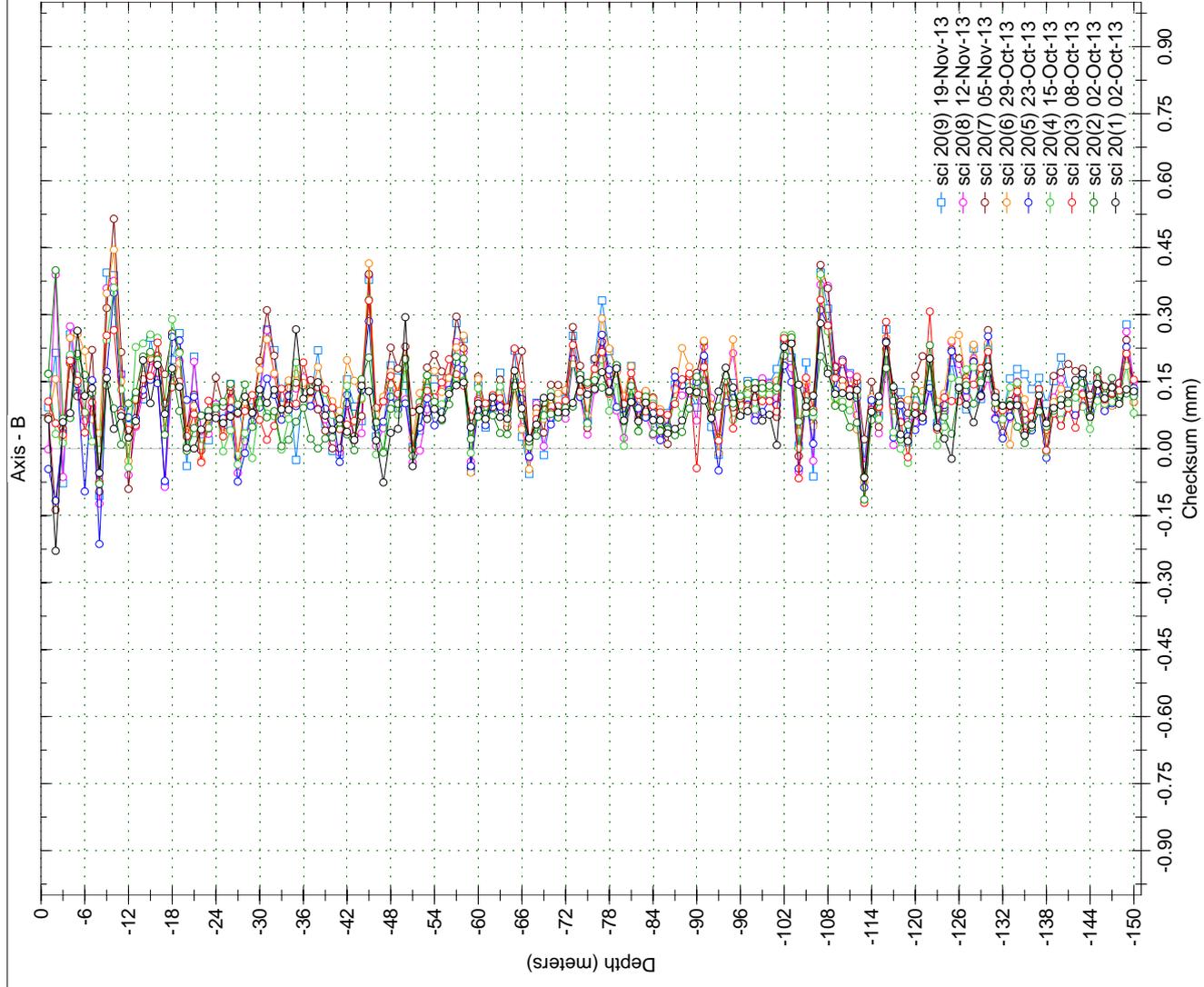
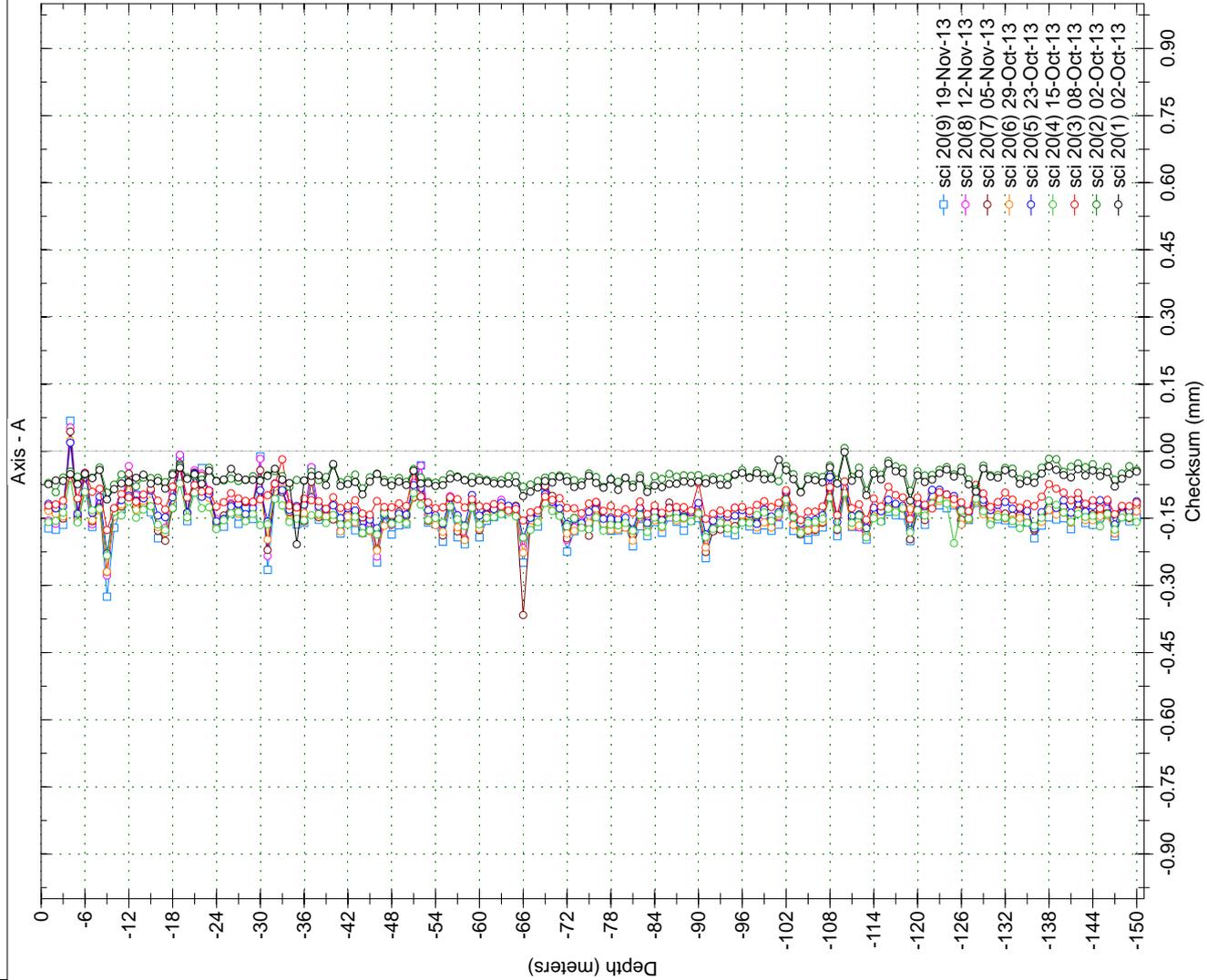
Borehole : sci 20
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 150.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Oct 02 10:41
Applied Azimuth : 0.0 degrees



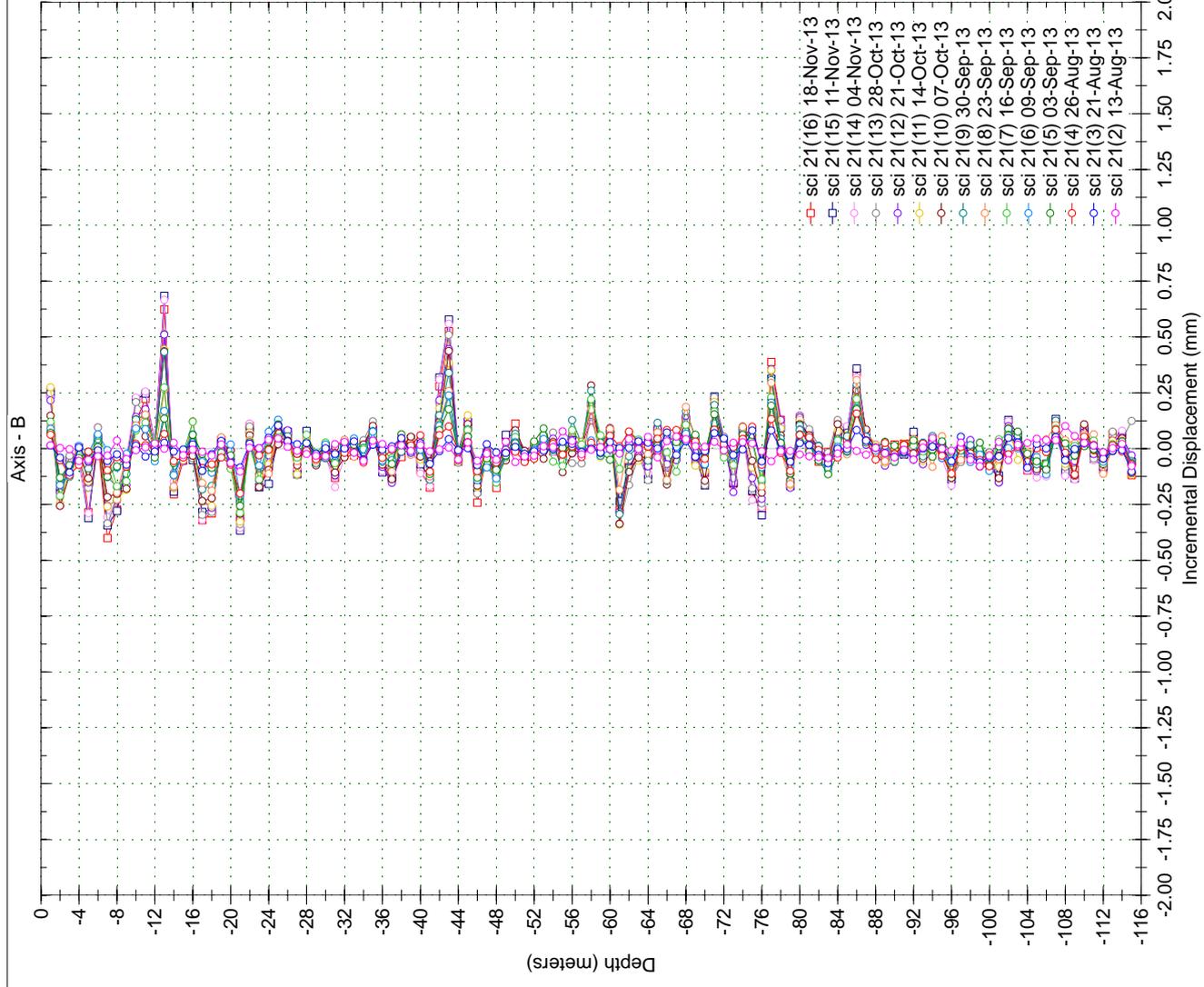
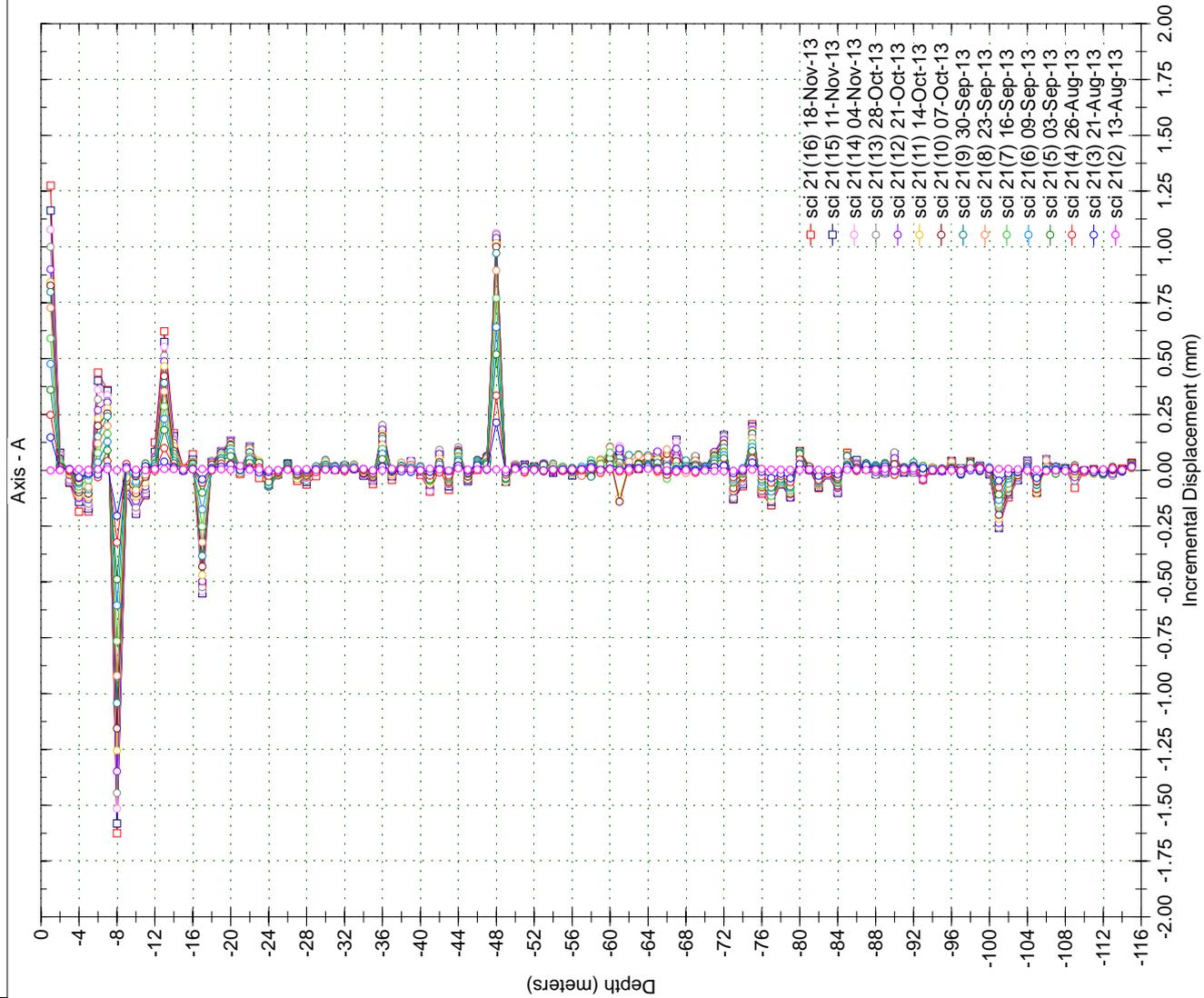
Borehole : sci 20
Project : Default Site
Location : YESA - Margen dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 150.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Oct 02 10:41
Applied Azimuth : 0.0 degrees



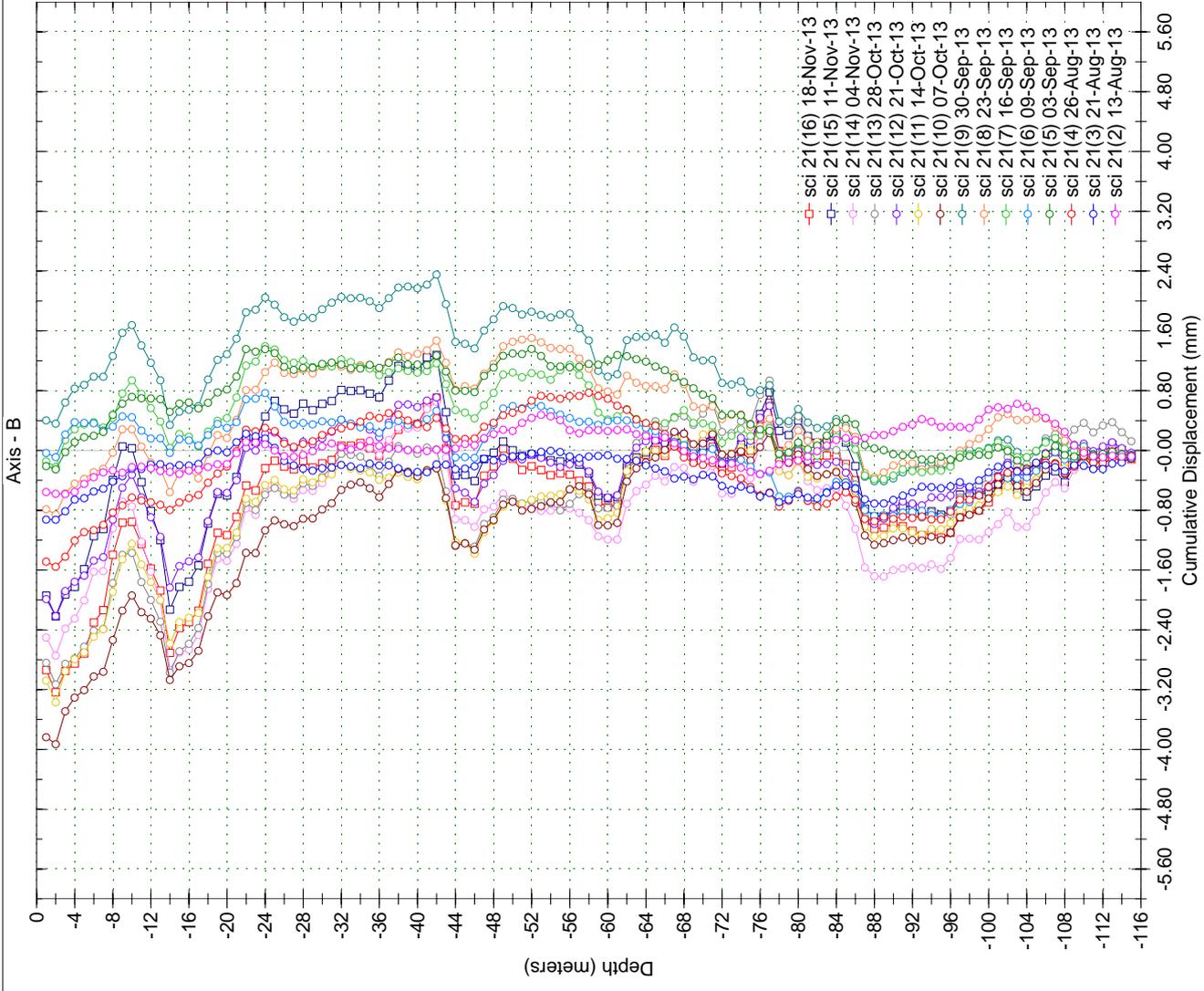
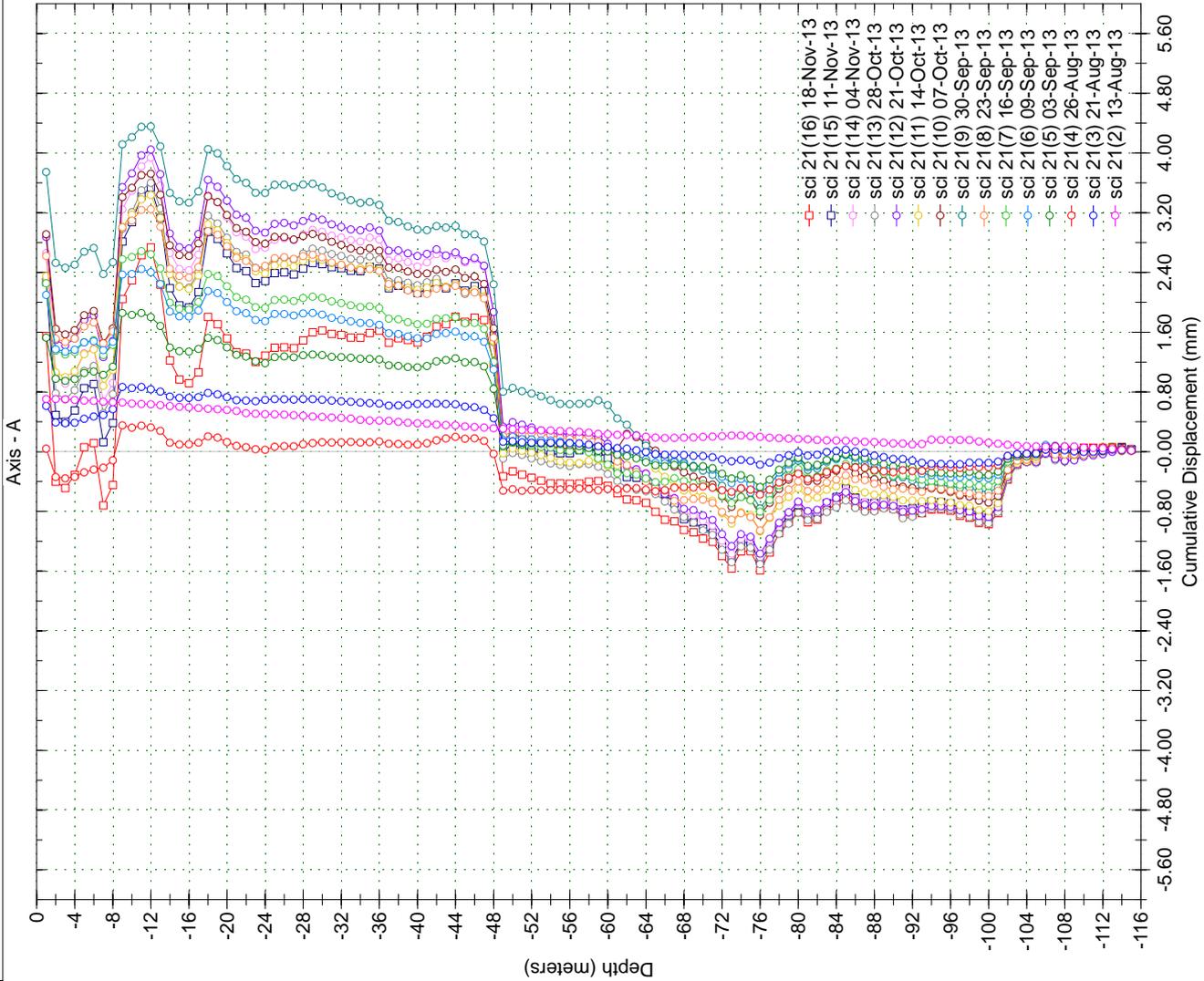
Borehole : sci 21
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 115.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 13 11:01
Applied Azimuth : 0.0 degrees

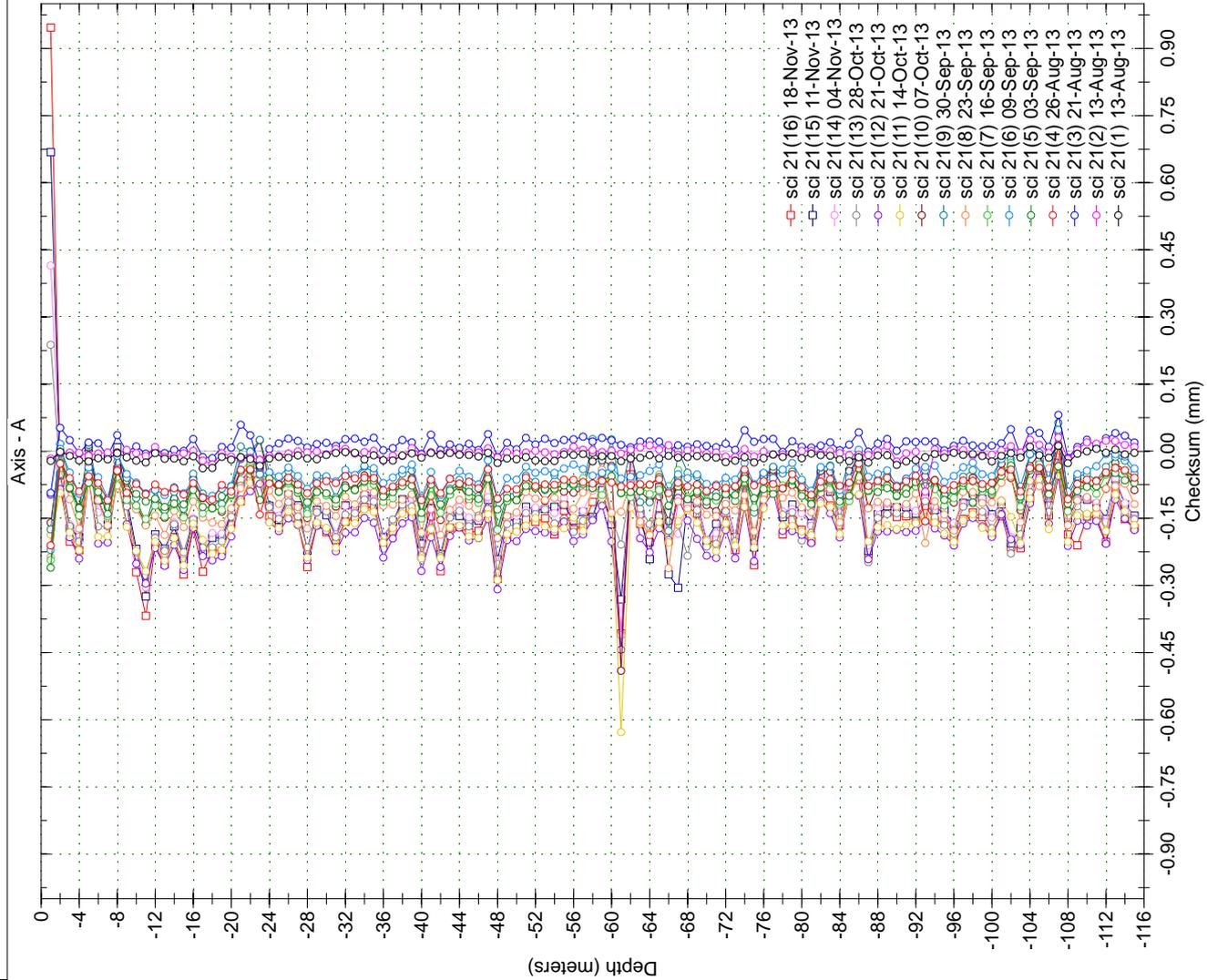


Borehole : sci 21
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

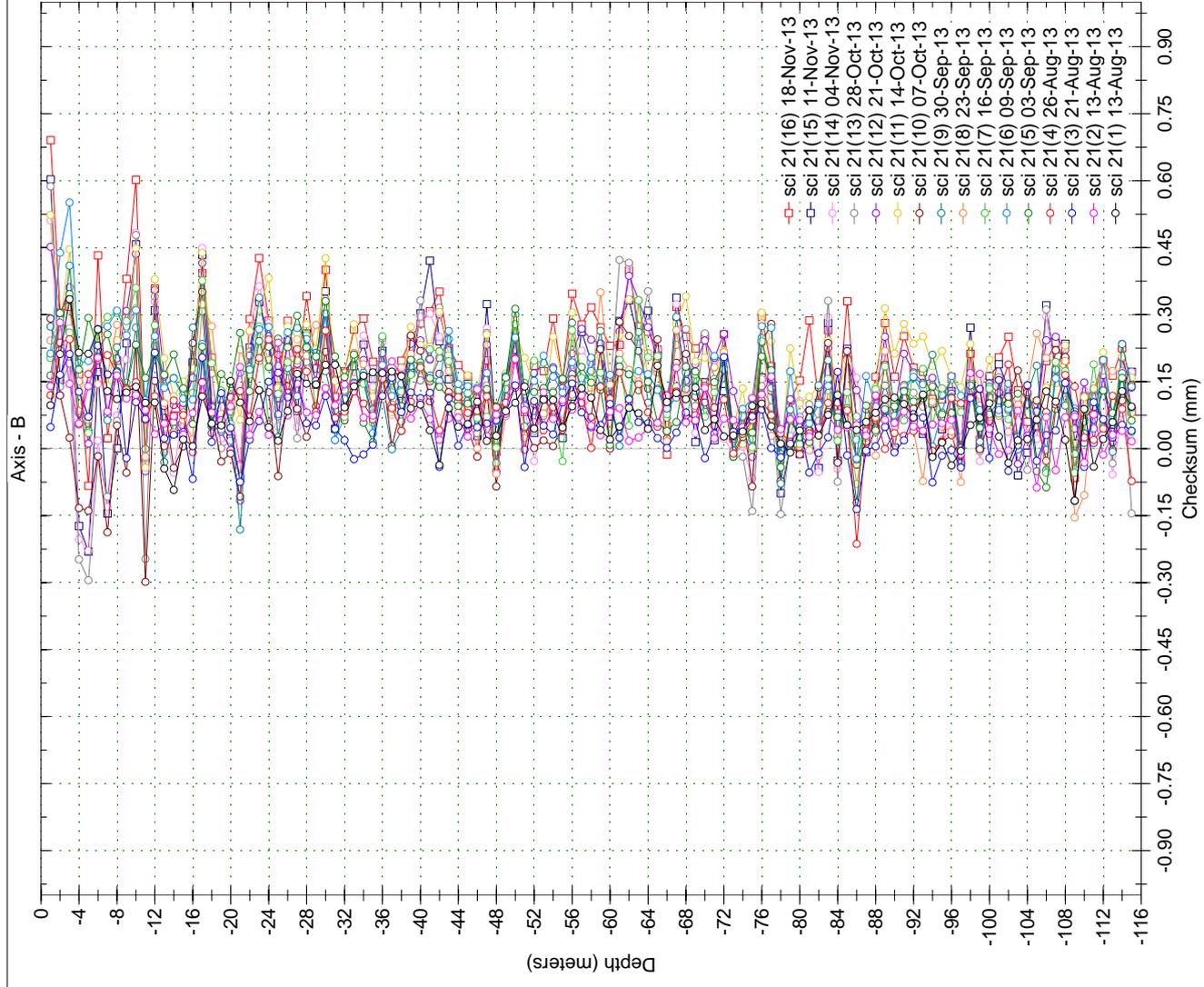
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 115.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 13 11:01
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : sci 21
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

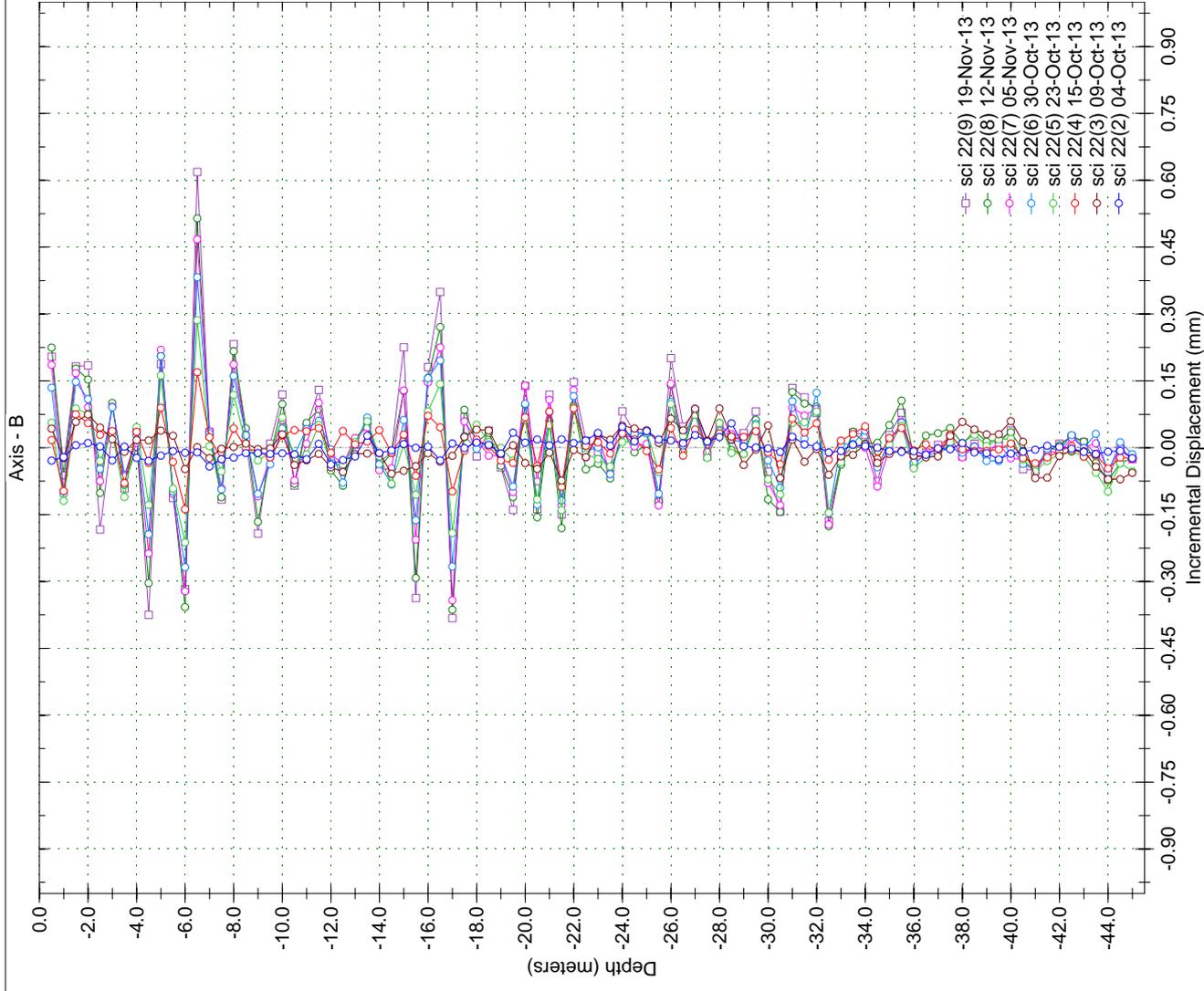
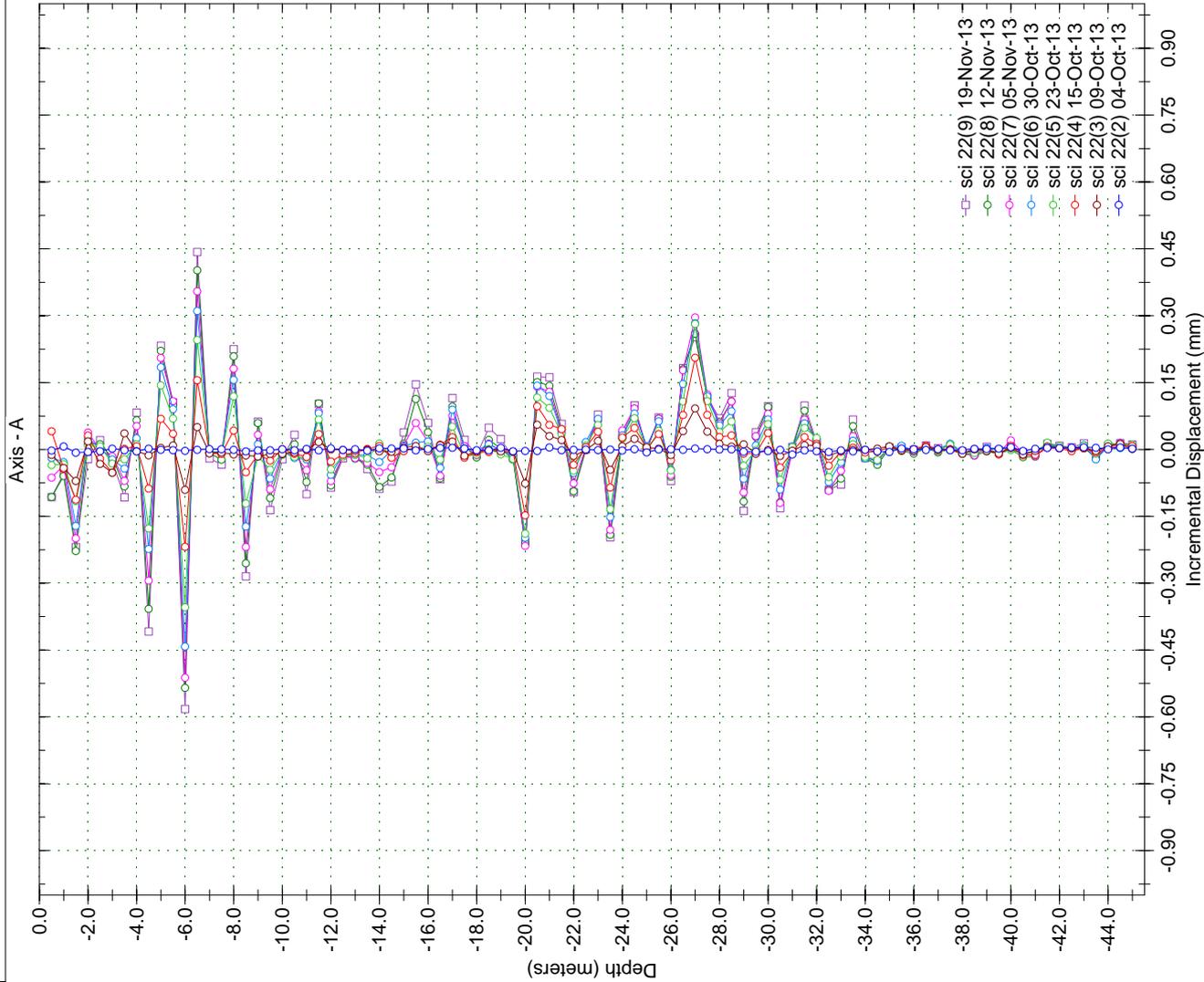


Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 115.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 13 11:01
Applied Azimuth : 0.0 degrees



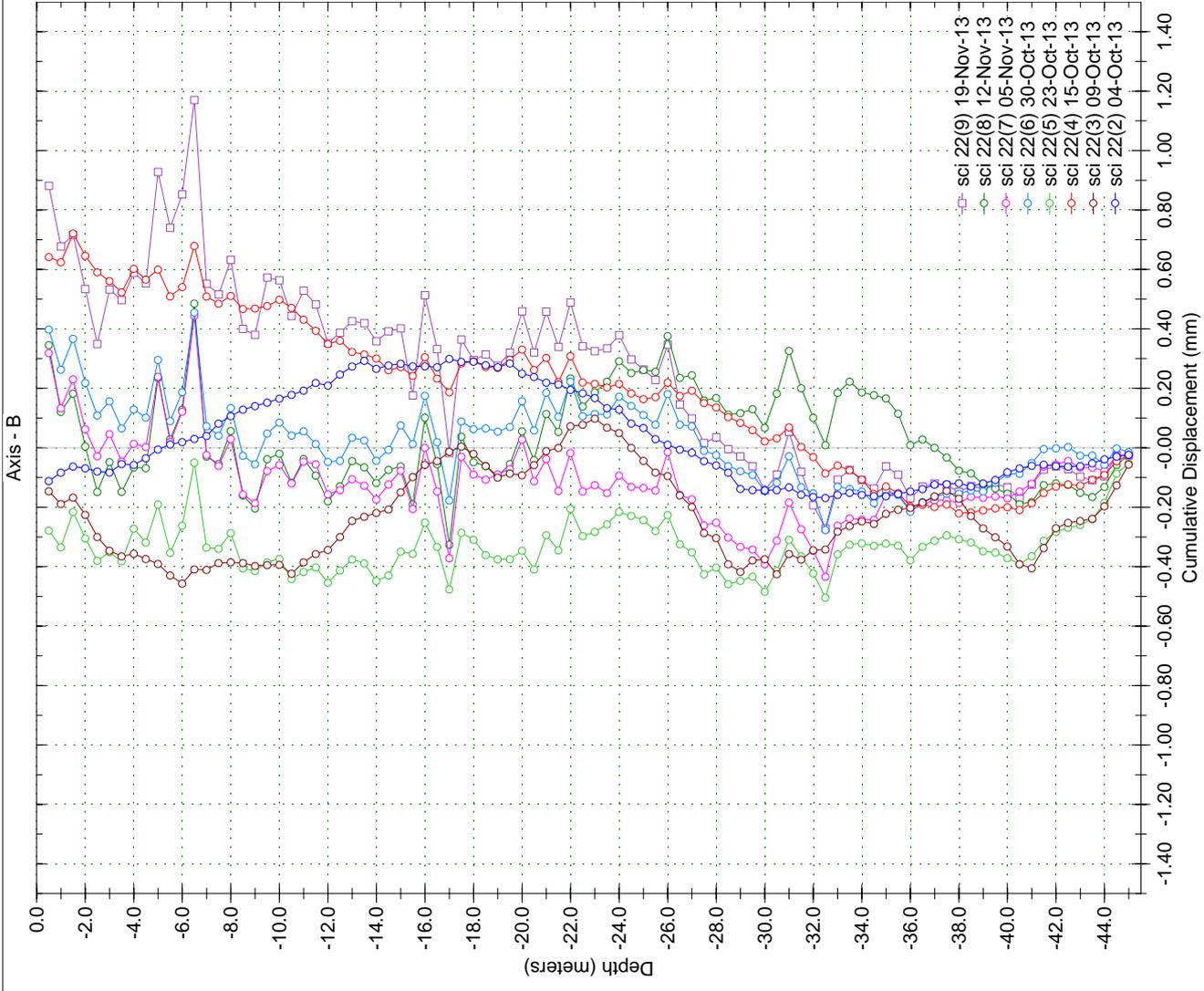
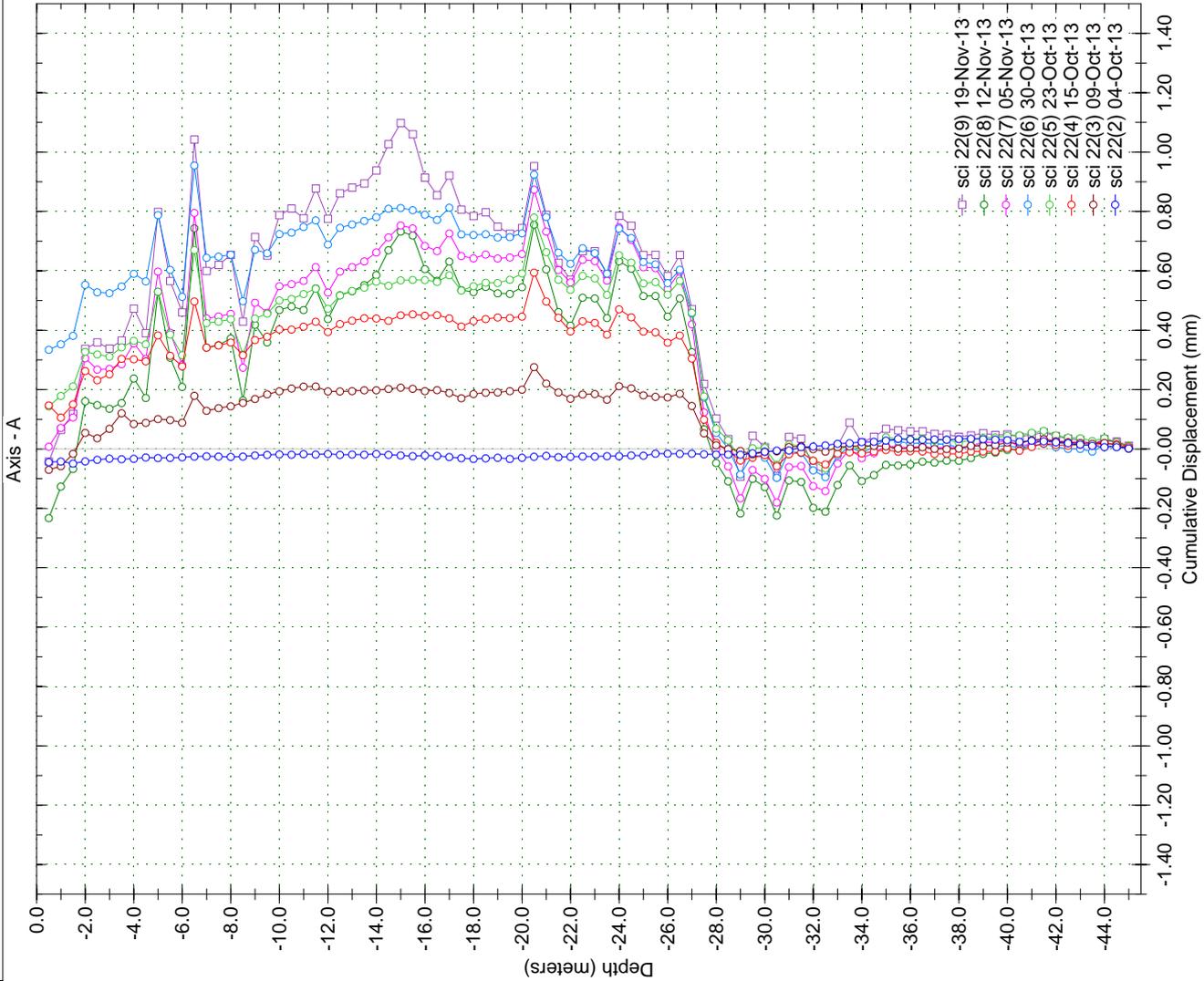
Borehole : sci 22
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 45.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Oct 04 10:49
Applied Azimuth : 0.0 degrees



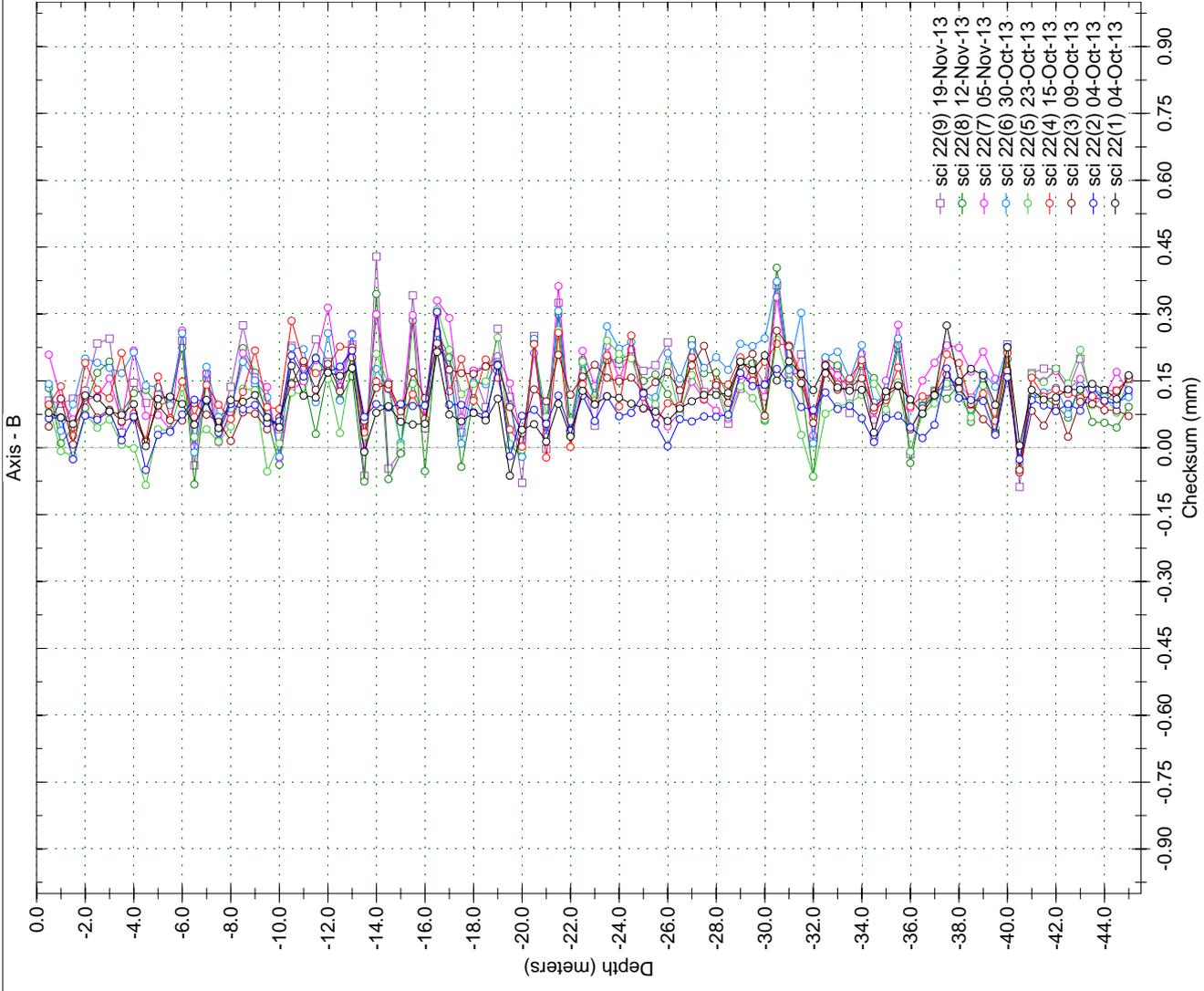
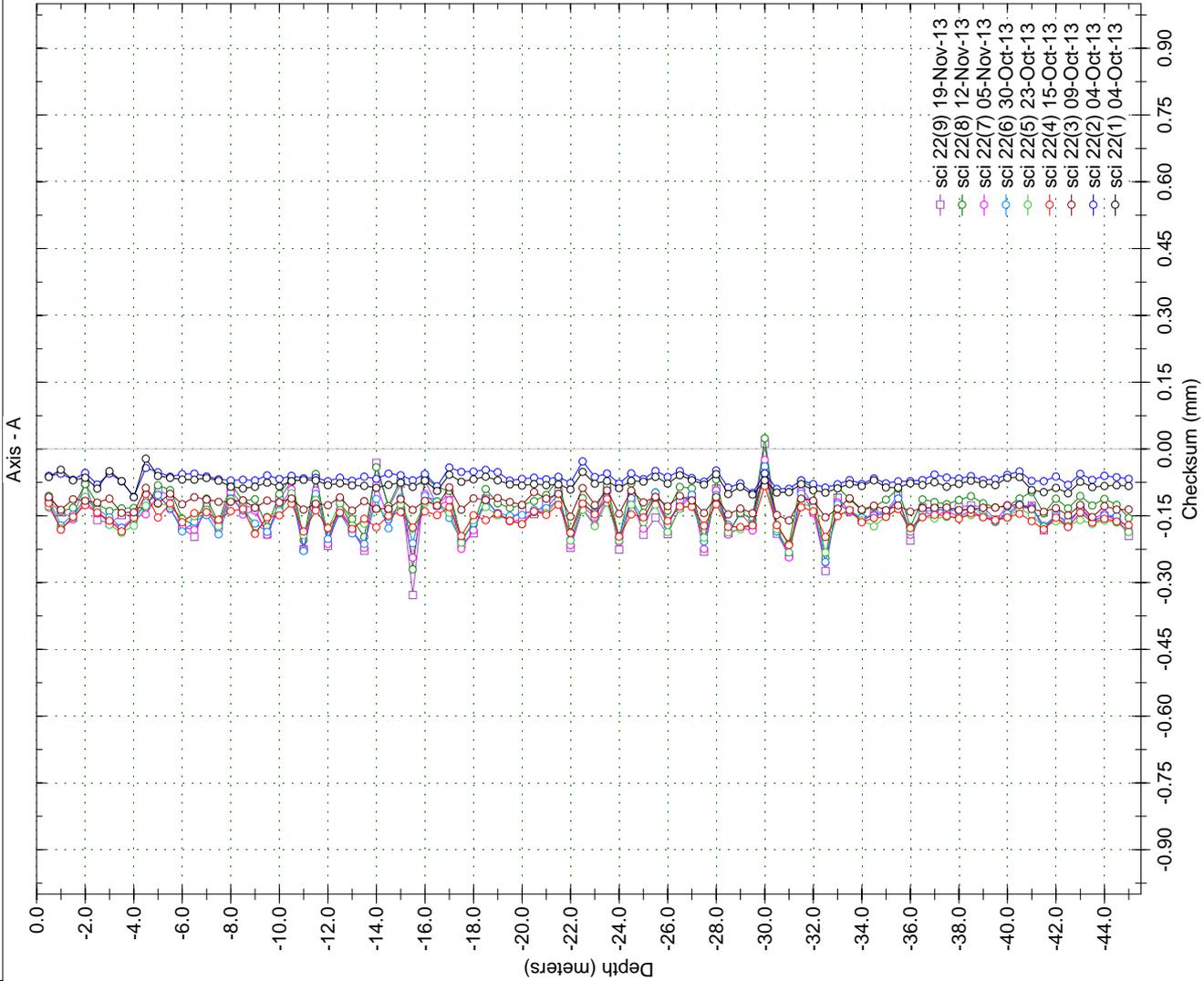
Borehole : sci 22
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 45.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Oct 04 10:49
Applied Azimuth : 0.0 degrees



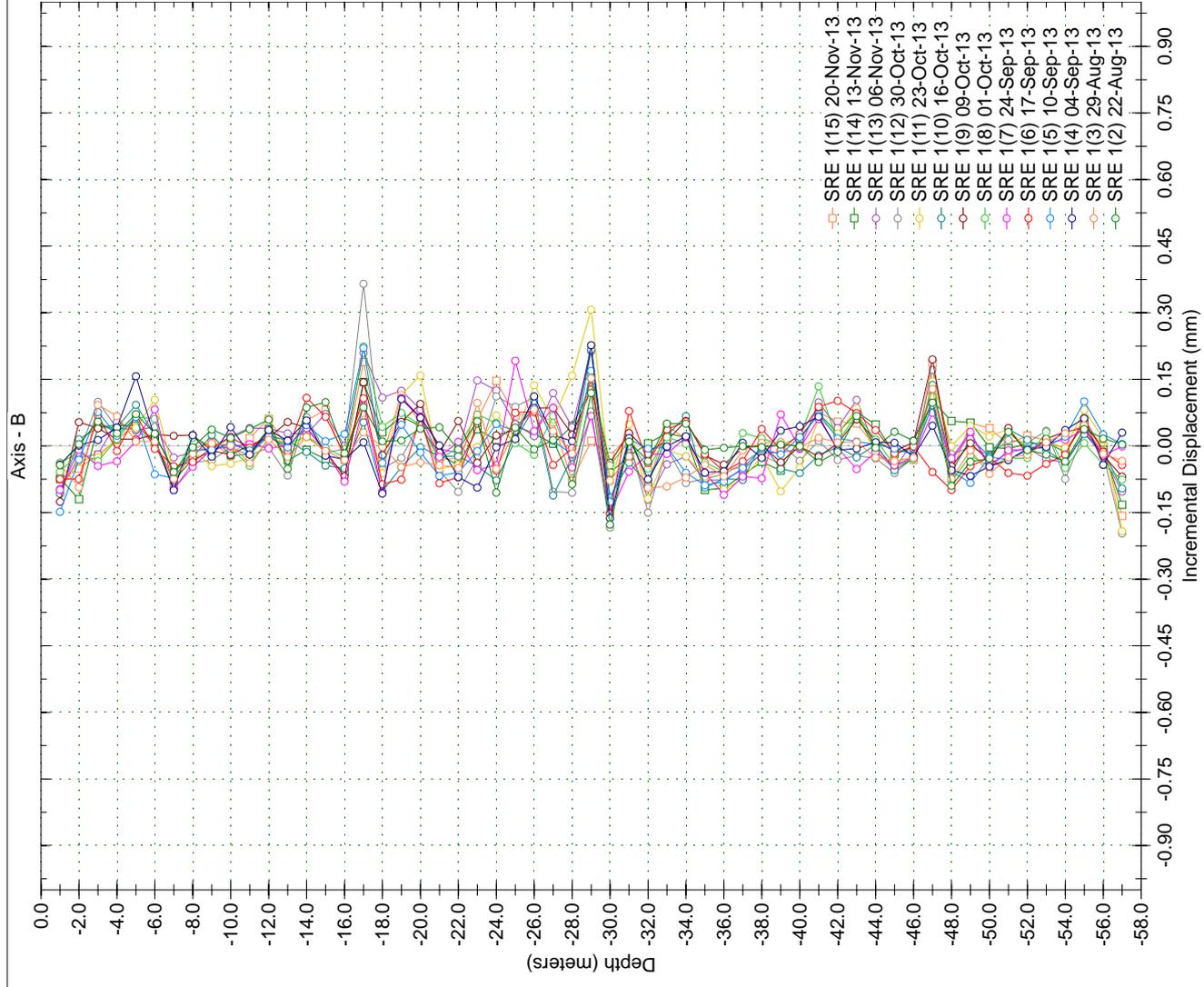
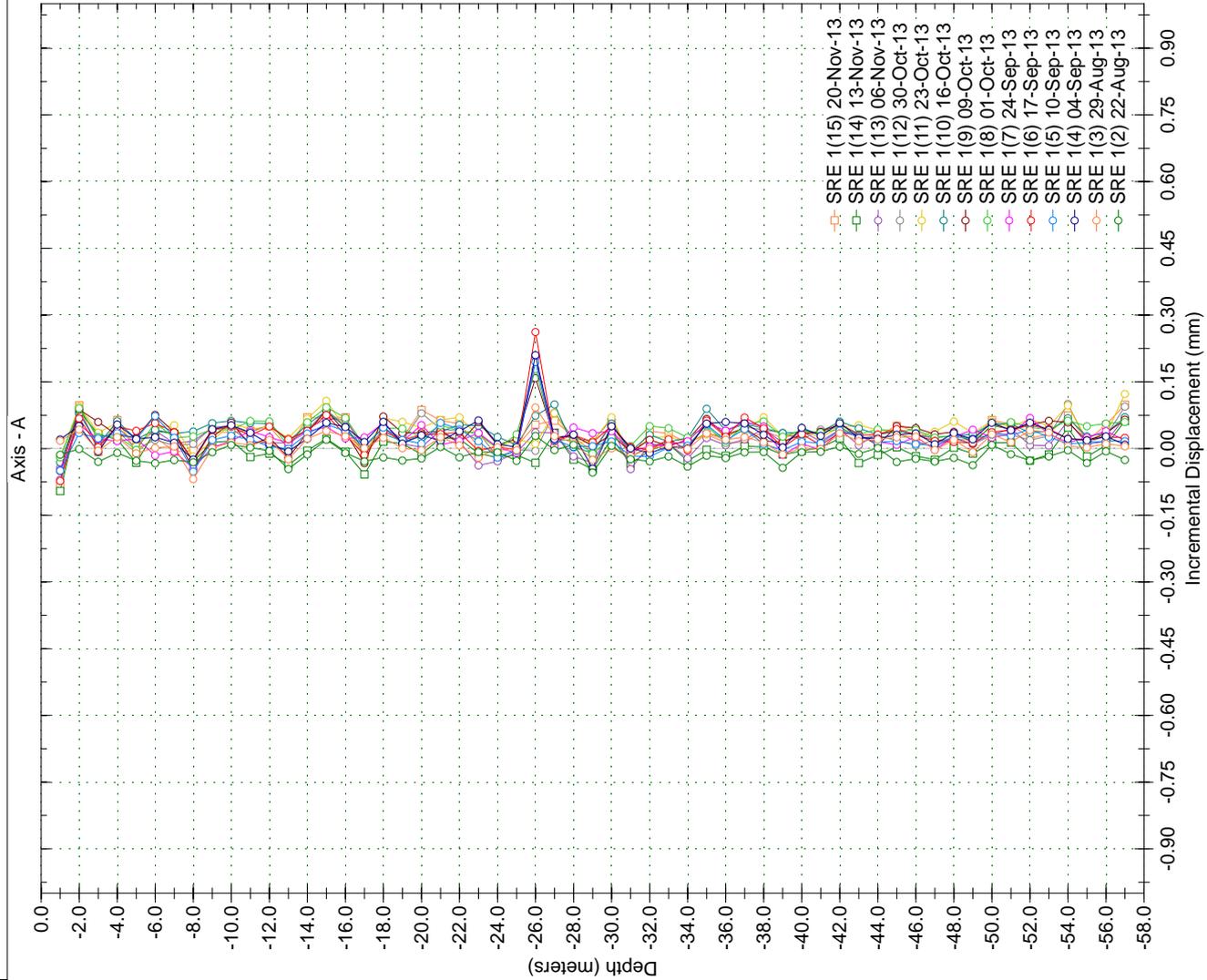
Borehole : sci 22
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Inclanalysis v. 2.44.3
Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 45.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Oct 04 10:49
Applied Azimuth : 0.0 degrees



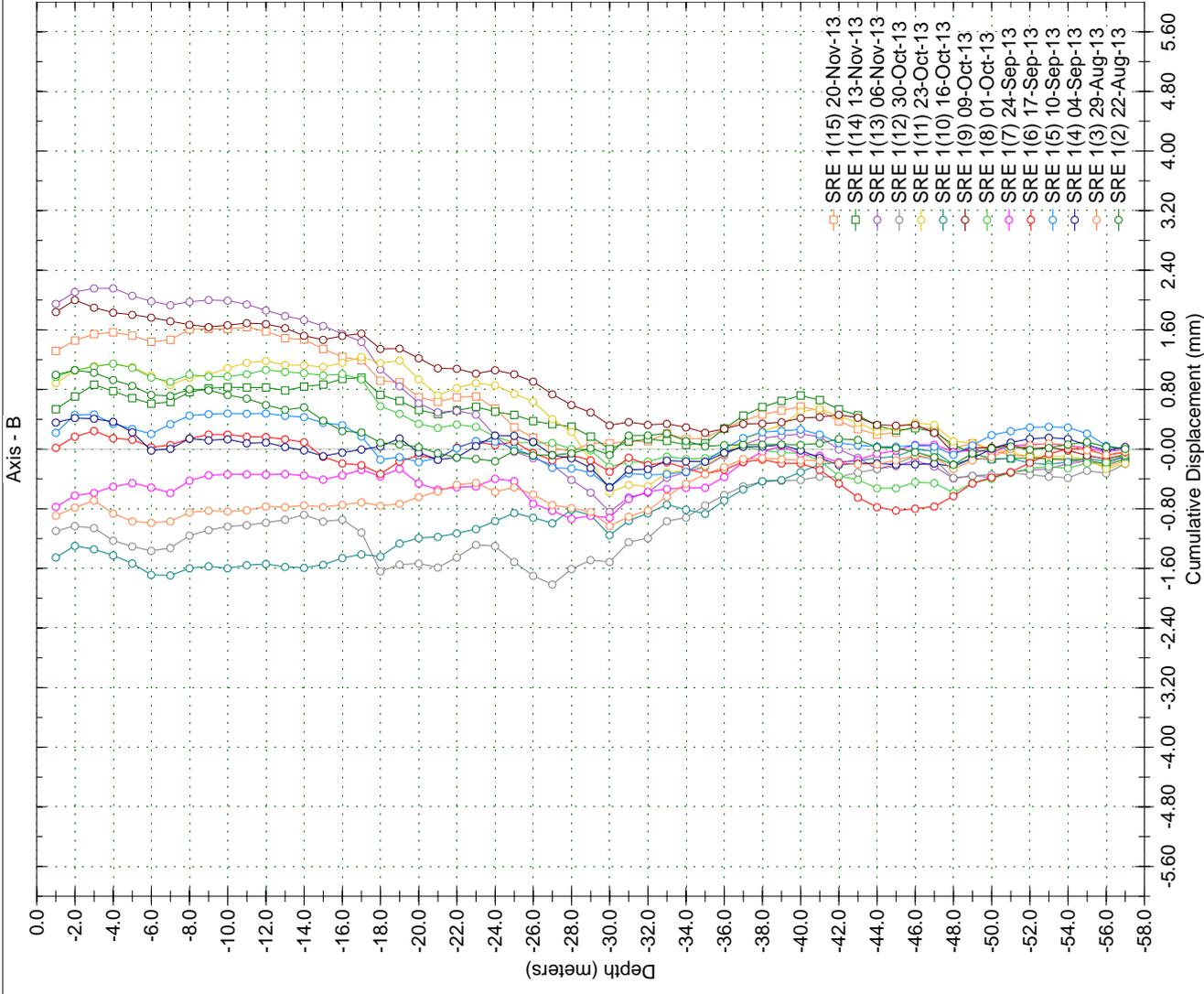
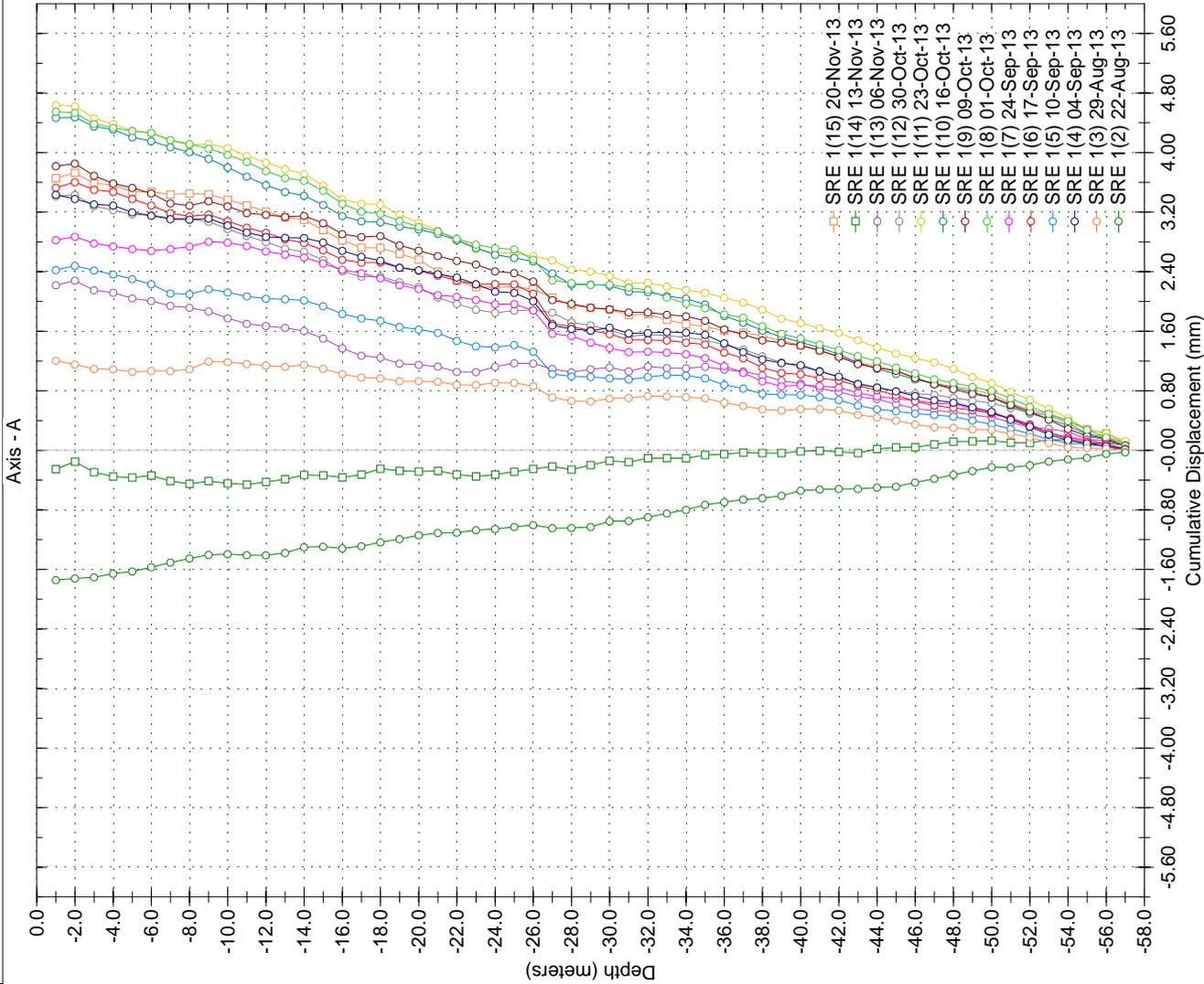
Borehole : SRE
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 57.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 22 10:29
Applied Azimuth : 0.0 degrees



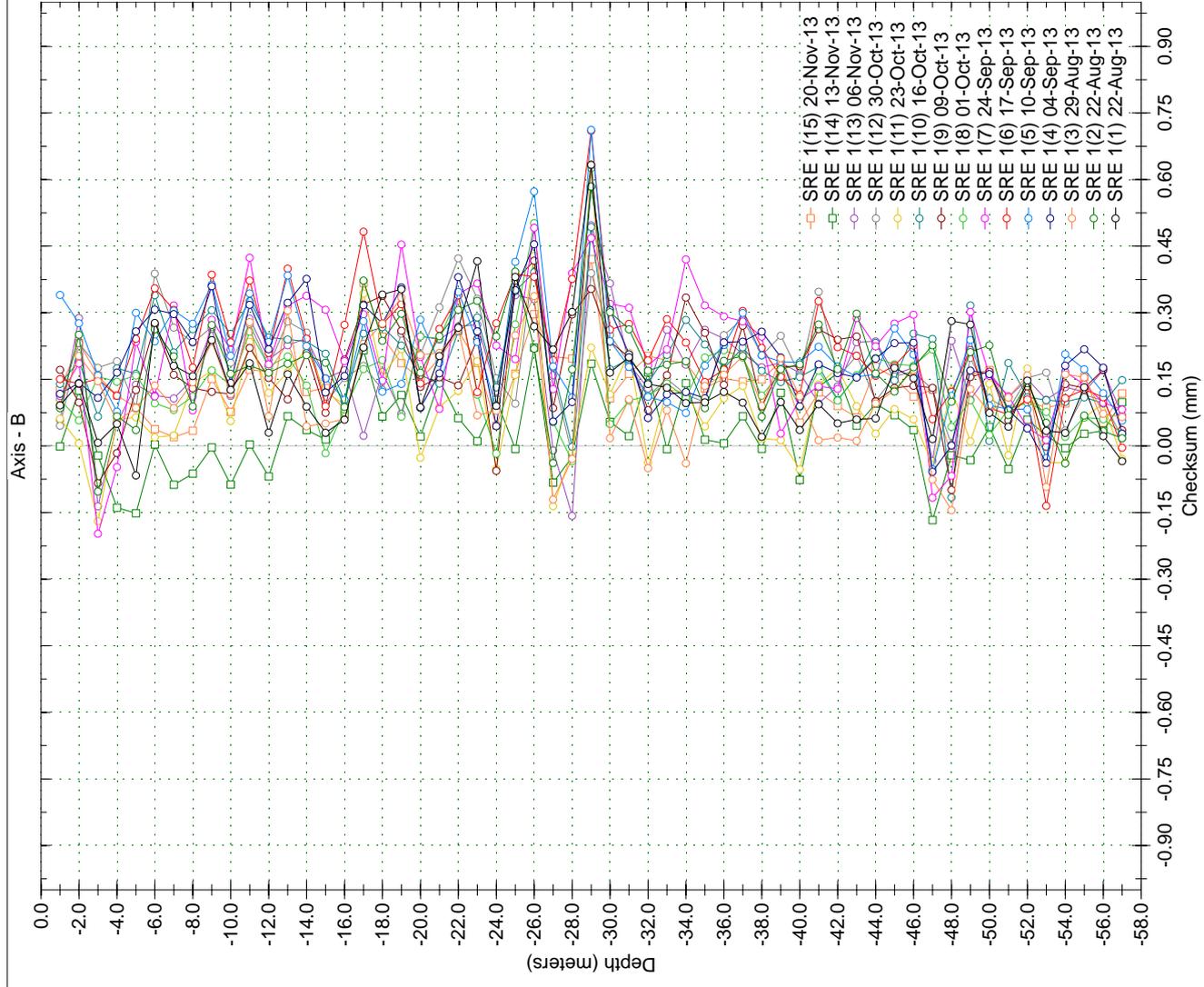
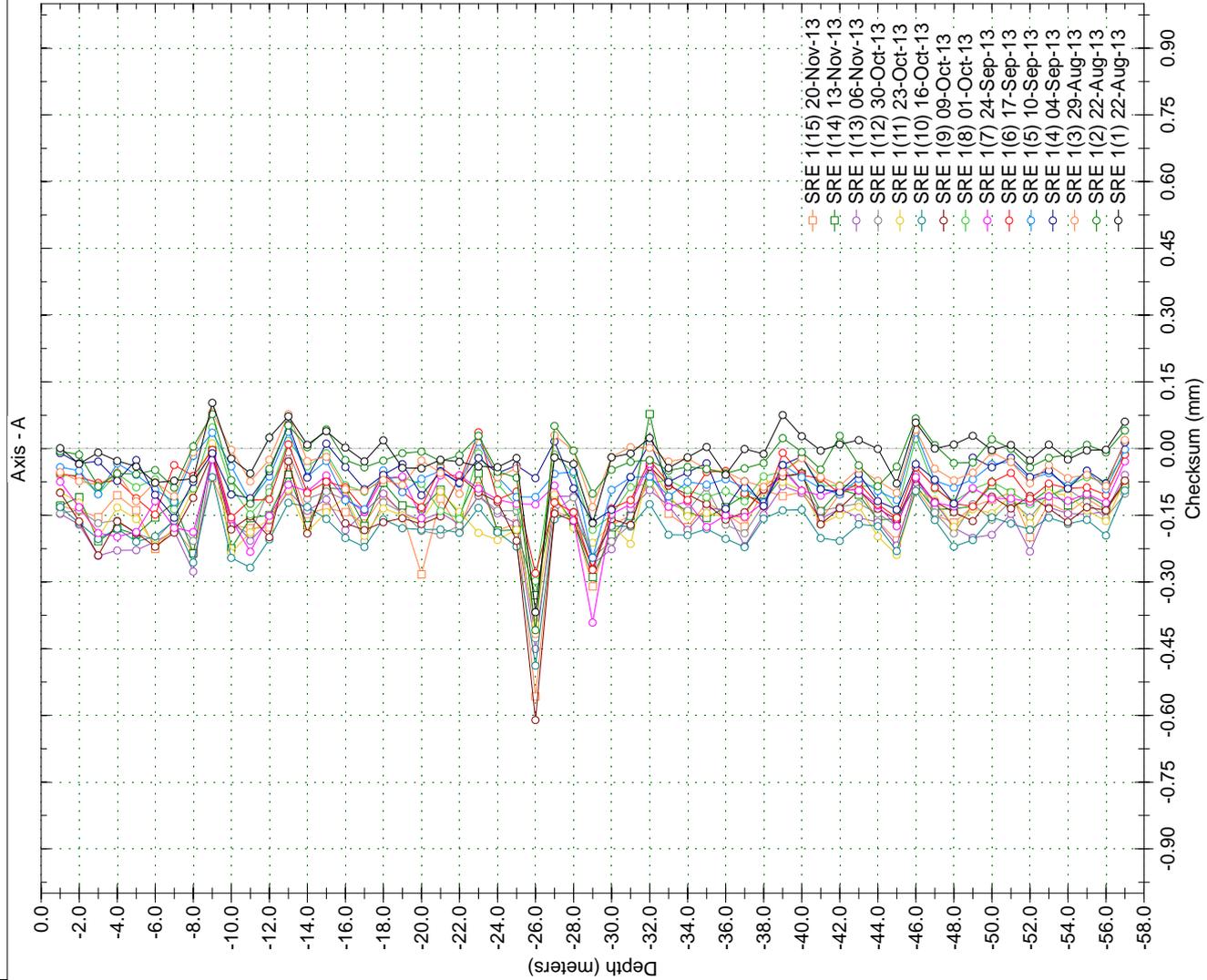
Borehole : SRE
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 57.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 22 10:29
Applied Azimuth : 0.0 degrees



Borehole : SRE
Project : Default Site
Location : YESA - Margen Dcha
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 57.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2013 Aug 22 10:29
Applied Azimuth : 0.0 degrees



4.3. APÉNDICE 3. SALIDAS GRÁFICAS GIS

Límites del deslizamiento

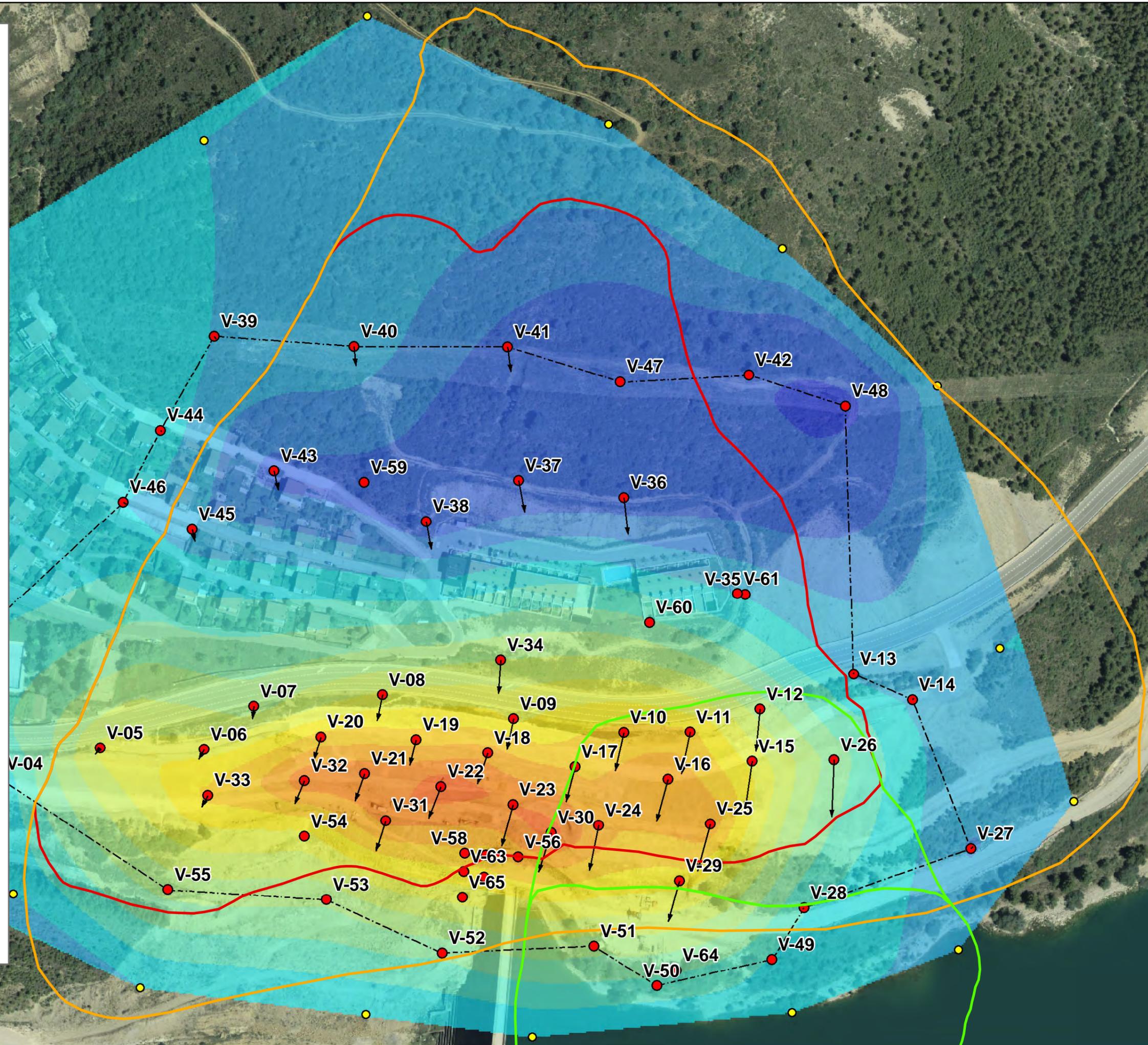
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. X (m) 25/4/2013

- 0,048 - -0,044
- 0,044 - -0,04
- 0,04 - -0,036
- 0,036 - -0,032
- 0,032 - -0,028
- 0,028 - -0,024
- 0,024 - -0,02
- 0,02 - -0,016
- 0,016 - -0,012
- 0,012 - -0,008
- 0,008 - -0,004
- 0,004 - 0
- 0 - 0,004
- 0,004 - 0,008
- 0,008 - 0,016
- 0,016 - 0,02
- 0,02 - 0,024



Límites del deslizamiento

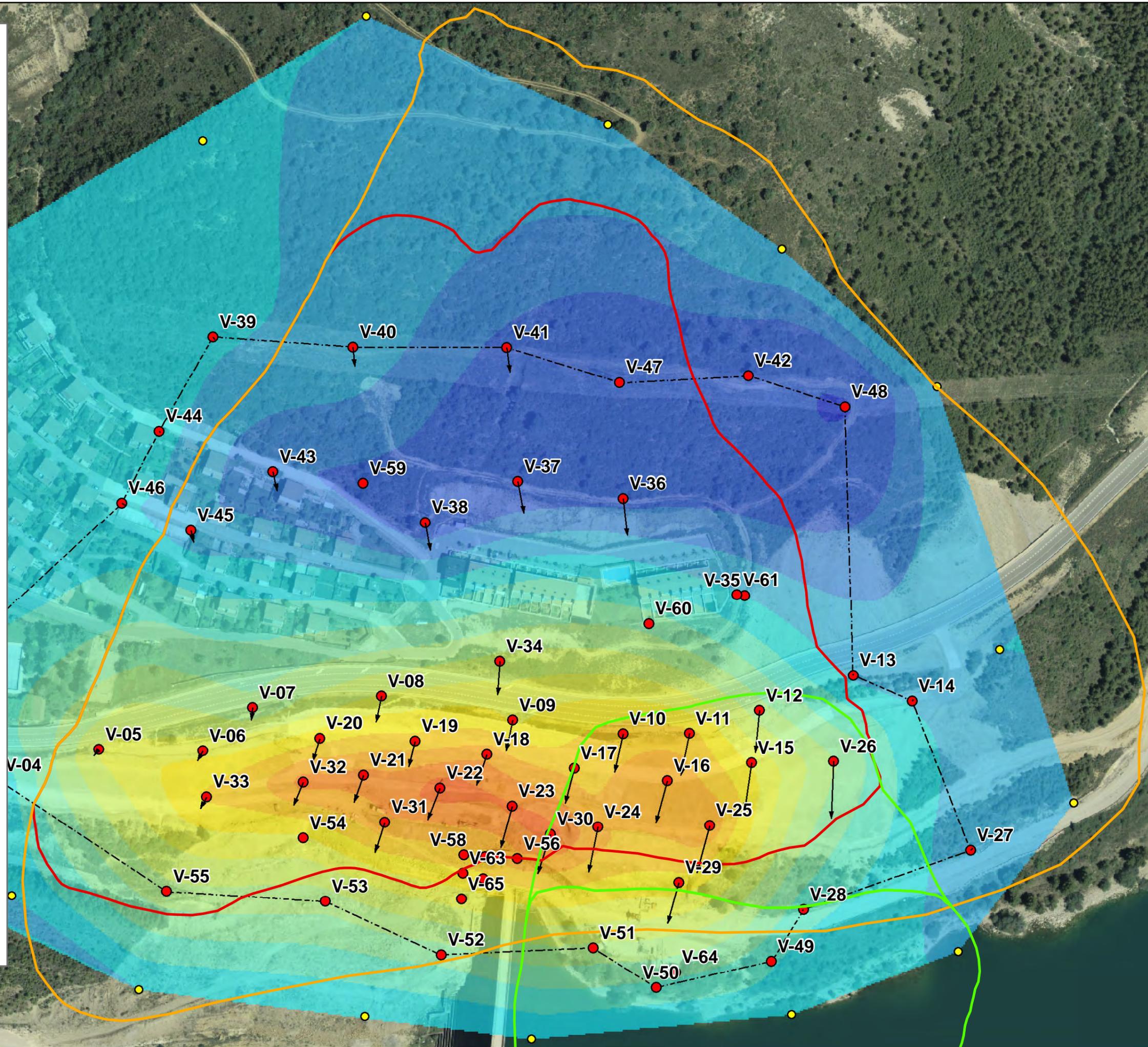
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. X (m) 31/5/2013

- 0,048 - -0,044
- 0,044 - -0,04
- 0,04 - -0,036
- 0,036 - -0,032
- 0,032 - -0,028
- 0,028 - -0,024
- 0,024 - -0,02
- 0,02 - -0,016
- 0,016 - -0,012
- 0,012 - -0,008
- 0,008 - -0,004
- 0,004 - 0
- 0 - 0,004
- 0,004 - 0,008
- 0,008 - 0,016
- 0,016 - 0,02
- 0,02 - 0,024



Límites del deslizamiento

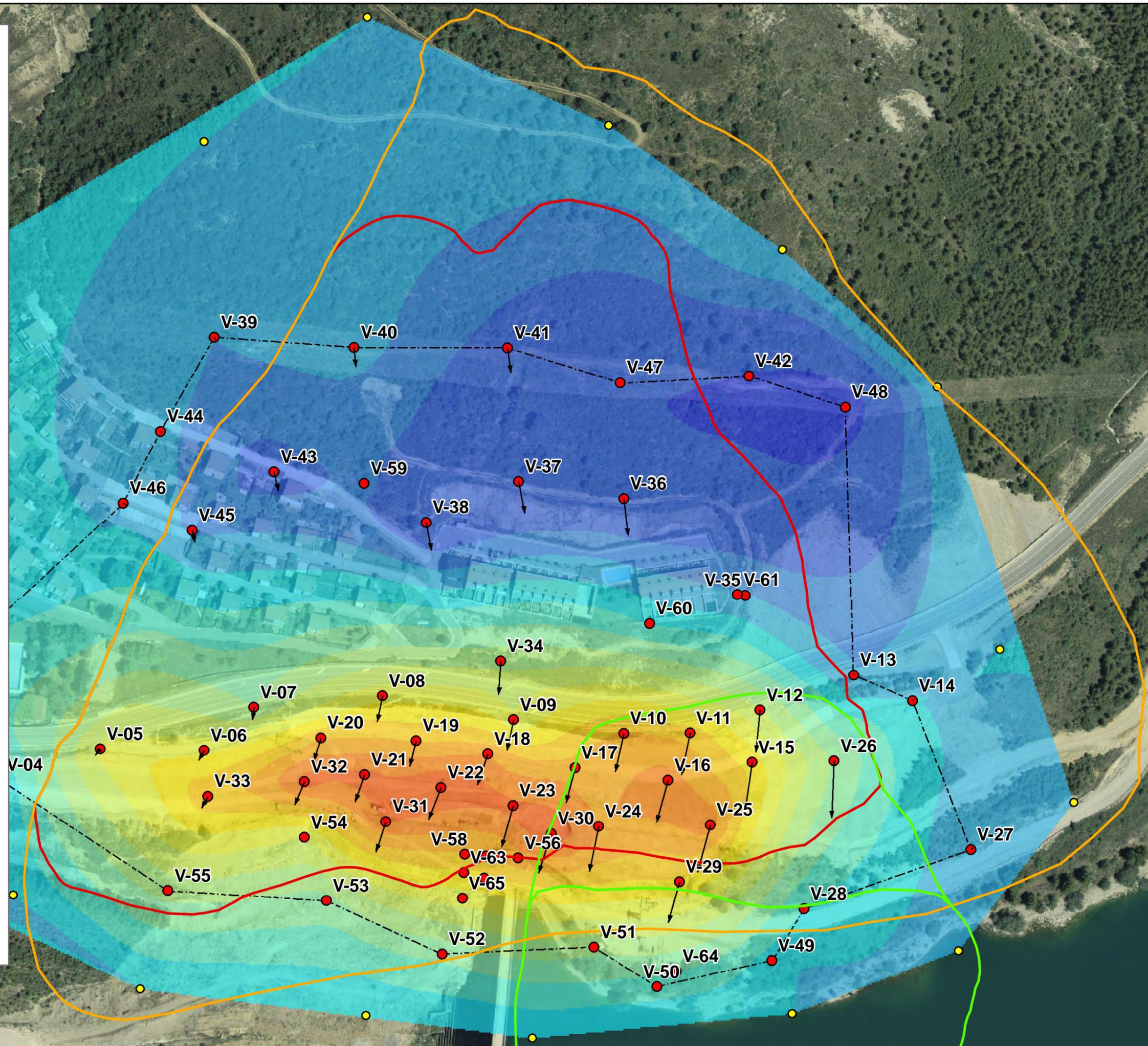
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. X (m) 16/7/2013

- 0,048 - -0,044
- 0,044 - -0,04
- 0,04 - -0,036
- 0,036 - -0,032
- 0,032 - -0,028
- 0,028 - -0,024
- 0,024 - -0,02
- 0,02 - -0,016
- 0,016 - -0,012
- 0,012 - -0,008
- 0,008 - -0,004
- 0,004 - 0
- 0 - 0,004
- 0,004 - 0,008
- 0,008 - 0,016
- 0,016 - 0,02
- 0,02 - 0,024



Límites del deslizamiento

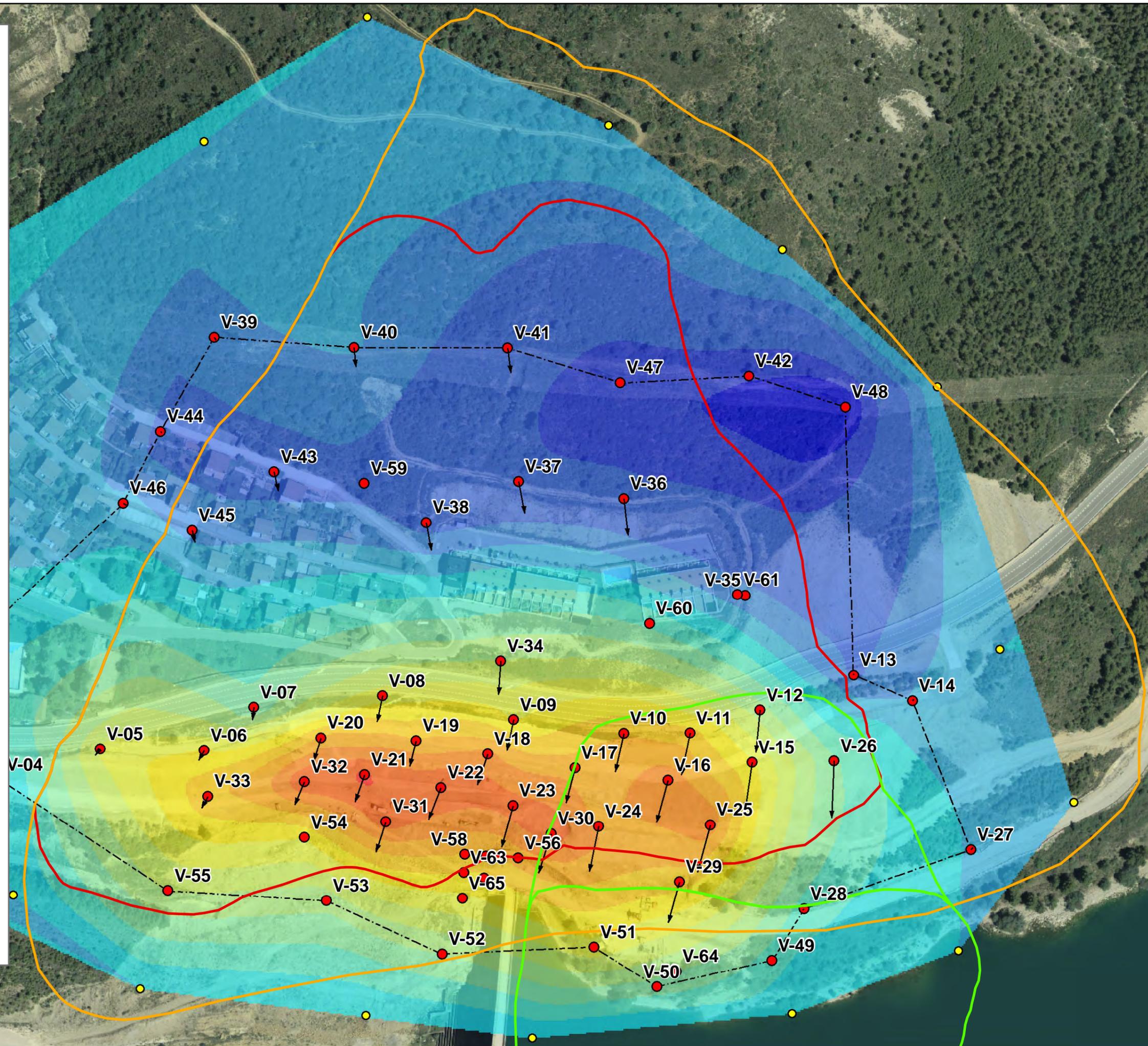
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. X (m) 7/10/2013

- 0,048 - -0,044
- 0,044 - -0,04
- 0,04 - -0,036
- 0,036 - -0,032
- 0,032 - -0,028
- 0,028 - -0,024
- 0,024 - -0,02
- 0,02 - -0,016
- 0,016 - -0,012
- 0,012 - -0,008
- 0,008 - -0,004
- 0,004 - 0
- 0 - 0,004
- 0,004 - 0,008
- 0,008 - 0,016
- 0,016 - 0,02
- 0,02 - 0,024



Límites del deslizamiento

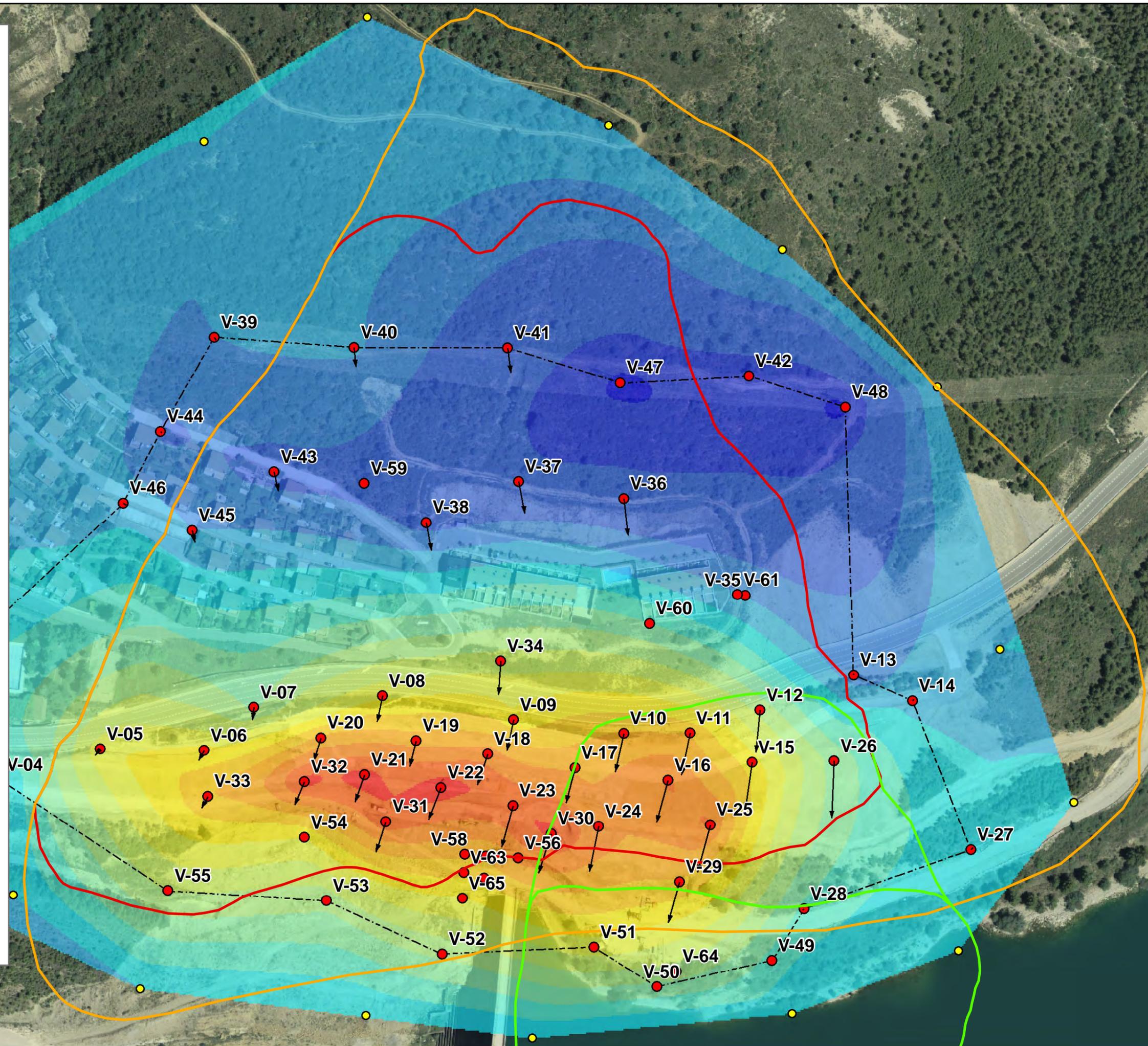
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. X (m) 7/11/2013

- 0,048 - -0,044
- 0,044 - -0,04
- 0,04 - -0,036
- 0,036 - -0,032
- 0,032 - -0,028
- 0,028 - -0,024
- 0,024 - -0,02
- 0,02 - -0,016
- 0,016 - -0,012
- 0,012 - -0,008
- 0,008 - -0,004
- 0,004 - 0
- 0 - 0,004
- 0,004 - 0,008
- 0,008 - 0,016
- 0,016 - 0,02
- 0,02 - 0,024



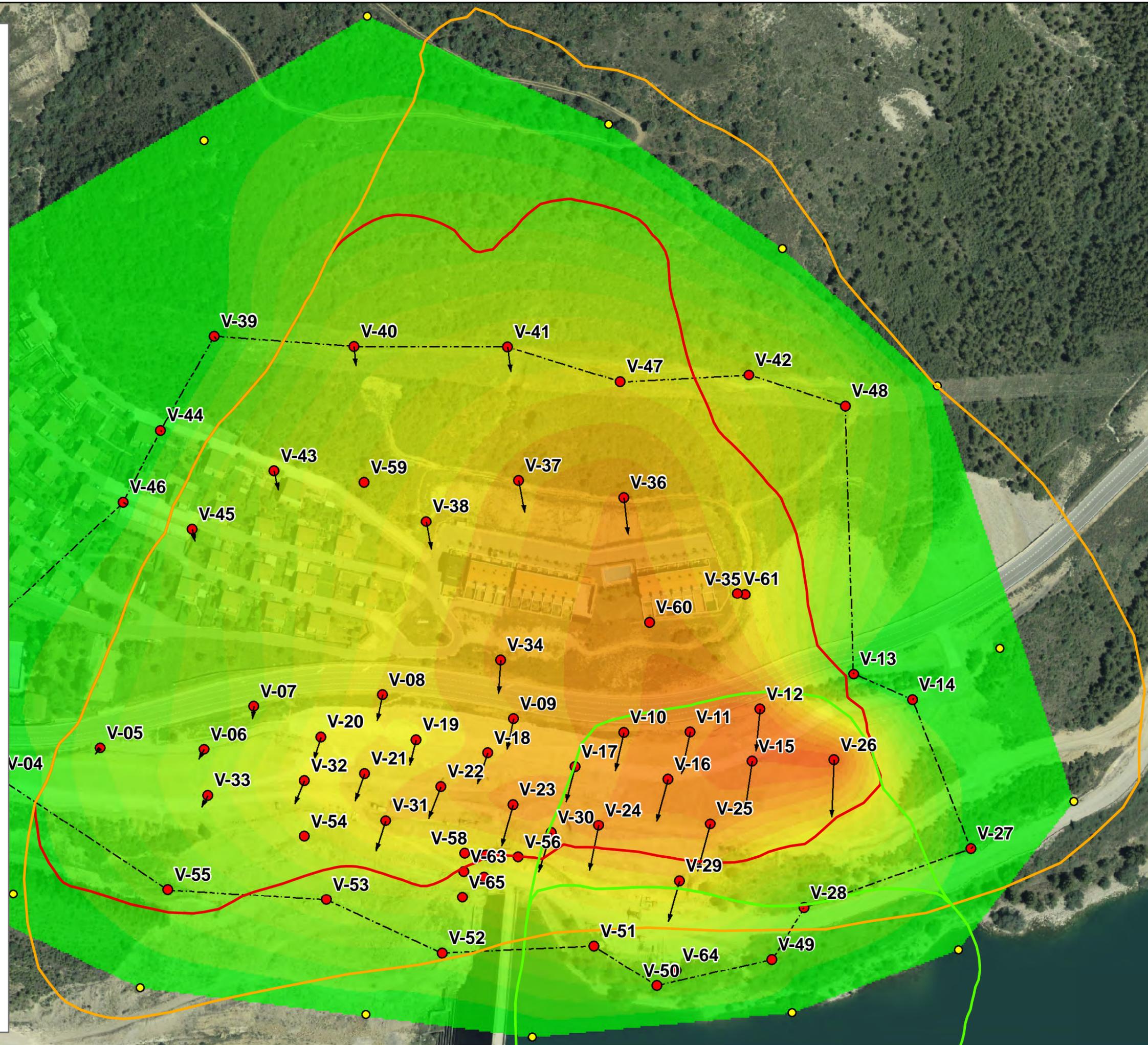
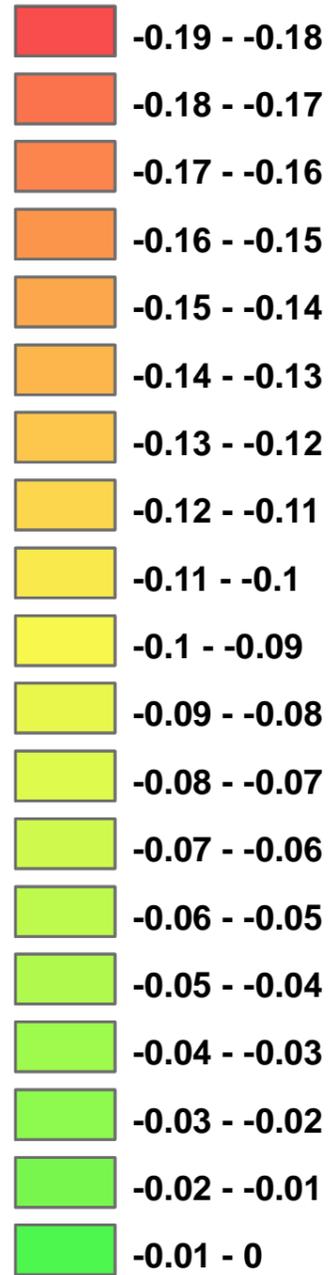
Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Y (m) 25/4/2013



Límites del deslizamiento

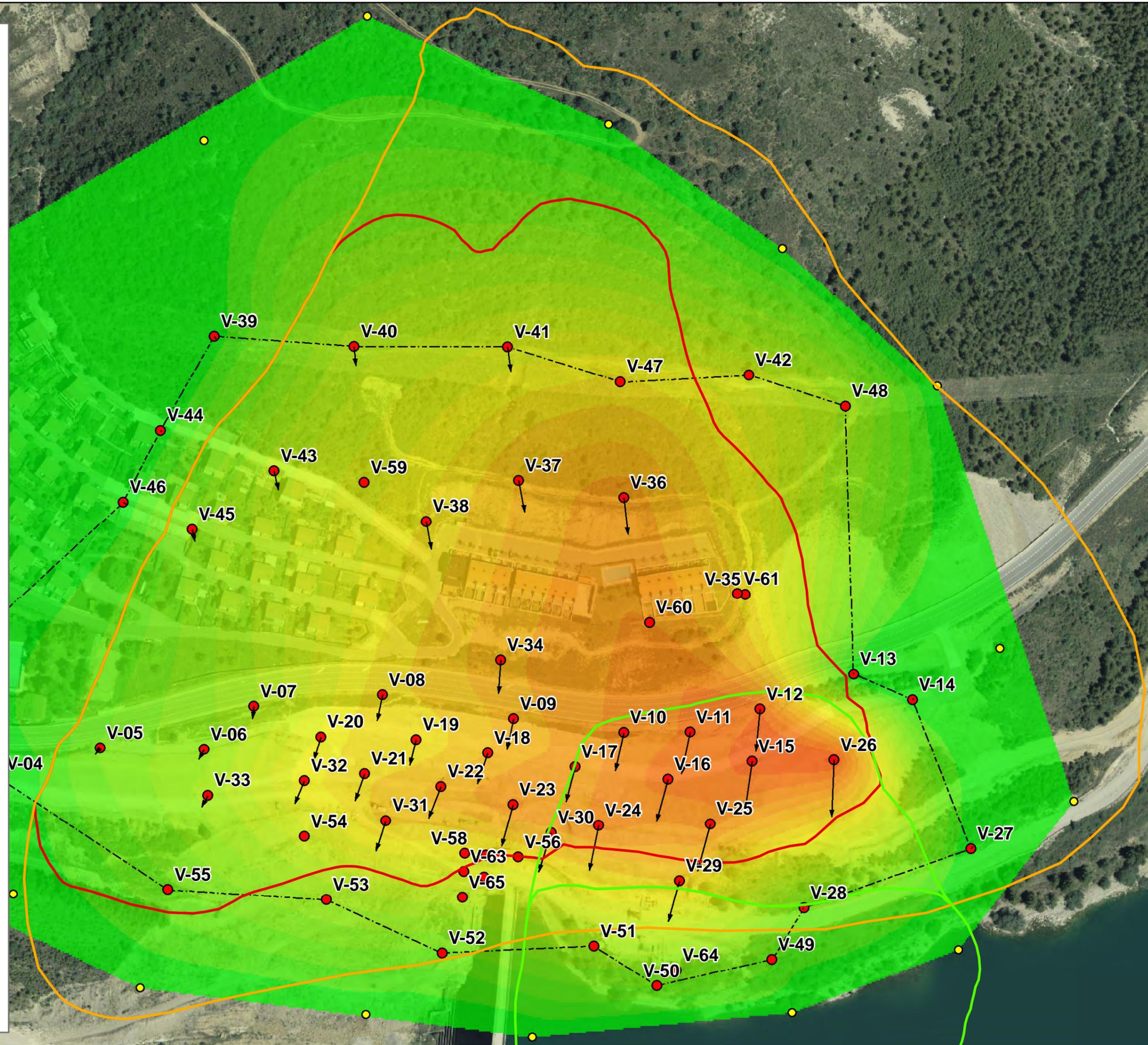
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Y (m) 31/5/2013

- 0.19 - -0.18
- 0.18 - -0.17
- 0.17 - -0.16
- 0.16 - -0.15
- 0.15 - -0.14
- 0.14 - -0.13
- 0.13 - -0.12
- 0.12 - -0.11
- 0.11 - -0.1
- 0.1 - -0.09
- 0.09 - -0.08
- 0.08 - -0.07
- 0.07 - -0.06
- 0.06 - -0.05
- 0.05 - -0.04
- 0.04 - -0.03
- 0.03 - -0.02
- 0.02 - -0.01
- 0.01 - 0



Límites del deslizamiento

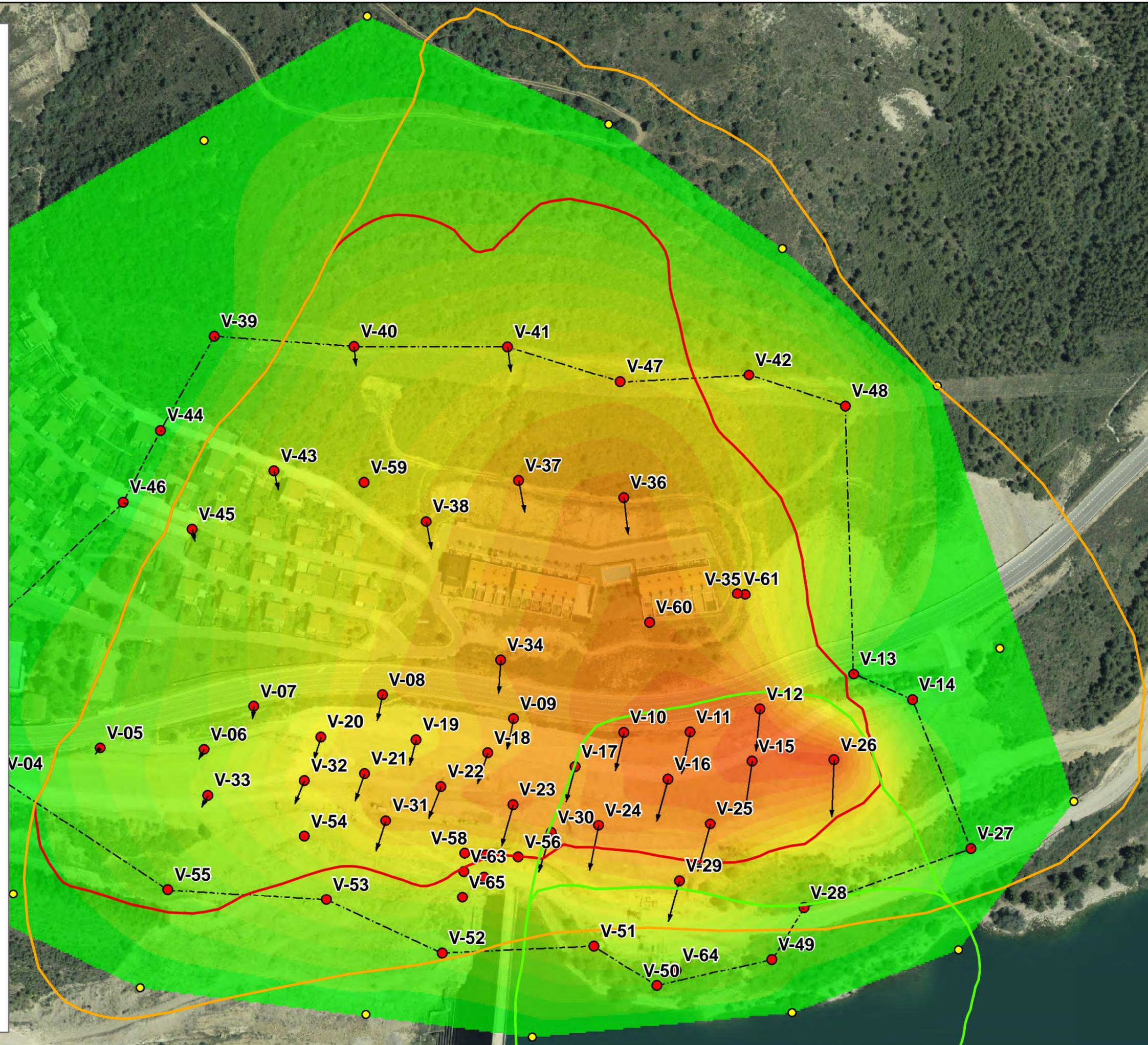
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Y (m) 16/7/2013

- 0.19 - -0.18
- 0.18 - -0.17
- 0.17 - -0.16
- 0.16 - -0.15
- 0.15 - -0.14
- 0.14 - -0.13
- 0.13 - -0.12
- 0.12 - -0.11
- 0.11 - -0.1
- 0.1 - -0.09
- 0.09 - -0.08
- 0.08 - -0.07
- 0.07 - -0.06
- 0.06 - -0.05
- 0.05 - -0.04
- 0.04 - -0.03
- 0.03 - -0.02
- 0.02 - -0.01
- 0.01 - 0



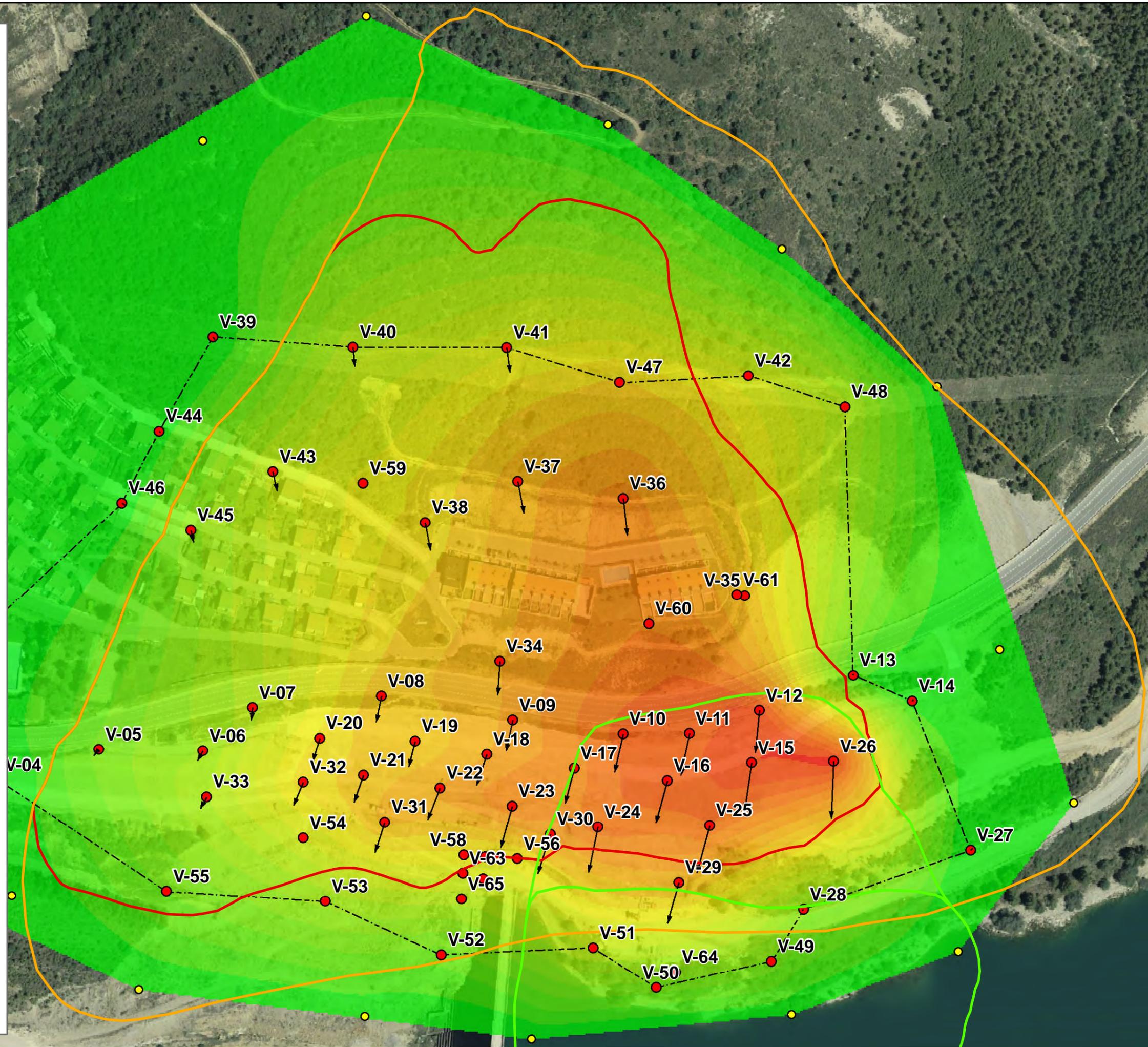
Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Y (m) 7/10/2013



Límites del deslizamiento

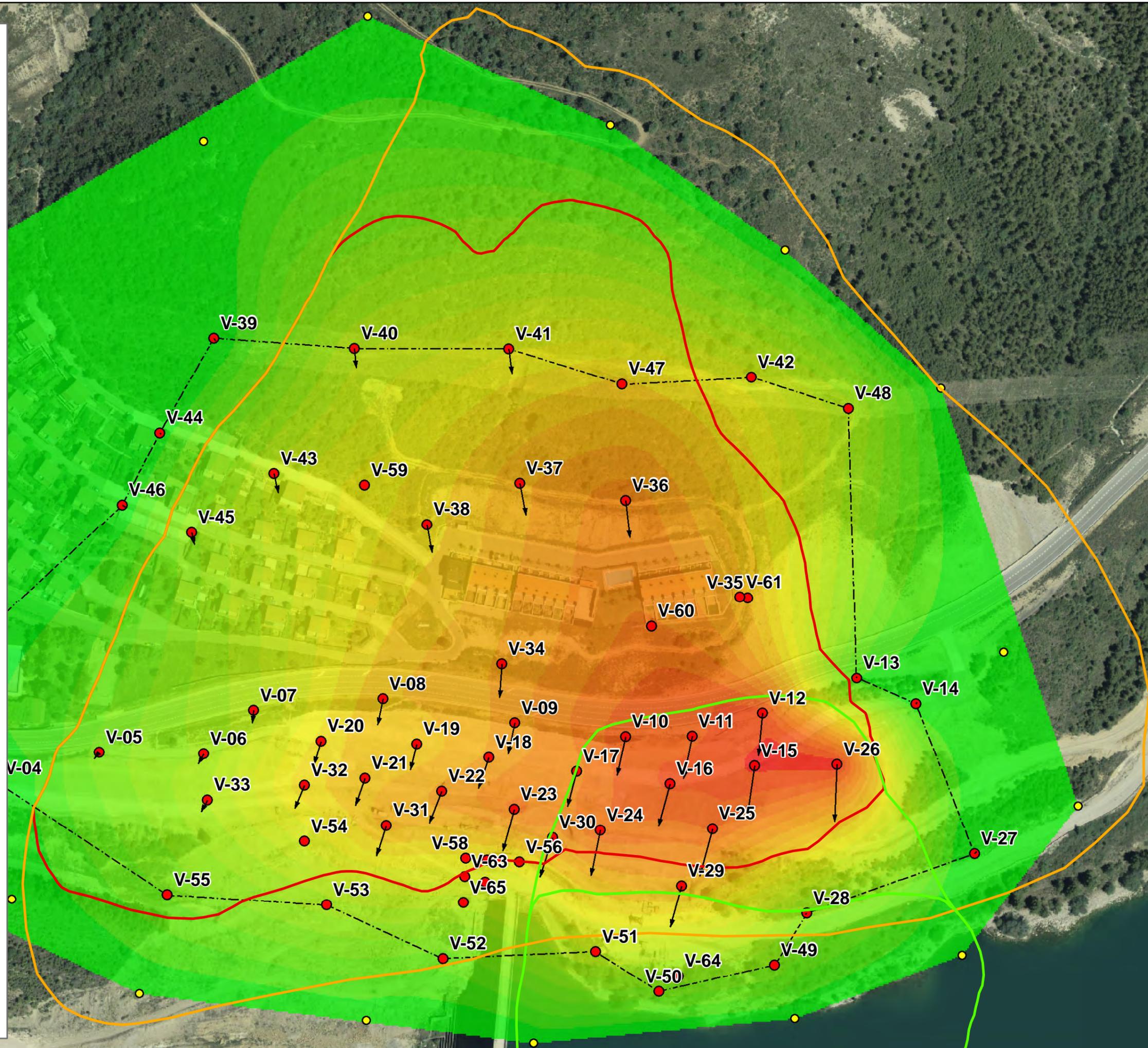
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Y (m) 7/11/2013

- 0.19 - -0.18
- 0.18 - -0.17
- 0.17 - -0.16
- 0.16 - -0.15
- 0.15 - -0.14
- 0.14 - -0.13
- 0.13 - -0.12
- 0.12 - -0.11
- 0.11 - -0.1
- 0.1 - -0.09
- 0.09 - -0.08
- 0.08 - -0.07
- 0.07 - -0.06
- 0.06 - -0.05
- 0.05 - -0.04
- 0.04 - -0.03
- 0.03 - -0.02
- 0.02 - -0.01
- 0.01 - 0



Límites del deslizamiento

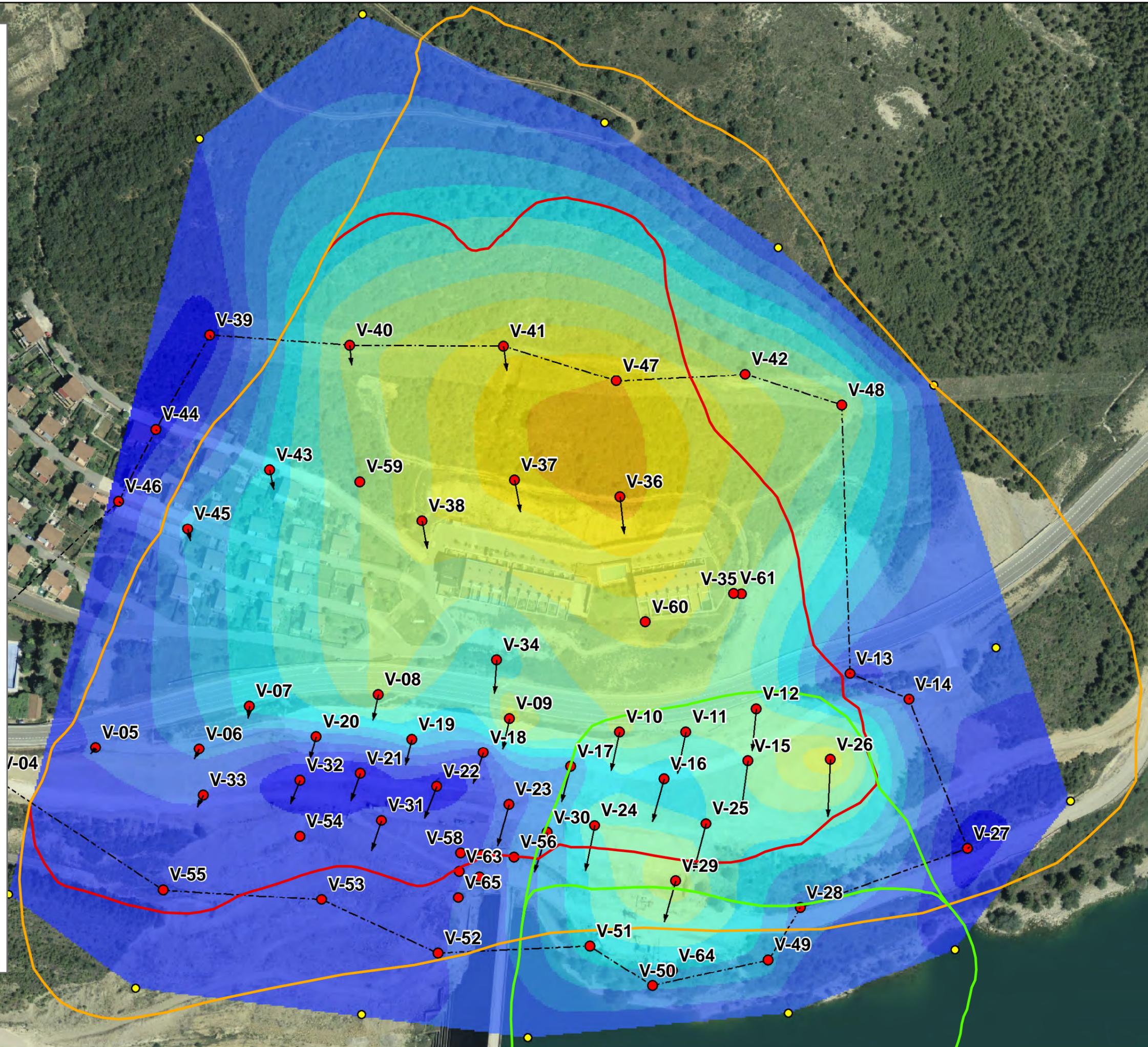
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Z (m) 25/4/2013

- 0,075 - -0,07
- 0,07 - -0,065
- 0,065 - -0,06
- 0,06 - -0,055
- 0,055 - -0,05
- 0,05 - -0,045
- 0,045 - -0,04
- 0,04 - -0,035
- 0,035 - -0,03
- 0,03 - -0,025
- 0,025 - -0,02
- 0,02 - -0,015
- 0,015 - -0,01
- 0,01 - -0,005
- 0,005 - 0
- 0 - 0,005
- 0,005 - 0,01



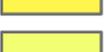
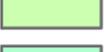
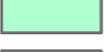
Límites del deslizamiento

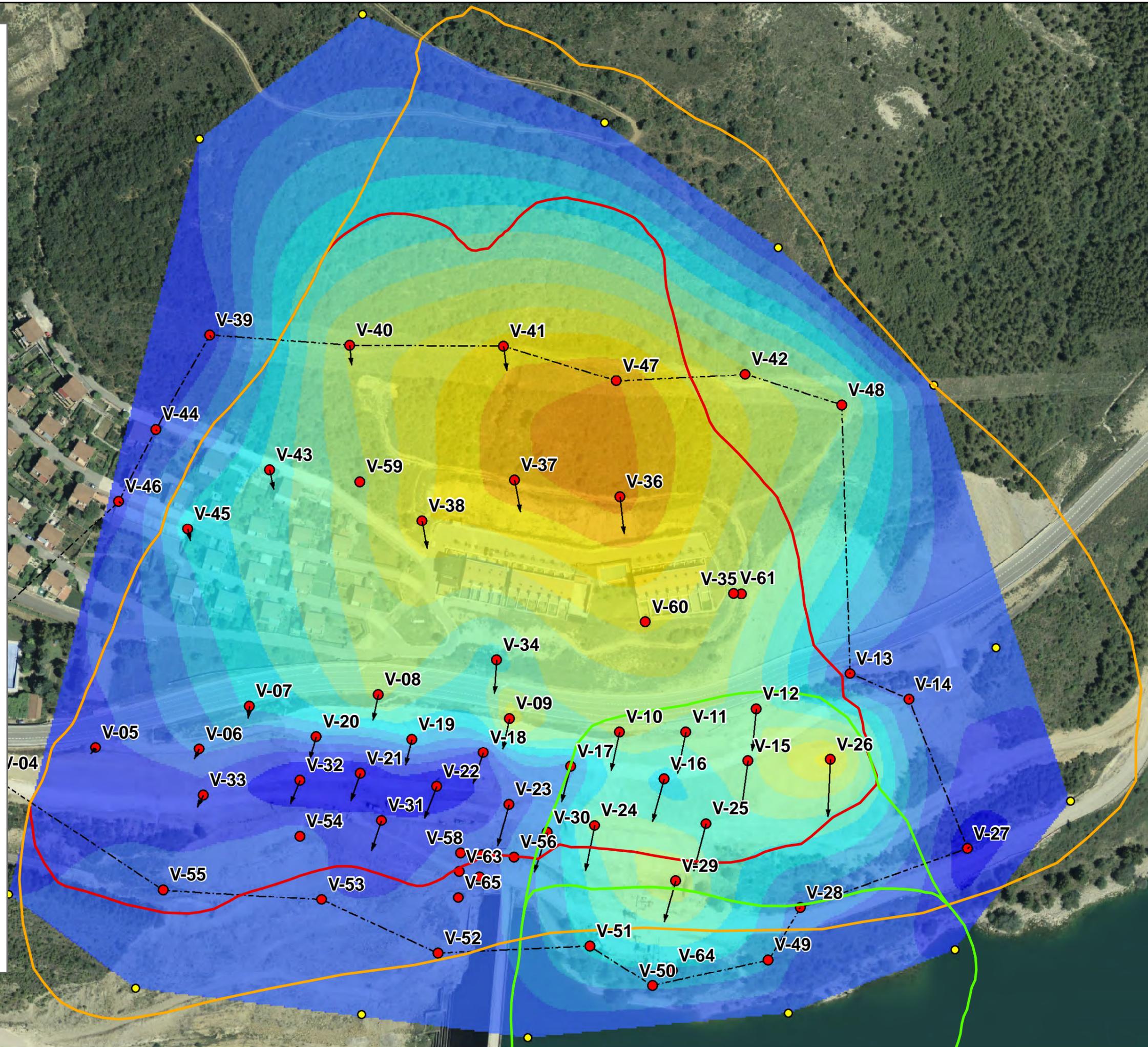
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Z (m) 31/5/2013

-  -0,075 - -0,07
-  -0,07 - -0,065
-  -0,065 - -0,06
-  -0,06 - -0,055
-  -0,055 - -0,05
-  -0,05 - -0,045
-  -0,045 - -0,04
-  -0,04 - -0,035
-  -0,035 - -0,03
-  -0,03 - -0,025
-  -0,025 - -0,02
-  -0,02 - -0,015
-  -0,015 - -0,01
-  -0,01 - -0,005
-  -0,005 - 0
-  0 - 0,005
-  0,005 - 0,01



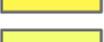
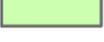
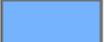
Límites del deslizamiento

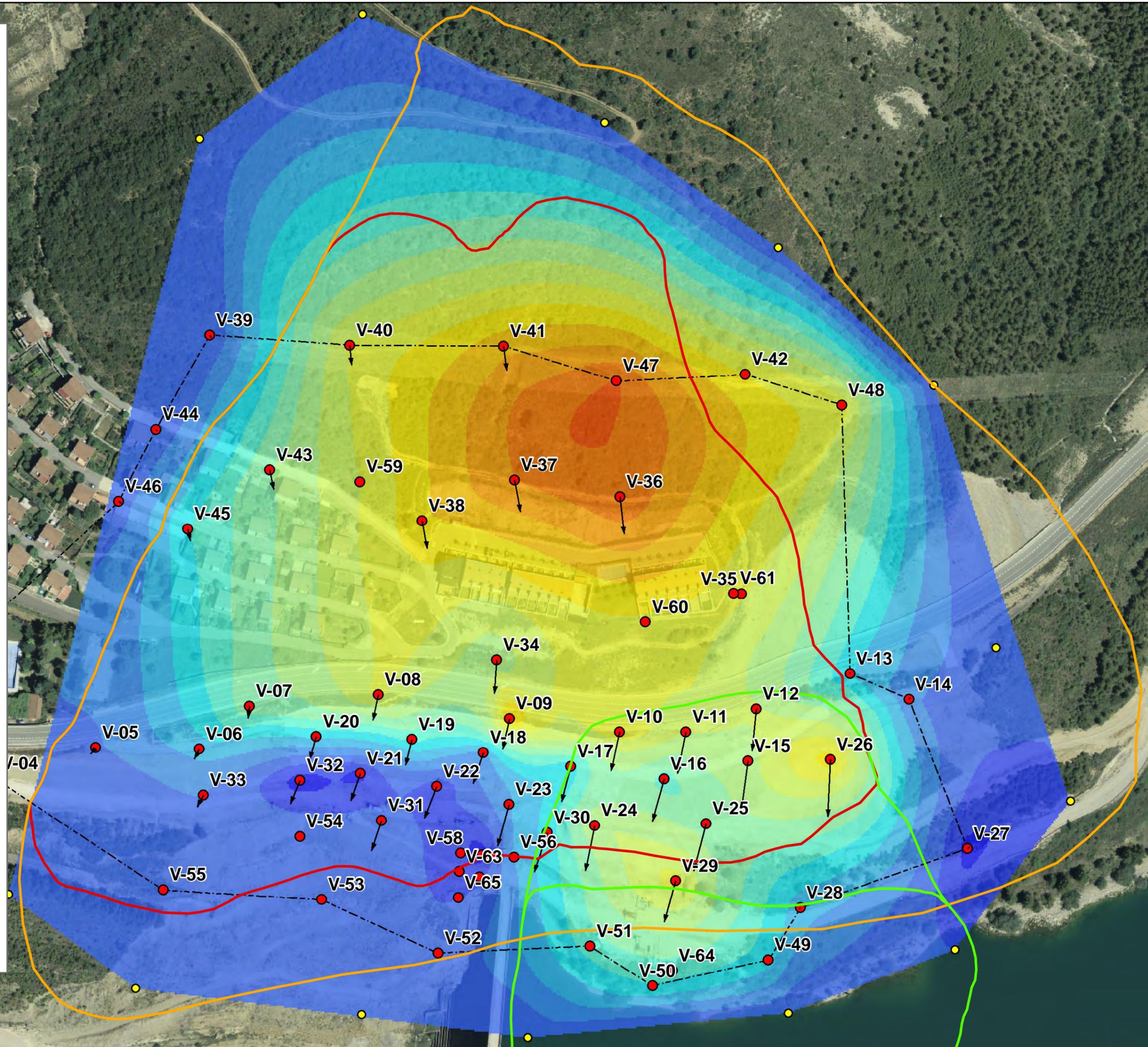
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Z (m) 16/7/2013

-  -0,075 - -0,07
-  -0,07 - -0,065
-  -0,065 - -0,06
-  -0,06 - -0,055
-  -0,055 - -0,05
-  -0,05 - -0,045
-  -0,045 - -0,04
-  -0,04 - -0,035
-  -0,035 - -0,03
-  -0,03 - -0,025
-  -0,025 - -0,02
-  -0,02 - -0,015
-  -0,015 - -0,01
-  -0,01 - -0,005
-  -0,005 - 0
-  0 - 0,005
-  0,005 - 0,01



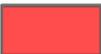
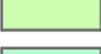
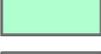
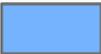
Límites del deslizamiento

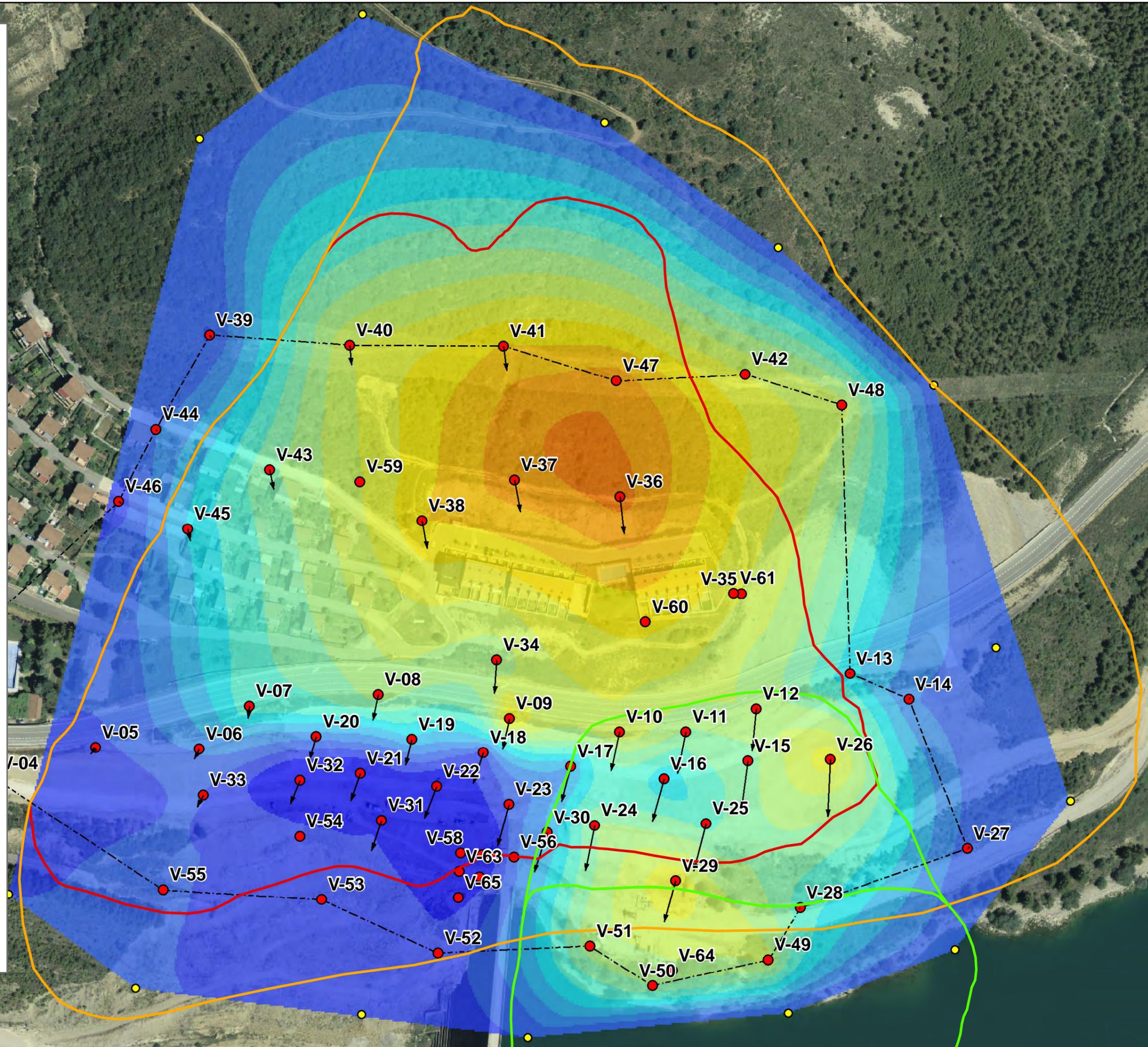
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Z (m) 7/10/2013

-  -0,075 - -0,07
-  -0,07 - -0,065
-  -0,065 - -0,06
-  -0,06 - -0,055
-  -0,055 - -0,05
-  -0,05 - -0,045
-  -0,045 - -0,04
-  -0,04 - -0,035
-  -0,035 - -0,03
-  -0,03 - -0,025
-  -0,025 - -0,02
-  -0,02 - -0,015
-  -0,015 - -0,01
-  -0,01 - -0,005
-  -0,005 - 0
-  0 - 0,005
-  0,005 - 0,01



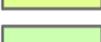
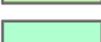
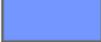
Límites del deslizamiento

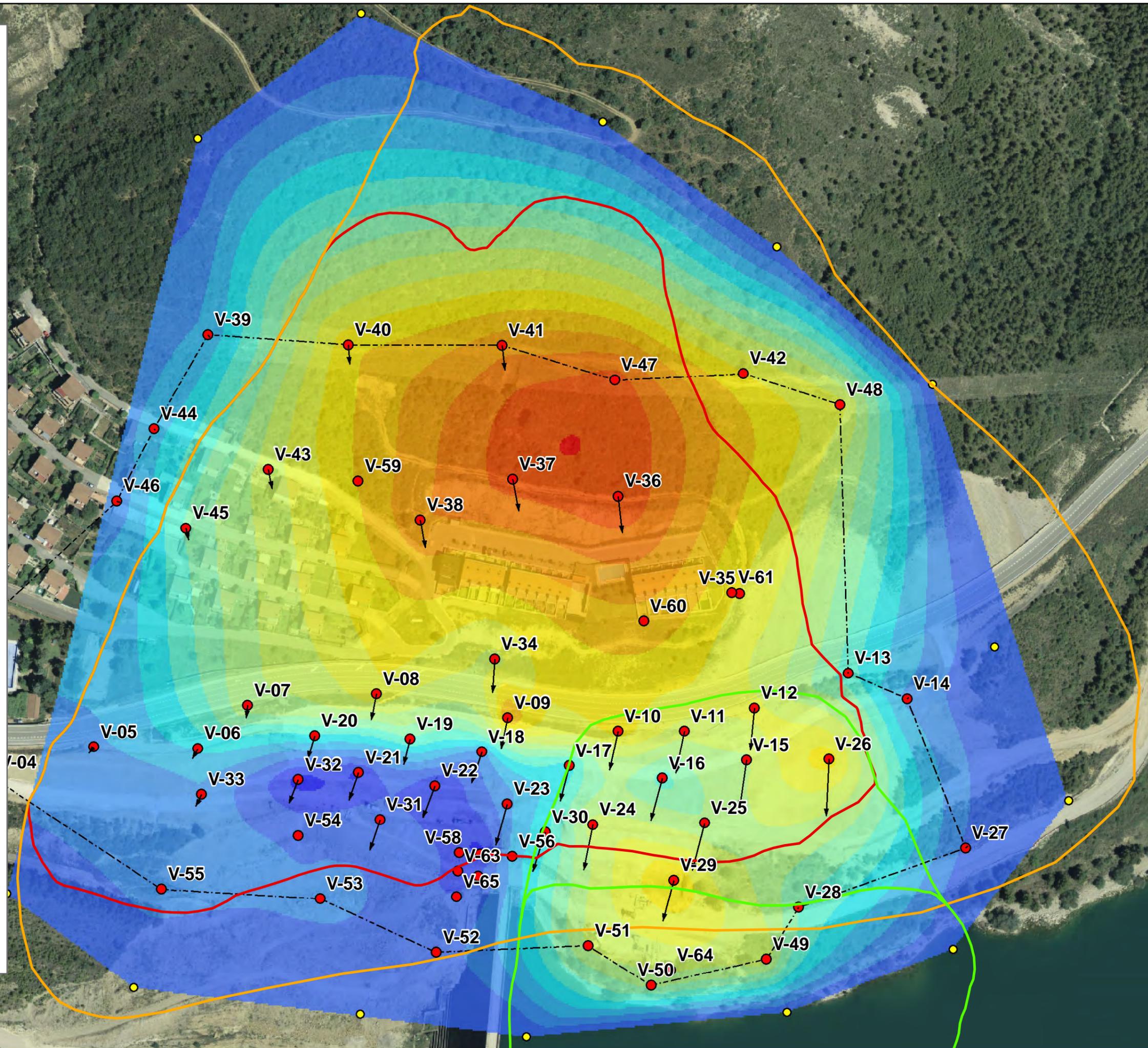
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. Z (m) 7/11/2013

-  -0,075 - -0,07
-  -0,07 - -0,065
-  -0,065 - -0,06
-  -0,06 - -0,055
-  -0,055 - -0,05
-  -0,05 - -0,045
-  -0,045 - -0,04
-  -0,04 - -0,035
-  -0,035 - -0,03
-  -0,03 - -0,025
-  -0,025 - -0,02
-  -0,02 - -0,015
-  -0,015 - -0,01
-  -0,01 - -0,005
-  -0,005 - 0
-  0 - 0,005
-  0,005 - 0,01



Límites del deslizamiento

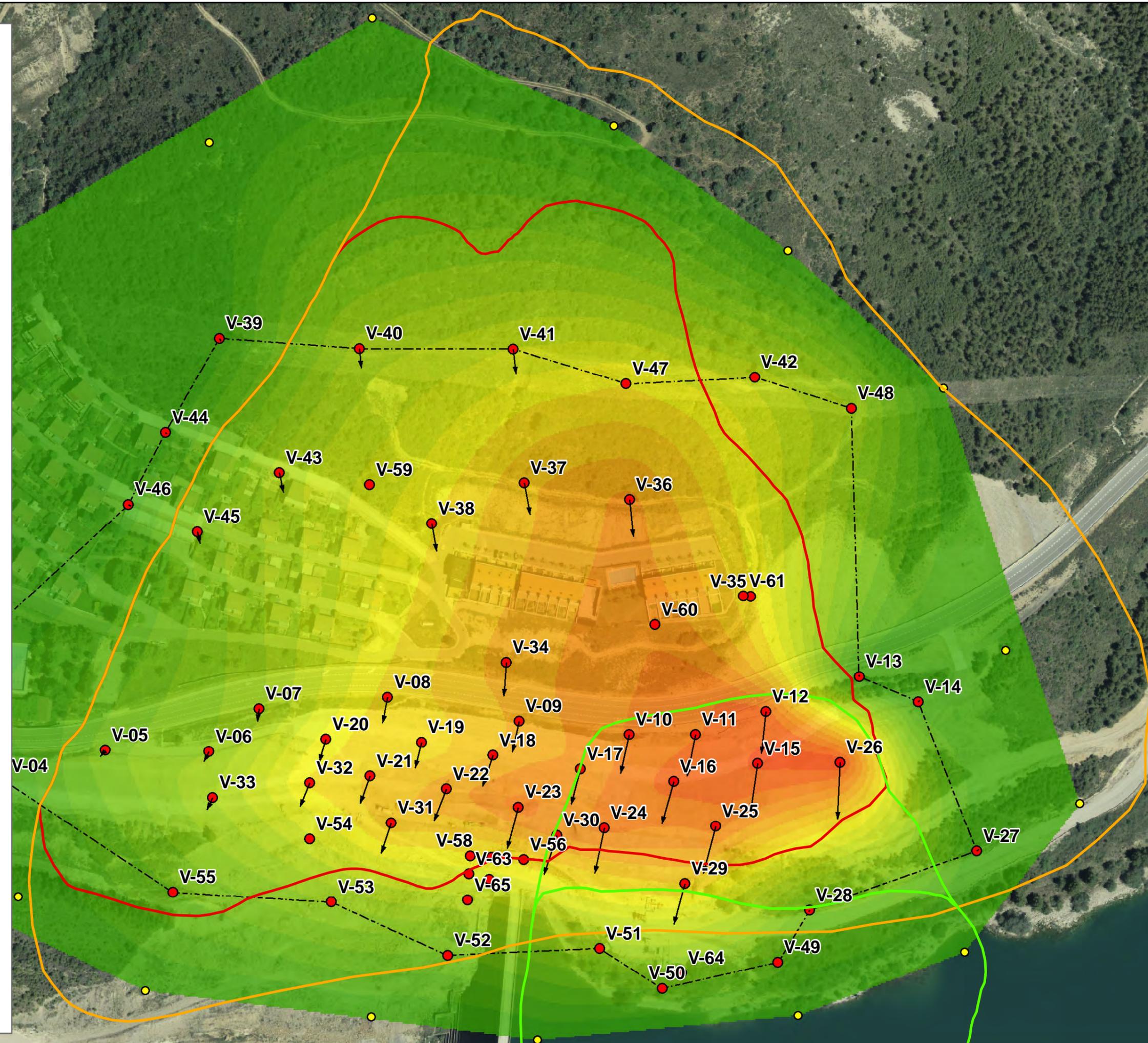
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. |XY| (m) 25/4/2013

-  0 - 0,01
-  0,01 - 0,02
-  0,02 - 0,03
-  0,03 - 0,04
-  0,04 - 0,05
-  0,05 - 0,06
-  0,06 - 0,07
-  0,07 - 0,08
-  0,08 - 0,09
-  0,09 - 0,1
-  0,1 - 0,11
-  0,11 - 0,12
-  0,12 - 0,13
-  0,13 - 0,14
-  0,14 - 0,15
-  0,15 - 0,16
-  0,16 - 0,17
-  0,17 - 0,18
-  0,18 - 0,19



Límites del deslizamiento

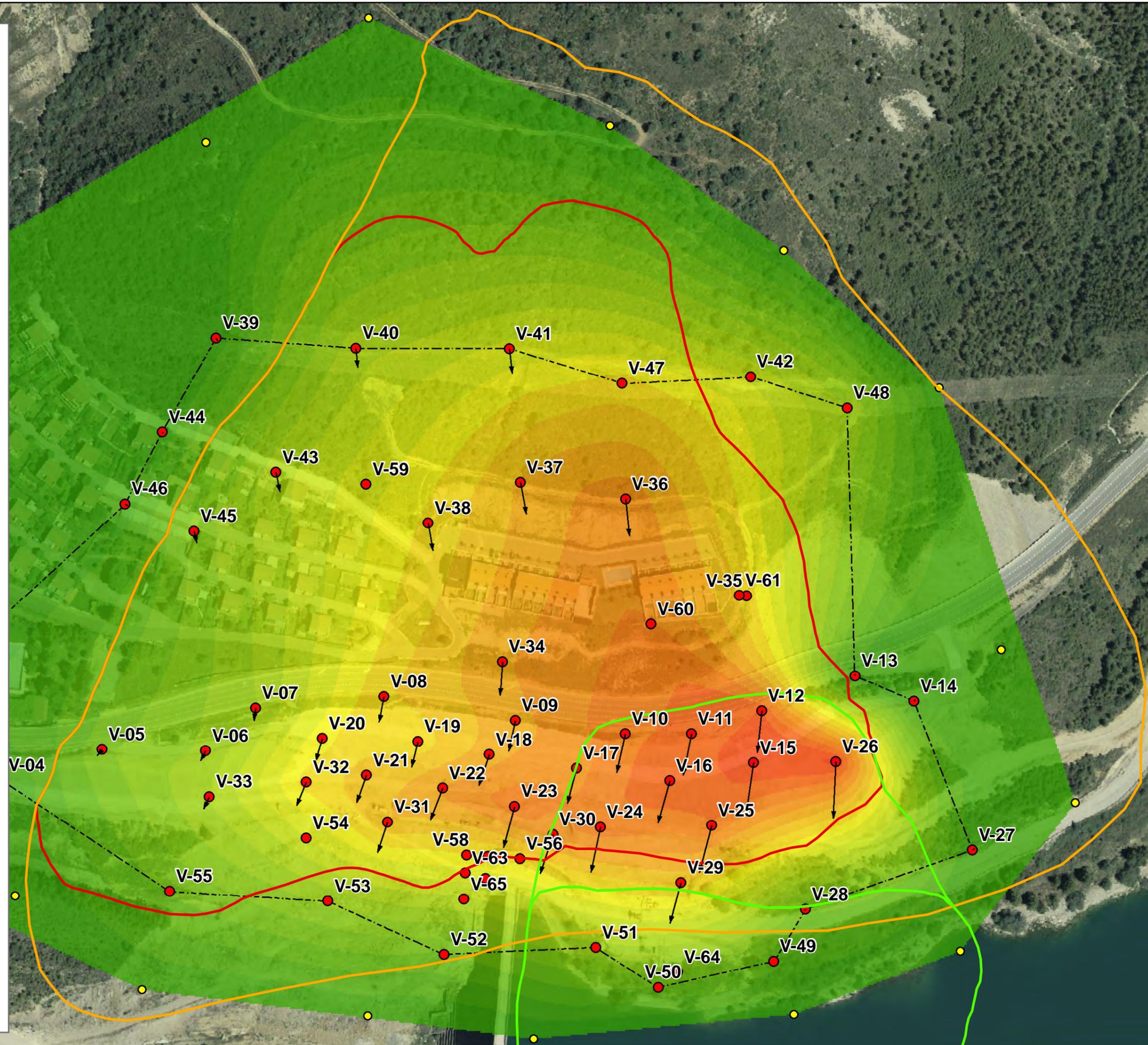
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. |XY| (m) 31/5/2013

-  0 - 0,01
-  0,01 - 0,02
-  0,02 - 0,03
-  0,03 - 0,04
-  0,04 - 0,05
-  0,05 - 0,06
-  0,06 - 0,07
-  0,07 - 0,08
-  0,08 - 0,09
-  0,09 - 0,1
-  0,1 - 0,11
-  0,11 - 0,12
-  0,12 - 0,13
-  0,13 - 0,14
-  0,14 - 0,15
-  0,15 - 0,16
-  0,16 - 0,17
-  0,17 - 0,18
-  0,18 - 0,19



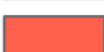
Límites del deslizamiento

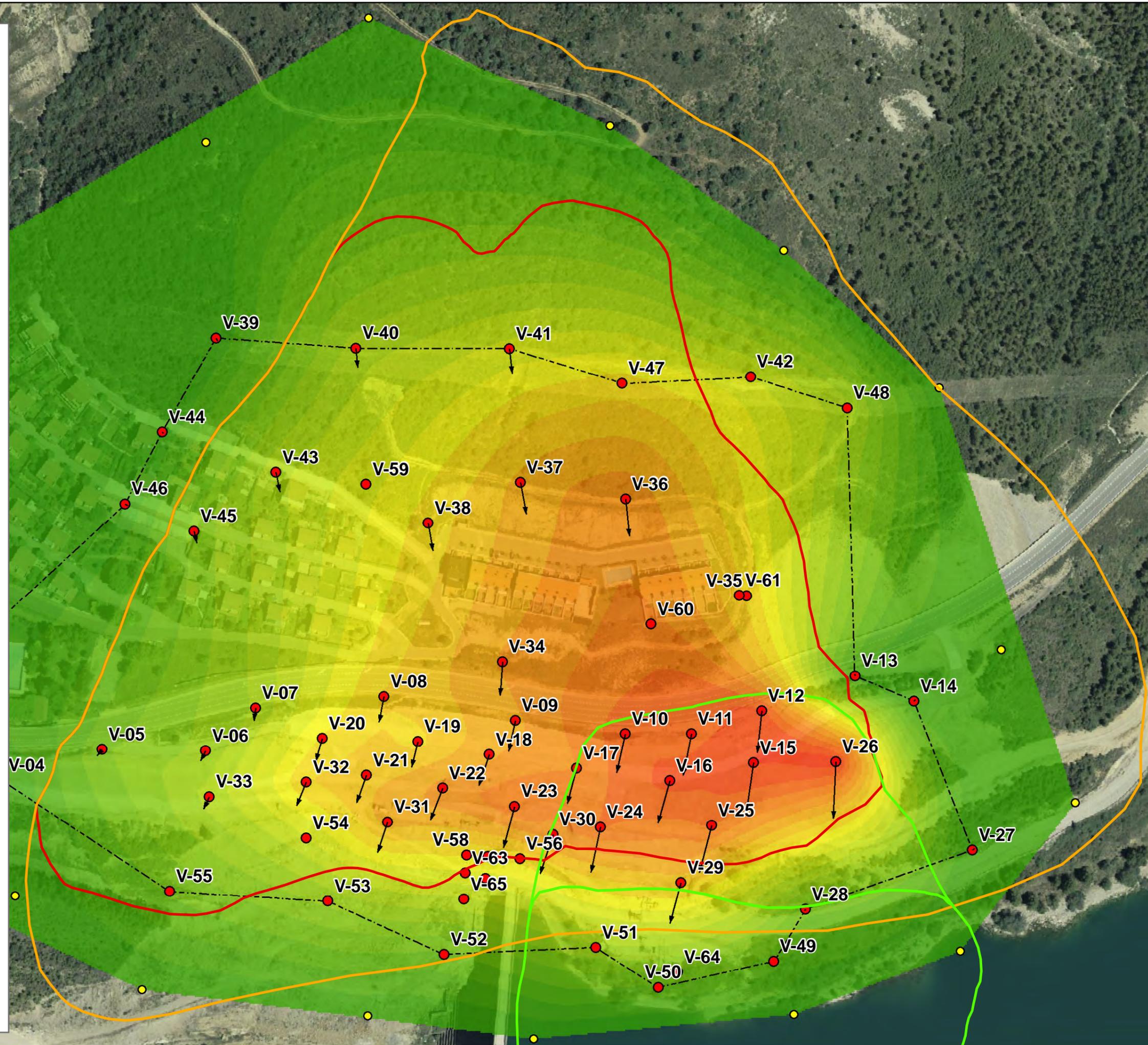
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. |XY| (m) 16/7/2013

-  0 - 0,01
-  0,01 - 0,02
-  0,02 - 0,03
-  0,03 - 0,04
-  0,04 - 0,05
-  0,05 - 0,06
-  0,06 - 0,07
-  0,07 - 0,08
-  0,08 - 0,09
-  0,09 - 0,1
-  0,1 - 0,11
-  0,11 - 0,12
-  0,12 - 0,13
-  0,13 - 0,14
-  0,14 - 0,15
-  0,15 - 0,16
-  0,16 - 0,17
-  0,17 - 0,18
-  0,18 - 0,19



Límites del deslizamiento

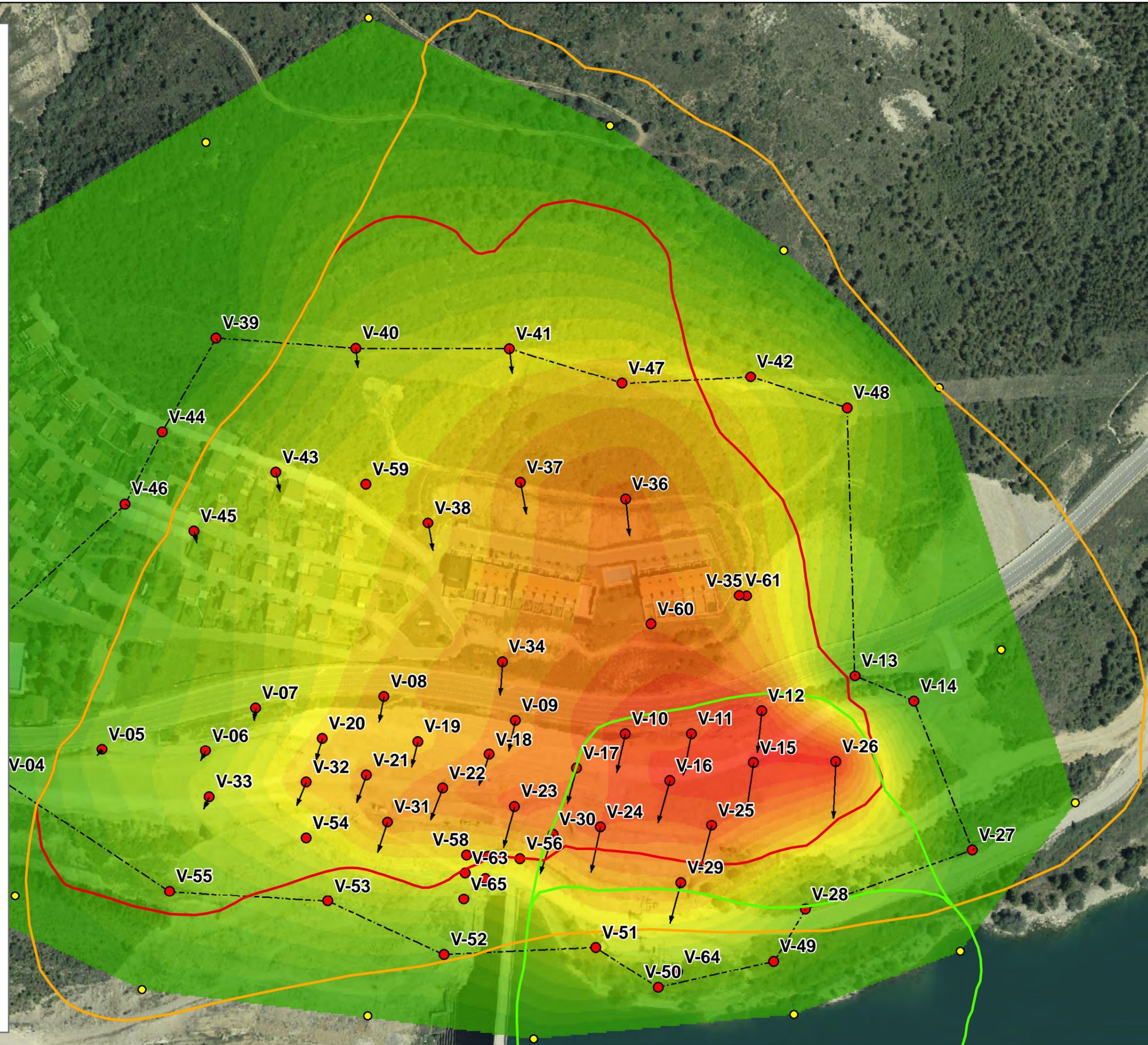
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. |XY| (m) 7/10/2013

-  0 - 0,01
-  0,01 - 0,02
-  0,02 - 0,03
-  0,03 - 0,04
-  0,04 - 0,05
-  0,05 - 0,06
-  0,06 - 0,07
-  0,07 - 0,08
-  0,08 - 0,09
-  0,09 - 0,1
-  0,1 - 0,11
-  0,11 - 0,12
-  0,12 - 0,13
-  0,13 - 0,14
-  0,14 - 0,15
-  0,15 - 0,16
-  0,16 - 0,17
-  0,17 - 0,18
-  0,18 - 0,19



Límites del deslizamiento

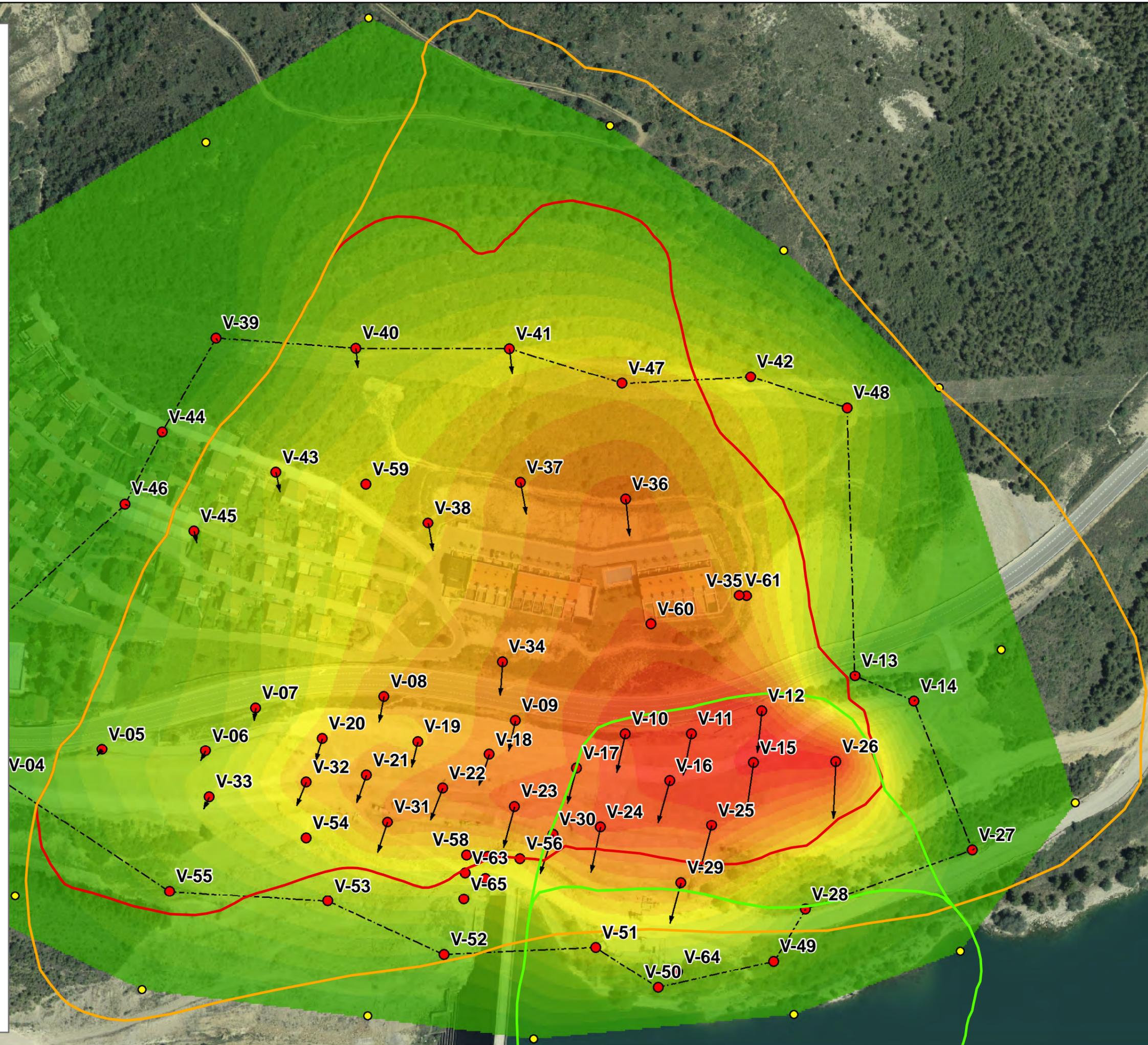
- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Tot. |XY| (m) 7/11/2013

- 0 - 0,01
- 0,01 - 0,02
- 0,02 - 0,03
- 0,03 - 0,04
- 0,04 - 0,05
- 0,05 - 0,06
- 0,06 - 0,07
- 0,07 - 0,08
- 0,08 - 0,09
- 0,09 - 0,1
- 0,1 - 0,11
- 0,11 - 0,12
- 0,12 - 0,13
- 0,13 - 0,14
- 0,14 - 0,15
- 0,15 - 0,16
- 0,16 - 0,17
- 0,17 - 0,18
- 0,18 - 0,19



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

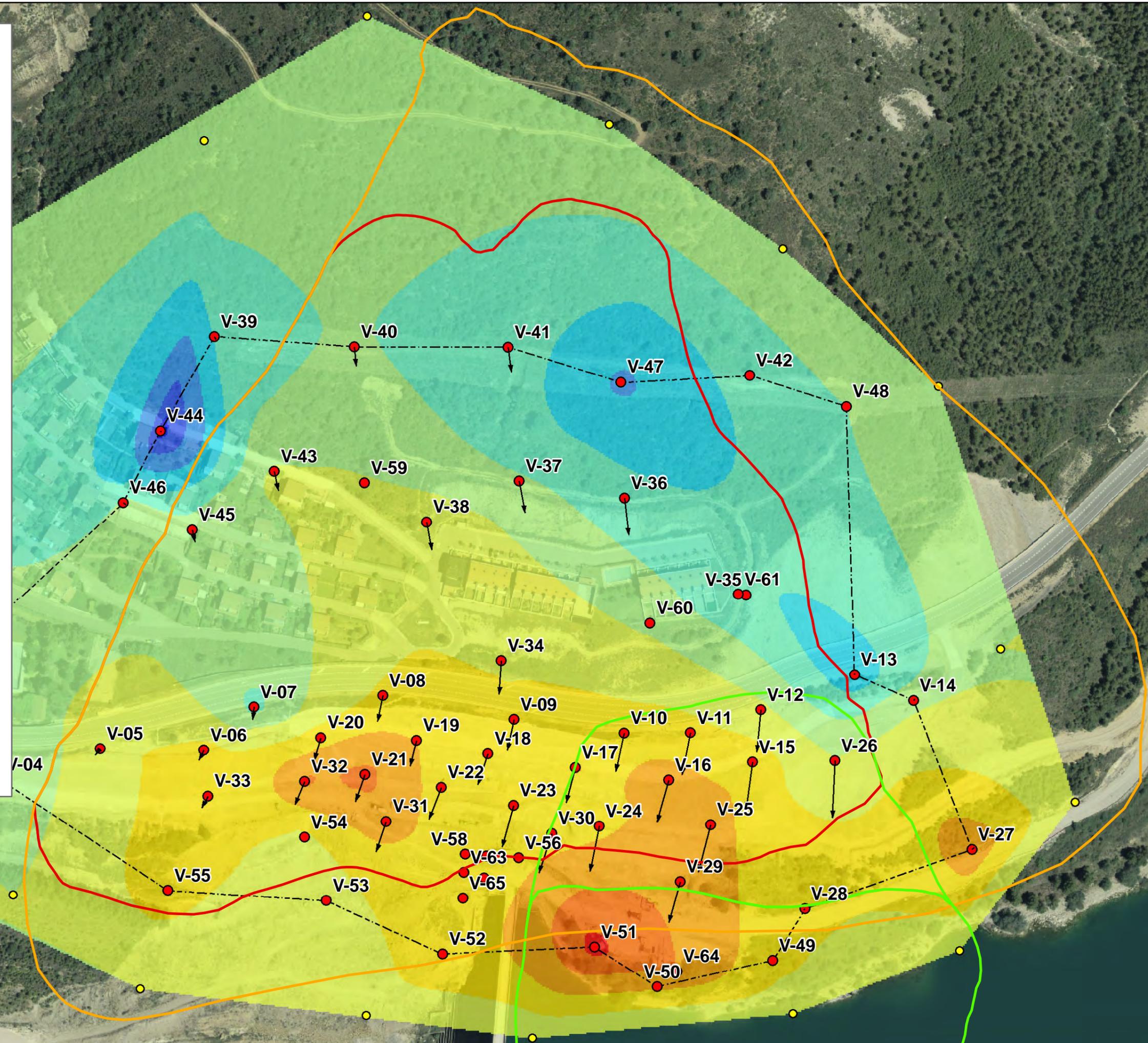
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. X (m)

Incremental 25/4/2013 - 7/11/2013

- 0,01 - -0,008
- 0,008 - -0,006
- 0,006 - -0,004
- 0,004 - -0,002
- 0,002 - 0
- 0 - 0,002
- 0,002 - 0,004
- 0,004 - 0,006
- 0,006 - 0,008
- 0,008 - 0,01
- 0,01 - 0,012



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

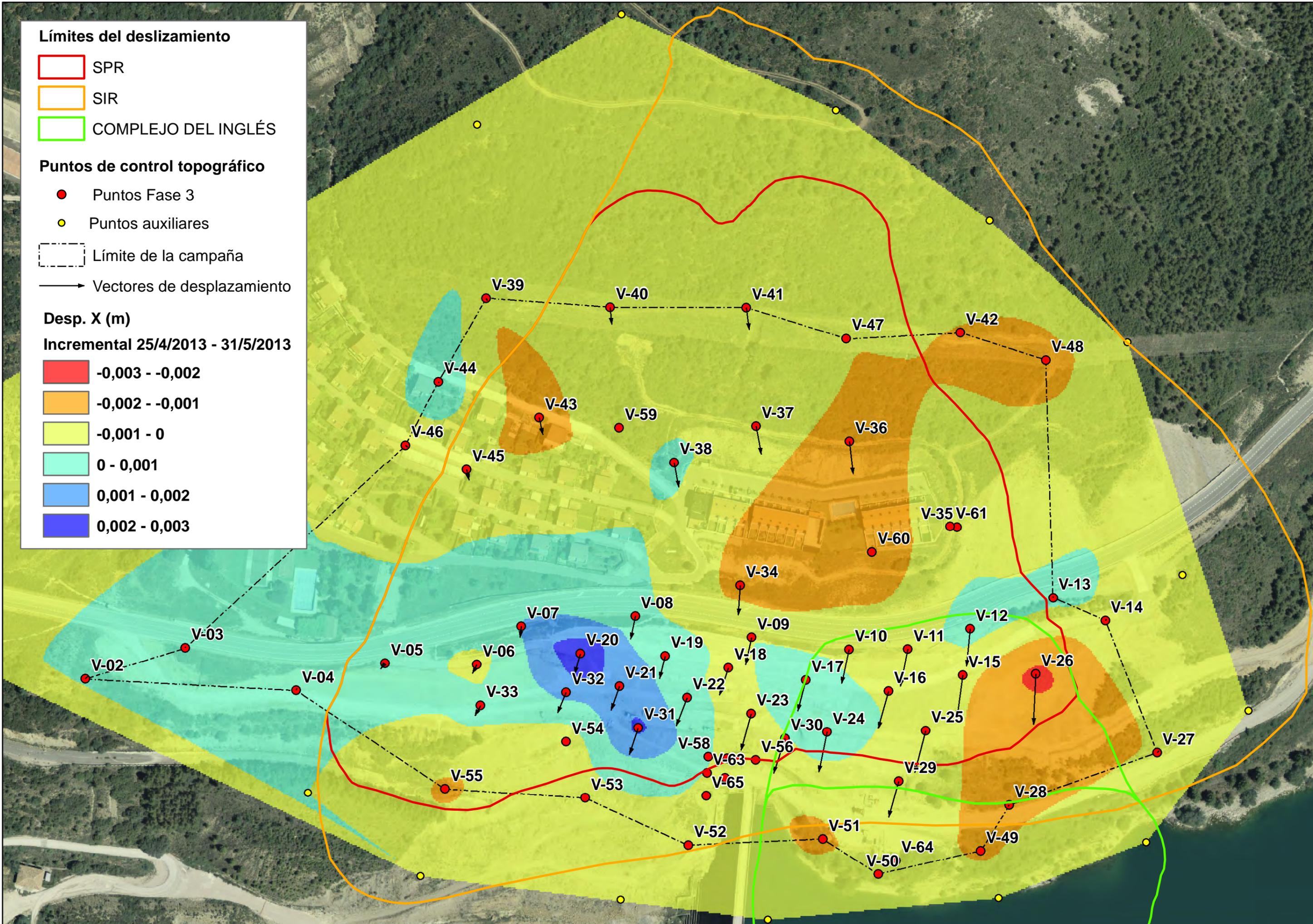
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. X (m)

Incremental 25/4/2013 - 31/5/2013

- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0
- 0 - 0,001
- 0,001 - 0,002
- 0,002 - 0,003



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

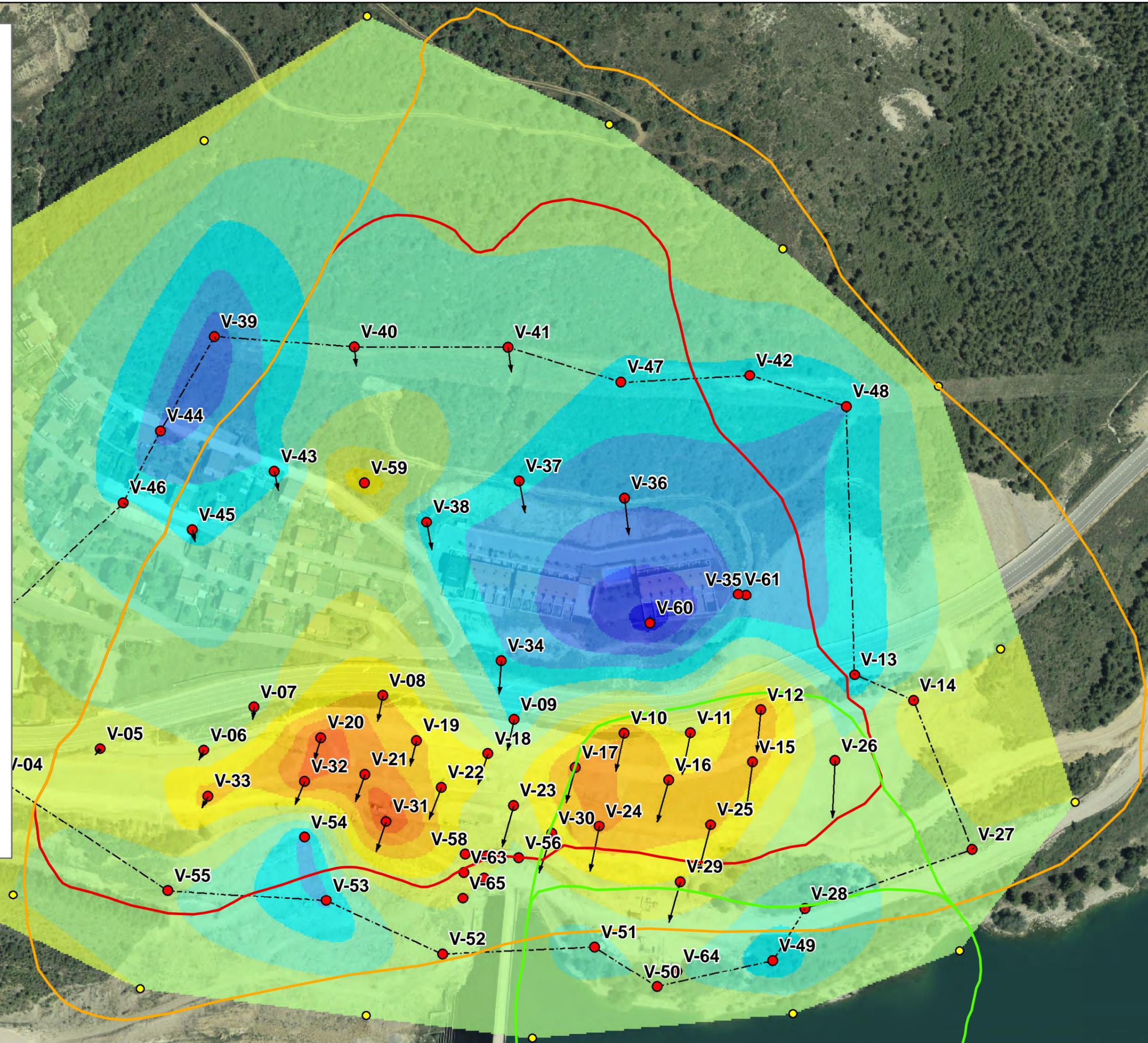
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. X (m)

Incremental 31/5/2013 - 16/7/2013

- 0,06 - -0,005
- 0,005 - -0,004
- 0,004 - -0,003
- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0
- 0 - 0,001
- 0,001 - 0,002
- 0,002 - 0,003
- 0,003 - 0,004
- 0,004 - 0,005
- 0,005 - 0,006
- 0,006 - 0,007



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

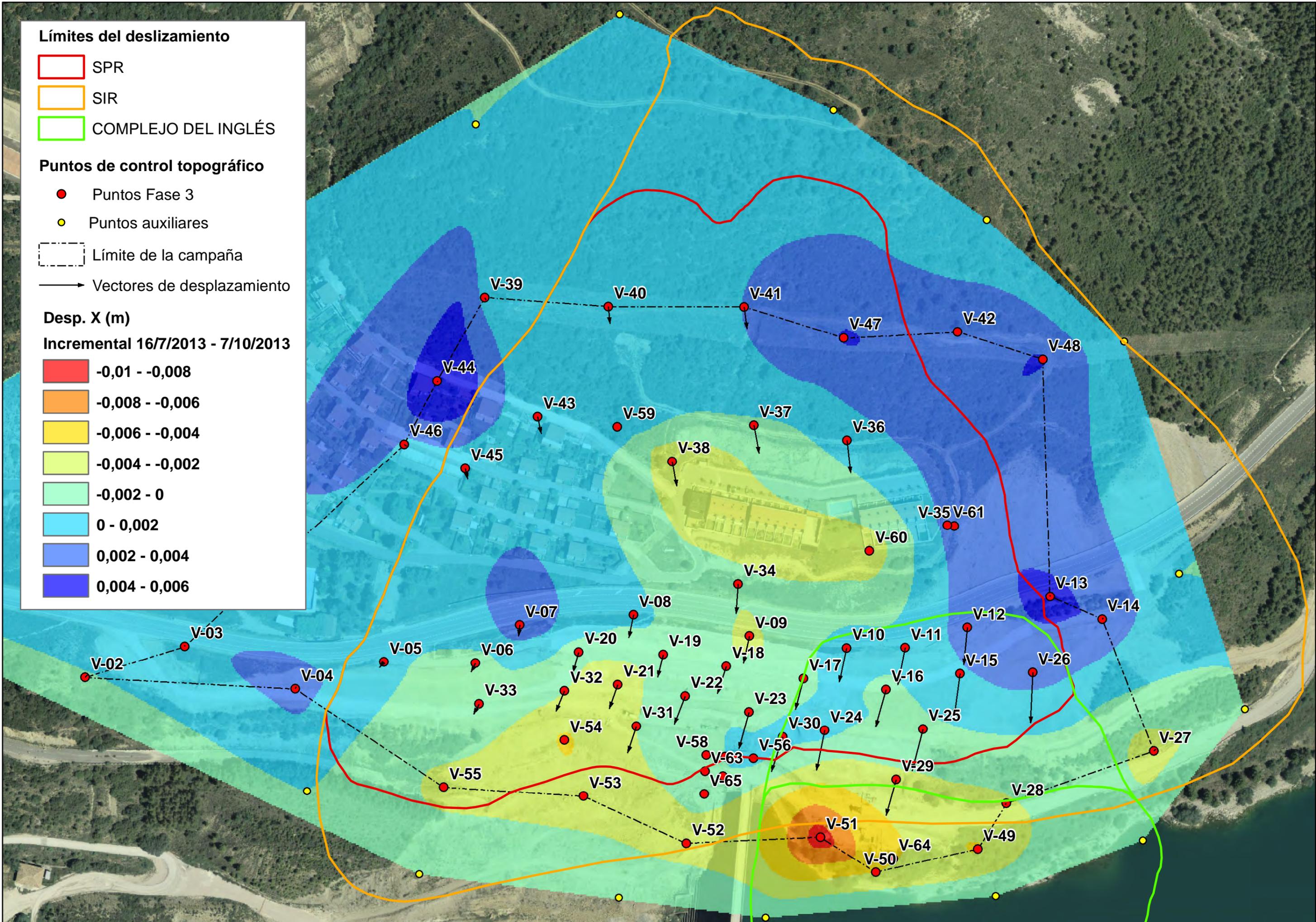
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. X (m)

Incremental 16/7/2013 - 7/10/2013

- 0,01 - -0,008
- 0,008 - -0,006
- 0,006 - -0,004
- 0,004 - -0,002
- 0,002 - 0
- 0 - 0,002
- 0,002 - 0,004
- 0,004 - 0,006



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

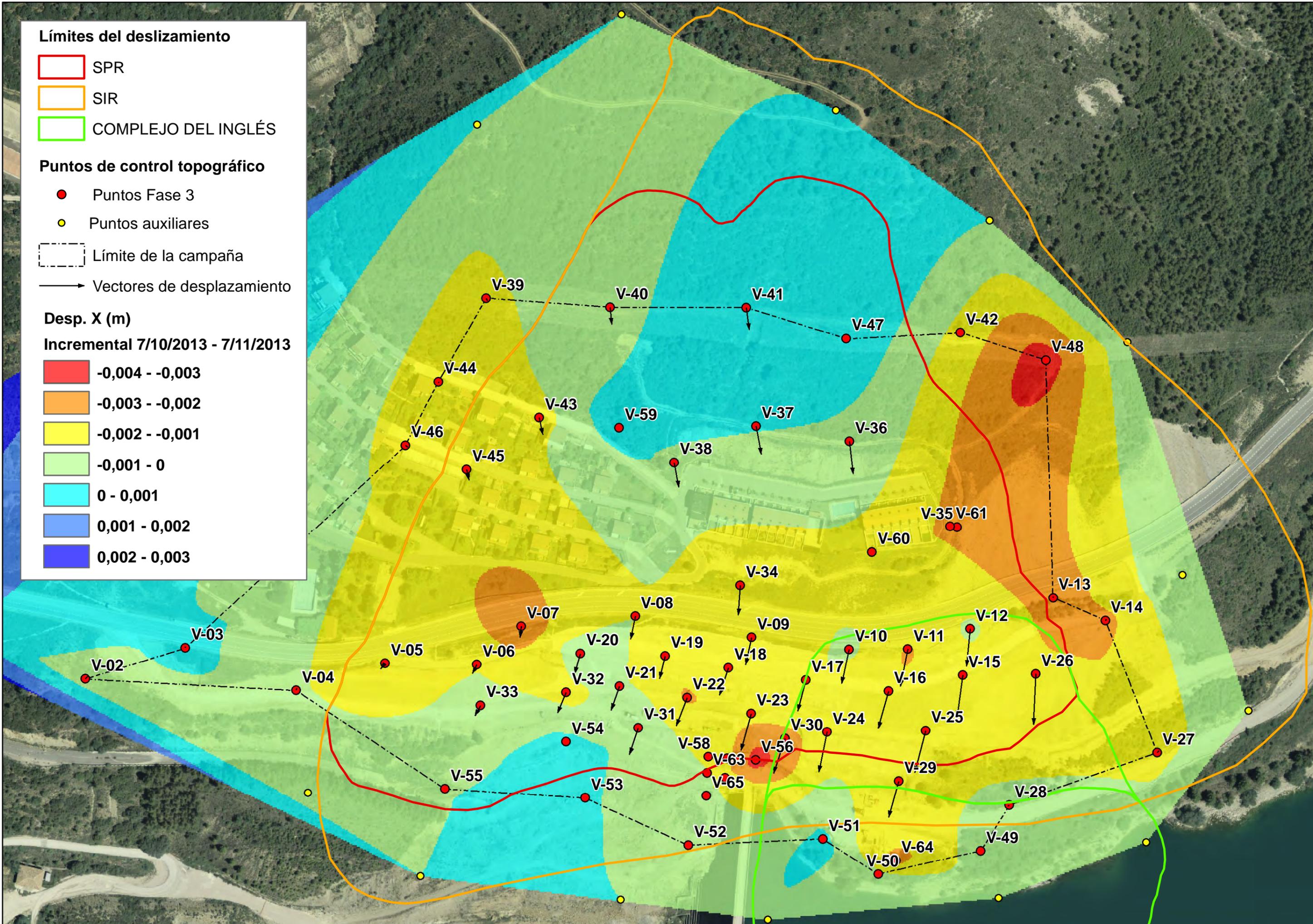
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. X (m)

Incremental 7/10/2013 - 7/11/2013

- 0,004 - -0,003
- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0
- 0 - 0,001
- 0,001 - 0,002
- 0,002 - 0,003



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

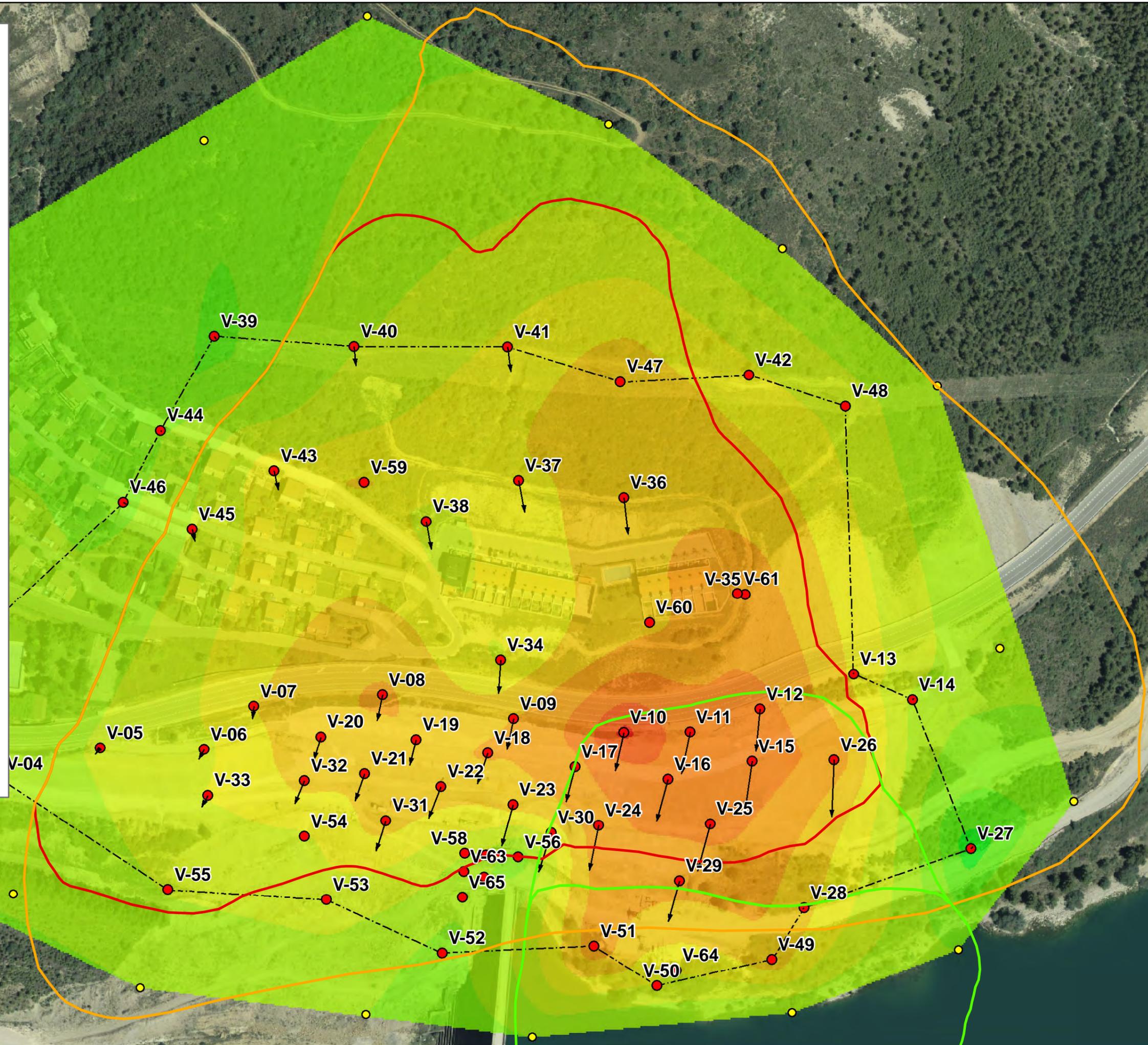
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Y (m)

Incremental 25/4/2013 - 7/11/2013

- 0,032 - -0,028
- 0,028 - -0,024
- 0,024 - -0,02
- 0,02 - -0,016
- 0,016 - -0,012
- 0,012 - -0,008
- 0,008 - -0,004
- 0,004 - 0
- 0 - 0,004
- 0,004 - 0,008
- 0,008 - 0,012



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

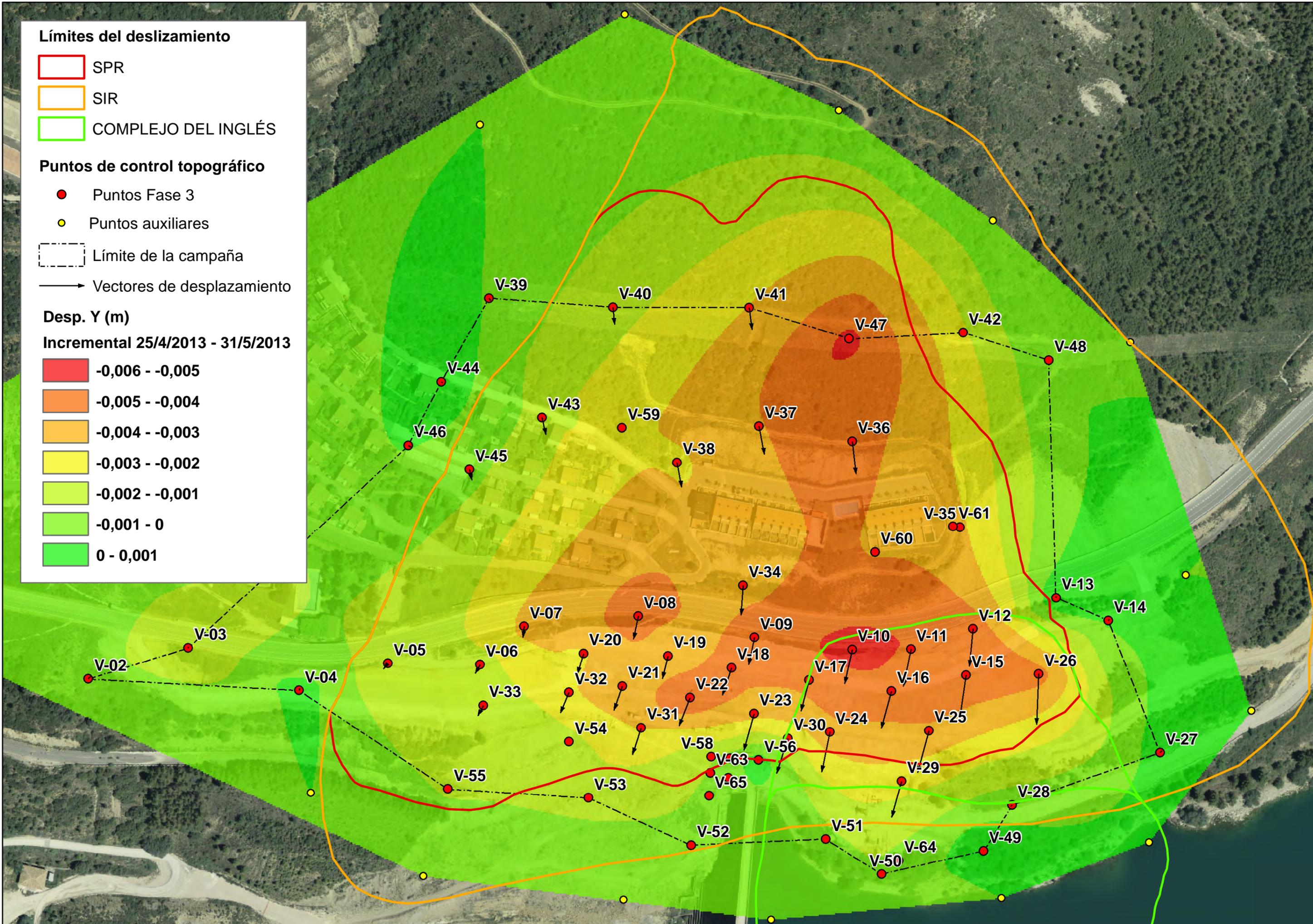
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Y (m)

Incremental 25/4/2013 - 31/5/2013

- 0,006 - -0,005
- 0,005 - -0,004
- 0,004 - -0,003
- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0
- 0 - 0,001



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

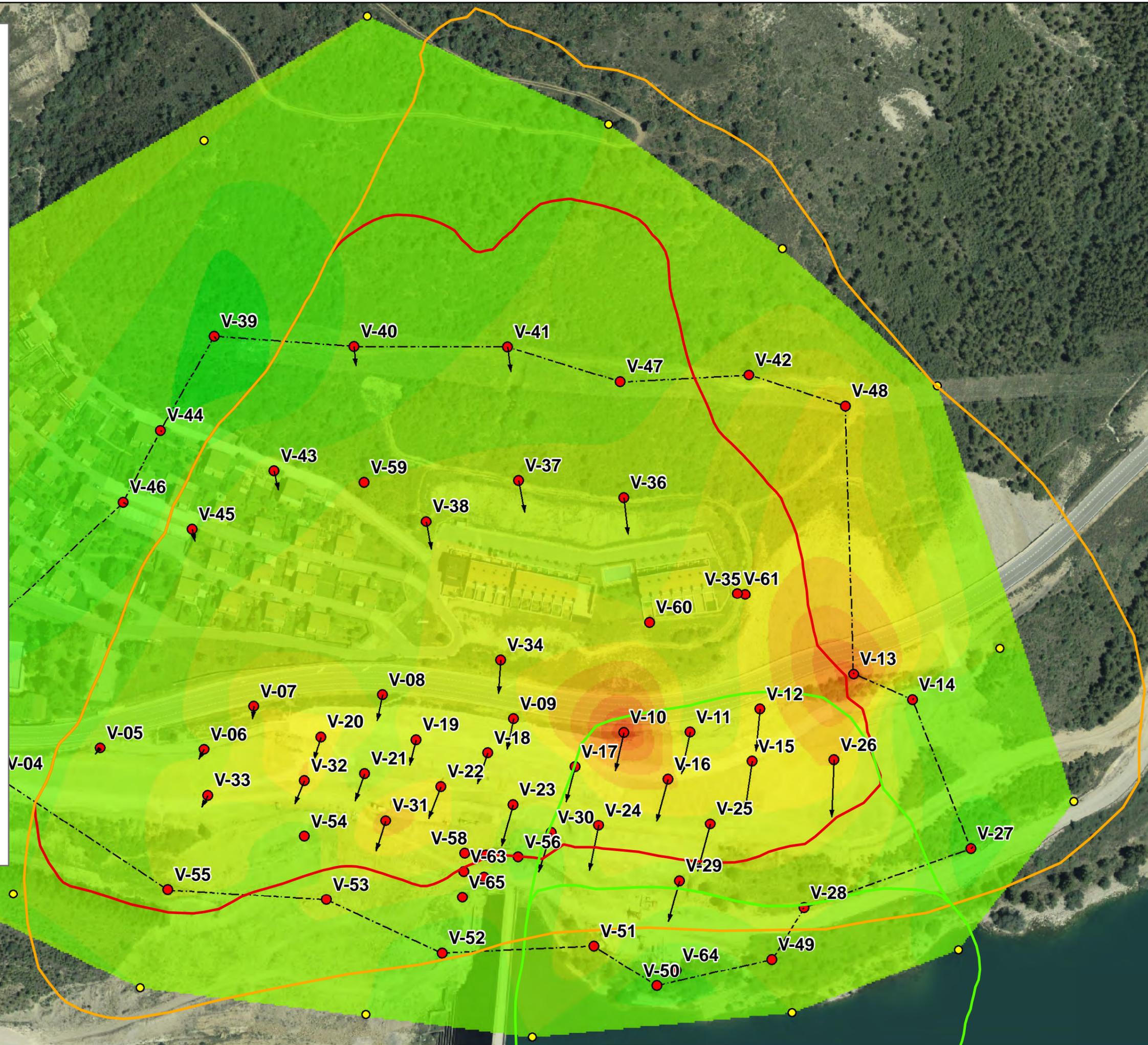
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Y (m)

Incremental 31/5/2013 - 16/7/2013

- 0,01 - -0,009
- 0,009 - -0,008
- 0,008 - -0,007
- 0,007 - -0,006
- 0,006 - -0,005
- 0,005 - -0,004
- 0,004 - -0,003
- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0
- 0 - 0,001
- 0,001 - 0,002
- 0,002 - 0,003



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

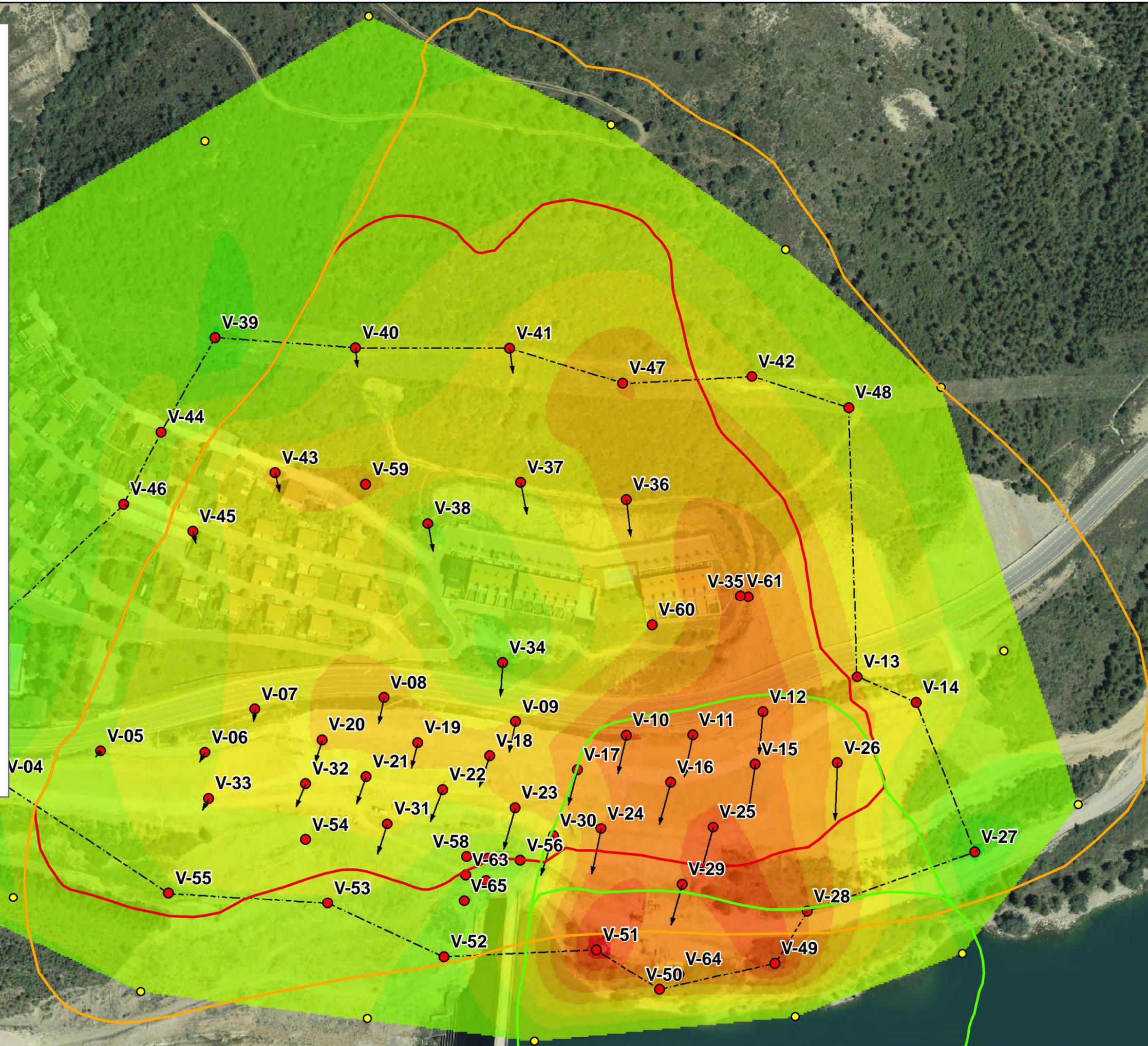
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Y (m)

Incremental 16/7/2013 - 7/10/2013

- 0,016 - -0,014
- 0,014 - -0,012
- 0,012 - -0,01
- 0,01 - -0,008
- 0,008 - -0,006
- 0,006 - -0,004
- 0,004 - -0,002
- 0,002 - 0
- 0 - 0,002
- 0,002 - 0,004
- 0,004 - 0,006



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

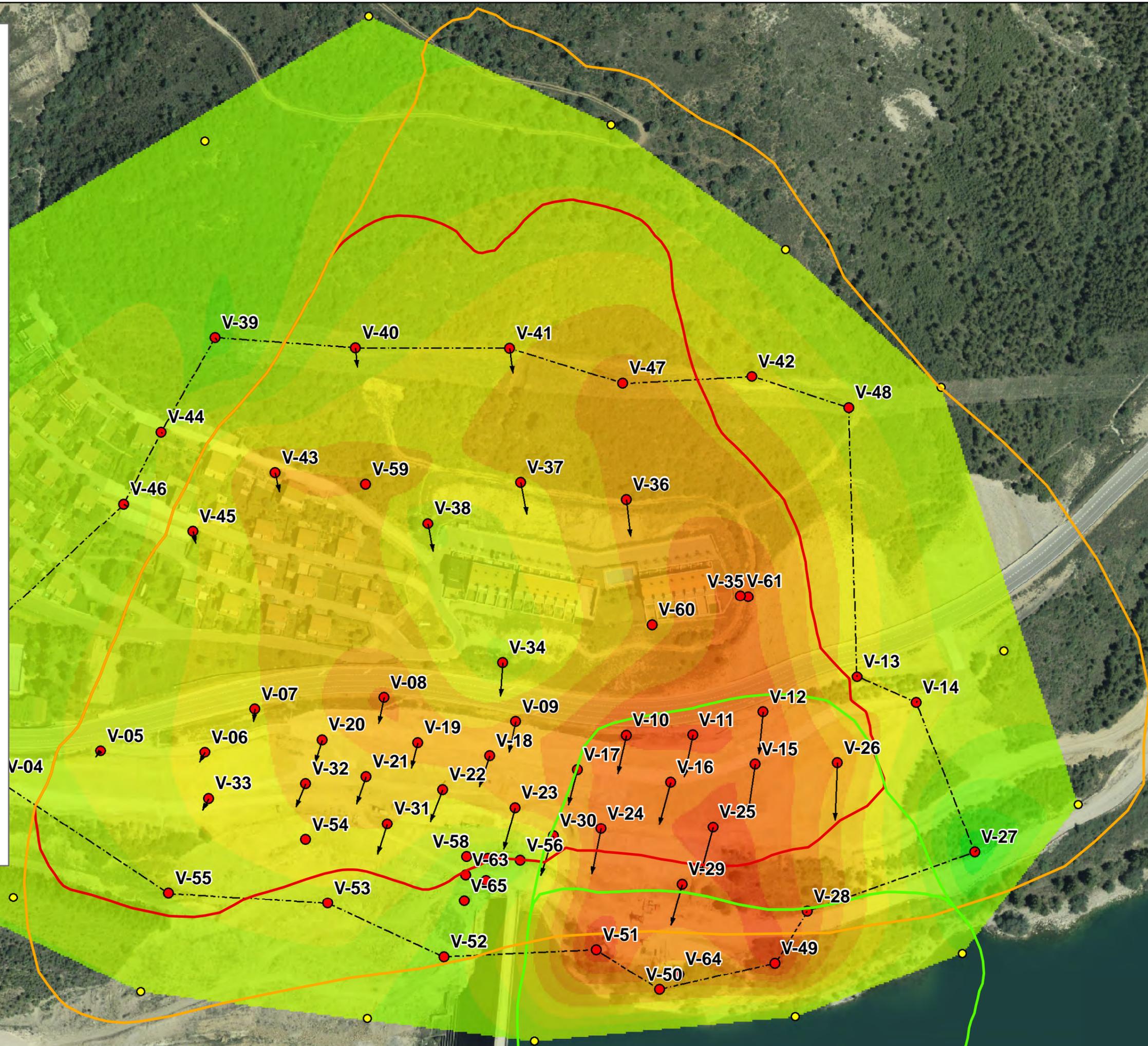
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Y (m)

Incremental 16/7/2013 - 7/11/2013

- 0,018 - -0,016
- 0,016 - -0,014
- 0,014 - -0,012
- 0,012 - -0,01
- 0,01 - -0,0081
- 0,0081 - -0,006
- 0,006 - -0,004
- 0,004 - -0,002
- 0,002 - 0
- 0 - 0,002
- 0,002 - 0,004
- 0,004 - 0,006
- 0,006 - 0,008



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

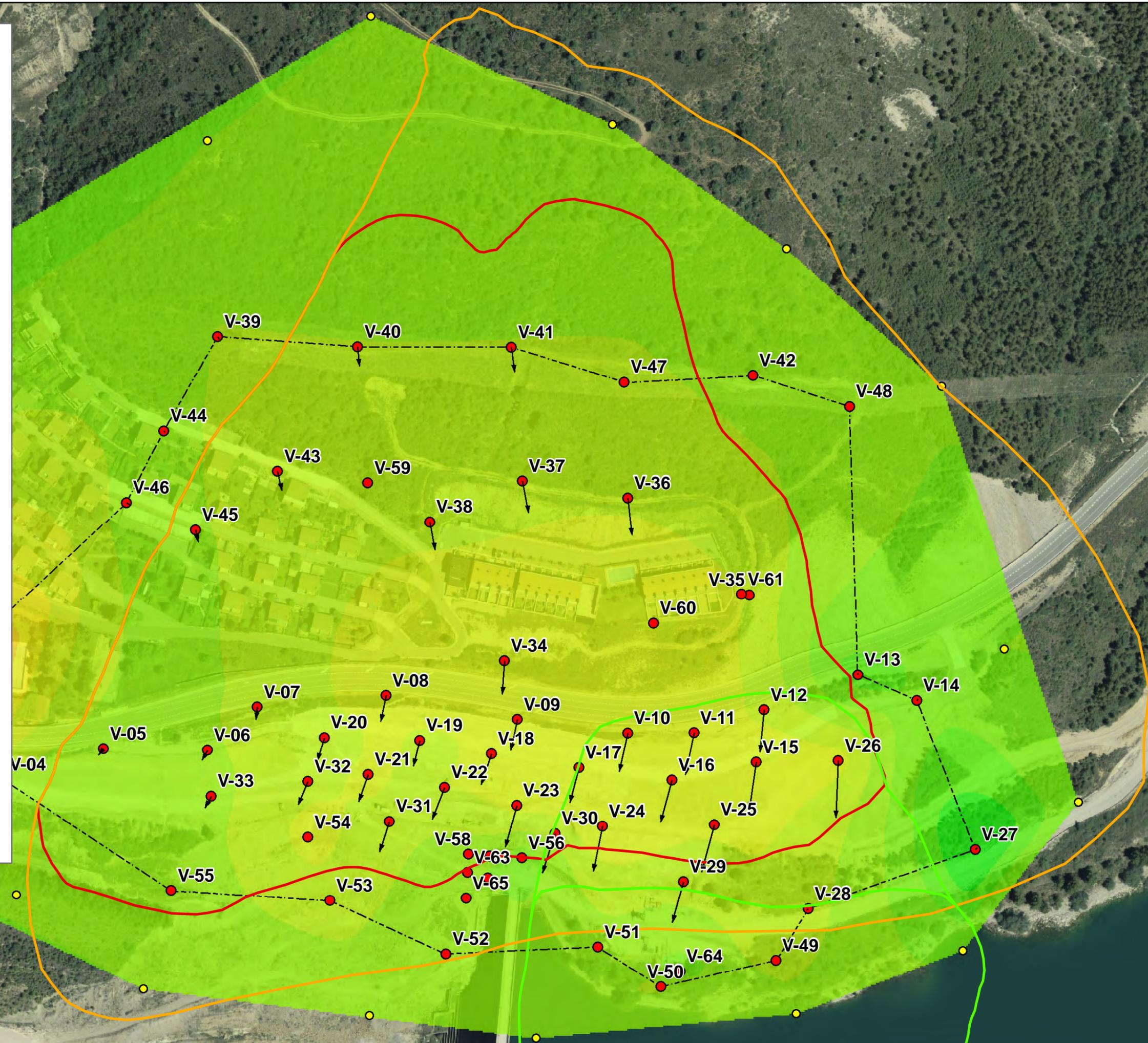
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Y (m)

Incremental 7/10/2013 - 7/11/2013

- 0,01 - -0,009
- 0,009 - -0,008
- 0,008 - -0,007
- 0,007 - -0,006
- 0,006 - -0,005
- 0,005 - -0,004
- 0,004 - -0,003
- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0
- 0 - 0,001
- 0,001 - 0,002
- 0,002 - 0,003



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

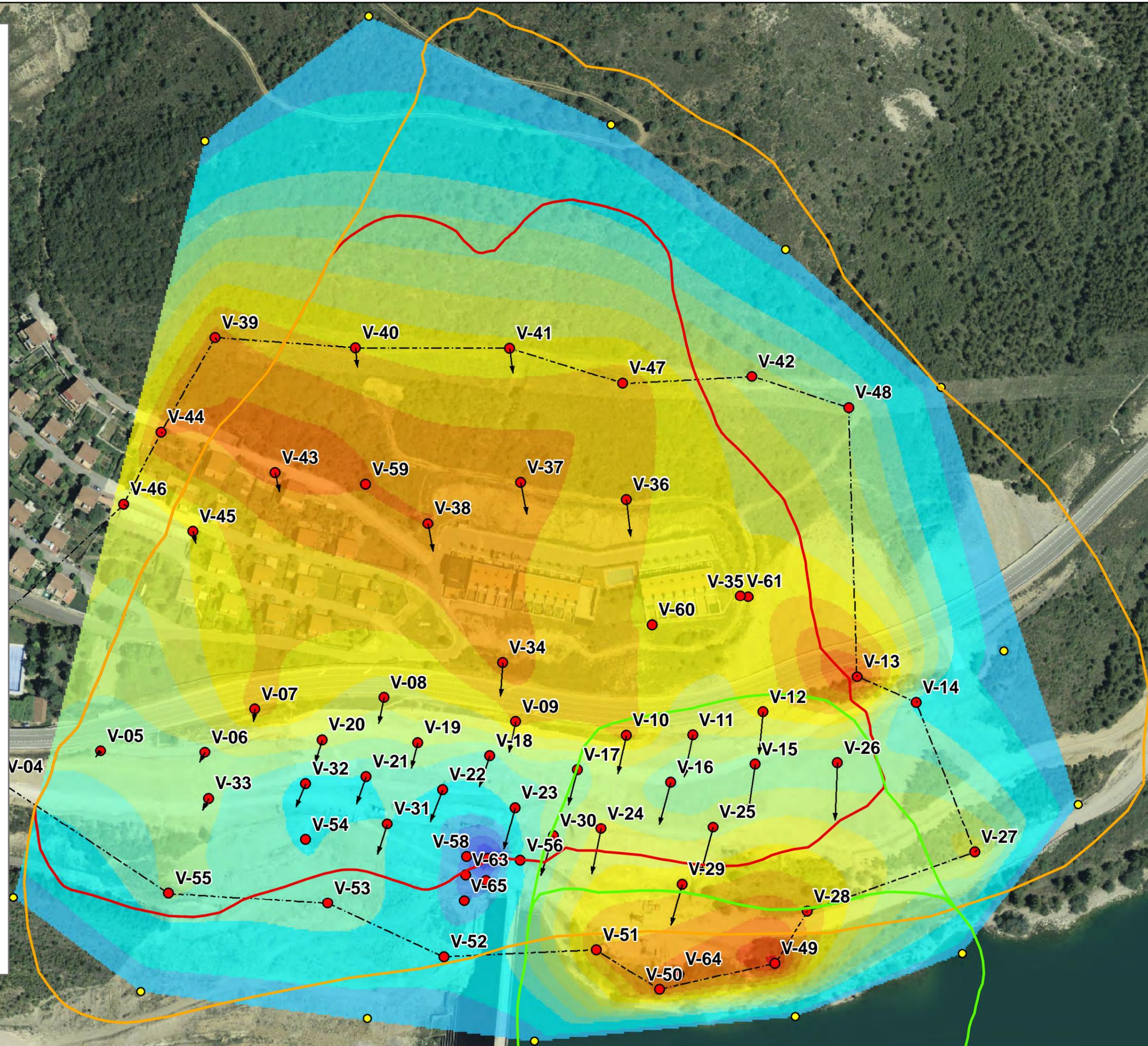
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Z (m)

Incremental 25/4/2013 - 7/11/2013

- 0,026 - -0,024
- 0,024 - -0,022
- 0,022 - -0,02
- 0,02 - -0,018
- 0,018 - -0,016
- 0,016 - -0,014
- 0,014 - -0,012
- 0,012 - -0,01
- 0,01 - -0,008
- 0,008 - -0,006
- 0,006 - -0,002
- 0,002 - 0
- 0 - 0,002
- 0,002 - 0,004
- 0,004 - 0,006
- 0,006 - 0,008



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

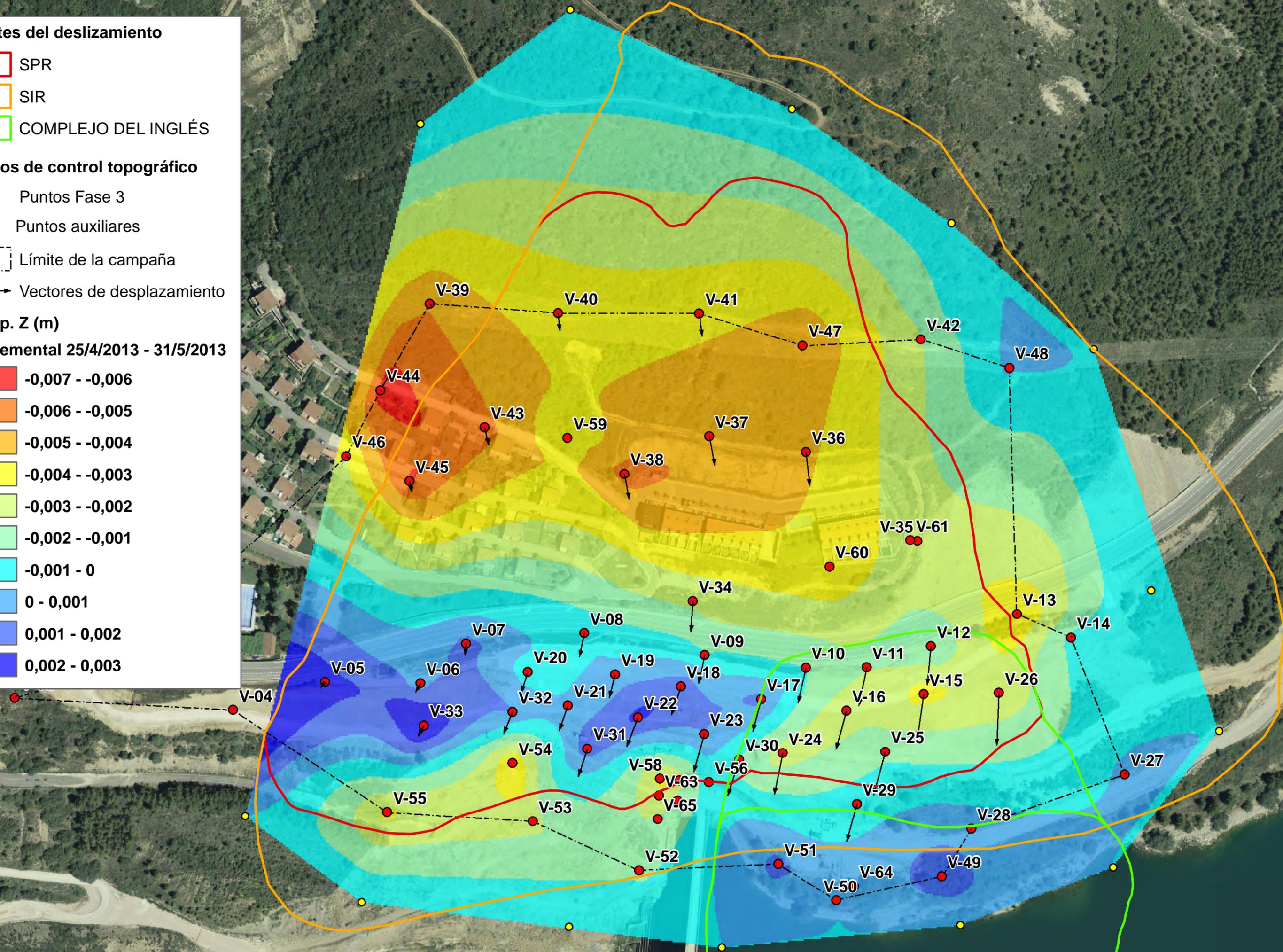
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Z (m)

Incremental 25/4/2013 - 31/5/2013

- 0,007 - -0,006
- 0,006 - -0,005
- 0,005 - -0,004
- 0,004 - -0,003
- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0
- 0 - 0,001
- 0,001 - 0,002
- 0,002 - 0,003



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

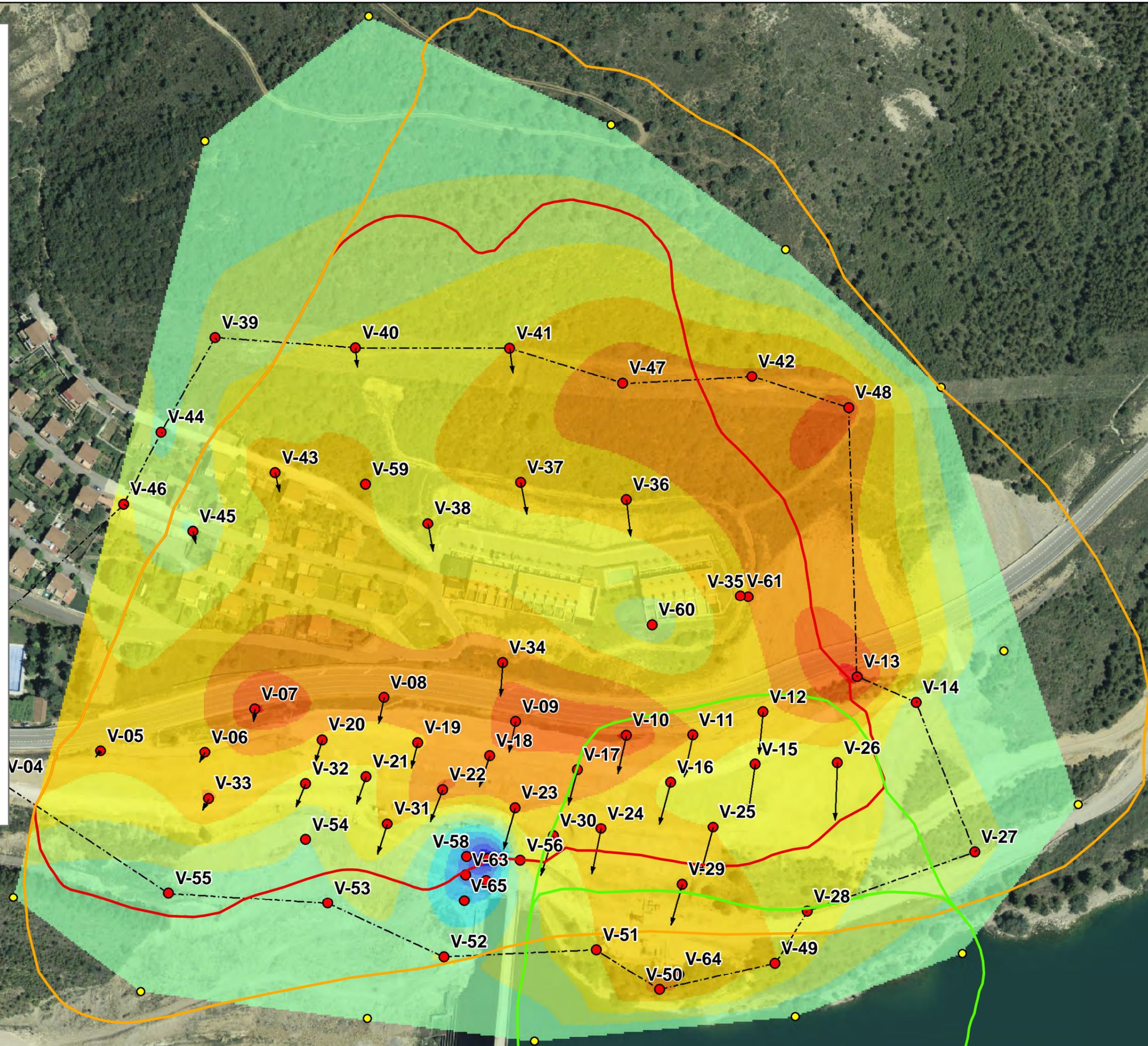
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Z (m)

Incremental 31/5/2013 - 16/7/2013

- 0,014 - -0,012
- 0,012 - -0,01
- 0,01 - -0,008
- 0,008 - -0,006
- 0,006 - -0,004
- 0,004 - -0,002
- 0,002 - 0
- 0 - 0,002
- 0,002 - 0,004
- 0,004 - 0,006
- 0,006 - 0,008
- 0,008 - 0,01



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

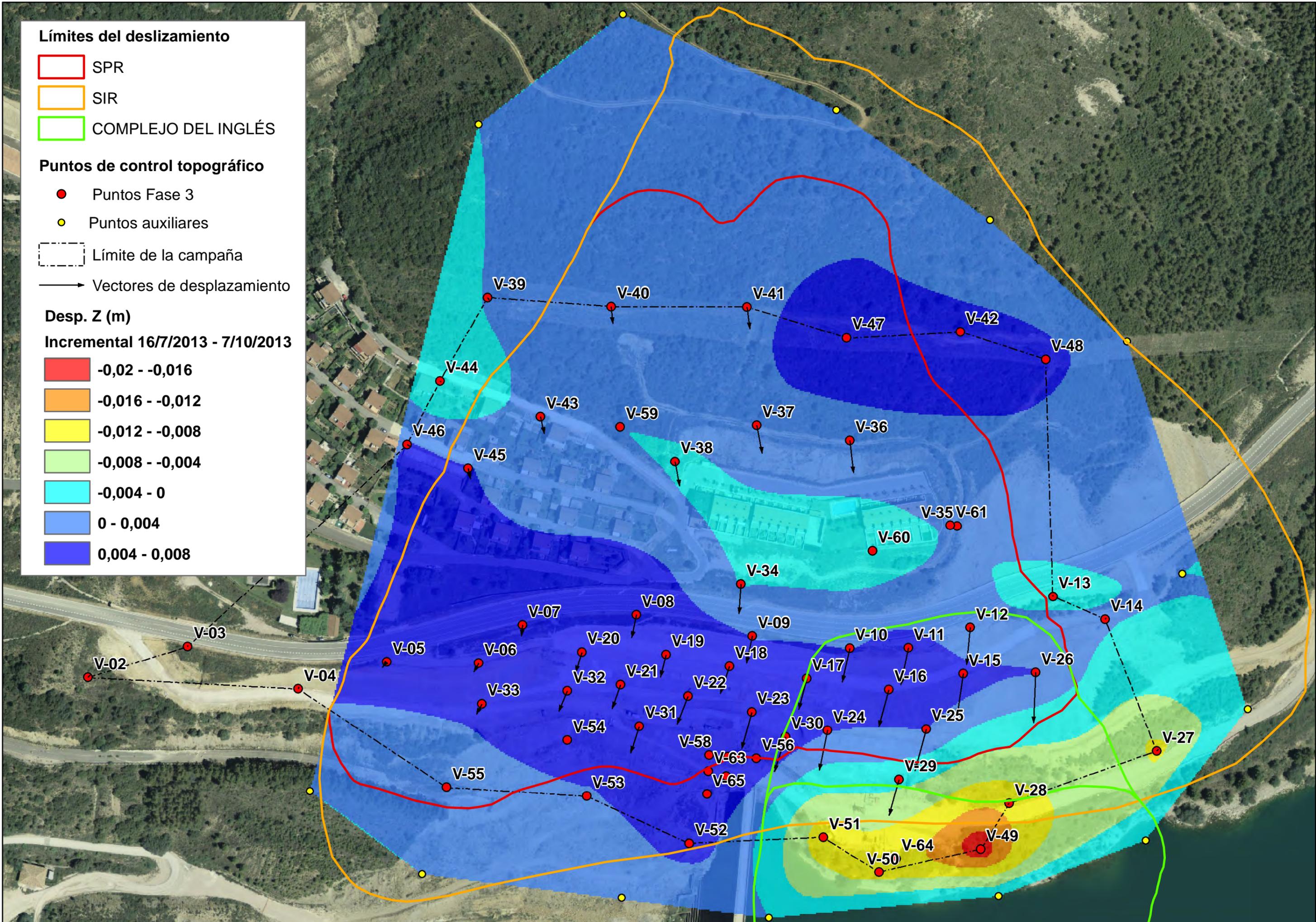
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Z (m)

Incremental 16/7/2013 - 7/10/2013

- 0,02 - -0,016
- 0,016 - -0,012
- 0,012 - -0,008
- 0,008 - -0,004
- 0,004 - 0
- 0 - 0,004
- 0,004 - 0,008



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

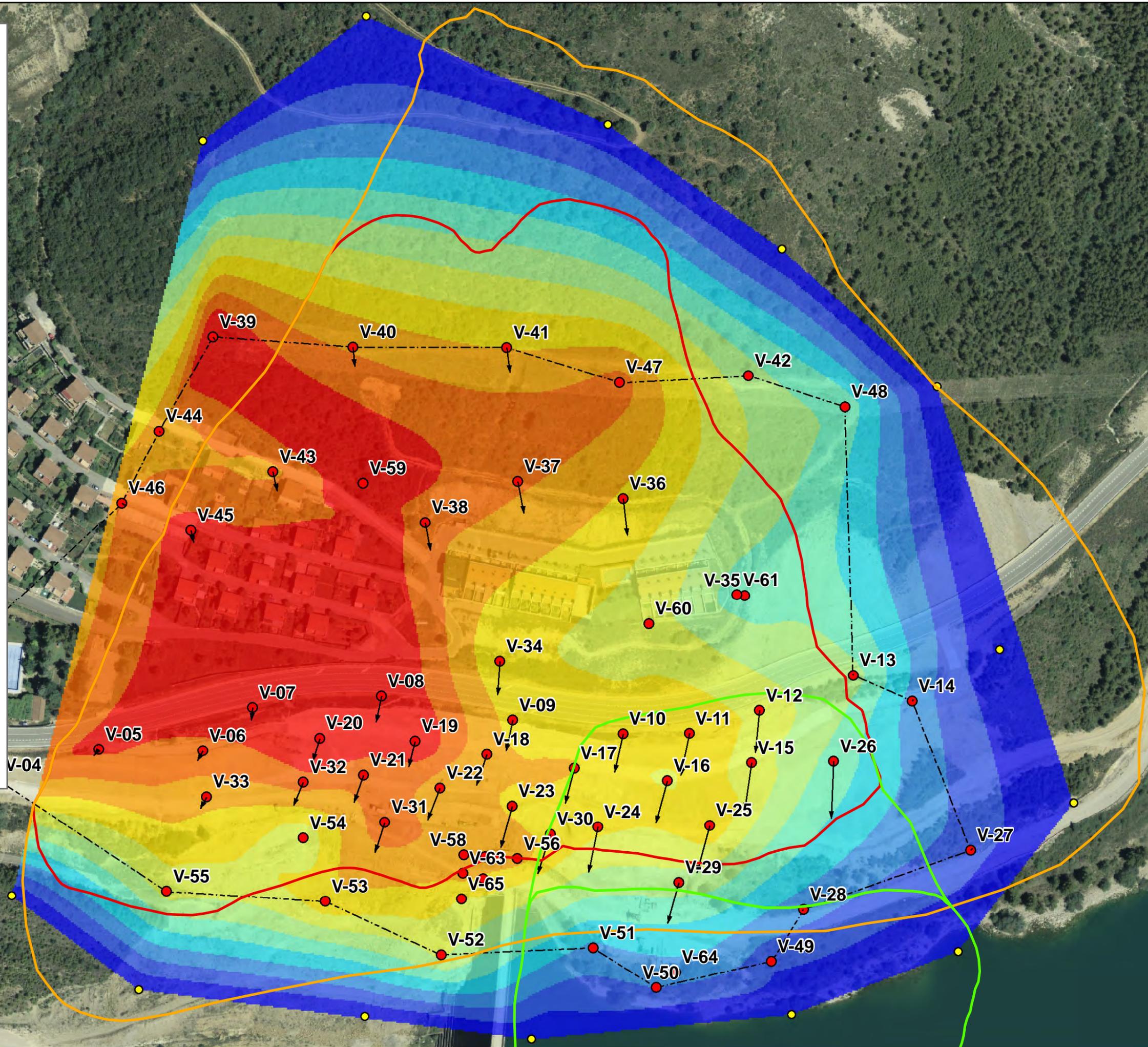
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. Z (m)

Incremental 7/10/2013 - 7/11/2013

- 0,011 - -0,01
- 0,01 - -0,009
- 0,009 - -0,008
- 0,008 - -0,007
- 0,007 - -0,006
- 0,006 - -0,005
- 0,005 - -0,004
- 0,004 - -0,003
- 0,003 - -0,002
- 0,002 - -0,001
- 0,001 - 0



Límites del deslizamiento

-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

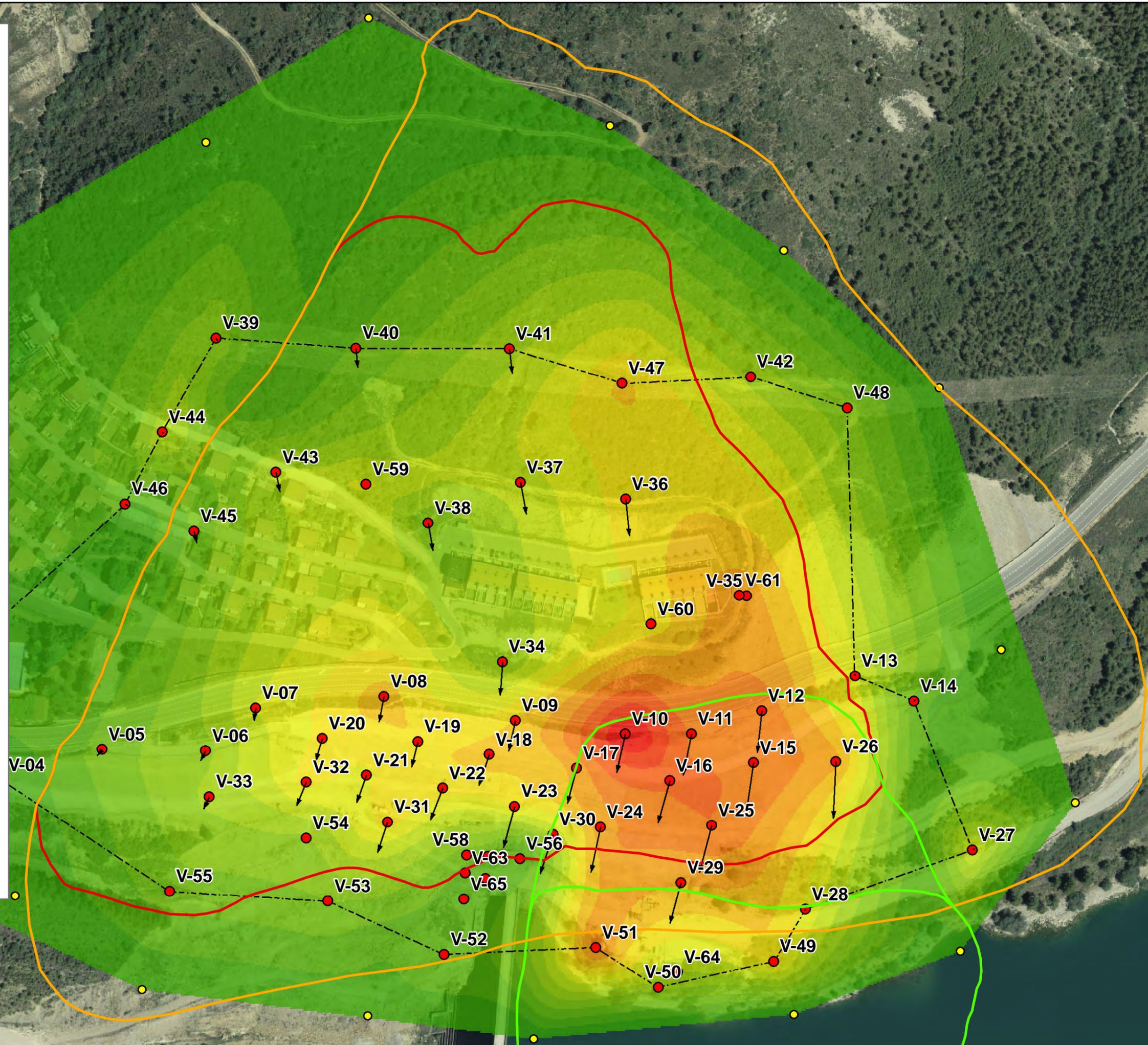
Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. |XY| (m)

Incremental 25/4/2013 - 7/11/2013

-  0 - 0,002
-  0,002 - 0,004
-  0,004 - 0,006
-  0,006 - 0,008
-  0,008 - 0,01
-  0,01 - 0,012
-  0,012 - 0,014
-  0,014 - 0,016
-  0,016 - 0,018
-  0,018 - 0,02
-  0,02 - 0,022
-  0,022 - 0,024
-  0,024 - 0,026
-  0,026 - 0,028



Límites del deslizamiento

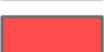
-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

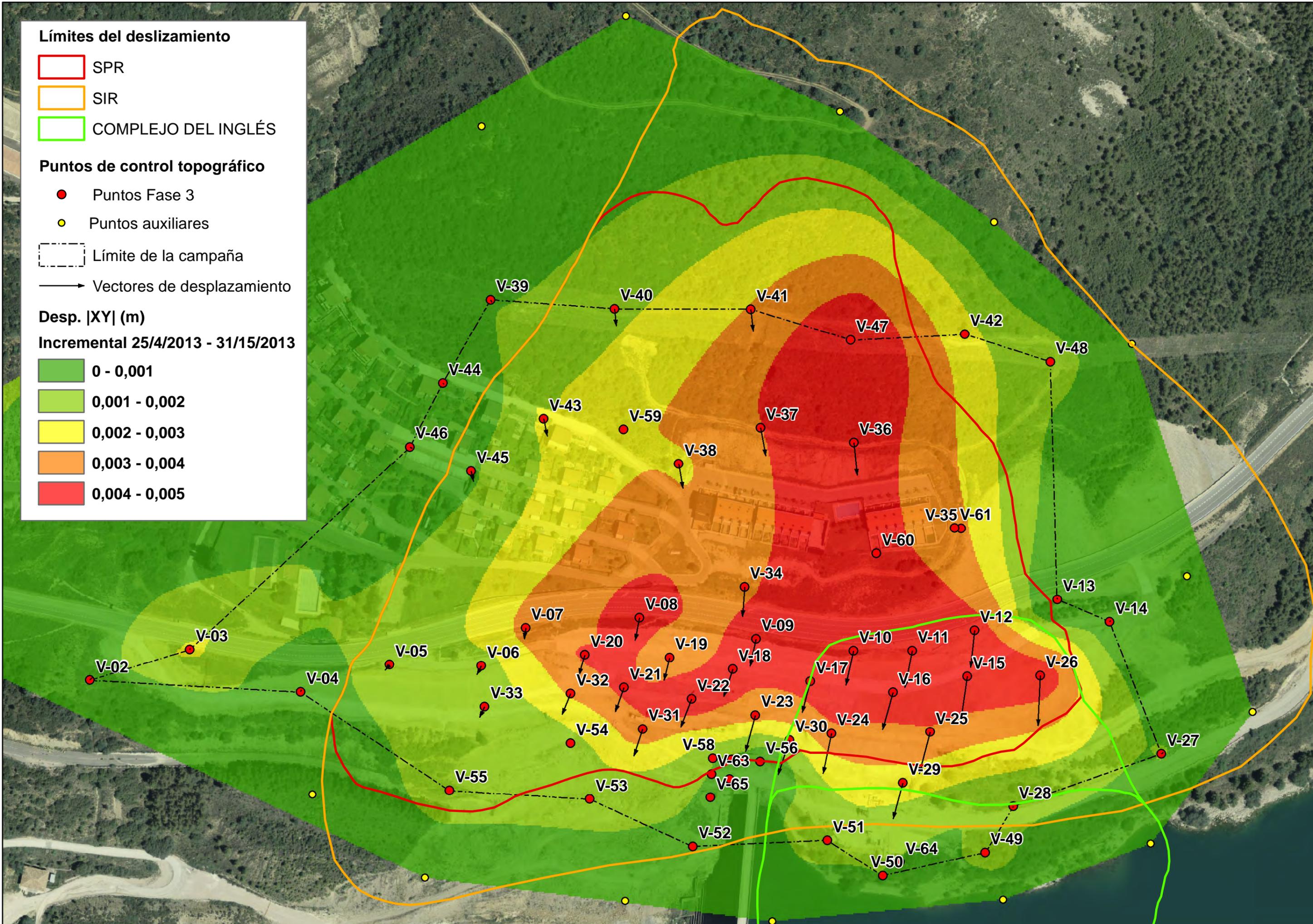
Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. |XY| (m)

Incremental 25/4/2013 - 31/15/2013

-  0 - 0,001
-  0,001 - 0,002
-  0,002 - 0,003
-  0,003 - 0,004
-  0,004 - 0,005



Límites del deslizamiento

-  SPR
-  SIR
-  COMPLEJO DEL INGLÉS

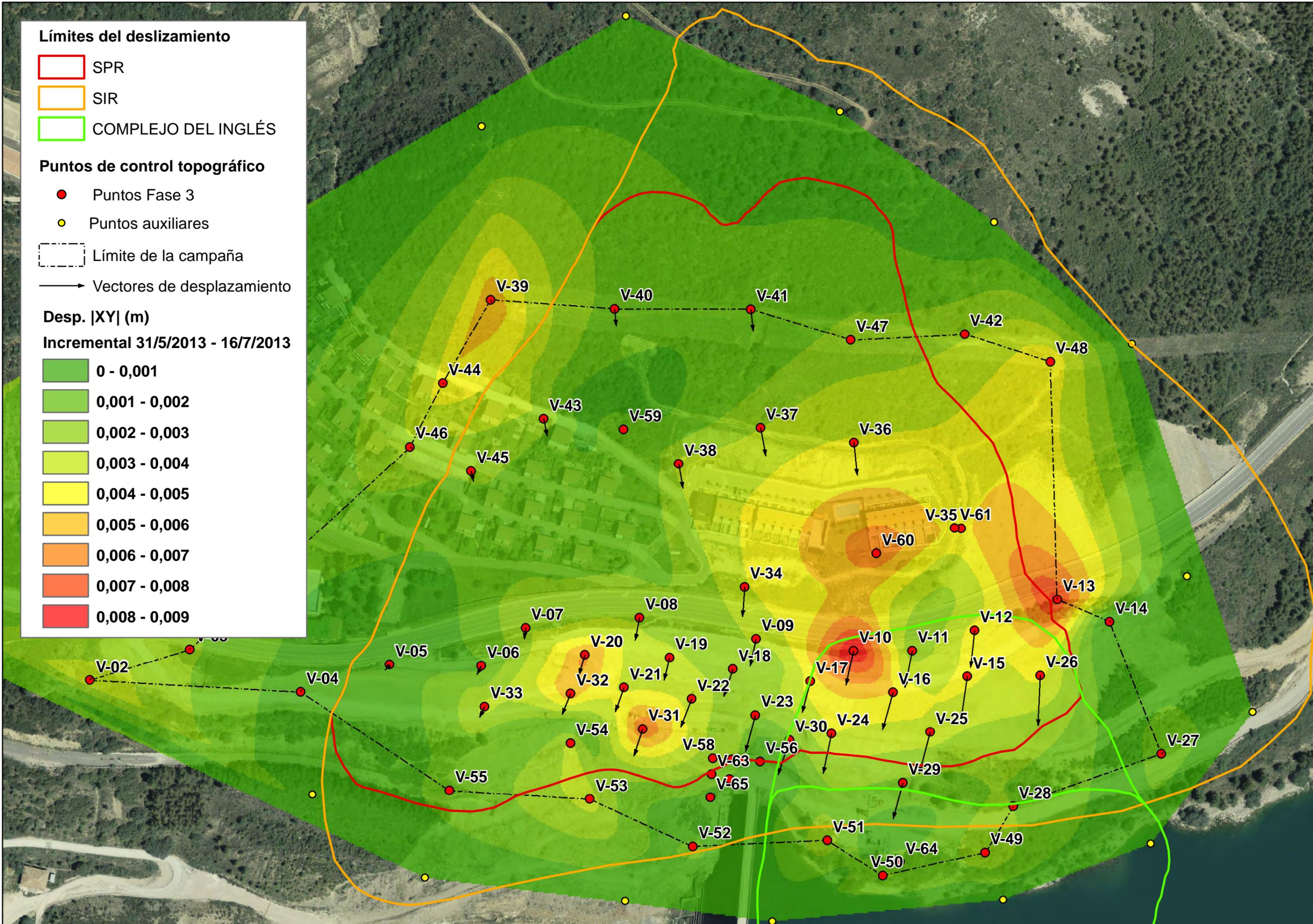
Puntos de control topográfico

-  Puntos Fase 3
-  Puntos auxiliares
-  Límite de la campaña
-  Vectores de desplazamiento

Desp. |XY| (m)

Incremental 31/5/2013 - 16/7/2013

-  0 - 0,001
-  0,001 - 0,002
-  0,002 - 0,003
-  0,003 - 0,004
-  0,004 - 0,005
-  0,005 - 0,006
-  0,006 - 0,007
-  0,007 - 0,008
-  0,008 - 0,009



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

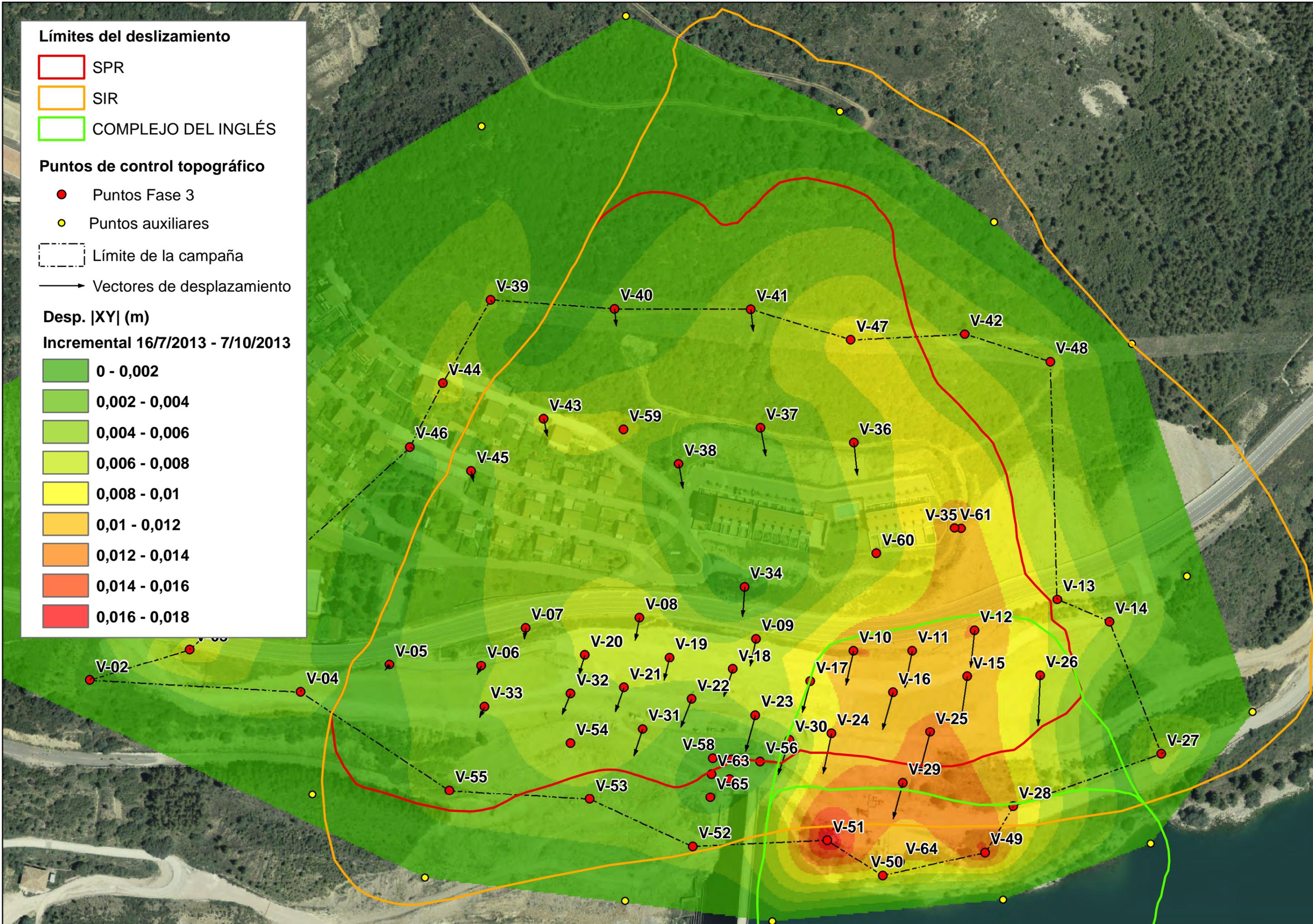
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. |XY| (m)

Incremental 16/7/2013 - 7/10/2013

- 0 - 0,002
- 0,002 - 0,004
- 0,004 - 0,006
- 0,006 - 0,008
- 0,008 - 0,01
- 0,01 - 0,012
- 0,012 - 0,014
- 0,014 - 0,016
- 0,016 - 0,018



Límites del deslizamiento

- SPR
- SIR
- COMPLEJO DEL INGLÉS

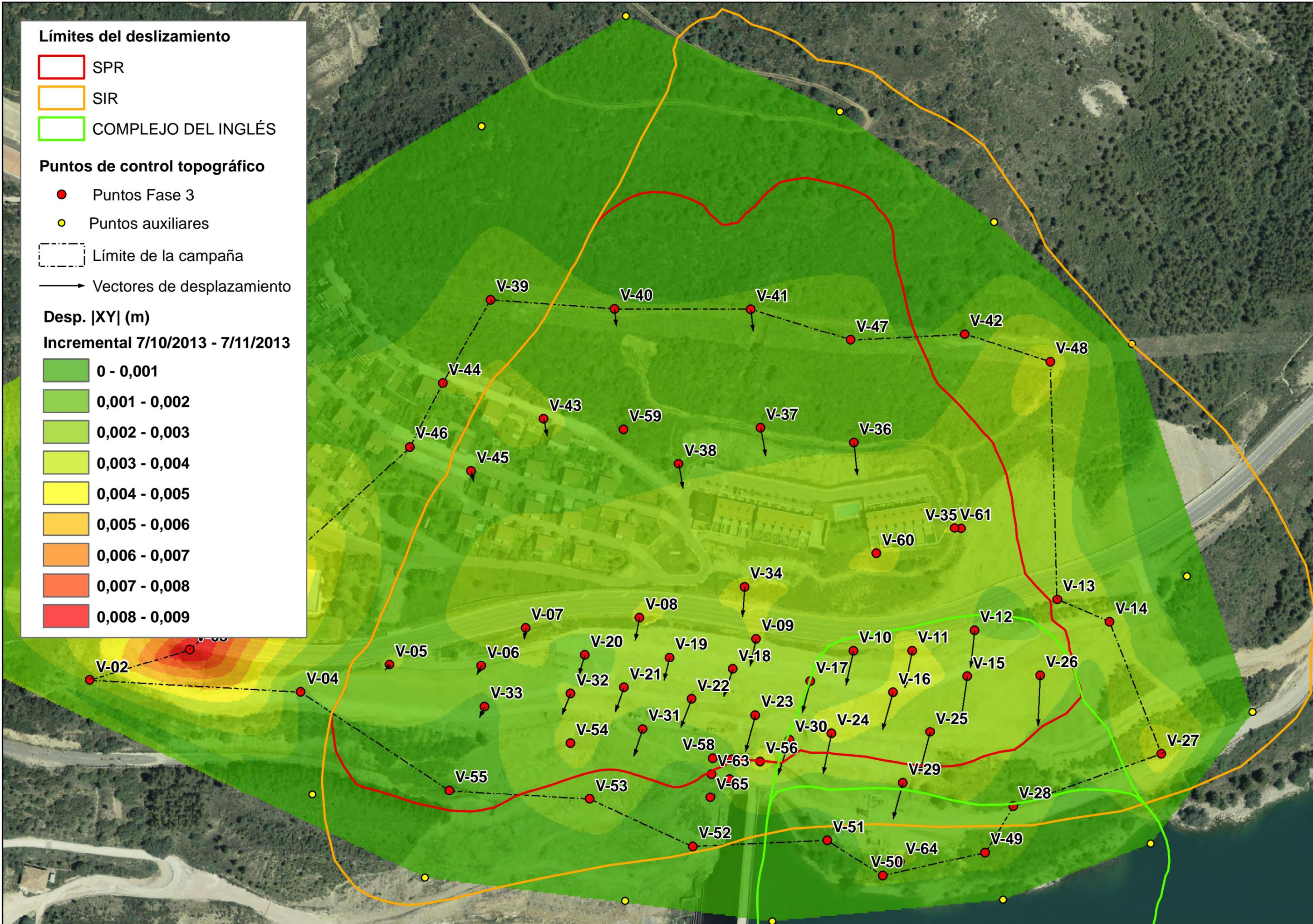
Puntos de control topográfico

- Puntos Fase 3
- Puntos auxiliares
- Límite de la campaña
- Vectores de desplazamiento

Desp. |XY| (m)

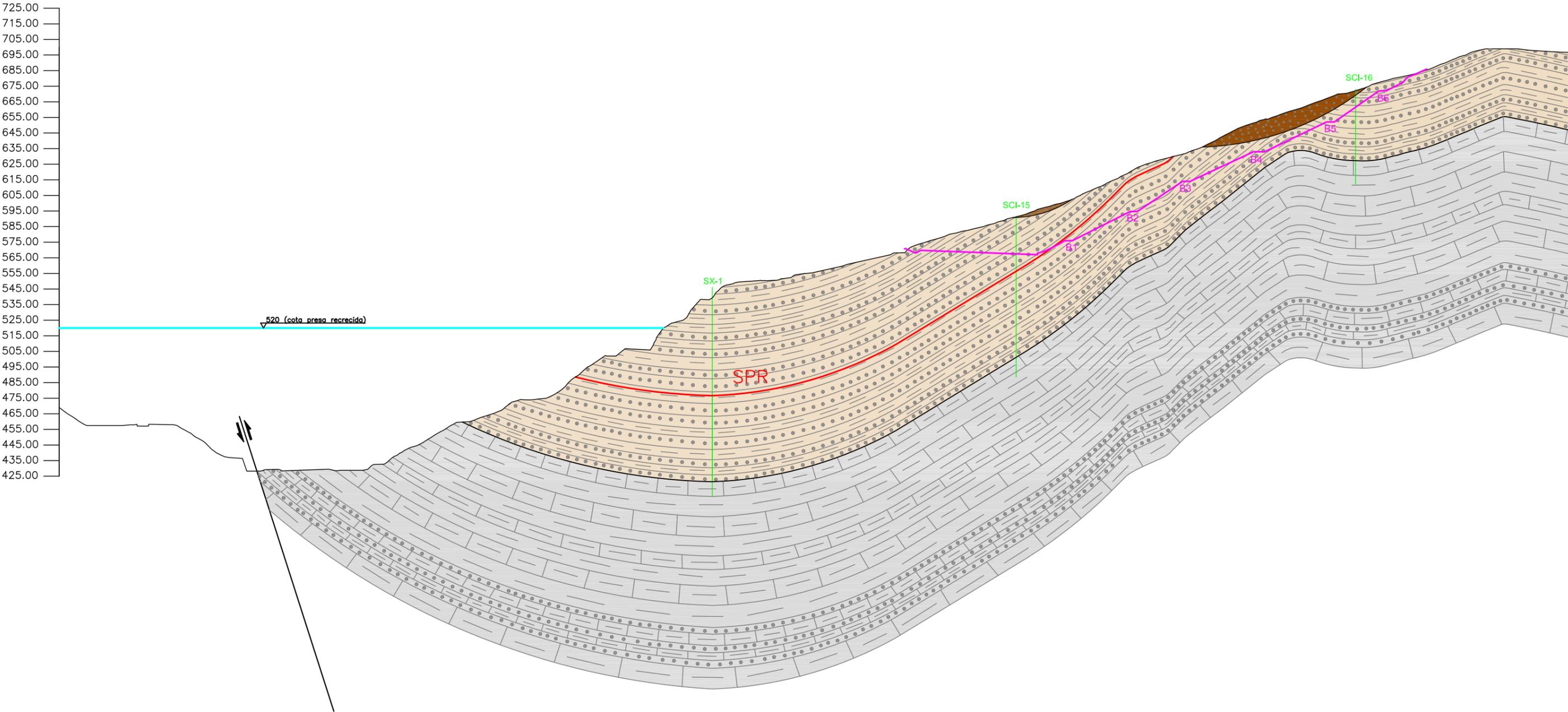
Incremental 7/10/2013 - 7/11/2013

- 0 - 0,001
- 0,001 - 0,002
- 0,002 - 0,003
- 0,003 - 0,004
- 0,004 - 0,005
- 0,005 - 0,006
- 0,006 - 0,007
- 0,007 - 0,008
- 0,008 - 0,009

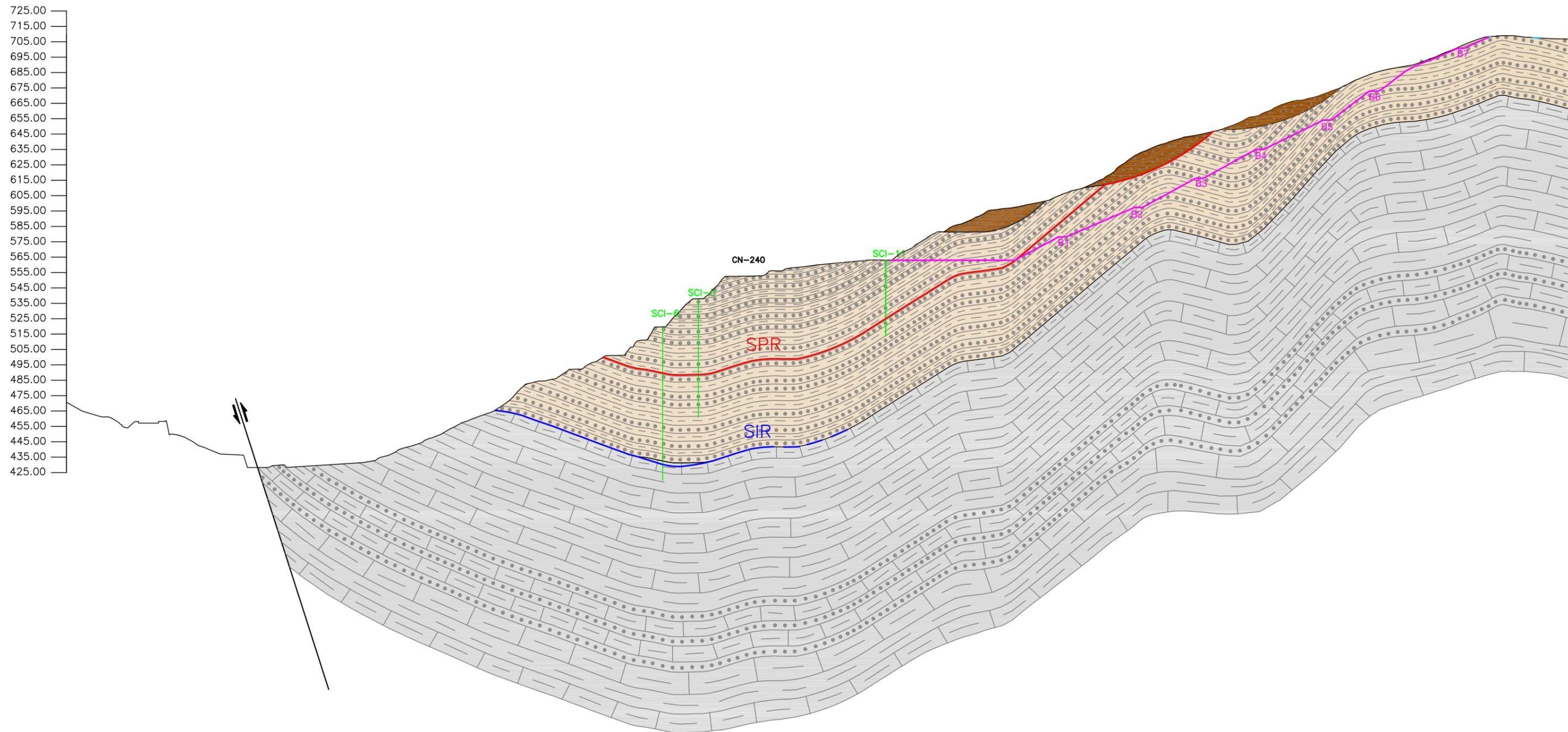


4.4. APÉNDICE 4. CORTES GEOLÓGICOS

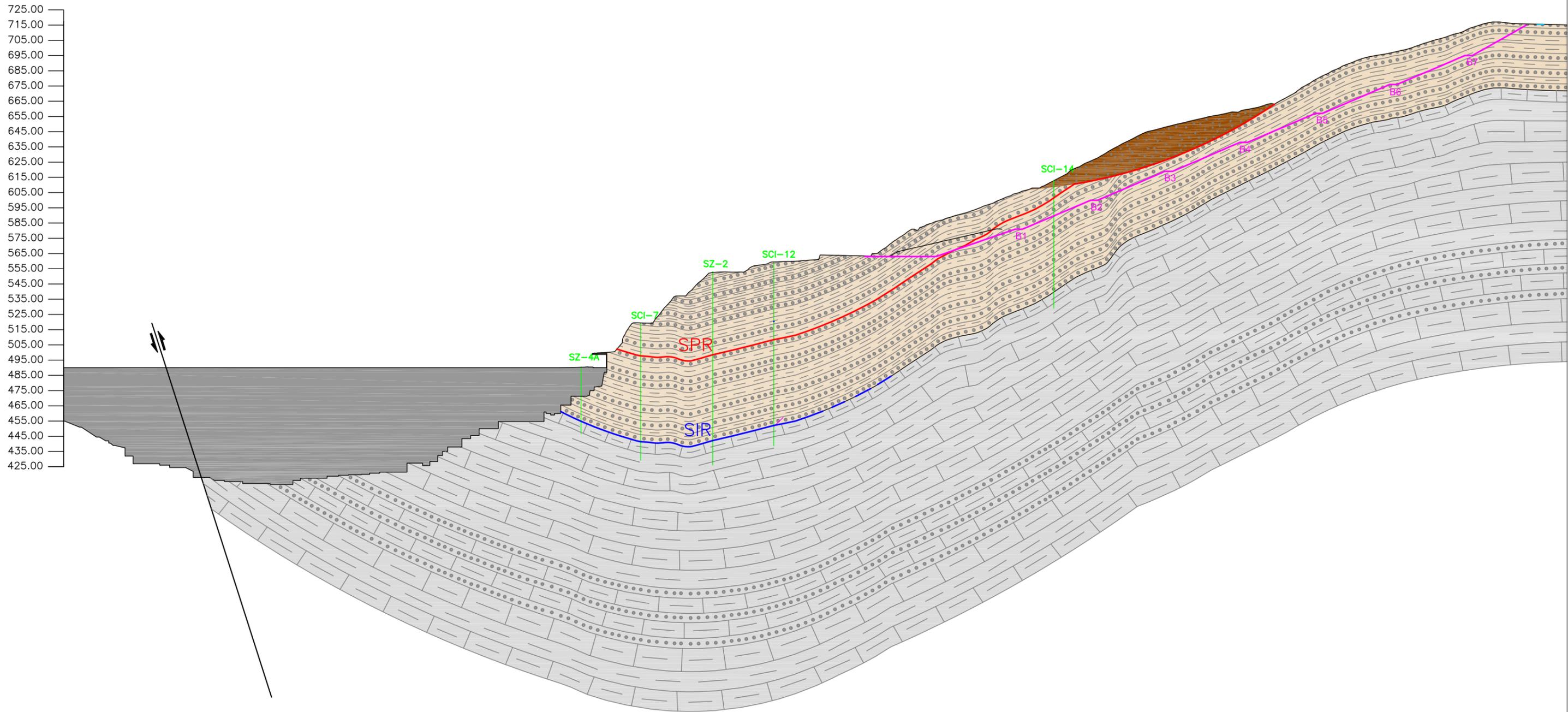
CORTE GEOLÓGICO EJE 1



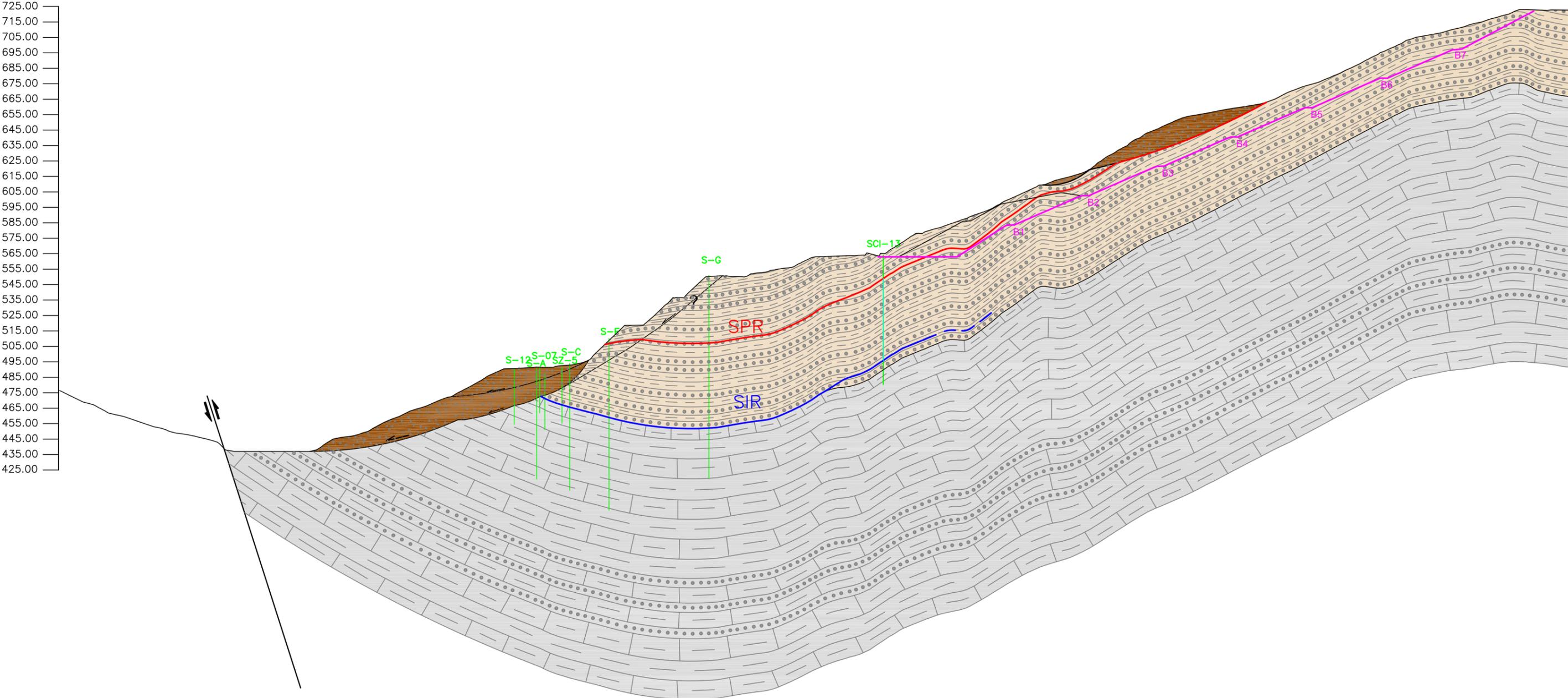
CORTE GEOLÓGICO EJE 2



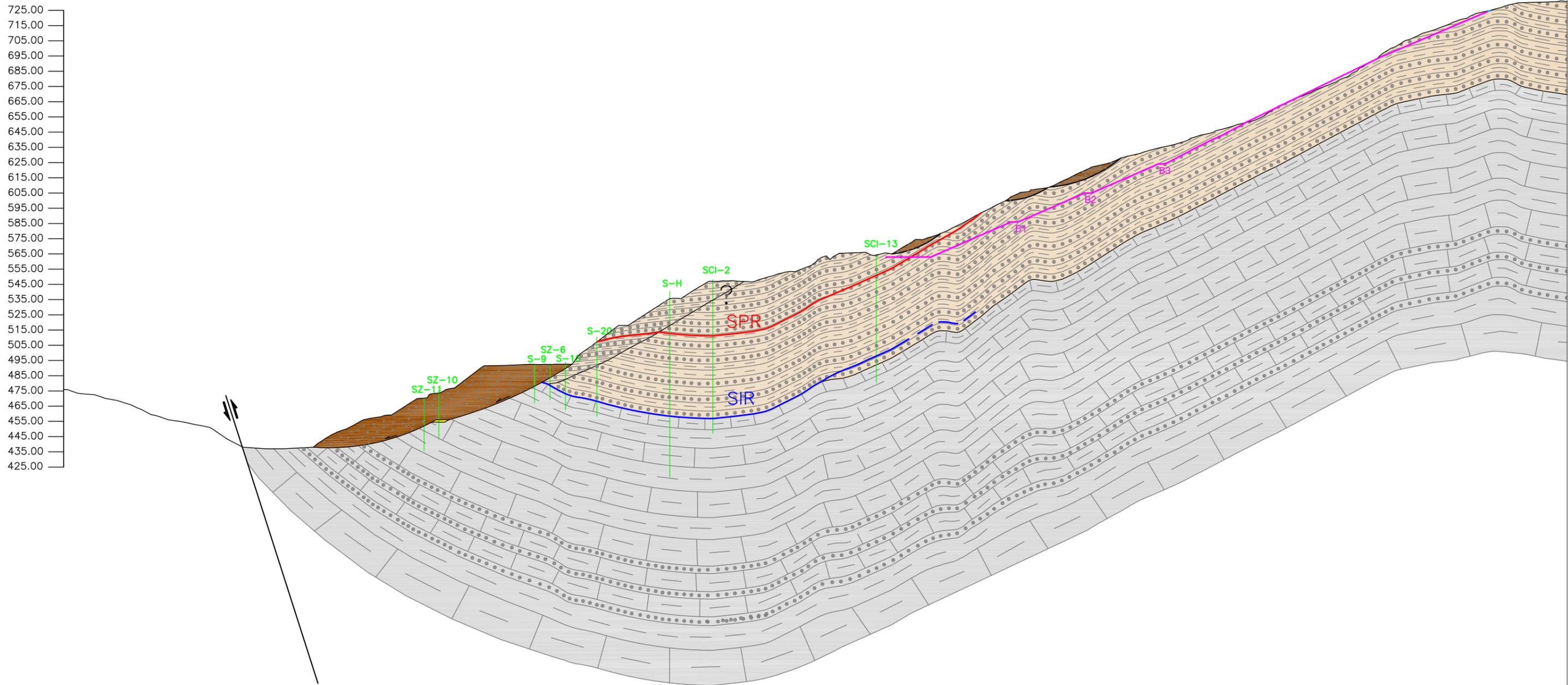
CORTE GEOLÓGICO EJE 3



CORTE GEOLÓGICO EJE 4



CORTE GEOLÓGICO EJE 5



CORTE GEOLÓGICO EJE 6

