

CLIENTE: DESARROLLOS LA PLETA, S.L.

EXPEDIENT: 2000021

FECHA: 30/11/18

OBRA: Estudio de estabilidad de taludes para EL PROYECTO DE URBANIZACIÓN PE5, *LA PLETA*- BAQUEIRA-NAUT ARAN





Índice

1. PRESENTACIÓN DEL ANEXO	5
1.1. ANTACEDENTES	6
1.2. OBJETIVOS.....	6
2. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOMECÁNICOS.....	8
2.1. GEOLOGÍA DE LA ZONA Y UNIDADES GEOTÉCNICAS	8
2.2. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	10
2.3. SISMICIDAD.....	11
3. TIPO DE ANÁLISIS A REALIZAR	12
3.1. CONDICIONES DRENADAS Y NO-DRENADAS	12
3.2. ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS	13
3.3. ANÁLISIS A CORTO PLAZO	14
3.4. ANÁLISIS A LARGO PLAZO	14
4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	16
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS A UTILIZAR.....	17
4.2. MÉTODO DEL EQUILIBRIO LÍMITE (LEM)	18
5. SOFTWARE USADO PARA LA MODELIZACIÓN	22
6. RESULTADO DE LA ESTABILIDAD Y DESCRIPCIÓN	25
7. ANALISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS	64
8. CONCLUSIONES.....	65

Índice de Imágenes

Imagen 1. Vista general de la ubicación de la zona del emplazamiento de la zona en estudio (www.icgc.cat)	5
Imagen 2. Vista general del emplazamiento de las edificaciones y de los cortes analizados, de los diferentes grupos de edificaciones proyectadas.....	6

Índice de Figuras

Figura 1. Cargas consideradas de camión.	16
Figura 2. Figura del método por rebanadas utilizado.....	22
Figura 3. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	26
Figura 4. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.....	26
Figura 5. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	27
Figura 6. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	28
Figura 7. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.....	28



Figura 8. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	29
Figura 9. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	30
Figura 10. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	30
Figura 11. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	31
Figura 12. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	32
Figura 13. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	33
Figura 14. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	33
Figura 15. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	34
Figura 16. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	35
Figura 17. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	35
Figura 18. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	36
Figura 19. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	37
Figura 20. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	37
Figura 21. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	38
Figura 22. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	39
Figura 23. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	39
Figura 24. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	40
Figura 25. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	41
Figura 26. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	41
Figura 27. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	42
Figura 28. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	43
Figura 29. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	43
Figura 30. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	44
Figura 31. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	45
Figura 32. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	45
Figura 33. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	46
Figura 34. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	47
Figura 35. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	47
Figura 36. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	48
Figura 37. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	49
Figura 38. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	50
Figura 39. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	50



Figura 40. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	51
Figura 41. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	52
Figura 42. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	52
Figura 43. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	53
Figura 44. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	54
Figura 45. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	54
Figura 46. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	55
Figura 47. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	56
Figura 48. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	56
Figura 49. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	57
Figura 50. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	58
Figura 51. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	58
Figura 52. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	59
Figura 53. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	60
Figura 54. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	60
Figura 55. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	61
Figura 56. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.....	62
Figura 57. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización. ...	62
Figura 58. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.	63

Índice de Tablas

Tabla 1, Tabla 2 Tabla 3. Resumen de los espesores de los diferentes unidades descritas en el estudio geotécnico precedente.	9
Tabla 4. Resumen de los parámetros geomecánicos que se obtienen del estudio geotécnico precedente (la justificación de dichos parámetros también se incluye en el citado estudio).	9
Tabla 5. Resumen de los parámetros de permeabilidad de los materiales.	10
Tabla 6. Resumen de la cota de nivel freático detectado en cada uno de los sondeos.	11
Tabla 7. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	25
Tabla 8. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	27
Tabla 9. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	29



Tabla 10. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	31
Tabla 11. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	34
Tabla 12. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	36
Tabla 13. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	38
Tabla 14. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	40
Tabla 15. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	42
Tabla 16. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	44
Tabla 17. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	46
Tabla 18. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	48
Tabla 19. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	49
Tabla 20. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	51
Tabla 21. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	53
Tabla 22. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	55
Tabla 23. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	57
Tabla 24. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	59
Tabla 25. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.....	61

Anexos:

Plano de situación

Anexos de estabilidad



1. PRESENTACIÓN DEL ANEXO

A petición de:

DESARROLLOS LA PLETA, S.L.

G3 Desenvolupament Territorial, S.L. realiza la redacción del presente informe para la valoración para la estabilidad global de los taludes y excavaciones que se ejecutarán para de la ejecución de la nueva urbanización y la construcción de 8 nuevos grupos de edificios.

Este documento se anexará al estudio geotécnico redactado por G3DT, con nº de expediente 3000321/371, redactado su última versión, después de diferentes ampliaciones, en el mes de noviembre del 2018.

En el presente estudio se realizará una valoración general de la estabilidad del talud antes de las actuaciones de excavación, una situación en el momento de urbanización cuando se realicen los muros y construcción de viales y finalmente la situación final una vez ejecutadas todas las edificaciones proyectadas.



Imagen 1. Vista general de la ubicación de la zona del emplazamiento de la zona en estudio (www.icgc.cat)



Imagen 2. Vista general del emplazamiento de las edificaciones y de los cortes analizados, de los diferentes grupos de edificaciones proyectadas.

1.1. ANTACEDENTES

La propiedad nos ha facilitado un estudio geotécnico preliminar, realizado a partir de observaciones de campo, redactado por parte de la EMPRESA GEOTECNICOS, con fecha 2 de mayo del 2007 (exp:geo1118). Este documento también se realiza un análisis preliminar de estabilidad, y se consulta sus datos para tomar de referencia para la redacción del presente documento. Tomando sobretodo el factor de seguridad de referencia mínimo expuesto de 1.5.

Además la propiedad nos facilita estudios de estabilidad previos realizados por parte del Departamento de AVINTIA, con los estudios geotécnicos previos realizados y el Proyecto en su momento aprobado.

Todos estos documentos se utilizan para la redacción del siguiente estudio de estabilidad de taludes.

1.2. OBJETIVOS

Para la realización del presente anexo de estabilidad, se ha realizado una campaña de campo teniendo en cuenta que los objetivos del estudio son:

- Valoración de los datos que se obtienen en campo, y que se anexan en el estudio geotécnico de referencia, y que se resumirá en el presente documento.



- Análisis y valoración de las excavaciones proyectadas en las diferentes fases de construcción de la nueva edificación.
- Valoración y redacción de conclusiones de estabilidad.
- Otras recomendaciones.

Cómo resumen, el contenido del estudio constará de la:

- Realización de un breve resumen sobre la geología, hidrogeología y la sismicidad de la zona
- Descripción los diferentes métodos de cálculo para el coeficiente de estabilidad al deslizamiento y la metodología de trabajo, estudiando las secciones de ejecución que se van a realizar durante la ejecución de las obras.
- Recomendaciones de estabilización y discusión de parámetros.



2. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOMECÁNICOS

Los datos que se exponen a continuación se toman del estudio geotécnico de referencia y a partir de todos los datos expuestos en el citado documento en su última versión, que incluirá todos los ensayos realizados, que toma fecha noviembre del 2018.

2.1. GEOLOGÍA DE LA ZONA Y UNIDADES GEOTÉCNICAS

Del estudio geotécnico se extraen las siguientes unidades geotécnicas:

Unidades Cuaternarias

Unidad R: Rellenos antrópicos

Unidad 0: Suelos vegetales actuales.

Unidad 1: Bloques y gravas incluidas en matriz arenosa-arcillosa

Unidad 2: Arcillas limosas con numerosos fragmentos de pizarra

Unidades Sustrato

Unidad 3: Materiales metamórficos, Pizarras negras

De la testificación de los sondeos se desprende las siguientes potencias de cada uno de los niveles descritos, y profundidad del techo del sustrato rocoso:

	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
cota	1522.8	1517.5	1527.1	1516.5	1517.04	1524.57
Rellenos: unidad 0	1.50	1.25	-	1.10	-	-
espesor tillitas: unidad 1	8.00	5.75	1.50	3.40	4.50	9.00
espesor suelo residual arcillas limosas con frag. roca: unidad 2	-	-	-	-	-	0.50
espesor roca fracturada con algo de matriz arenosa: unidad 2	-	-	-	-	-	-
techo sustrato metamórfico: unidad 3	9.50	7.00	1.50	4.50	4.50	9.50



	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12
cota	1544.0	1580.0	1597.40	1614.0	1589.0	1589
Rellenos: unidad 0	-	-	-	-	-	-
espesor tillitas: unidad 1	6.00	12.0	13.5	11.0	17.0	20.0
espesor suelo residual arcillas limosas con frag. roca: unidad 2	3.00	-	-	-	-	-
espesor roca fracturada con algo de matriz arenosa: unidad 2	3.50	-	-	-	3.00	-
techo sustrato metamórfico: unidad 3	-	-	-	-	-	-

	S-13	S-14
cota	1572	1574.2
Rellenos: unidad 0	-	-
espesor tillitas: unidad 1	17.20	16.0
espesor suelo residual arcillas limosas con frag. roca: unidad 2	-	-
espesor roca fracturada con algo de matriz arenosa: unidad 2	-	-
techo sustrato metamórfico: unidad 3	17.20	-

Tabla 1, Tabla 2 Tabla 3. Resumen de los espesores de los diferentes unidades descritas en el estudio geotécnico precedente.

Los parámetros geotécnicos estimados en el Estudio geotécnico para cada uno de los niveles son:

	γ_a t/m ³	γ_s t/m ³	ϕ	C kg/cm ²	E kg/cm ²
rellenos nivel 0	1.90	1.84	30	0.00	100
tillitas nivel 1	2.05	1.70	40	0.054	600
suelo residual arcillas limosas con freg roca nivel 2	1.95	1.70	34	2.0	290
sustrato metamórfico nivel 3	2.50	2.0	30	2.0	1000

Tabla 4. Resumen de los parámetros geomecánicos que se obtienen del estudio geotécnico precedente (la justificación de dichos parámetros también se incluye en el citado estudio).



En la modelización de las secciones se utilizan las propiedades anteriormente descritas, así como las potencias, profundidades y características expuestas.

2.2. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

De acuerdo con lo indicado en el geotécnico, se trata de una zona delimitada por dos cauces, el río Garona y el Arriu Malo, y a su vez caracterizado por abundantes precipitaciones. Así se obtiene altos niveles de la capa freática con un gradiente que va desde el Rio Garona, situado en la cota más alta y el Arriu Malo situado en la parte inferior de las secciones, debido a la alta permeabilidad que presentan las diferentes unidades, con valores de permeabilidad superiores los 10⁻⁴ m/s.

Nivel	K (m/s) (valor orientativo)	Tipo material
Unidad R	10 - 10 ⁻¹	Rellenos antrópicos
Unidad 0	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	Suelos vegetales
Unidad 1	10 - 10 ⁻¹	Bolos y gravas con matriz arenosa-arcillosa
Unidad 2	10 ⁻¹ - 10 ⁻²	Limos arcillosos con gravas o fragmentos de pizarra
Unidad 3	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴	Sustrato rocoso

Tabla 5. Resumen de los parámetros de permeabilidad de los materiales.

A continuación se anexa un resumen de las cotas de nivel freático detectado en cada uno de los sondeos realizados en el día de las lecturas.

Sondeos	Nivel freático (m)
S-1	1.80
S-2	4.65
S-3	-
S-4	3.00
S-5	3.40
S-6	7.00
S-7	6.00
S-8	5.50
S-9	7.50
S-10	7.00
S-11	5.50



Sondeos	Nivel freático (m)
S-12	5.50
S-13	5.50
S-14	3.80

Tabla 6. Resumen de la cota de nivel freático detectado en cada uno de los sondeos.

NOTA: Esta cota suele ser susceptible de variaciones importantes según la época del año que se realice las mediciones.

2.3. SISMICIDAD

La zona se caracteriza por una **sismicidad baja** según la normativa NCSE-02, $ab < 0.04$. Aunque no es elevada, se tendrá en cuenta para situaciones a corto plazo como es un movimiento sísmico y las secciones se evalúan de acuerdo con el método de Sarma.

El coeficiente de aceleración sísmica aplicado corresponde a un valor de 0,02 g para la aceleración máxima horizontal, que representa el 50% de la aceleración de cálculo obtenida para la zona de estudio aplicando la Norma Sismorresistente NCSE-02 (0,04 g).

La justificación técnica de este valor se basa en el estado de conocimientos actuales sobre los valores aplicables a taludes, apoyados en bibliografía especializada, de cuyo análisis se deduce que la reducción del coeficiente sísmico sea de hasta entre el 33% y el 50% de la aceleración máxima esperable del terremoto.



3. TIPO DE ANÁLISIS A REALIZAR

Del capítulo 3 del libro de Jaime Suarez “Deslizamientos: Análisis geotécnico”, se extrae las diferencias entre los tipos de análisis:

3.1. CONDICIONES DRENADAS Y NO-DRENADAS

Los conceptos de condiciones drenadas y no drenadas son fundamentales para entender el comportamiento de los taludes, especialmente, en las formaciones arcillosas. La condición drenada o no-drenada depende de la velocidad con que el agua puede moverse hacia adentro o hacia fuera del suelo, comparado con el tiempo que el suelo soporta un cambio de carga. El objetivo de analizar las condiciones de drenaje es determinar si una carga es capaz o no, de producir presiones de poros.

Condición Drenada

Se dice que una condición es drenada cuando el agua es capaz de fluir hacia afuera o hacia adentro de la masa del suelo, si es sometida a una carga y no se producen presiones de poros.

Esto se debe a que el agua puede moverse libremente, al aumentar o disminuir el volumen de vacíos como respuesta a un cambio en las condiciones de carga.

Condición No-drenada

Se dice que una condición es “no-drenada” cuando el agua no es capaz de fluir en el momento en el cual el suelo está sometido a una carga y se produce entonces la presión de poros. Esto se debe a que el agua no se puede mover libremente como respuesta a la tendencia al cambio del volumen de vacíos por acción de la carga.

Si la carga se aplica muy rápidamente y la permeabilidad del suelo es baja, se puede producir una condición no-drenada. Si la carga se aplica lentamente o la permeabilidad del suelo es alta, generalmente se produce una condición drenada. Comúnmente, los taludes se comportan en condiciones drenadas; sin embargo, en algunos casos cuando se colocan terraplenes sobre depósitos arcillosos saturados o en el momento de un sismo, se puede producir una condición no-drenada.



3.2. ESFUERZOS TOTALES Y EFECTIVOS

Se define como esfuerzo a la fuerza por unidad de área.

Esfuerzo Efectivo

Una masa de suelo saturada está compuesta por dos fases distintas: el esqueleto de partículas y los poros entre partículas llenos de agua. Cualquier esfuerzo impuesto sobre el suelo, es soportado por el esqueleto de partículas y también, por la presión del agua.

Típicamente, el esqueleto puede transmitir esfuerzos normales y de corte por los puntos de contacto entre las partículas y el agua a su vez, puede ejercer una presión hidrostática igual en todas las direcciones.

Los esfuerzos ejercidos por el esqueleto solamente se conocen como esfuerzos efectivos y a los esfuerzos hidrostáticos del agua se les denomina "presión de poros". Los esfuerzos efectivos son los que controlan el comportamiento del suelo al cortante y no los esfuerzos totales.

$$\text{Esfuerzo efectivo} = \text{esfuerzo total} - \text{presión de poros}$$

Esfuerzo Total

El esfuerzo total es la suma de todas las fuerzas, incluyendo aquellas transmitidas a través de contactos entre partículas, aquellas transmitidas a través de la presión de poros en el agua (divididas por el área total) e incluyendo el área de sólidos y el área de vacíos.

En problemas prácticos, el análisis con esfuerzos totales puede utilizarse en problemas de estabilidad a corto plazo y las presiones efectivas, para analizar la estabilidad a largo plazo.

$$\text{Esfuerzo total} = \text{esfuerzo efectivo} + \text{presión de poros}$$

Análisis con esfuerzos totales o efectivos

Los problemas de estabilidad de taludes pueden analizarse suponiendo sistemas de esfuerzos totales o efectivos. En principio, siempre es posible analizar la estabilidad de un talud utilizando el método de presión efectiva, porque la resistencia del suelo es gobernada por las presiones efectivas tanto en la condición drenada, como en la condición no drenada. Pero en la práctica sin embargo es virtualmente imposible determinar con precisión cuales son los excesos de presión de poro que se van a generar por los cambios en las cargas (excavaciones, colocación de rellenos o cambios en el nivel de agua). Debido a esta razón no es posible desarrollar análisis precisos de estabilidad en estas condiciones, utilizando procedimientos de esfuerzos



efectivos. Sin embargo, se puede trabajar todo el análisis utilizando presiones efectivas, sin que se requiera especificar los valores de los excesos de poro en las condiciones no drenadas.

3.3. ANÁLISIS A CORTO PLAZO

El análisis a corto plazo se refiere a las condiciones durante la construcción o inmediatamente después de terminada la construcción. Por ejemplo, si se construye un terraplén de material arenoso sobre una fundación de arcilla en un tiempo de dos meses, el análisis a corto plazo se refiere a estos dos meses.

Durante este tiempo es razonable asumir que no ocurre drenaje en la fundación de arcilla, pero sí se presenta drenaje en el terraplén de material arenoso. En estas condiciones, se debería utilizar el análisis drenado para el terraplén y no-drenado para la cimentación de arcillas saturadas. No es problema alguno hacer el análisis conjunto, debido a que en el terraplén se trabaja con los parámetros de esfuerzos efectivos y la fundación con los parámetros de esfuerzos totales.

No es que no ocurran las presiones de poros, pero como la resistencia de la arcilla está relacionada con los esfuerzos totales, es innecesario especificar las presiones de poros (Duncan y Wright, 2005). Como los programas de computador restan las presiones de poros, sería un error especificarlos.

La estabilidad de taludes durante o al final del proceso de construcción, se realiza analizando las condiciones drenadas o no-drenadas de acuerdo con la permeabilidad del suelo. En los suelos arcillosos, posiblemente se requiere realizar el análisis con resistencia no-drenada y en los suelos arenosos, con resistencia drenada.

3.4. ANÁLISIS A LARGO PLAZO

Después de un periodo prolongado de tiempo, las arcillas cargadas alcanzan una condición drenada y el análisis a largo plazo, puede realizarse en condiciones drenadas.

En el caso del ejemplo anterior de un terraplén arenoso sobre una fundación de arcilla, en ambos materiales se debe realizar el análisis en términos de esfuerzos efectivos y presiones de poros determinadas de acuerdo con los niveles hidrostáticos del agua o el análisis de corriente de agua. Se especificarían presiones de poros para los dos materiales.



La variación de las cargas y de la resistencia al cortante, con el tiempo, produce cambios en los factores de seguridad de los taludes.



4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para la determinación del **coeficiente de deslizamiento de las laderas** a estudiar se presentan las siguientes fases:

1. Determinación del coeficiente de seguridad al deslizamiento en el estado actual.
2. Determinación del coeficiente de seguridad al deslizamiento en fase de construcción de la urbanización y cargas del tráfico de obra. Comprobación de la idoneidad de la posición de los muros propuestos. Los viales considerados en esta fase se corresponden con los viales finales, que se supone que serán ejecutados en fase de obra y aprovechados por los vehículos de movimiento de tierras. Los muros se modelan con “elementos/cargas de refuerzo” que impiden el deslizamiento, pero no se dimensionan en este estudio, que solo comprende la estabilidad de los taludes.
3. Determinación del coeficiente de estabilidad una vez ejecutada la urbanización y los muros y emplazamiento de los nuevos edificios proyectados.

Para el estudio de las diferentes fases se han tenido en cuenta las siguientes cargas:

Cargas de tráfico:

Vehículos de obra y camiones de bomberos: De acuerdo con los datos facilitados, se utiliza un vehículo de 3 ejes con 13 toneladas por eje. Se ha unificado esta carga también para el caso del vehículo de bomberos por ser más desfavorable:

QT=130 kN/eje, separados de acuerdo con la figura inferior:

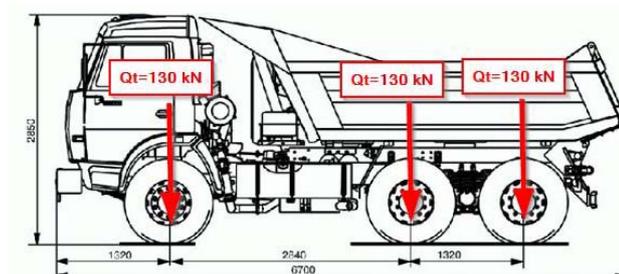


Figura 1. Cargas consideradas de camión.



Cargas de Edificación:

Se toma una carga por edificio de acuerdo con el valor facilitado de:

$$Q_E = 150 \text{ kN/ml}$$

Cargas de material de relleno en trasdós de muros:

Se toma con carga más desfavorable para el relleno, teniendo en cuenta los datos expuestos en estudios anteriores realizados por AVINTIA y el trasdós de muros un material granular con las siguientes características:

Peso específico: 20 KN/m³

Cohesión: 0 KPa

Ángulo de rozamiento interno: 35°

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS A UTILIZAR

Del artículo de Filippo Cantazariti que elaboró para Geostru el 13/06/2016 se extrae:

Para resolver un problema de estabilidad es necesario tener en cuenta las ecuaciones de campo y los vínculos constitutivos. Las primeras tienen que ver con el equilibrio, mientras que los vínculos describen el comportamiento del terreno. Tales ecuaciones son particularmente complejas ya que los terrenos son sistemas multifase, que se pueden convertir en sistemas monofase solo en condiciones de terreno seco, o de análisis en condiciones drenadas.

En la mayor parte de los casos nos encontramos con suelos que además de saturados, son también bifase, lo que vuelve notoriamente complicado el análisis de las ecuaciones de equilibrio. Además, es prácticamente imposible definir una ley constitutiva de validez general, ya que los terrenos presentan un comportamiento no-lineal y aún en caso de pequeñas deformaciones, son anisótropos y su comportamiento depende no solo del esfuerzo desviador, sino también del normal. Para enfrentar estas dificultades se introducen hipótesis que ayuden a simplificar:

Se usan leyes constitutivas simplificadas: modelo rígido perfectamente plástico. Se asume que la resistencia del suelo se expresa únicamente con los parámetros cohesión (c) y ángulo de rozamiento (Φ), constantes para el terreno y



característicos del estado plástico. Por tanto, se considera válido el criterio de rotura de Mohr-Coulomb.

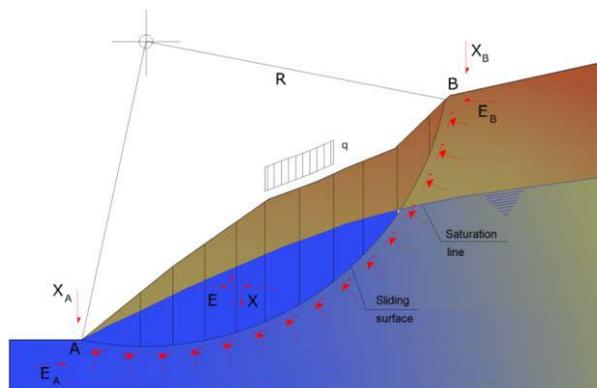
En algunos casos se satisfacen solo en parte las ecuaciones de equilibrio.

4.2. MÉTODO DEL EQUILIBRIO LÍMITE (LEM)

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica). Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte (τ) y se comparan con la resistencia disponible (τ_f), calculada según el criterio de rotura de Coulomb: De tal comparación deriva la primera indicación de estabilidad, con el coeficiente de seguridad:

$$F = \tau_f / \tau$$

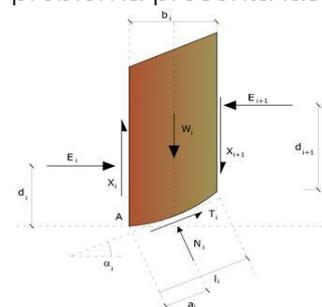
Entre los métodos del equilibrio último hay algunos que consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (Culman) mientras que otros, por falta de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas y consideran el equilibrio de cada una (Fellenius, Bishop, Janbu, etc.).



Método de las rebanadas

La masa susceptible al deslizamiento se subdivide en un número conveniente de rebanadas. Si el número de rebanadas es igual a n , el problema presenta las siguientes incógnitas:

- n valores de las fuerzas normales N_i en la base de cada rebanada;
- n valores de las fuerzas de corte en la base de la rebanada T_i ;





- (n-1) fuerzas normales E_i en la conexión de las rebanadas;
- (n-1) fuerzas tangenciales X_i en la conexión de las rebanadas;
- n valores de la coordenada del punto de aplicación de las E_i ;
- (n-1) valores de la coordenada del punto de aplicación de las X_i ;
- una incógnita constituida por el factor de seguridad F.

En total las incógnitas son $(6n-2)$.

Mientras las ecuaciones a disposición son:

- ecuaciones de equilibrio de momentos n;
- ecuaciones de equilibrio en la traslación vertical n;
- ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal n;
- ecuaciones del criterio de rotura n.

Total número de ecuaciones $4n$.

El problema es estáticamente indeterminado y el grado de indeterminación es igual a:

$$i=(6n-2)-4n=2n-2$$

El grado de indeterminación se reduce a $(n-2)$. Al asumir que N_i se aplica en el punto medio de la franja, esto equivale a crear la hipótesis de que las tensiones normales totales están distribuidas uniformemente. Los diferentes métodos que se basan en la teoría del equilibrio límite se diferencian por el modo en que se eliminan las $(n-2)$ indeterminaciones.

En la tabla siguiente se incluye un resumen de los métodos más usados en la práctica:



Método	Superficies de falla	Equilibrio	Características
Ordinario o de Fellenius (Fellenius 1927)	Circulares	De fuerzas	Este método no tiene en cuenta las fuerzas entre las dovelas y no satisface equilibrio de fuerzas, tanto para la masa deslizada como para dovelas individuales. Sin embargo, este método es muy utilizado por su procedimiento simple. Muy impreciso para taludes planos con alta presión de poros. Factores de seguridad bajos.
Bishop simplificado (Bishop 1955)	Circulares	De momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante entre dovelas son cero. Reduciendo el número de incógnitas. La solución es sobredeterminada debido a que no se establecen condiciones de equilibrio para una dovela.
Janbú Simplificado (Janbú 1968)	Cualquier forma de superficie de falla.	De fuerzas	Al igual que Bishop asume que no hay fuerza de cortante entre dovelas. La solución es sobredeterminada que no satisface completamente las condiciones de equilibrio de momentos. Sin embargo, Janbú utiliza un factor de corrección F_0 para tener en cuenta este posible error. Los factores de seguridad son bajos.
Sueco Modificado. U.S. Army Corps of Engineers (1970)	Cualquier forma de la superficie de falla.	De fuerzas	Supone que las fuerzas tienen la misma dirección que la superficie del terreno. Los factores de seguridad son generalmente altos.
Elementos finitos	Cualquier forma de la superficie de falla.	Analiza esfuerzos y deformaciones.	Satisface todas las condiciones de esfuerzo. Se obtienen esfuerzos y deformaciones en los nodos de los elementos, pero no se obtiene un factor de seguridad.
Espiral logarítmica	Espiral logarítmica	Momentos y fuerzas.	Existen diferentes métodos con diversas condiciones de equilibrio.
Lowe y Karafiath (1960)	Cualquier forma de la superficie de falla.	De fuerzas	Asume que las fuerzas entre partículas están inclinados a un ángulo igual al promedio de la superficie del terreno y las bases de las dovelas. Esta simplificación deja una serie de incógnitas y no satisface el equilibrio de momentos. Se considera el más preciso de los métodos de equilibrio de fuerzas.
Spencer (1967)	Cualquier forma de la superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que la inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada. Rigurosamente satisface el equilibrio estático asumiendo que la fuerza resultante entre tajadas tiene una inclinación constante pero desconocida.
Morgenstern y Price (1965)	Cualquier forma de la superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que las fuerzas laterales siguen un sistema predeterminado. El método es muy similar al método Spencer con la diferencia que la inclinación de la resultante de las fuerzas entre dovelas se asume que varía de acuerdo a una función arbitraria.
Sarma (1973)	Cualquier forma de la superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que las magnitudes de las fuerzas verticales siguen un sistema predeterminado. Utiliza el método de las dovelas para calcular la magnitud de un coeficiente sísmico requerido para producir la falla. Esto permite desarrollar una relación entre el coeficiente sísmico y el factor de seguridad. El factor de seguridad estático corresponde al caso de cero coeficiente sísmico. Satisface todas las condiciones de equilibrio; sin embargo, la superficie de falla correspondiente es muy diferente a la determinada utilizando otros procedimientos más convencionales.



En base a las características de cada método expuestas en la tabla anterior, se establecen como más adecuados para el estudio los siguientes métodos:

- Bishop
- Morgenstern Price
- Jambú simplificado

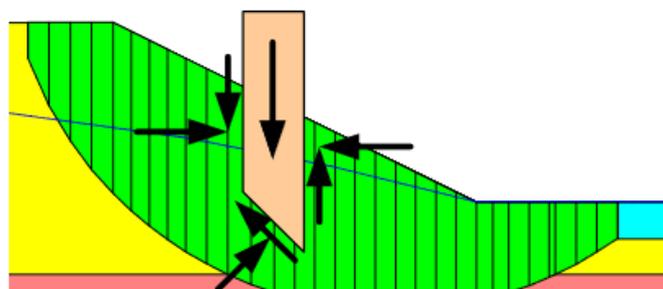
5. SOFTWARE USADO PARA LA MODELIZACIÓN

A partir de los parámetros geotécnicos obtenidos y que se ha expuesto anteriormente, se ha elaborado un modelo geológico y morfológico que junto con la utilización del programa informático SLIDE 5.0 permitirá establecer un factor de seguridad al deslizamiento para el modelo del talud introducido en el programa.

SLIDE es un programa de estabilidad de taludes 2D que permite evaluar el factor de seguridad o la probabilidad de rotura de superficies circulares y no circulares en taludes formados para suelos o roca. El análisis de estabilidad se realiza mediante métodos de equilibrio límite (p.e: Bishop, Janbu, Morgensten-Price, etc...).

El programa permite el cálculo del factor de seguridad de rellenos y terraplenes mediante la aplicación de la teoría del equilibrio límite. Además, permite el empleo de una gran variedad de métodos de resolución de amplio uso en geotecnia aplicada a la ingeniería civil, minera, etc.

Muchas técnicas de solución diferentes para el método de rebanadas se han desarrollado a lo largo de los años. Básicamente, todos son muy similares. Las diferencias entre los métodos dependen de: qué ecuaciones de estática se incluyen y se satisfacen y qué fuerzas entre cortes se incluyen y cuál es la relación supuesta entre el corte entre cortes y las fuerzas normales. La Figura siguiente, ilustra una masa deslizante típica discretizada en rodajas y las posibles fuerzas en la rodaja. Las fuerzas normales y de corte actúan en la base del corte y en los lados del corte.



Slice discretization and slice forces in a sliding mass

Figura 2. Figura del método por rebanadas utilizado.



El método Ordinario o Fellenius fue el primer método desarrollado. El método ignoró todas las fuerzas intersticiales y satisfacía solo el momento de equilibrio. La adopción de estas suposiciones simplificadas permitió calcular un factor de seguridad utilizando cálculos manuales, que era importante ya que no había computadoras disponibles. Más tarde, Bishop (1955) ideó un esquema que incluía fuerzas normales entre rebanadas, pero ignoró las fuerzas de corte entre cortes. Nuevamente, el método Simplificado de Bishop satisface solo el equilibrio de momento. De interés y significación con este método es el hecho de que al incluir las fuerzas de entre rebanadas normales, el factor de ecuación de seguridad se volvió no lineal y se requirió un procedimiento iterativo para calcular el factor de seguridad. El método Simplificado de Janbu es similar al método Simplificado de Bishop, ya que incluye las fuerzas de entre rebanadas normales e ignora las fuerzas de corte entre cortes. La diferencia entre el Simplificado del Bishop y los métodos Simplificados de Janbu es que el método Simplificado de Janbu satisface solamente el equilibrio de fuerza horizontal, en oposición al equilibrio del momento. Más tarde, las computadoras permitieron manejar más fácilmente los procedimientos iterativos inherentes en el método de equilibrio límite, y esto llevó a formulaciones matemáticamente más rigurosas que incluyen todas las fuerzas entre cortes y satisfacen todas las ecuaciones de estática. Dos de estos métodos son los métodos Morgenstern-Price y Spencer.

Formulación de equilibrio límite general

Una fórmula de equilibrio límite general (GLE) fue desarrollada por Fredlund en la Universidad de Saskatchewan en la década de 1970 (Fredlund y Krahn 1977, Fredlund et al., 1981). Esta formulación abarca los elementos clave de todos los métodos enumerados en la tabla anterior. La formulación GLE se basa en dos factores de ecuaciones de seguridad y permite un rango de condiciones de fuerza normal de corte entre cortes. Una ecuación da el factor de seguridad con respecto al momento de equilibrio (F_m) mientras que la otra ecuación da el factor de seguridad con respecto al equilibrio de fuerza horizontal (F_f). La idea de usar ecuaciones de dos factores de seguridad fue publicada por primera vez por Spencer (1967). Las fuerzas de corte entre cortes en la formulación GLE se manejan con una ecuación propuesta por Morgenstern y Price (1965). La ecuación es:

$$X = E \cdot Y \cdot f(x)$$

dónde:

$f(x)$ = una función,

Y = el porcentaje (en forma decimal) de la función utilizada,

E = la fuerza normal entre rebanadas,



y X = la fuerza de corte entre rebanadas

El factor GLE de la ecuación de seguridad con respecto al momento de equilibrio es:

$$F_m = \frac{\sum (c' \beta R + (N - u \beta) R \tan \phi')}{\sum Wx - \sum Nf \pm \sum Dd}$$

El factor de ecuación de seguridad con respecto al equilibrio de fuerza horizontal es:

$$F_f = \frac{\sum (c' \beta \cos \alpha + (N - u \beta) \tan \phi' \cos \alpha)}{\sum N \sin \alpha - \sum D \cos \omega}$$

Los términos en las ecuaciones son:

- c' = cohesión efectiva
- ϕ' = ángulo de fricción efectivo
- u = presión del agua del poro
- N = fuerza normal de la base del corte
- W = peso del corte
- D = carga puntual concentrada
- β, R, x, f, d, W = parámetros geométricos
- α = inclinación de la base del corte



6. RESULTADO DE LA ESTABILIDAD Y DESCRIPCIÓN

A continuación, se indica una tabla con los diferentes factores de seguridad obtenidos por los diferentes métodos de análisis de acuerdo con la teoría de equilibrio límite.

A continuación se analizará cada uno de los perfiles realizados a partir de los perfiles facilitados por parte de la Dirección del Proyecto, situándolos en cada uno de los grupos de edificaciones realizados.

Los coeficientes de seguridad que se reflejan pueden corresponder a círculos de inestabilización diferentes según el método. Aquí se reflejan las superficies más críticas.

En las tablas se exponen los diferentes métodos utilizados Simplificado del Bishop (B), Morgenstern y Price (M) y los métodos Simplificados de Janbu (J).

PERFIL ST1

Grupo de edificios: R1

Ensayos de referencia: S1 y C3-C4 (realizadas por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	0.508	0.319	0.319
M	0.585	0.539	0.493
J	0.585	0.296	0.296

Tabla 7. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona como material de relleno, unidad R. El resto de unidades presentan una estabilidad mínima de +2.0.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:



Figura 3. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona como material de aportación para la construcción de la nueva urbanización. El resto de unidades presentan una estabilidad mínima de +1.50.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

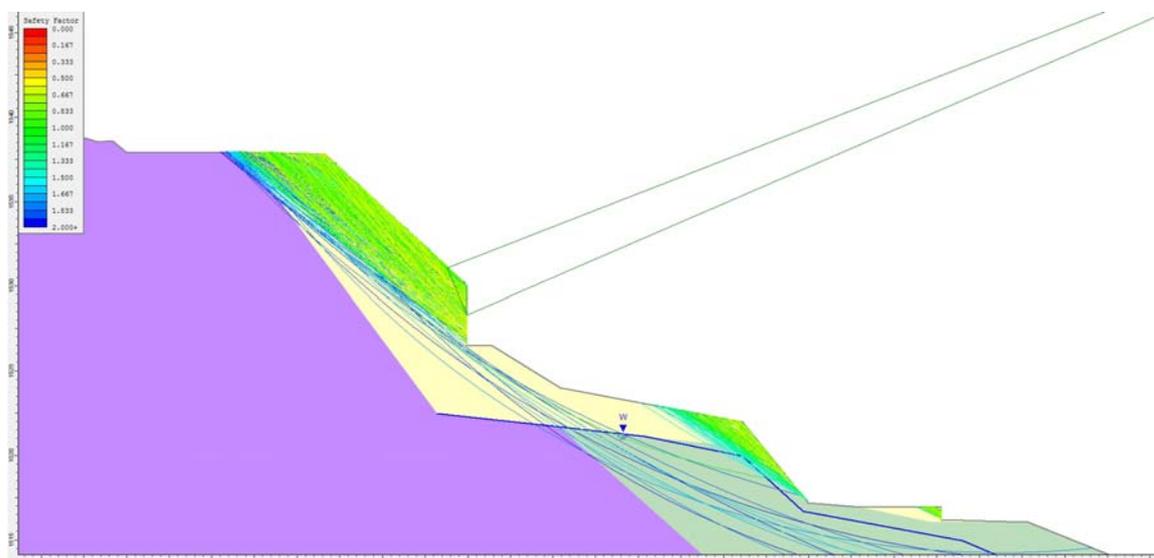


Figura 4. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona como material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Y aunque en las excavaciones para el emplazamiento de las viviendas también se dan inestabilidad pero estas no se darán una vez construida la vivienda ya que



los muros de construcción contrarrestarán dicho empuje. El resto de unidades presentan una estabilidad mínima de +1.50.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

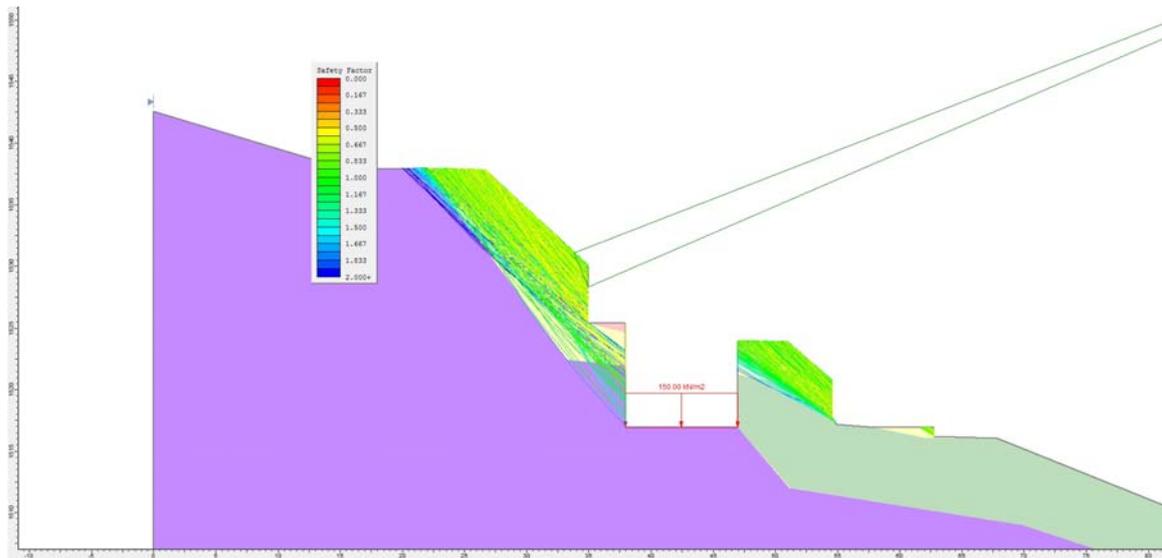


Figura 5. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST2

Grupo de edificios: R1

Ensayos de referencia: S1 y C3-C4 (realizadas por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	0.771	0.631	0.471
M	0.770	0.627	0.533
J	0.770	0.627	0.460

Tabla 8. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de relleno, unidad R. El resto de unidades presentan una estabilidad mínima de +2.0.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

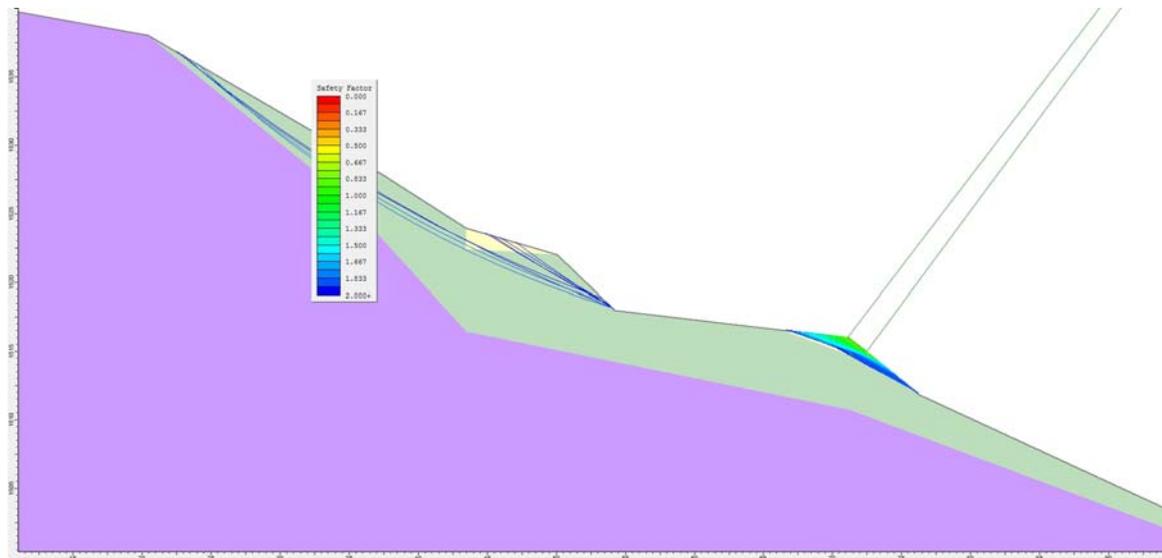


Figura 6. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** una vez realizadas las excavaciones mejora las zonas dónde eliminamos los materiales de relleno, unidad R, pero se movilizan los materiales aportados para la ejecución de la urbanización. El resto de unidades presentan una estabilidad superior de +1.50.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

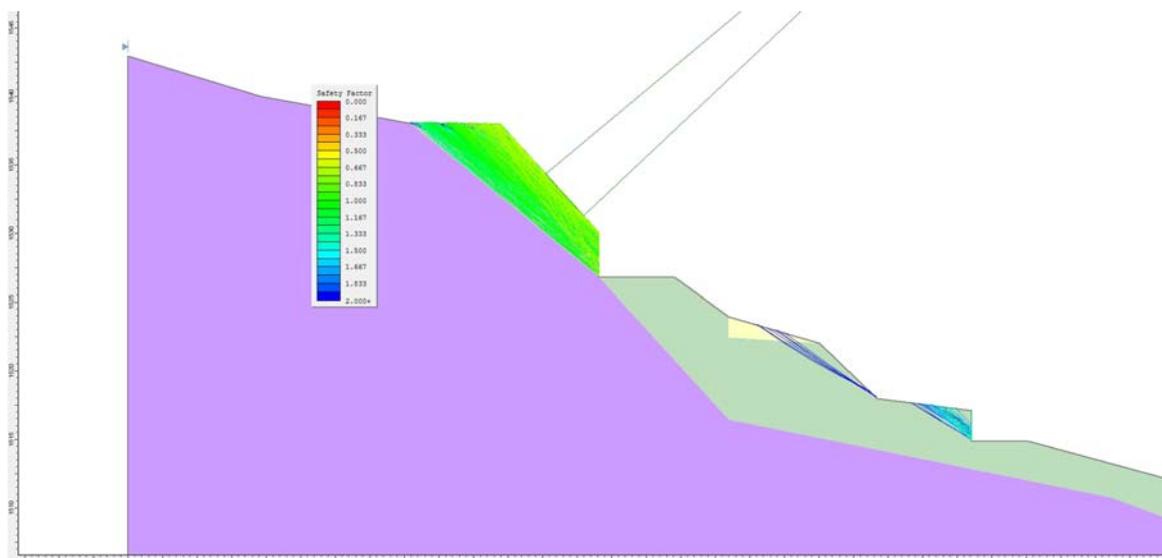


Figura 7. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.



Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Las inestabilidades en el trasdors de las excavaciones una vez construidas las edificaciones no podrán producir.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

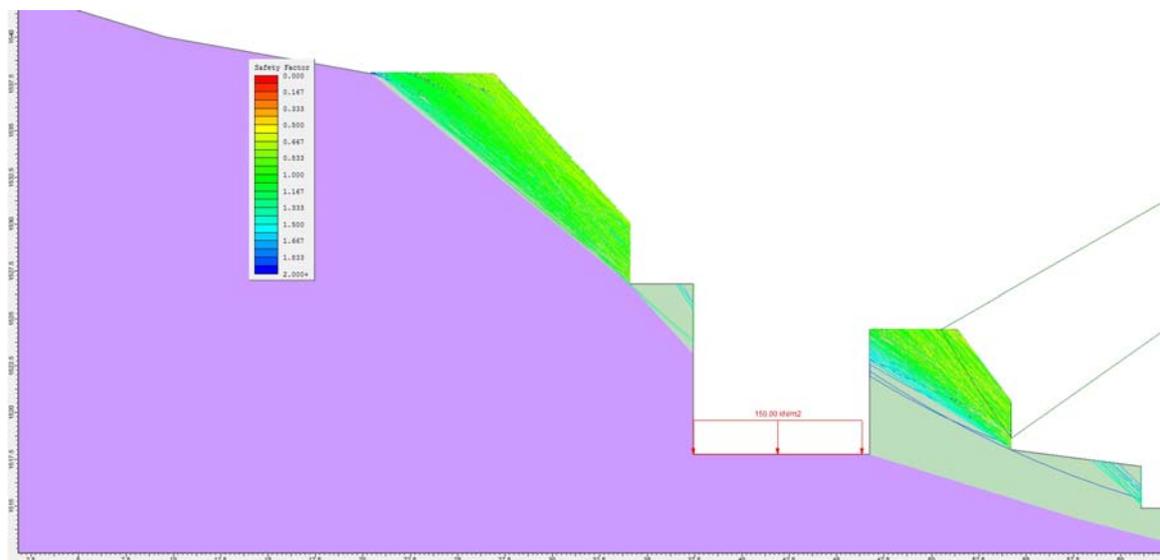


Figura 8. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST4

Grupo de edificios: R2

Ensayos de referencia: S2 y C2 (realizada por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.010	0.642	0.583
M	1.010	0.639	0.660
J	1.010	0.639	0.577

Tabla 9. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen son de cómo mínimo 2, excepto una zona totalmente superficial, sin desarrollo.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

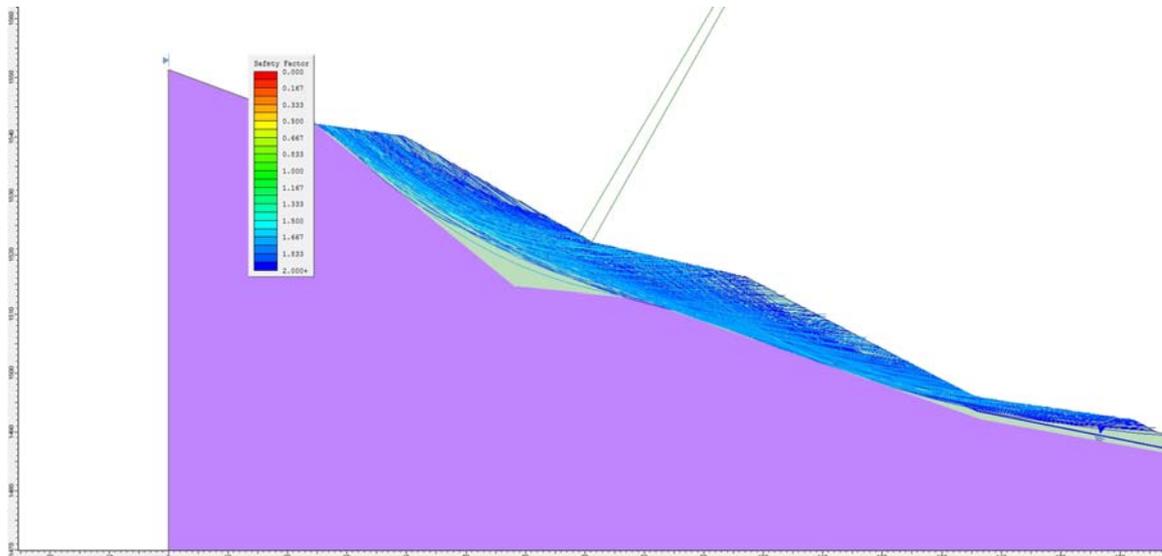


Figura 9. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** una vez realizadas las excavaciones se mantiene la estabilidad general con factores de seguridad superiores a 2, pero se detectan los factores de seguridad más bajos en los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

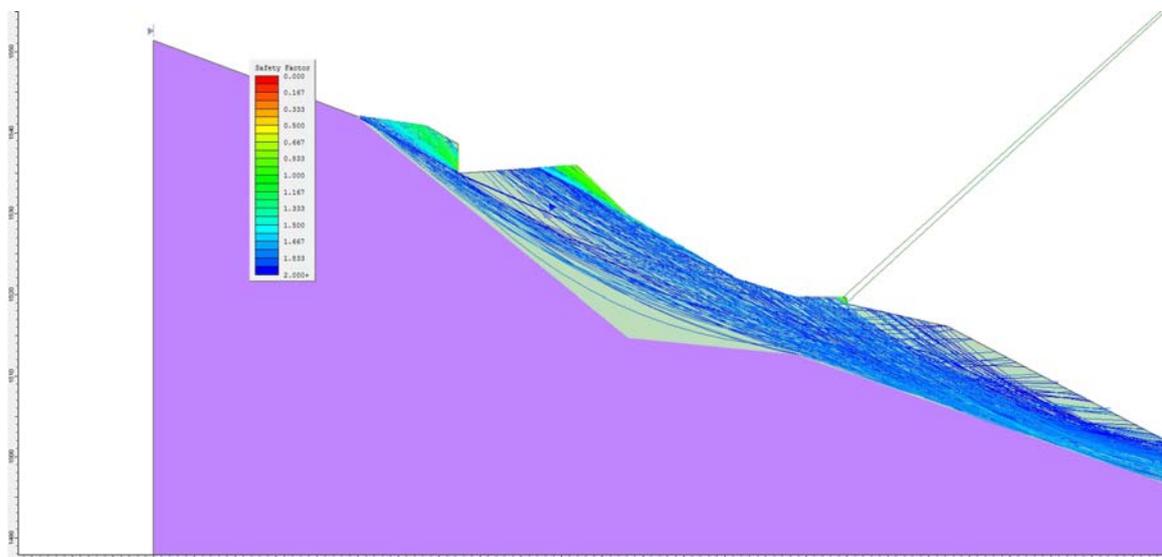


Figura 10. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.



Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Las inestabilidades en el trasdors de las excavaciones una vez construidas las edificaciones no podrán producir.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

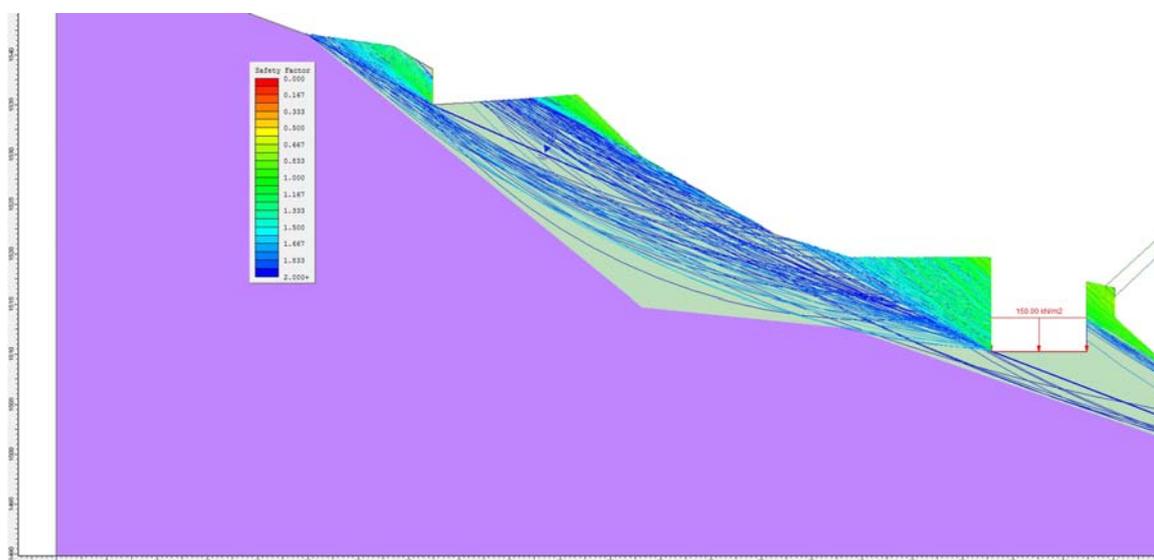


Figura 11. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST5

Grupo de edificios: R2

Ensayos de referencia: S2 y C2 (realizada por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.013	0.494	0.376
M	1.057	0.657	0.561
J	1.057	0.391	0.362

Tabla 10. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.



Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen son de cómo mínimo 2, excepto una zona totalmente superficial, sin desarrollo.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

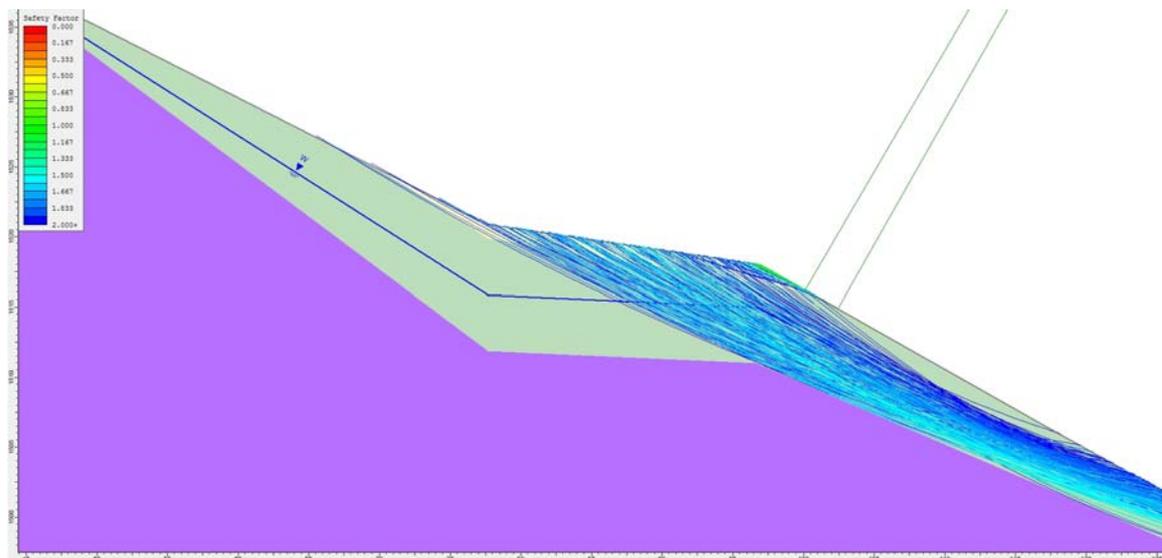


Figura 12. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** una vez realizadas las excavaciones se mantiene la estabilidad general con factores de seguridad superiores a 2, pero se detectan los factores de seguridad más bajos en los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

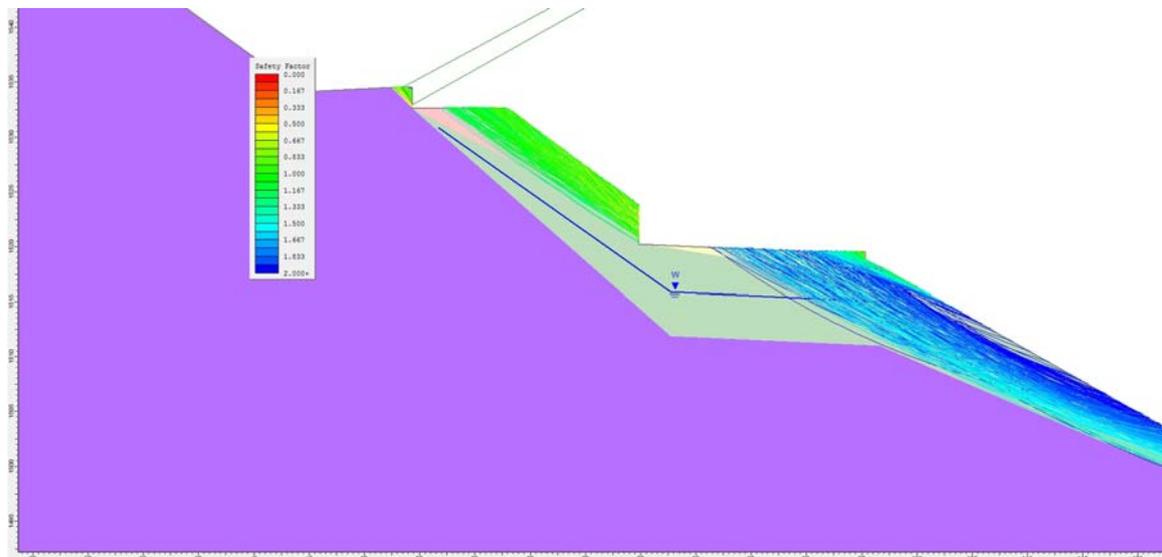


Figura 13. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Las inestabilidades en el trasdors de las excavaciones una vez construidas las edificaciones no podrán producir.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

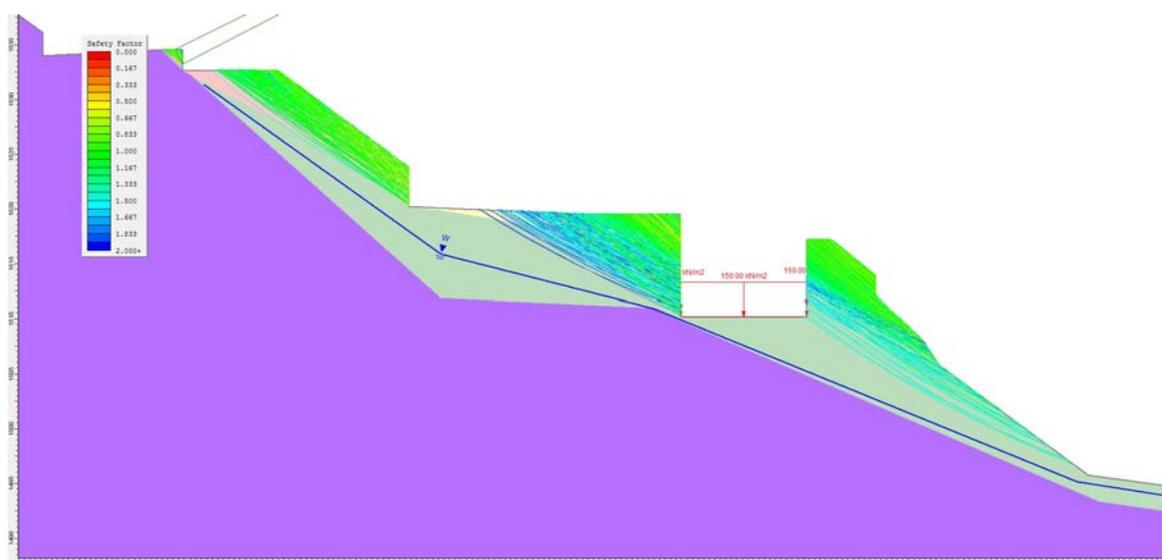


Figura 14. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST9

Grupo de edificios: R3

Ensayos de referencia: S3 y C5 (realizada por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.851	0.538	0.440
M	1.847	0.607	0.558
J	1.836	0.531	0.430

Tabla 11. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen son de cómo mínimo 2.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

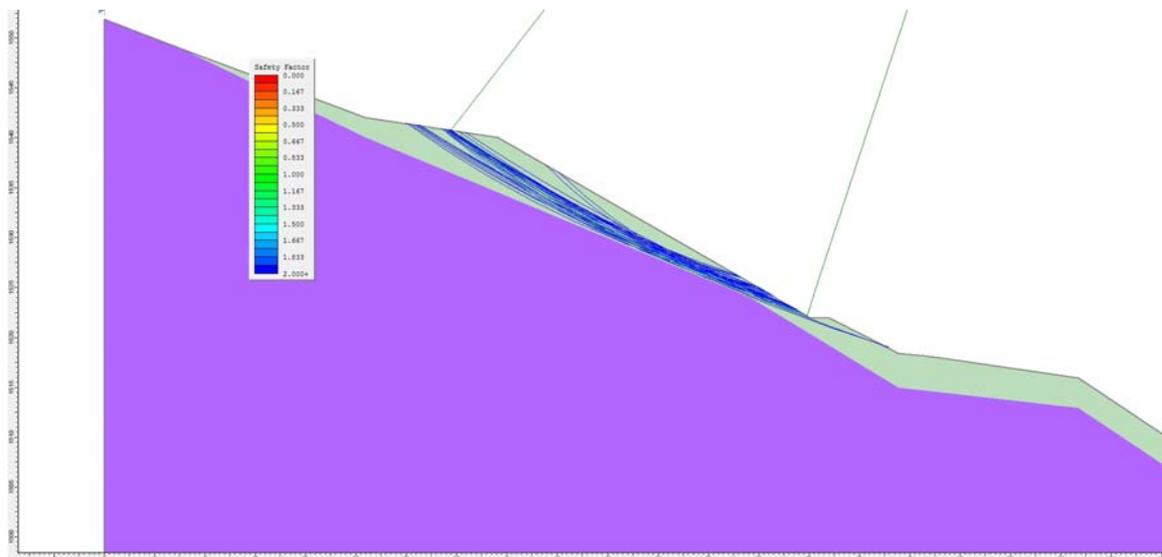


Figura 15. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** una vez realizadas las excavaciones se mantiene la estabilidad general con factores de seguridad superiores a 2, pero se detectan los factores de seguridad más bajos en los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

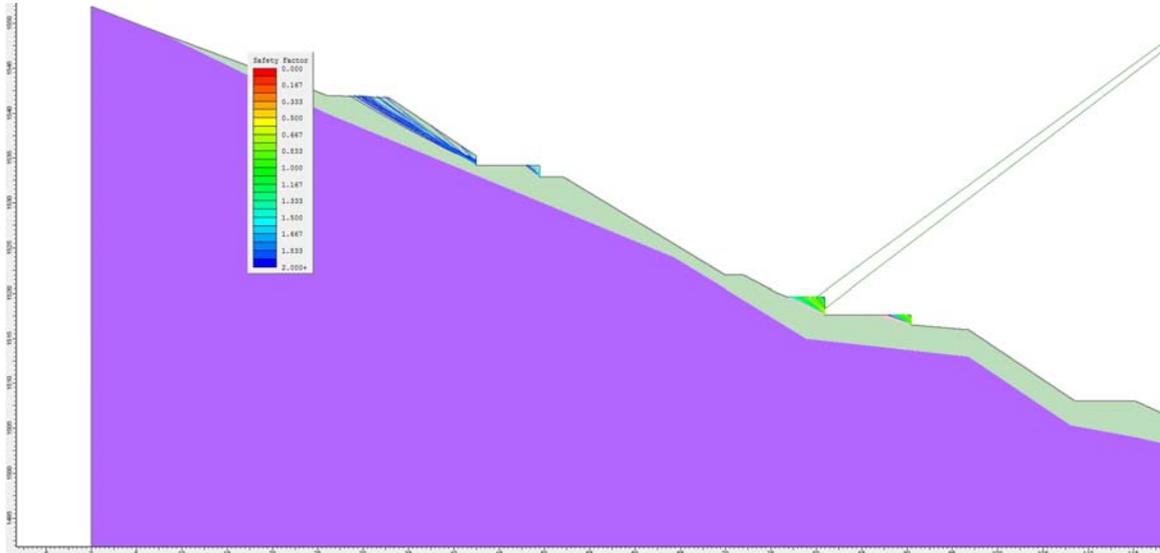


Figura 16. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Las inestabilidades en el trasdors de las excavaciones una vez construidas las edificaciones no podrán producir.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

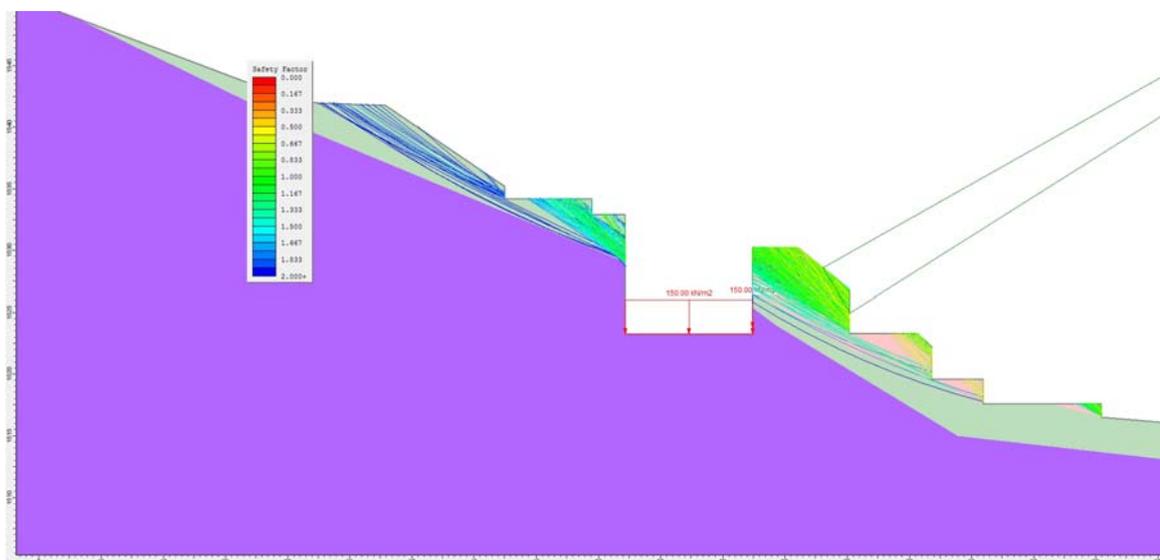


Figura 17. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST11

Grupo de edificios: R3-R4

Ensayos de referencia: S3-S4 y C5-C1 (realizadas por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.968	0.639	0.345
M	1.964	0.637	0.444
J	1.940	0.637	0.332

Tabla 12. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen son de cómo mínimo 2 o superiores.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

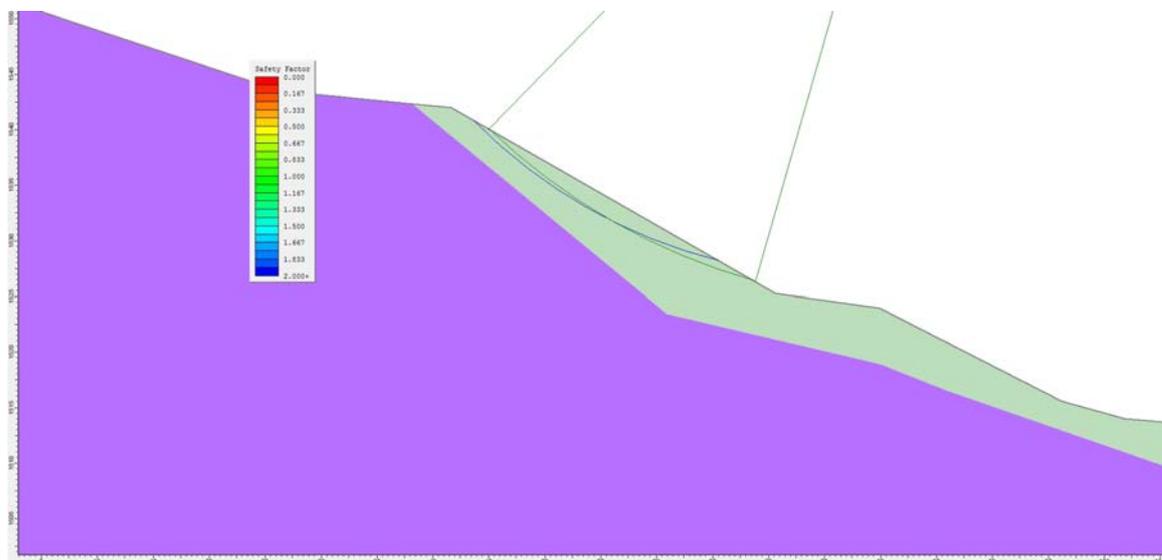


Figura 18. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** una vez realizadas las excavaciones se mantiene la estabilidad general con factores de seguridad, pero se detectan los factores de seguridad más bajos en los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

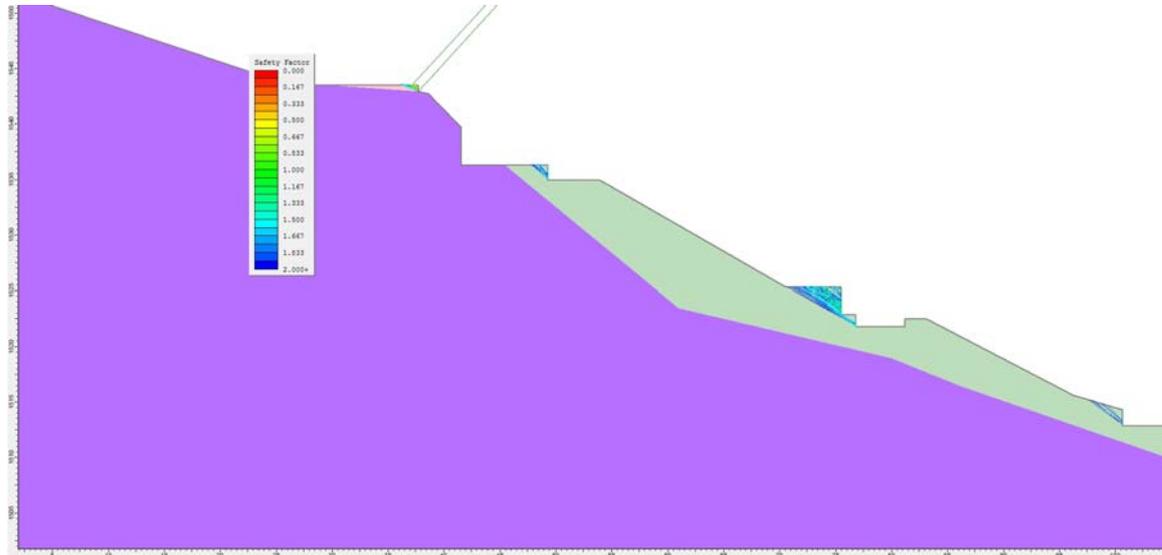


Figura 19. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Las inestabilidades en el trasdors de las excavaciones una vez construidas las edificaciones no podrán producir.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

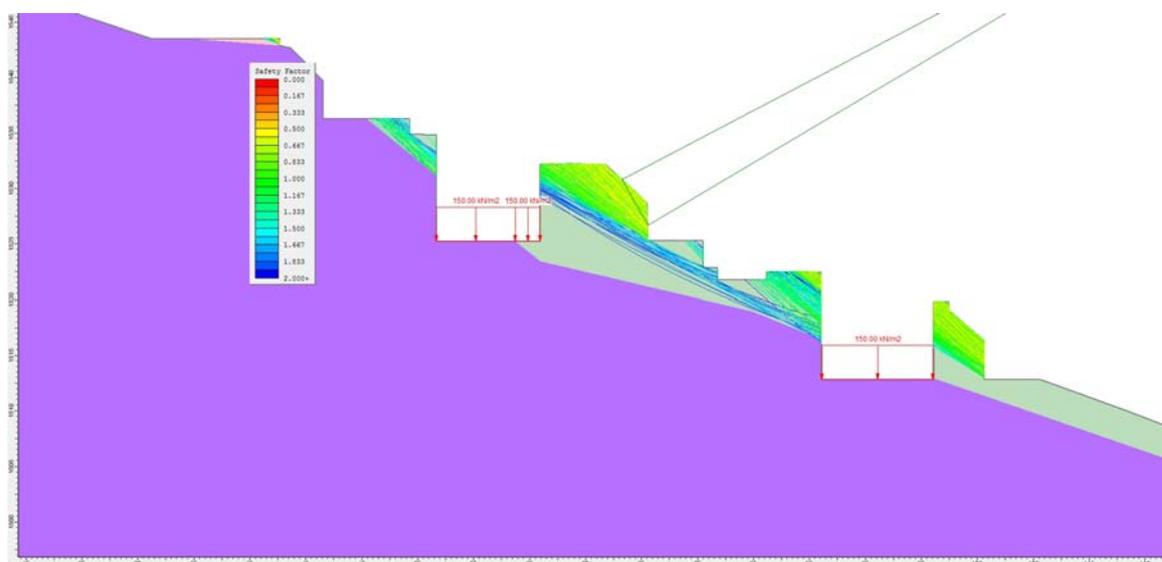


Figura 20. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST13

Grupo de edificios: R3-R4

Ensayos de referencia: S5 y C7 (realizada por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.512	1.115	0.533
M	1.513	1.119	0.628
J	1.513	1.120	0.525

Tabla 13. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen son de entre 1.5 a 2, y superiores, asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

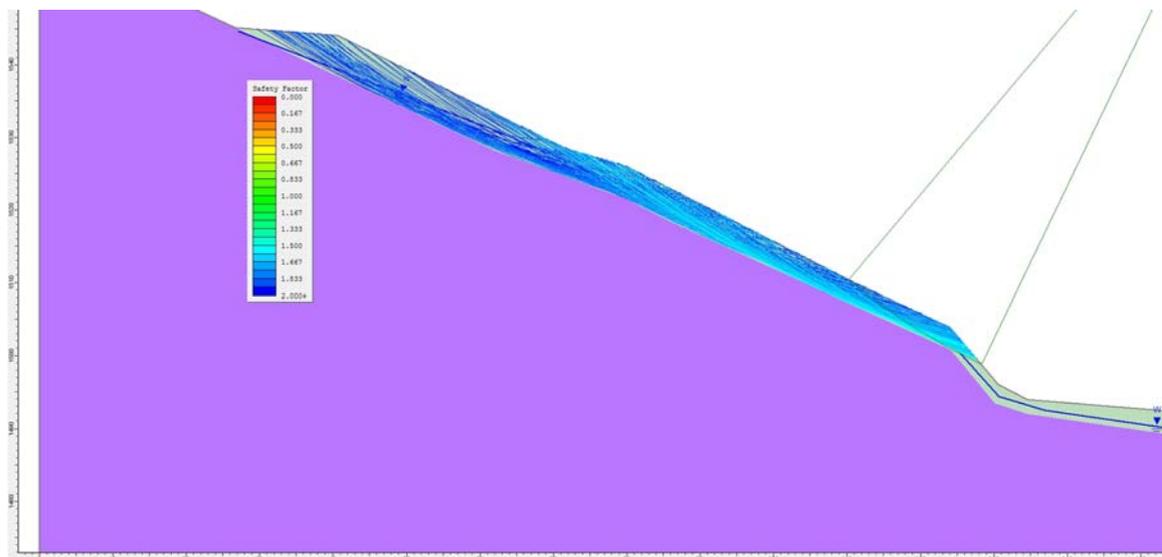


Figura 21. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** una vez realizadas las excavaciones intermedias realizadas y además se detectan los factores de seguridad más bajos en los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

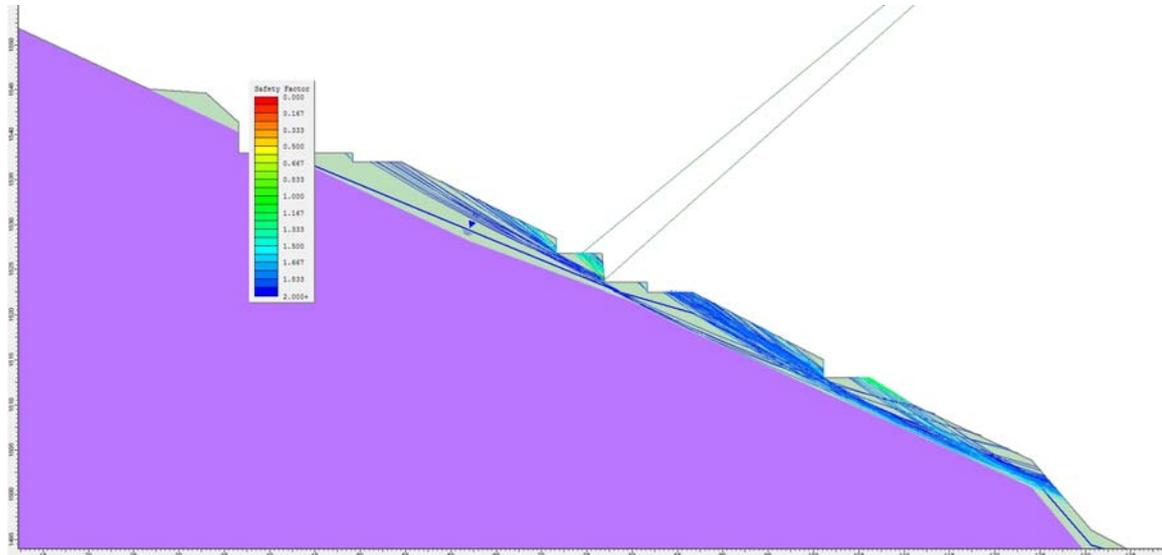


Figura 22. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

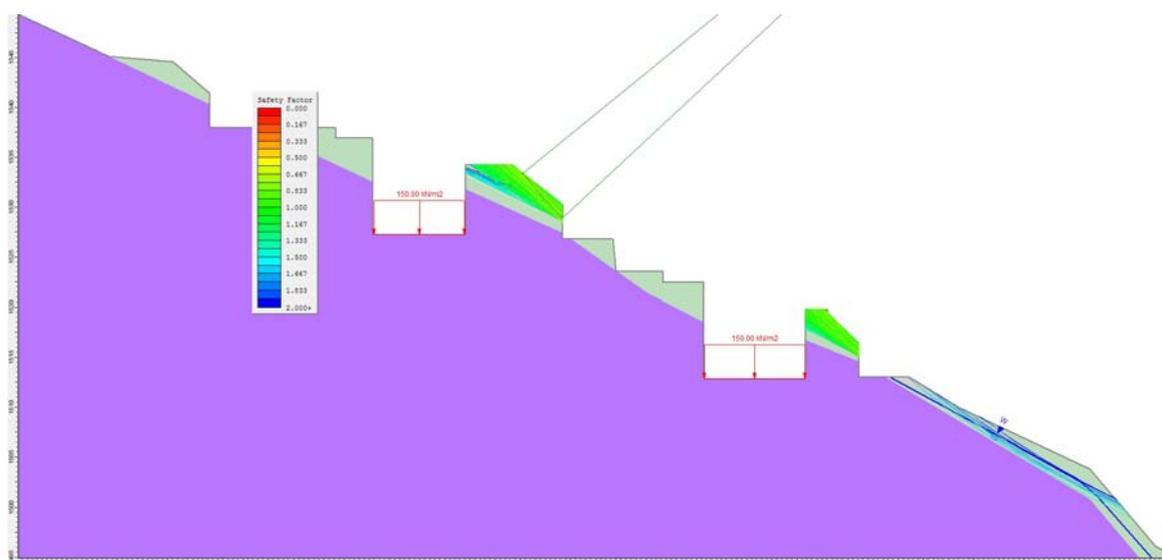


Figura 23. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST15

Grupo de edificios: R4

Ensayos de referencia: S5 y C7-C9 (realizadas por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.519	0.865	0.695
M	1.516	0.862	0.691
J	1.512	0.862	0.690

Tabla 14. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen son de entre 1.5 a 2, y superiores, asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

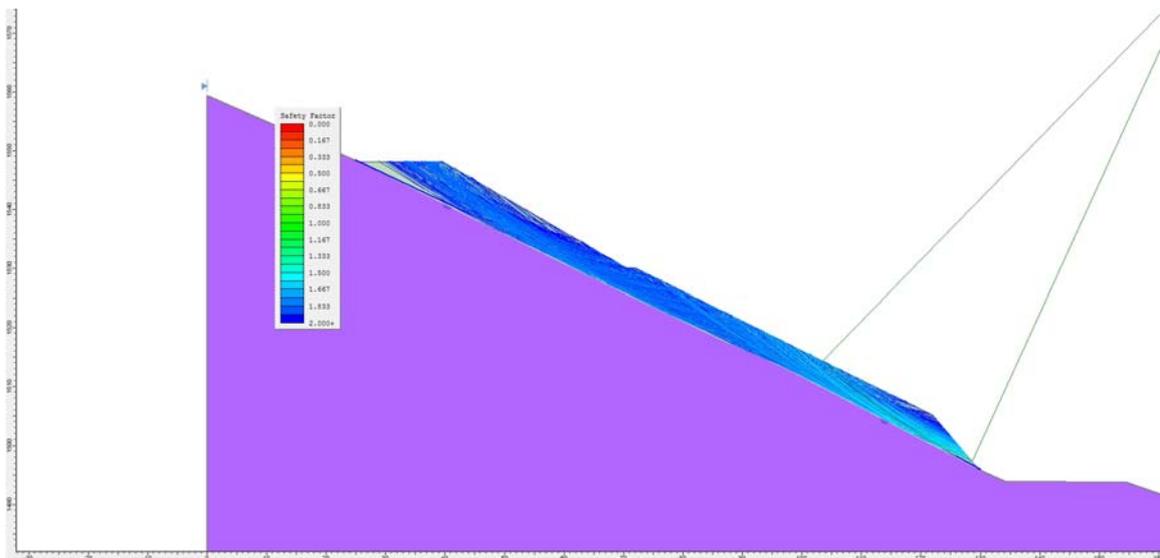


Figura 24. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se detectan los factores de seguridad más bajos son los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

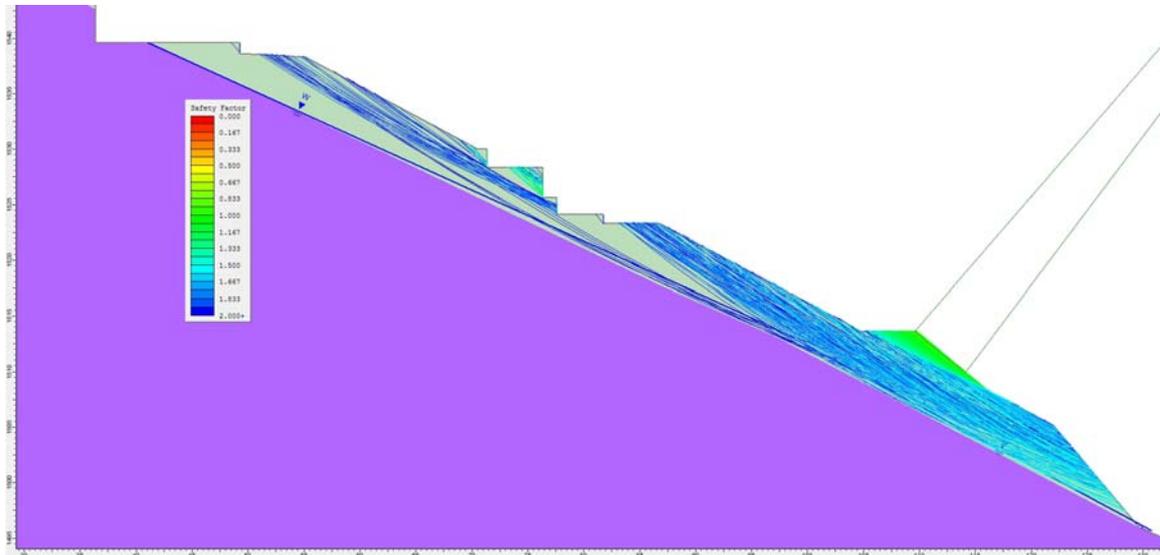


Figura 25. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones, sobretudo en la zona inferior.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

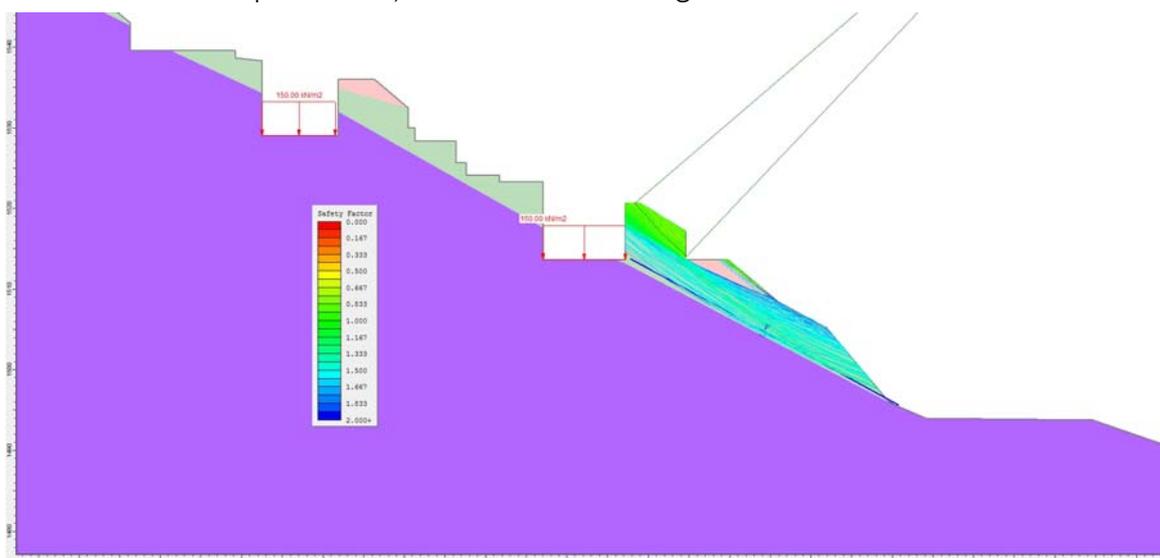


Figura 26. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST25

Grupo de edificios: R5

Ensayos de referencia: S6 y C8 (realizada por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.254	1.146	0.558
M	1.258	1.148	0.554
J	1.178	1.146	0.553

Tabla 15. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

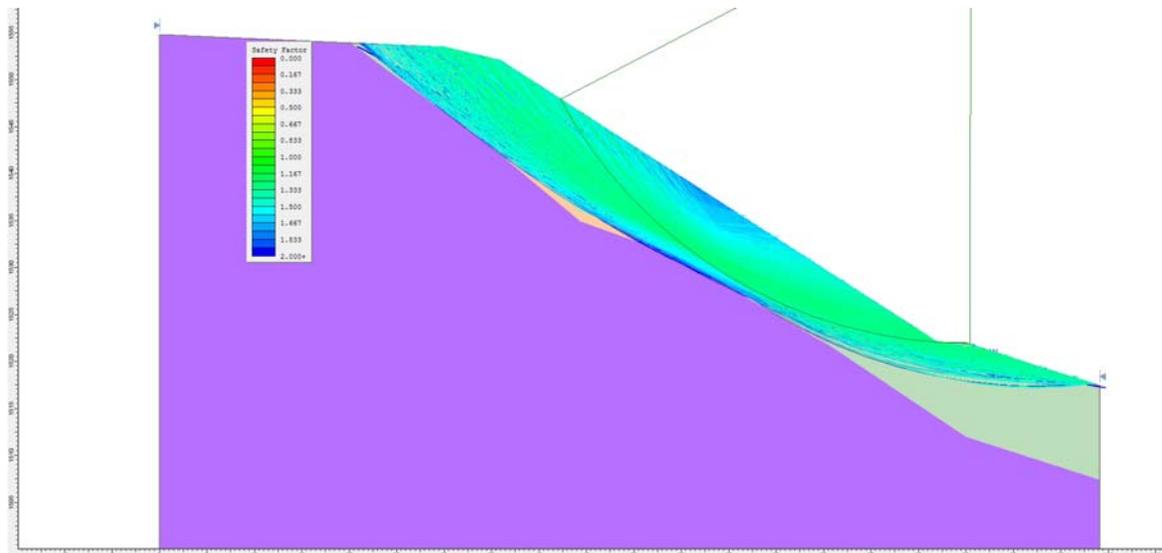


Figura 27. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se detectan los factores de seguridad más bajos son los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización, sobretudo ubicado en la zona superior.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

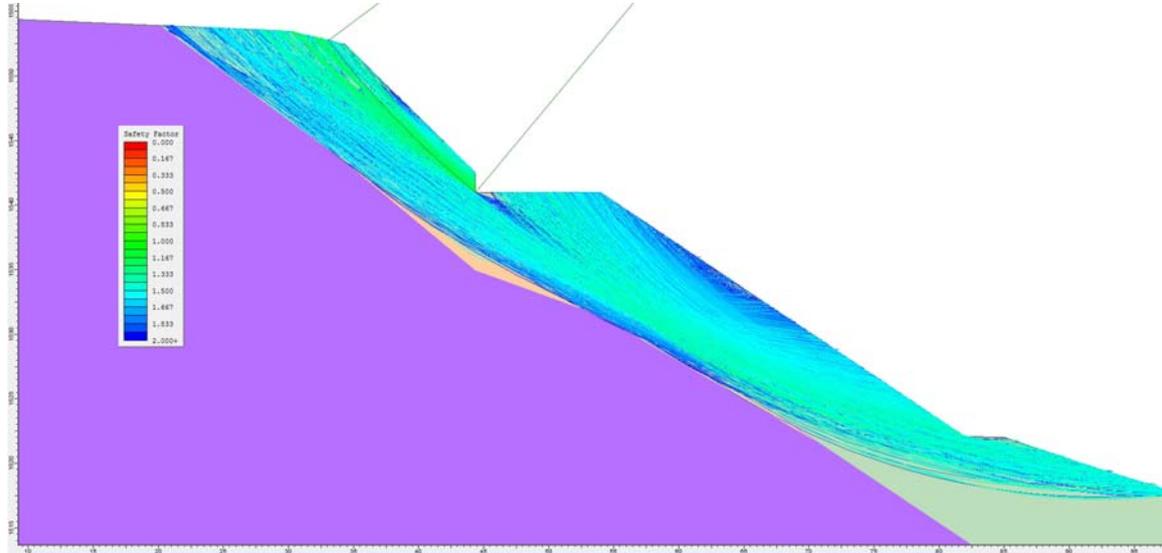


Figura 28. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Los círculos de inestabilidad asociados a la excavación de las zonas de edificación no se podrán producir en el momento que la estructura esté ejecutada.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

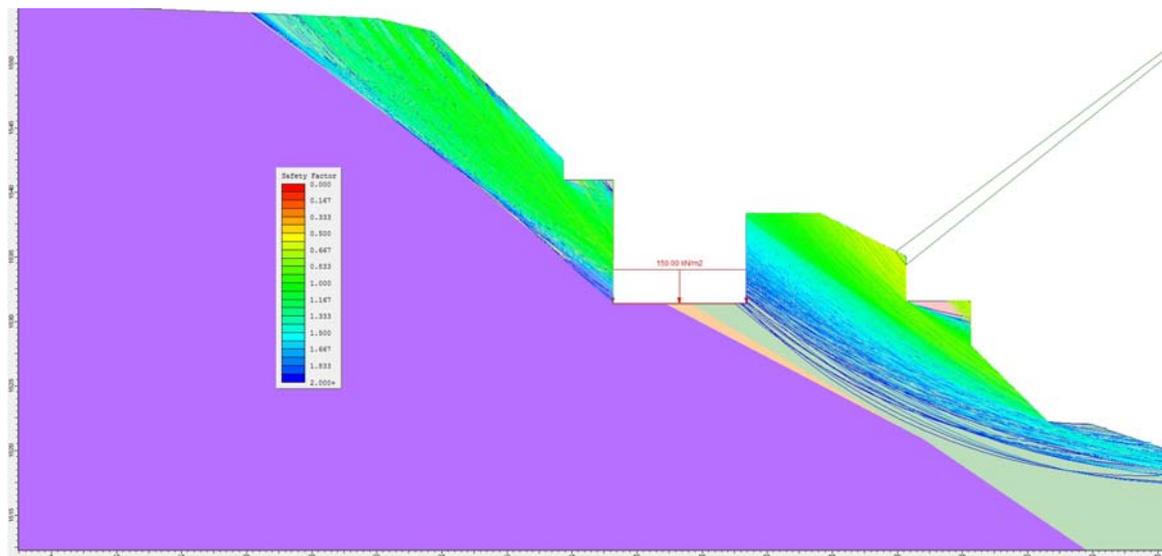


Figura 29. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST27

Grupo de edificios: R5

Ensayos de referencia: S6 y C8 (realizada por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.438	0.880	0.659
M	1.441	0.890	0.654
J	1.375	0.877	0.653

Tabla 16. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

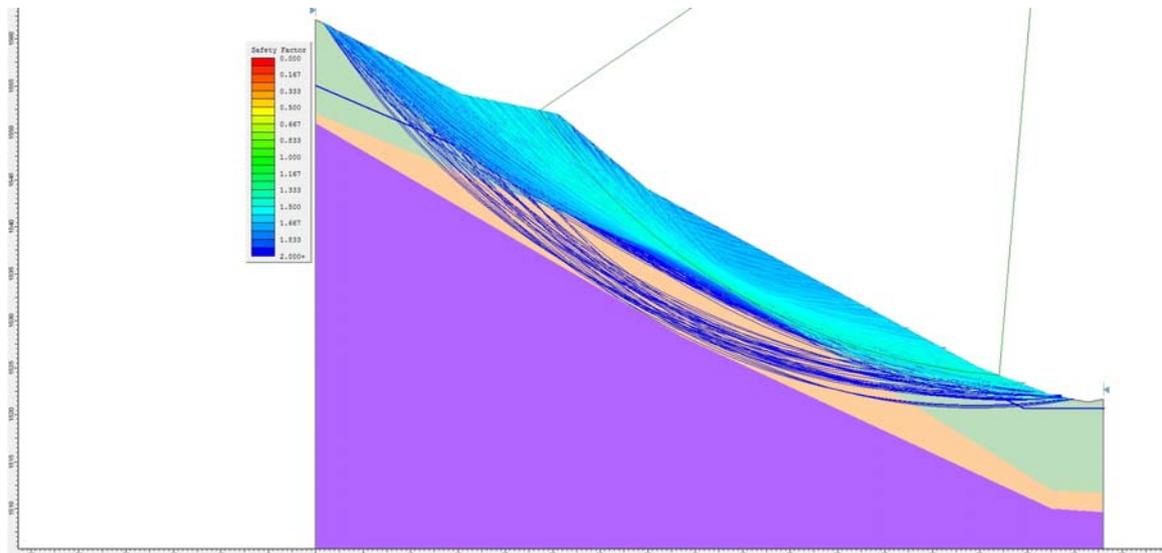


Figura 30. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se detectan los factores de seguridad más bajos son los tramos correspondientes a la aportación de materiales para la urbanización, sobretodo ubicado en la zona superior.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

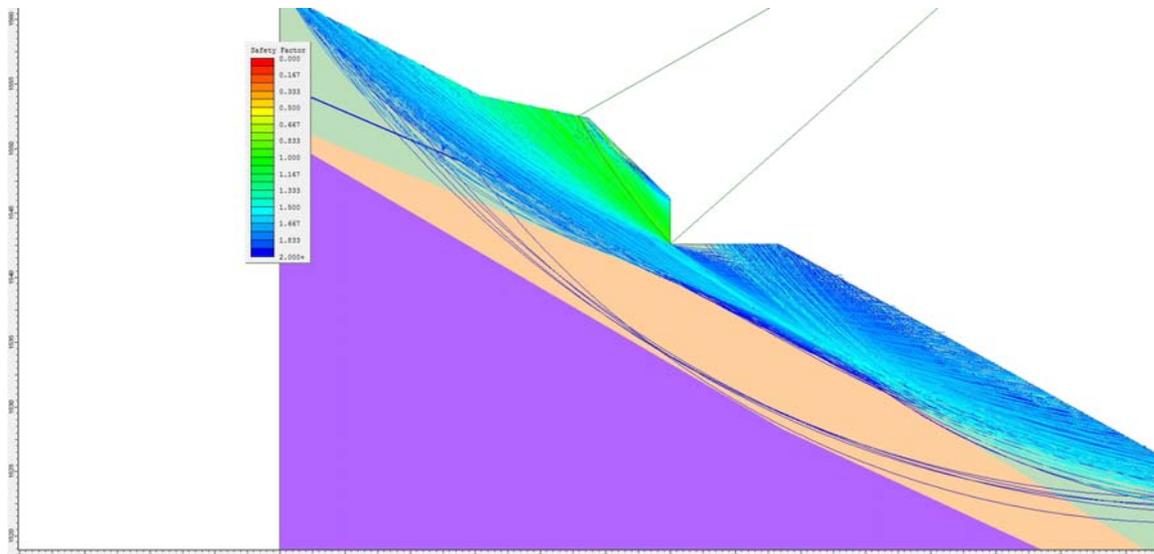


Figura 31. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona como material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones. Los círculos de inestabilidad asociados a la excavación de las zonas de edificación no se podrán producir en el momento que la estructura esté ejecutada. Los principales círculos se sitúan en las zonas inferiores.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

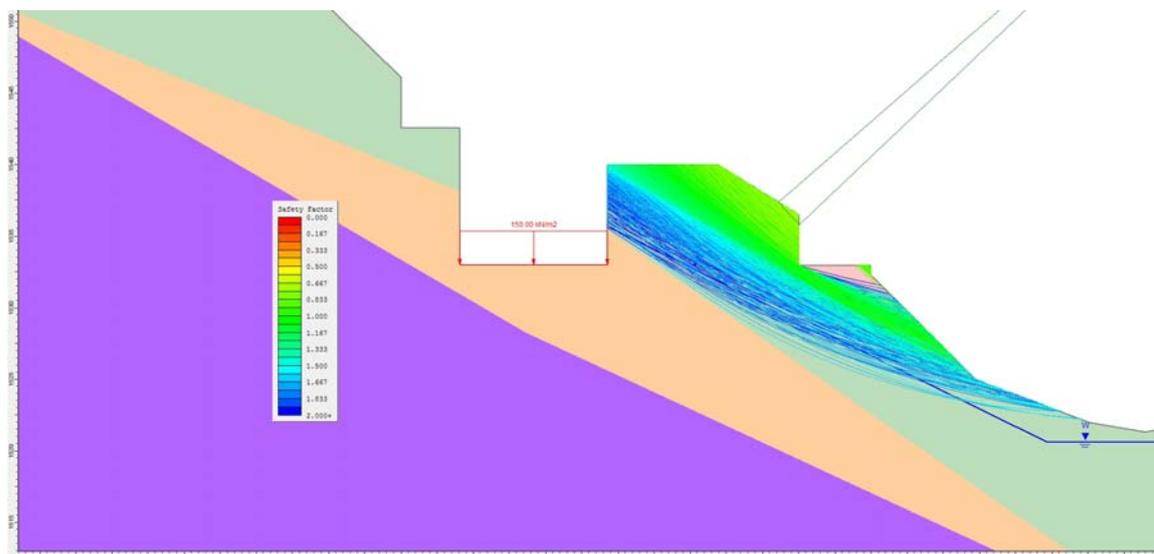


Figura 32. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST29

Grupo de edificios: R5

Ensayos de referencia: S7 y C6 (realizada por parte de AVINTIA en el mes de octubre)

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.472	1.830	0.715
M	1.477	1.831	0.712
J	1.480	1.727	0.712

Tabla 17. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.5.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

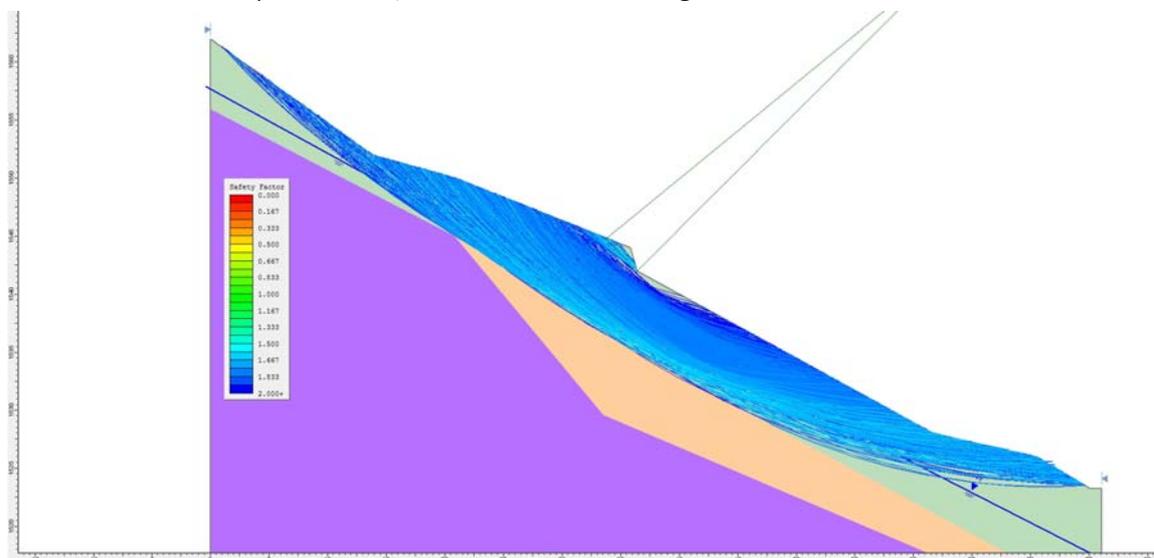


Figura 33. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se detectan factores de seguridad superiores, por el proceso de descarga de los materiales del perfil natural del terreno.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

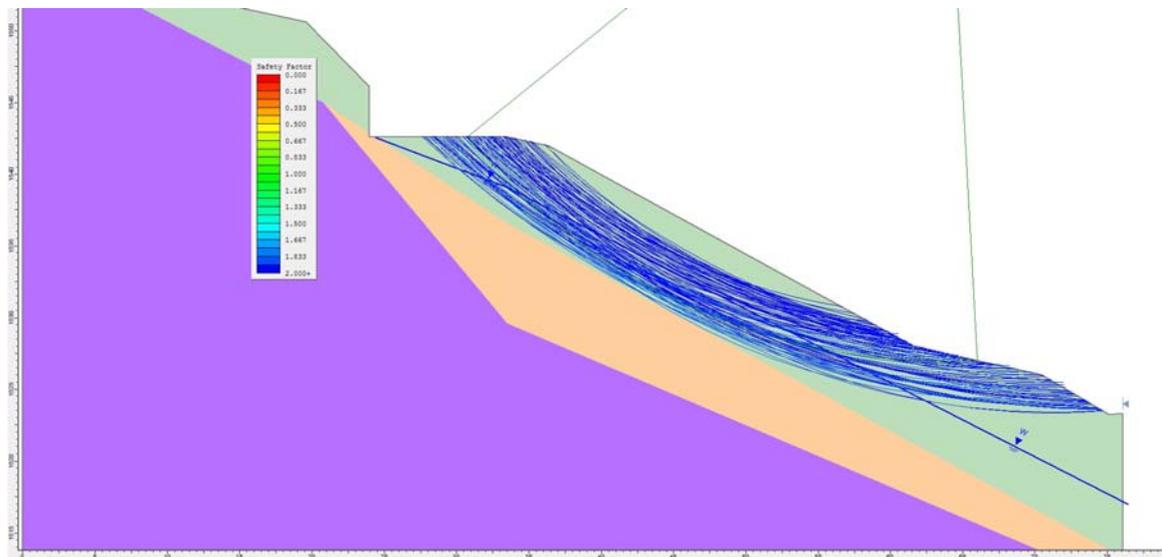


Figura 34. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

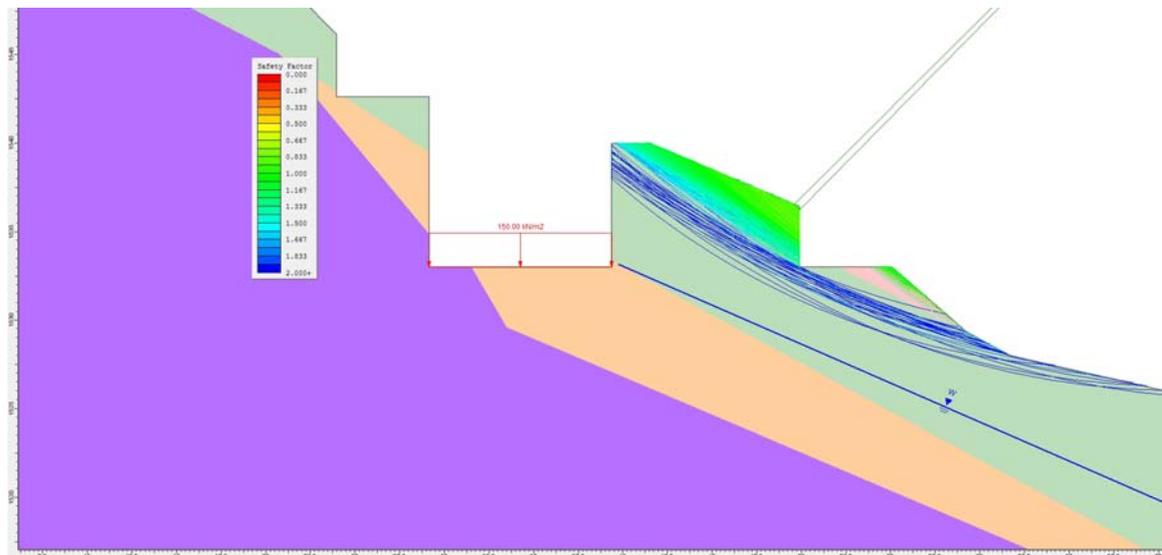


Figura 35. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



PERFIL ST30

Grupo de edificios: R7 – R5 - *Cota 1600*

Ensayos de referencia: S11 y S7

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.822	--	0.291
M	1.819	--	0.491
J	1.791	--	0.259

Tabla 18. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.8.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

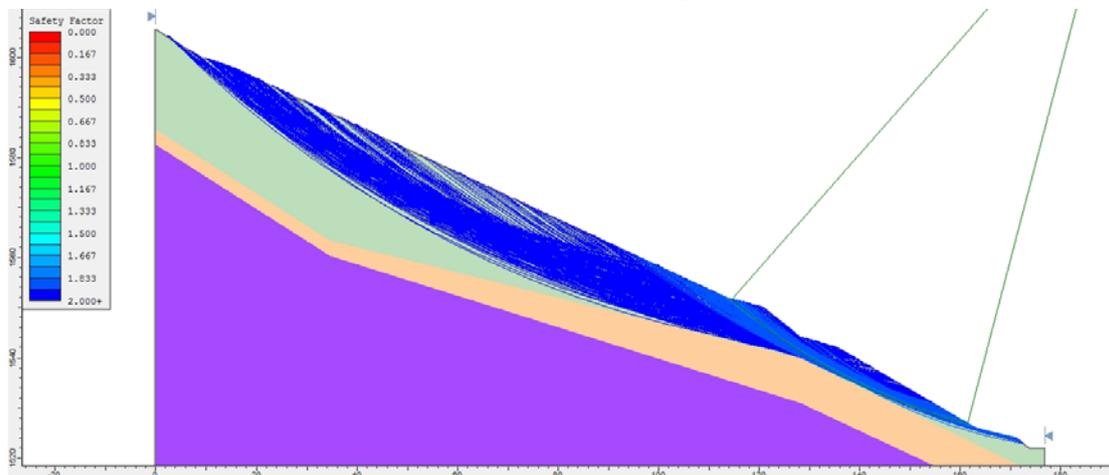


Figura 36. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

No se considera situación intermedia porque solo se prevé realizar las obras de construcción de viviendas, sin viales asociados según se observa en el perfil.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

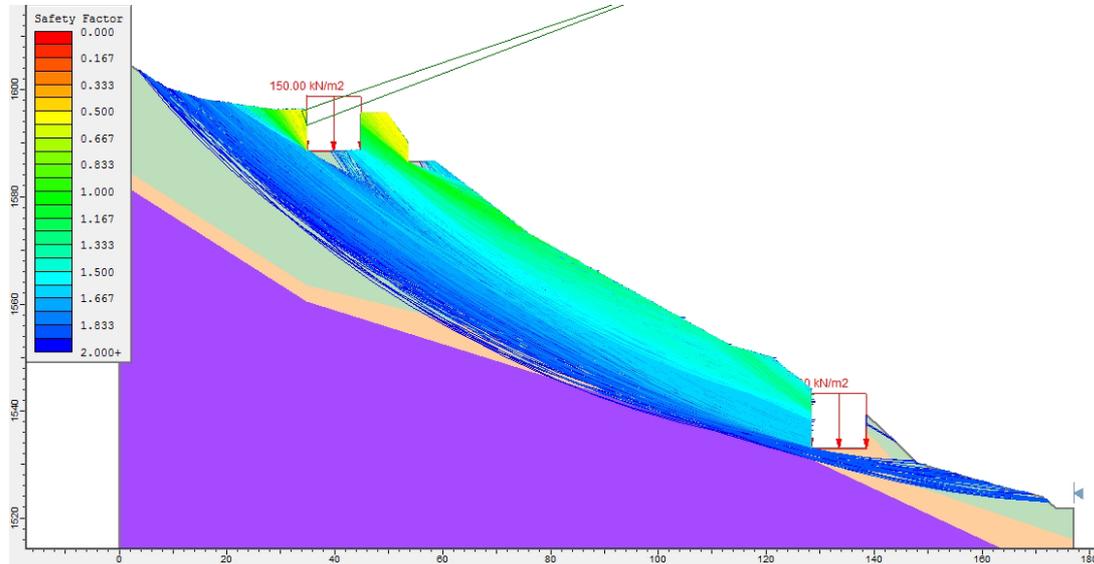


Figura 37. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST32

Grupo de edificios: R7

Ensayos de referencia: S11

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.429	0.243	0.243
M	1.427	0.536	0.543
J	1.427	0.197	0.197

Tabla 19. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.4, aunque mayoritariamente supera los 1.5.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

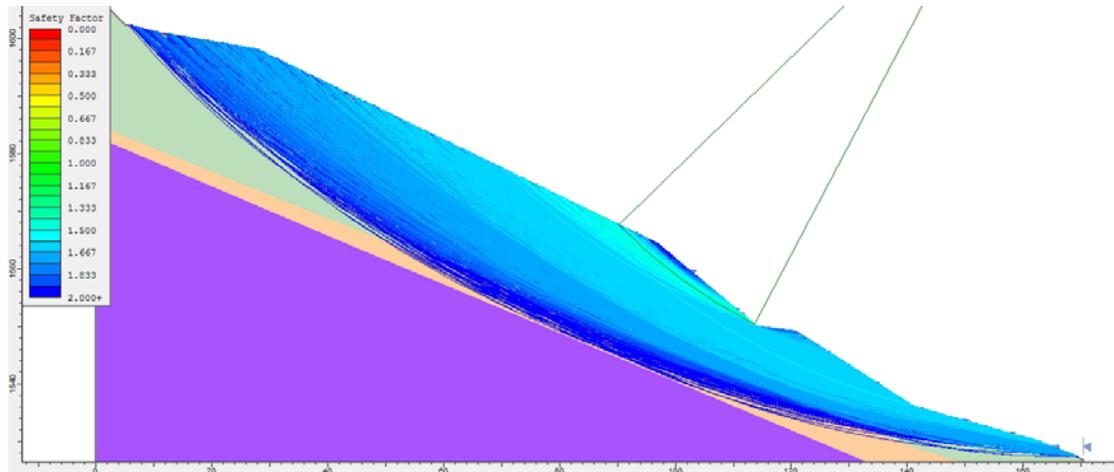


Figura 38. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se los tramos de inestabilización se asocian a los materiales aportados para la urbanización. El resto presentan factores de seguridad de más 1.50.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

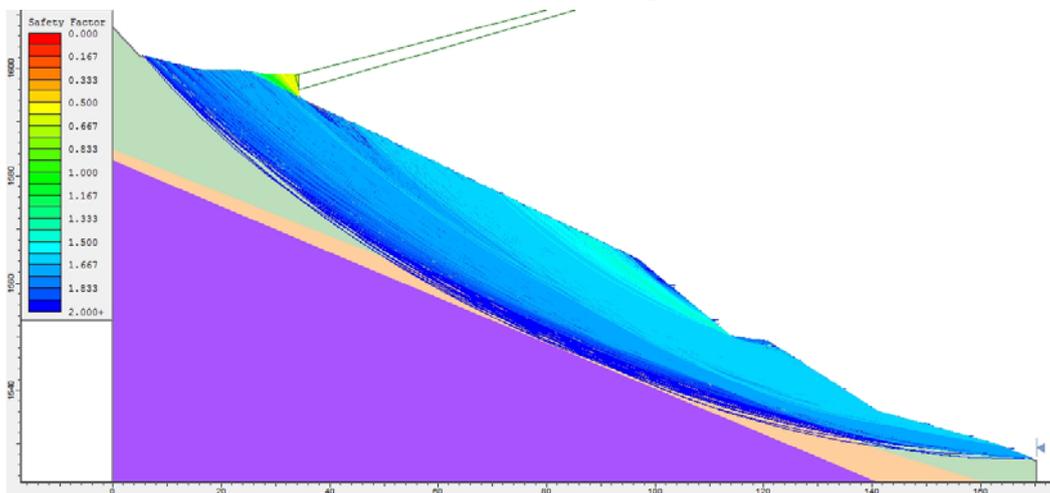


Figura 39. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

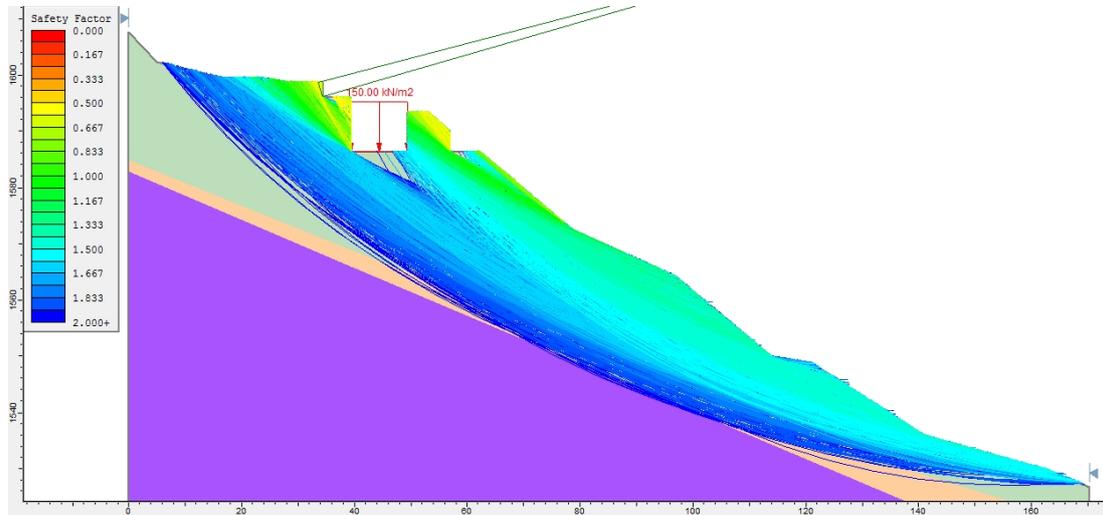


Figura 40. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST34

Grupo de edificios: R7

Ensayos de referencia: S11/S12

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.333	0.267	0.339
M	1.335	0.562	0.547
J	1.334	0.232	0.319

Tabla 20. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.4, aunque mayoritariamente supera los 1.5.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

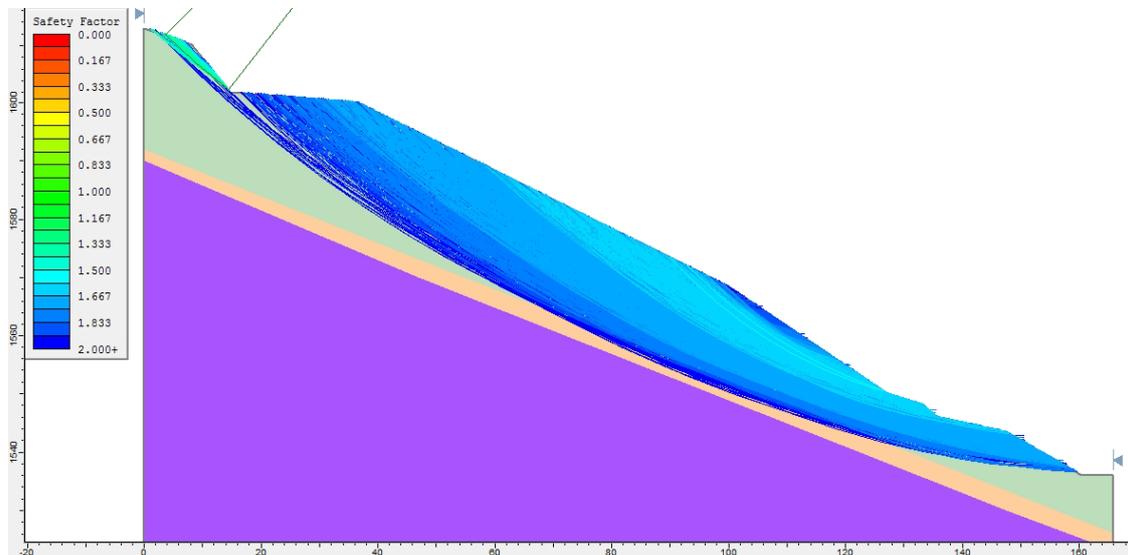


Figura 41. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se los tramos de inestabilización se asocian a los materiales aportados, en la zona superior, para la urbanización. El resto presentan factores de seguridad de más 1.50.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilización más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

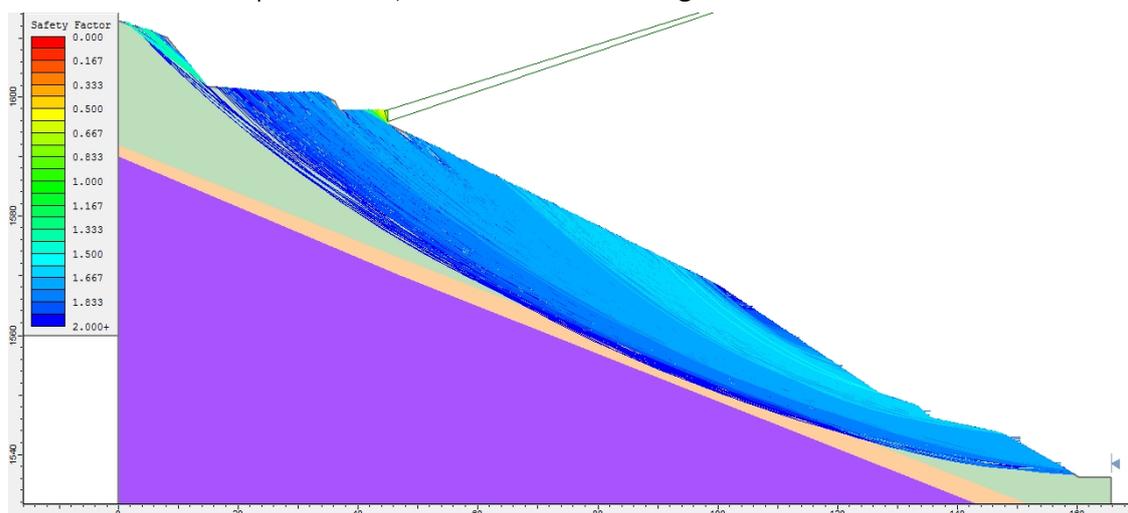


Figura 42. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.



A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

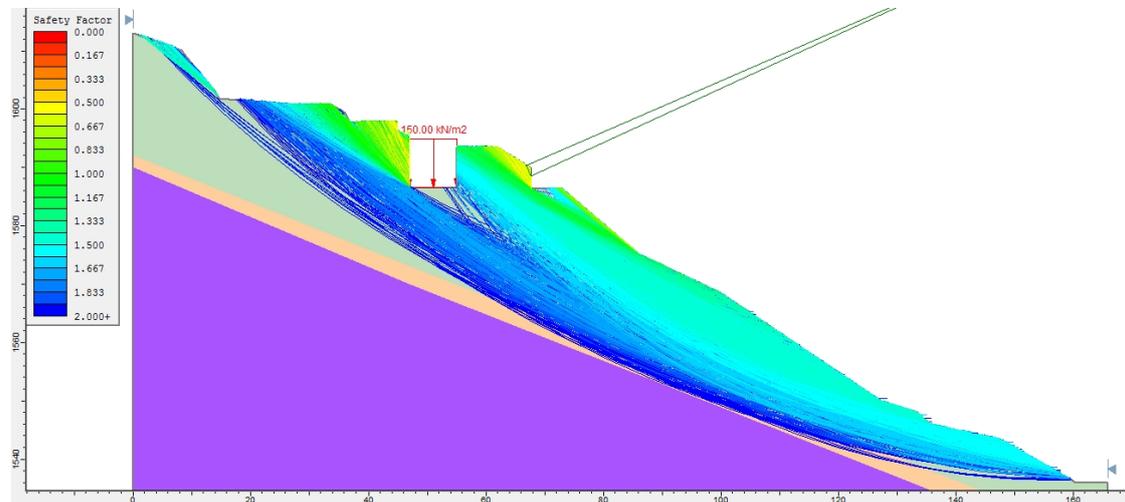


Figura 43. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST36

Grupo de edificios: R6-R7

Ensayos de referencia: S12/S13

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.159	0.788	0.356
M	1.174	0.843	0.540
J	1.087	0.846	0.336

Tabla 21. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.15, probablemente debido a los parámetros geomecánicos asociados a los materiales del primer nivel.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

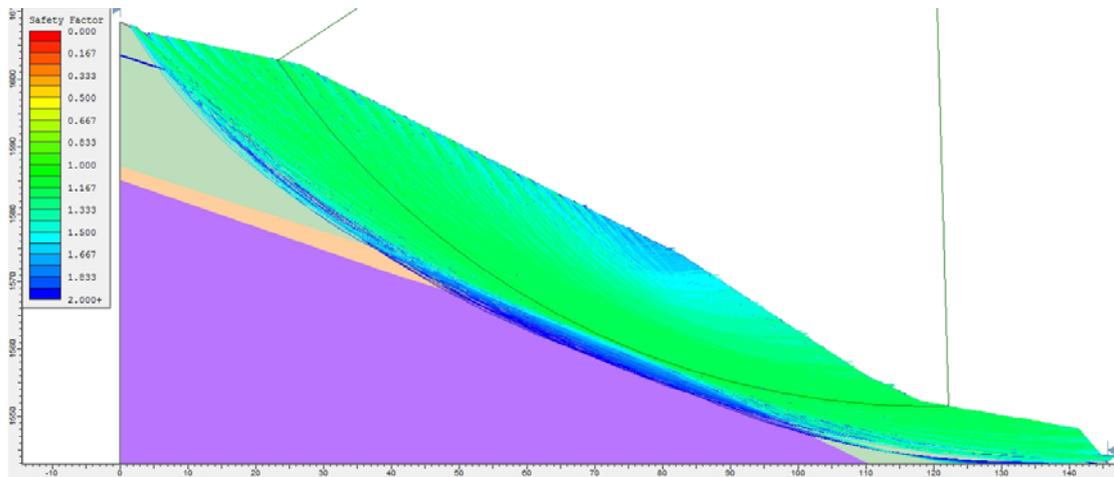


Figura 44. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se los tramos de inestabilización se asocian a los materiales aportados, en la zona superior, para la urbanización.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

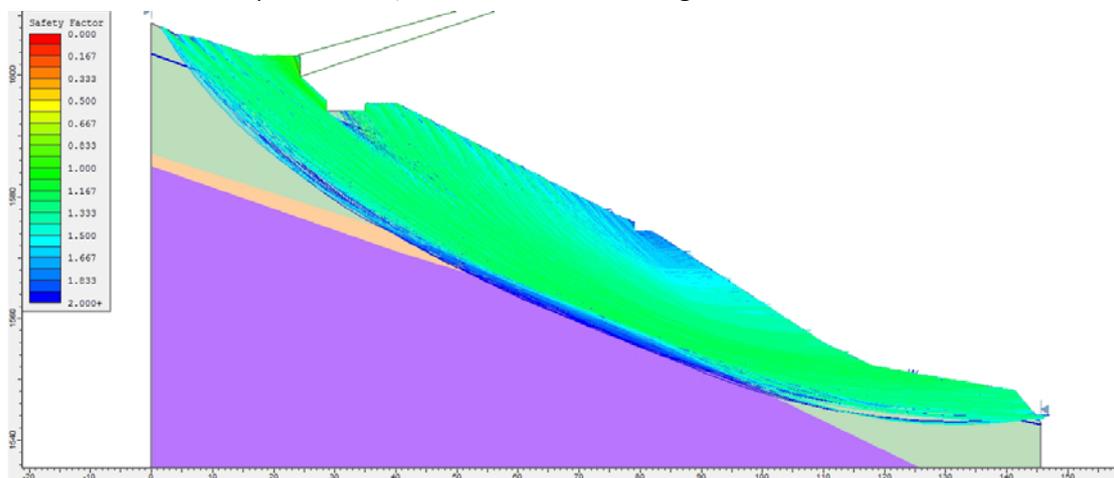


Figura 45. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

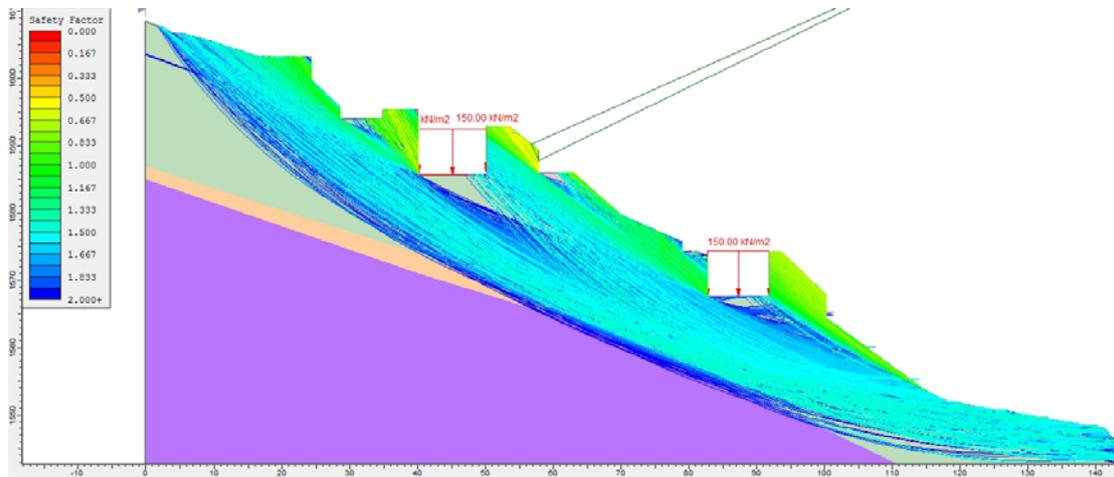


Figura 46. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST38

Grupo de edificios: R6-R8

Ensayos de referencia: S12/S13

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.213	0.555	0.535
M	1.225	0.549	0.558
J	1.136	0.549	0.550

Tabla 22. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.2, probablemente debido a los parámetros geomecánicos asociados a los materiales del primer nivel.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

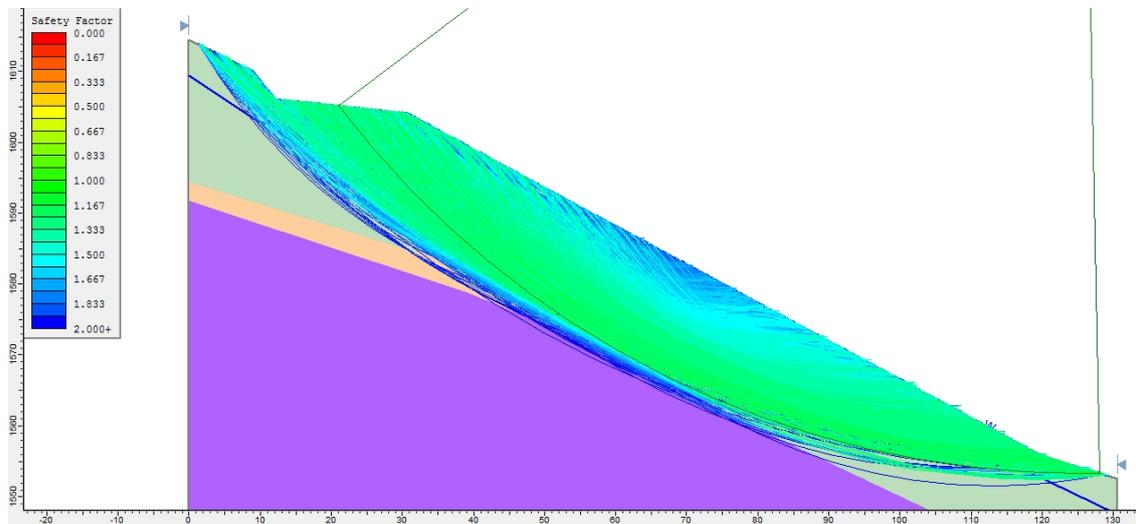


Figura 47. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se los tramos de inestabilización se asocian a los materiales aportados, en la zona superior, para la urbanización.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

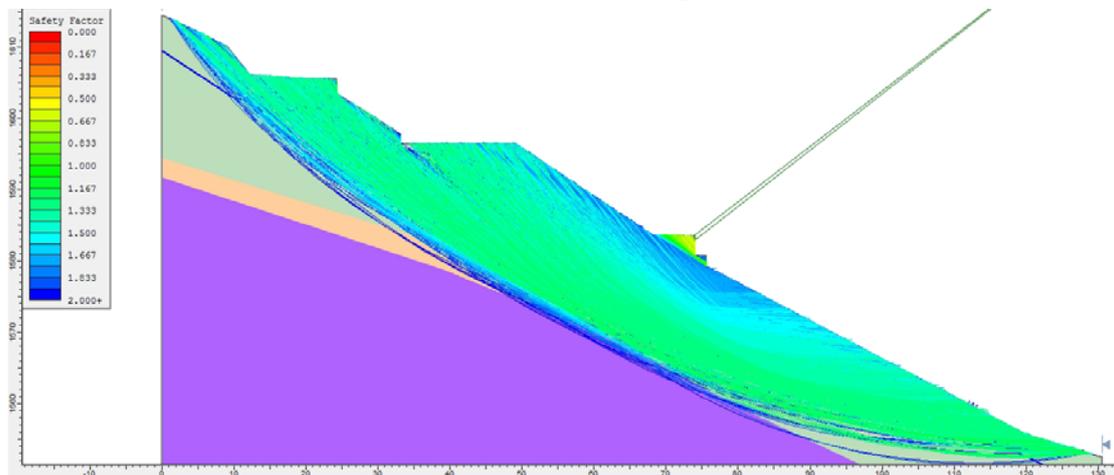


Figura 48. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

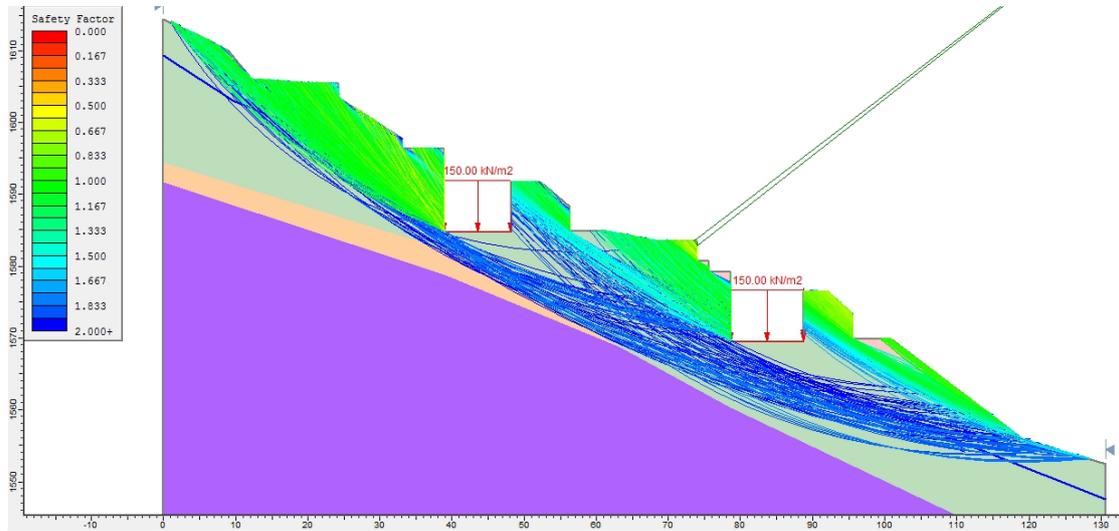


Figura 49. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST40

Grupo de edificios: R6-R8

Ensayos de referencia: S12/S14

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.231	0.760	0.722
M	1.244	0.757	0.718
J	1.157	0.757	0.720

Tabla 23. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.2, probablemente debido a los parámetros geomecánicos asociados a los materiales del primer nivel.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

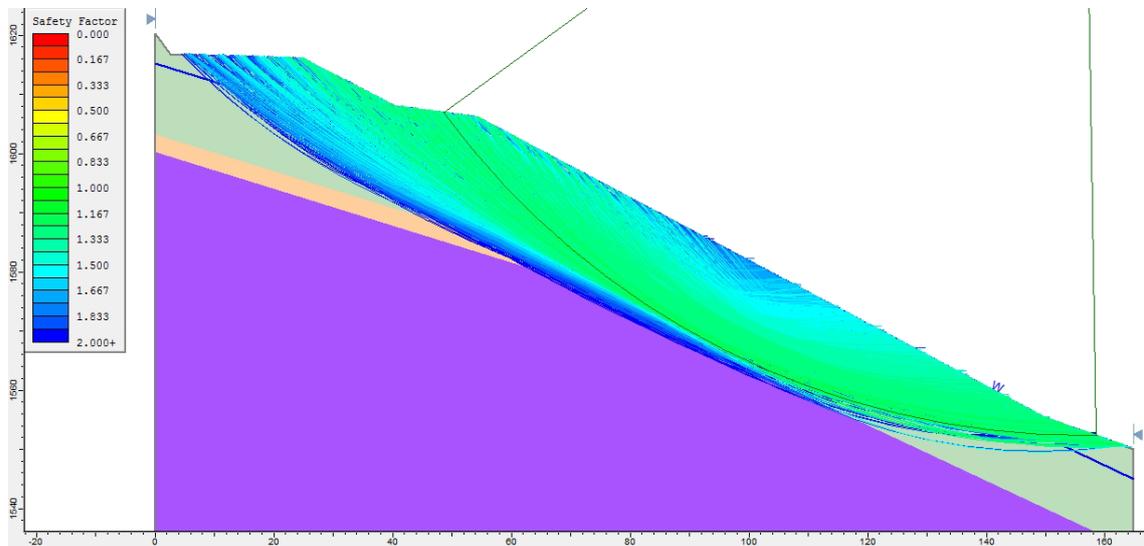


Figura 50. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se los tramos de inestabilización se asocian a los materiales aportados, en la zona superior, para la urbanización.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

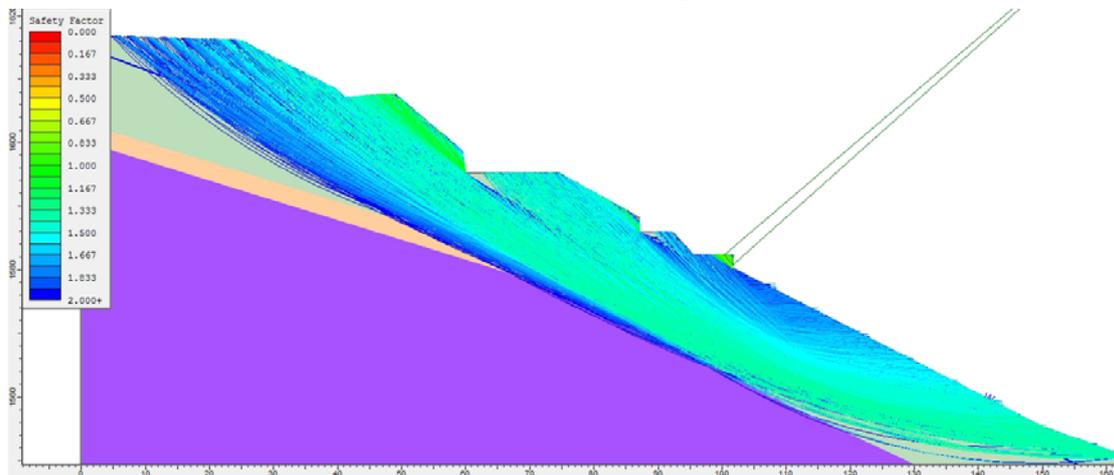


Figura 51. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

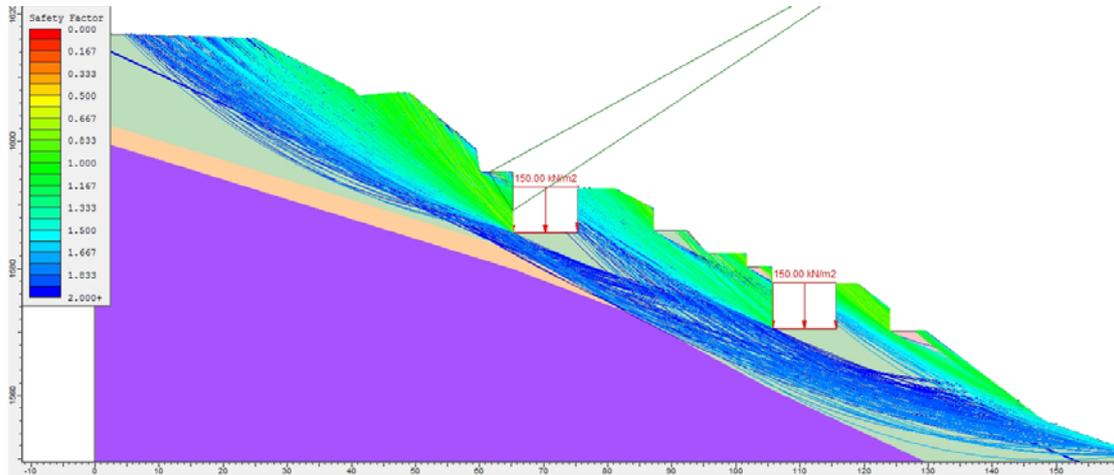


Figura 52. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST41

Grupo de edificios: R6-R8

Ensayos de referencia: S12/S14

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.200	0.782	0.782
M	1.214	0.779	0.779
J	1.092	0.779	0.779

Tabla 24. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.2, probablemente debido a los parámetros geomecánicos asociados a los materiales del primer nivel.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

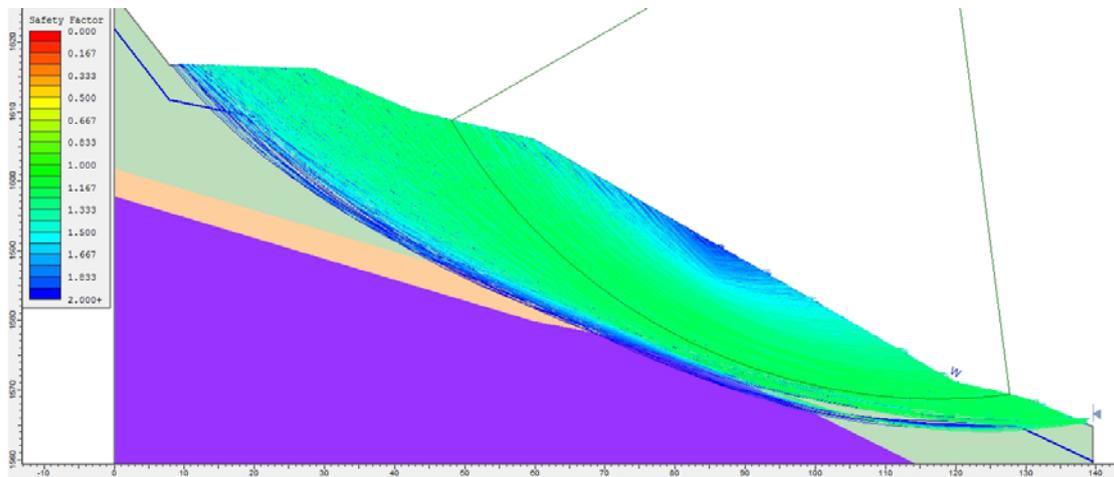


Figura 53. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se los tramos de inestabilización se asocian a los materiales aportados, en la zona superior, para la urbanización.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

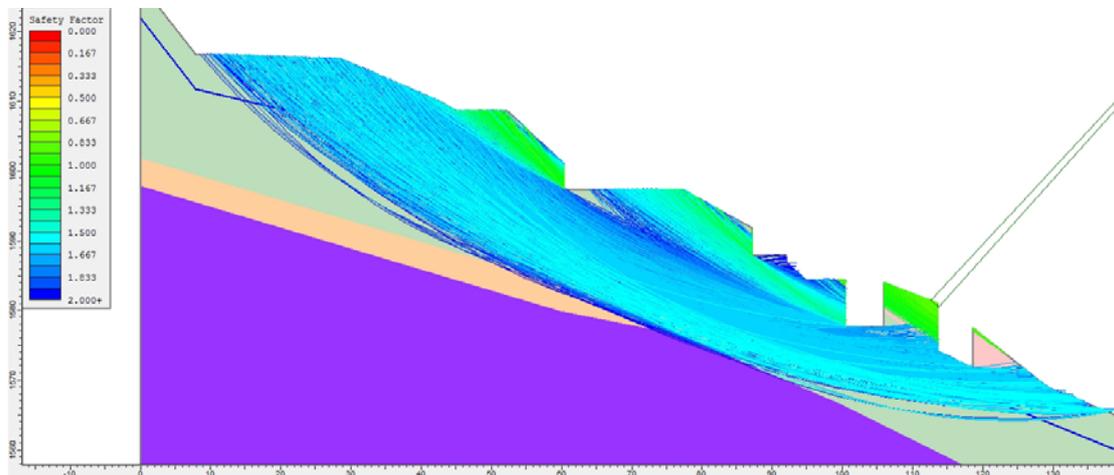


Figura 54. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

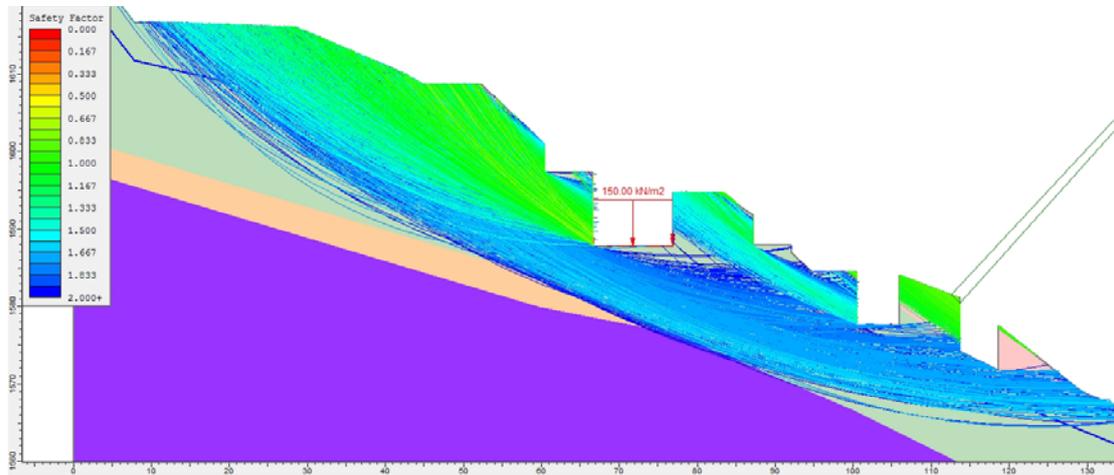


Figura 55. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.

PERFIL ST42

Grupo de edificios: R8

Ensayos de referencia: S12/S14

Métodos	SITUACIONES		
	INICIAL	MUROS	FINAL
B	1.244	1.173	0.783
M	1.258	1.176	0.780
J	1.157	1.178	0.780

Tabla 25. Factores de Seguridad que se obtienen de los diferentes análisis realizados.

Para la **situación actual (inicial)** los factores de seguridad mínimos que se obtienen asociados siempre a las zonas con más pendiente de los materiales cuaternarios, pero con valores cercanos a 1.2, probablemente debido a los parámetros geomecánicos asociados a los materiales del primer nivel.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

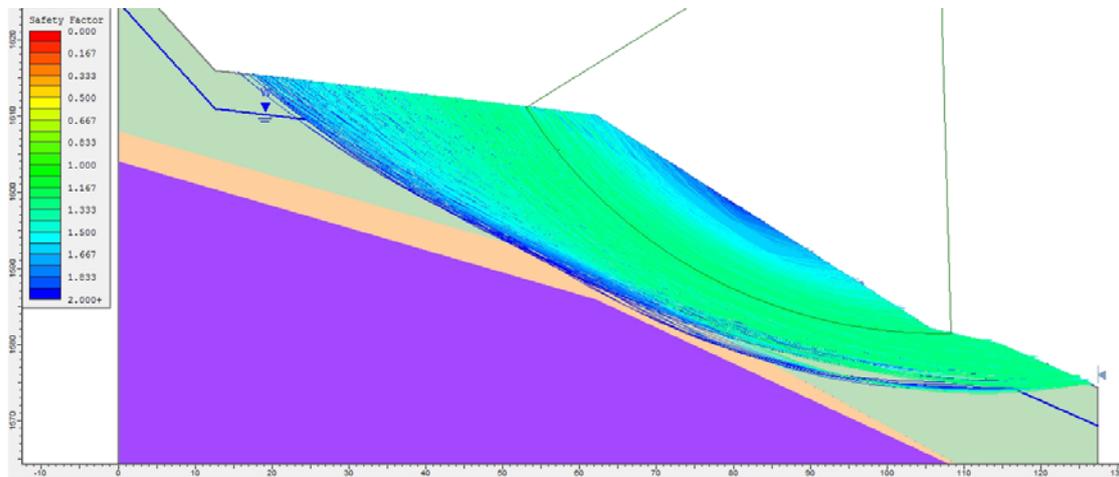


Figura 56. Detalle del análisis de estabilidad en la situación actual.

Para la **situación de urbanización, en proceso de obra** las zonas dónde se comprueba que se los tramos de inestabilización se asocian a los materiales aportados, en la zona superior, para la urbanización.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

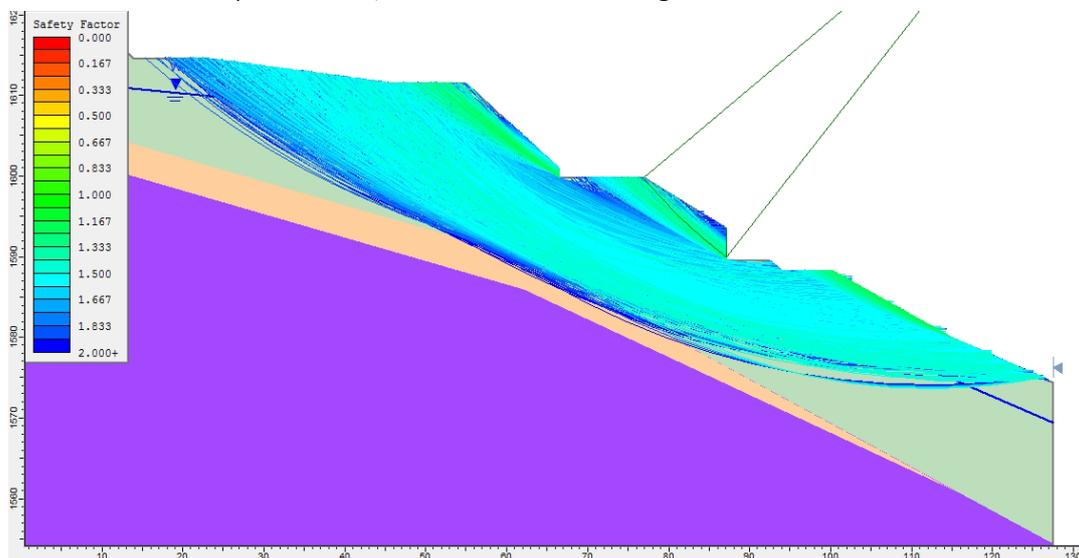


Figura 57. Detalle del análisis de estabilidad en la situación de urbanización.

Para la **situación final**, los factores de seguridad mínimos que se obtienen se refieren sólo a los tramos descritos en esta zona cómo material de aportación para la construcción de la nueva urbanización y las nuevas construcciones.

A continuación se aportan un detalle de la situación de los círculos de inestabilidad más probables, con un factor de seguridad menor a 2:

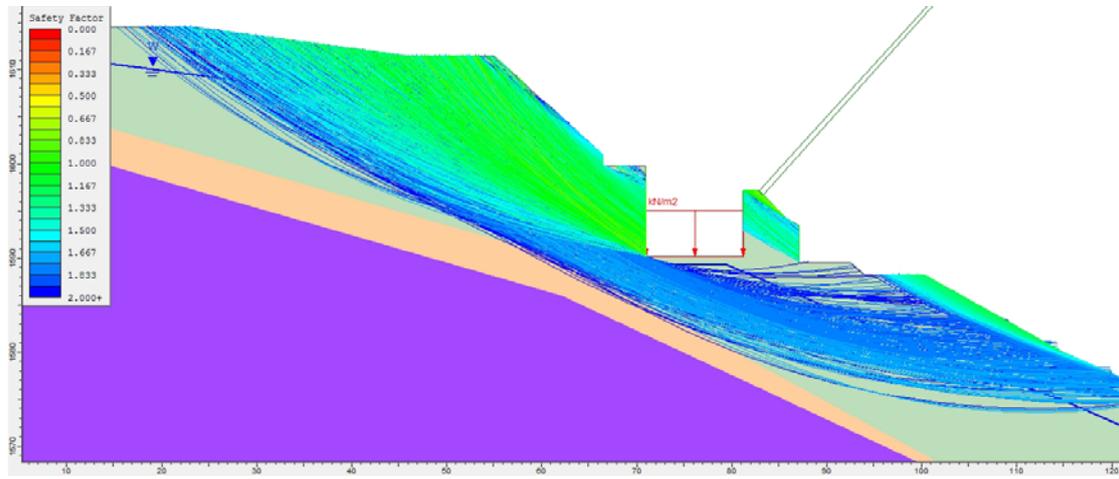


Figura 58. Detalle del análisis de estabilidad en la situación una vez construida.



7. ANALISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS

De todos los análisis realizados, se puede comprobar que la seguridad general de las laderas con el proyecto previsto queda garantizada. Tal y cómo se puede observar los principales círculos de inestabilidad están asociados a las estructuras que se proyectan pero no comprometen la estabilidad general de la ladera.

Las principales inestabilidades en las diferentes situaciones analizadas se dan en los materiales aportados para la urbanización, y en el momento de la abertura de las excavaciones para el emplazamiento de las edificaciones.

Si analizamos los materiales de aportación, que presentan los principales círculos de inestabilidad, podemos observar que los parámetros geomecánicos asociados a estos materiales son muy conservadores. Los factores de seguridad nos van a aumentar, considerando parámetros más realistas en obras. Estos parámetros pueden variar desde $\phi=30^{\circ}-35^{\circ}$ i $C=0.0$ a 0.01Kg/cm^2 , en función de los materiales utilizados y el grado compactación exigido.

Las zonas dónde existieran materiales aportados se puede observar que la mayoría de ellos se ejecutarán limitados por muros, por lo que dichos muros se deberán dimensionar para evitar estas movilizaciónes. Estos muros se podrán reforzar con la ejecución de anclajes que ayudarán a la estabilización de la estructura.

Además se puede observar que hay zonas de materiales aportados en el límite de las zonas construidas que estos materiales se aportan para suavizar la pendiente sin muros asociados. En estas zonas que presentan pendientes inferiores que las anteriores (pendientes entre $10^{\circ}-25^{\circ}$), se podría valorar la instalación de un pequeño muro escollera o muros de gaviones en la base para asegurar estos materiales aportados.

Si analizamos las inestabilidades de los taludes generados para la construcción en la zona de las viviendas, se puede observar que en general en la mayoría de excavaciones, excepto en la zona de R3, será necesaria la ejecución de elementos de sustentación previa a su ejecución para garantizar la estabilidad de los taludes durante la excavación de los taludes para la instalación de dichas estructuras. Según los análisis realizados no se producen inestabilizaciones por debajo de las viviendas instaladas, por lo que las medidas de estabilización previa a la excavación, tipo micropilote, se deberá empotrar en el terreno, lo necesario para garantizar su funcionamiento para el empuje que se genere. Una vez realizada toda la construcción estos círculos de inestabilización no se van a producir ya que la propia estructura sustentará el terreno susceptible a movilización.



8. CONCLUSIONES

En los siguientes puntos se resumen las principales conclusiones en base a los resultados expuestos en el apartado anterior y los anexos del presente documento. Si bien, es necesario analizar los mapas de seguridad expuestos en dicho anexo para comprobar las diferentes partes de las laderas que pudieran afectar a cualquiera de las fases y tomar las medidas correspondientes.

Zona R1

ST1: Las principales inestabilidades están asociada a los materiales de relleno antrópico existente, y en las diferentes fases las inestabilidades se dan en los materiales de aportación, que podría mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación, y se deberá dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Los materiales de excavación de las zonas de edificios se presentan ligeramente inestables, pero se presentaran en gran parte a los materiales de sustrato, totalmente estables.

ST2: Cómo en el caso anterior las principales inestabilidades están asociada a los materiales de relleno antrópico existente, y en las diferentes fases las inestabilidades se dan en los materiales de aportación, que podría mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación, y se deberá dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Los materiales de excavación de las zonas de edificios se presentan ligeramente inestables, pero se presentaran en gran parte a los materiales de sustrato, totalmente estables.

Zona R2

ST4: En general, excepto en una zona totalmente superficial, que se anularía con la eliminación de los suelos superficiales, los perfiles se presentan con factores de seguridad de entre 1.5-2.0. Una vez empezada la obra se puede comprobar que los principales círculos de inestabilidad se asociarían a los materiales para los materiales de aportación. Dichas inestabilidades detectadas podrían mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación, y se deberá dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Se recomienda la instalación de elementos de estabilización previos a la excavación de los taludes de las edificaciones. Y se debería valorar la instalación de una escollera o en su defecto muro de gabiones en la base de los materiales aportados en el límite sur (más bajo) de la zona edificable.



ST5: En general, presenta el mismo comportamiento que el perfil anterior, se podrán tomar las mismas recomendaciones que para el perfil ST4.

Zona R3

ST9: En general los perfiles se presentan con factores de seguridad entre 1.5-2.0. Una vez iniciada la obra se puede comprobar que los principales círculos de inestabilidad se asociarían a los materiales de aportación. Dichas inestabilidades detectadas podrían mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación. Se deberá dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Se recomienda la instalación de elementos de estabilización previos a la excavación de los taludes de las edificaciones, para las zonas asociados a los materiales cuaternarios.

Zona R3/R4

ST11: En general los perfiles se presentan con factores de seguridad de entre 1.5-2.0. Una vez empezada la obra se puede comprobar que los principales círculos de inestabilidad se asociarían a los materiales para los materiales de aportación. Dichas inestabilidades detectadas podrían mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación. Se deberá dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Se recomienda la instalación de elementos de estabilización previos a la excavación de los taludes de las edificaciones, para las zonas asociados a los materiales cuaternarios.

ST13: En general, presenta el mismo comportamiento que el perfil anterior, se podrán tomar las mismas recomendaciones que para el perfil ST11.

ST15: En general, presenta el mismo comportamiento que el perfil anterior, se podrán tomar las mismas recomendaciones que para el perfil ST11. Y además se debería valorar la instalación de una escollera o en su defecto muro de gabiones en la base de los materiales aportados en el límite sur (más bajo) de la zona edificable, para estabilizar los materiales aportados.

Zona R5

ST25: En general los perfiles se presentan con factores de seguridad mínimos de 1.2. Una vez empezada la obra se puede comprobar que los principales círculos de inestabilidad se asociarían a los materiales para los materiales de aportación. Dichas inestabilidades detectadas podrían mejorar si se consiguen



mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación, y se deberán dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Se recomienda la instalación de elementos de estabilización previos a la excavación de los taludes de las edificaciones, para las zonas asociados a los materiales cuaternarios. Y además se debería valorar la instalación de una escollera o en su defecto muro de gabiones en la base de los materiales aportados en el límite sur de la zona edificable, para estabilizar los materiales aportados.

ST27: En general, presenta el mismo comportamiento que el perfil anterior, se podrán tomar las mismas recomendaciones que para el perfil ST25

ST29: En general los perfiles se presentan con factores de seguridad mínimos cercanos a 1.5. En la parte de urbanización, cómo no se esperan aportaciones de tierras y se ejecutarán excavaciones, a los círculos de inestabilidad se les puede asociar factores de seguridad mayores que la situación actual. Para la fase final, se puede comprobar que los principales círculos de inestabilidad se asociarían a los materiales para los materiales de aportación. Dichas inestabilidades detectadas podrían mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación, y se deberá dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Se recomienda la instalación de elementos de estabilización previos a la excavación de los taludes de las edificaciones, para las zonas asociados a los materiales cuaternarios. Y además se debería valorar la instalación de una escollera o en su defecto muro de gabiones en la base de los materiales aportados en el límite sur de la zona edificable, para estabilizar los materiales aportados.

Zona R6-R8

ST38: En general los perfiles se presentan con factores de seguridad mínimos cercanos a 1.2. Una vez empezada la obra se puede comprobar que los principales círculos de inestabilidad se asociarían a los materiales para los materiales de aportación. Dichas inestabilidades detectadas podrían mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación, y se deberán dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Se recomienda la instalación de elementos de estabilización previos a la excavación de los taludes de las edificaciones, para las zonas asociados a los materiales cuaternarios. Y además se debería valorar la instalación de una escollera o en su defecto muro de gabiones en la base de los materiales aportados en el límite sur de la zona edificable, para estabilizar los materiales aportados.



ST40/41/42: En general, presenta el mismo comportamiento que el perfil anterior, se podrán tomar las mismas recomendaciones que para el perfil ST38.

Zona R7

ST30: En general los perfiles se presentan con factores de seguridad mínimos cercanos a 1.4-1.5. Una vez empezada la obra se puede comprobar que los principales círculos de inestabilidad se asociarían a los materiales para los materiales de aportación. Dichas inestabilidades detectadas podrían mejorar si se consiguen mejores parámetros geomecánicos para los materiales de aportación, y se deberán dimensionar los muros en el pie de estos materiales de aportación para poder sustentar el empuje de dichos materiales. Se recomienda la instalación de elementos de estabilización previos a la excavación de los taludes de las edificaciones, para las zonas asociados a los materiales cuaternarios. Y además se debería valorar la instalación de una escollera o en su defecto muro de gabiones en la base de los materiales aportados en el límite sur de la zona edificable, para estabilizar los materiales aportados.

ST32/34/36: En general, presenta el mismo comportamiento que el perfil anterior, se podrán tomar las mismas recomendaciones que para el perfil ST30.



G3 D T S.L. solicita que si se detectaran anomalías respecto los datos que se exponen, durante la ejecución de la obra, agradeceríamos que nos avisaran, e igualmente quedamos a su disposición para cualquier consulta y/o duda que quieran realizar, en el teléfono 973 33 12 12.

**Anexo estabilidad de taludes,
Expediente Núm.: 2000021**

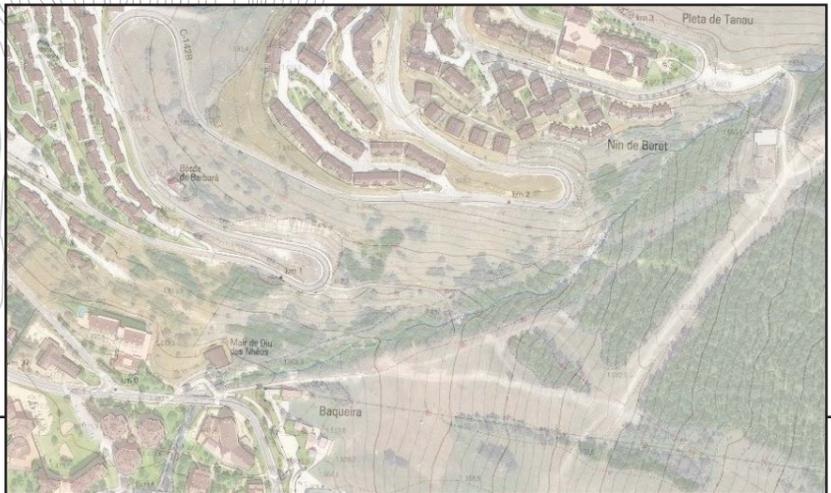
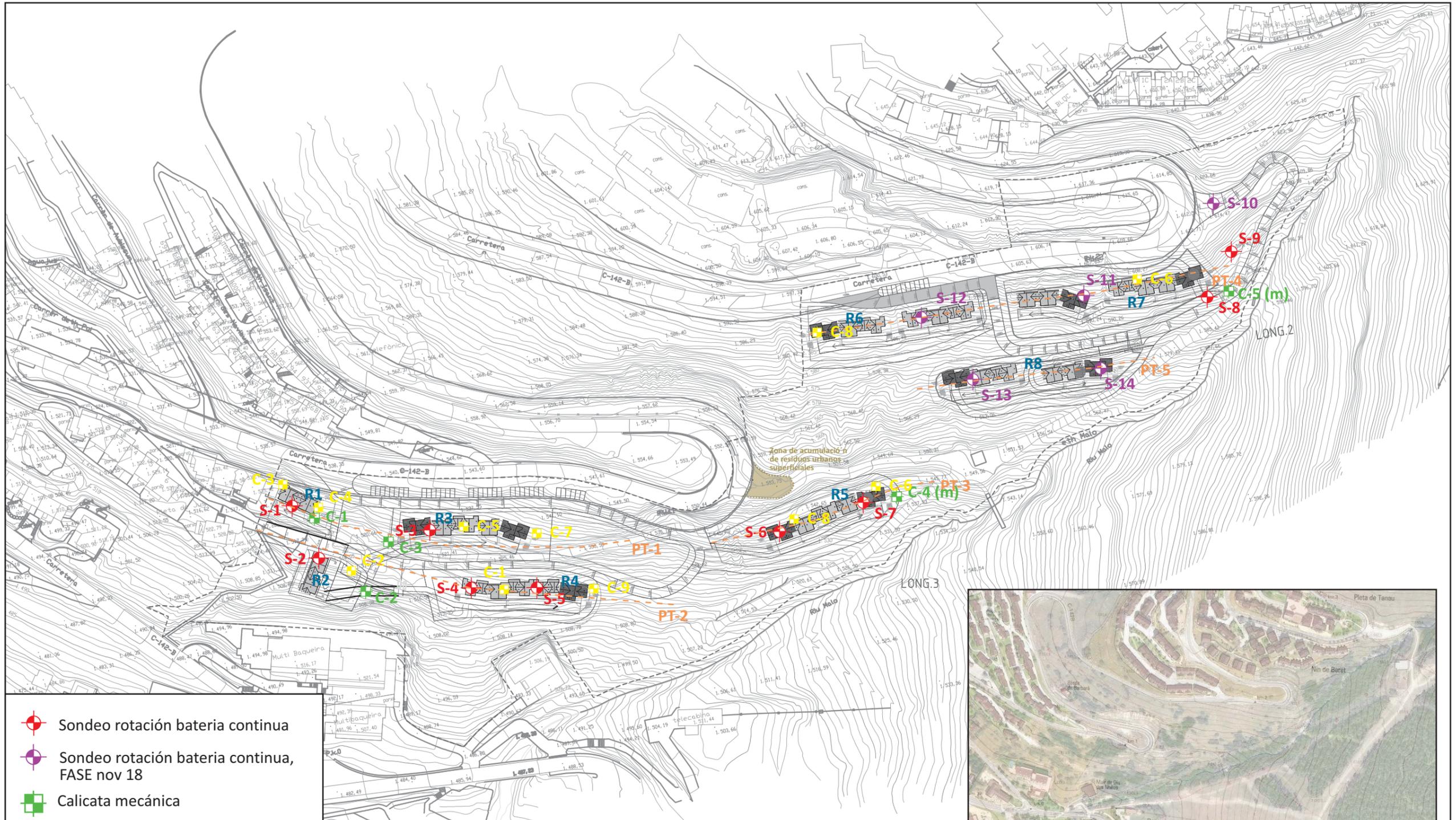
Els Omells de Na Gaia, 10 de diciembre del 2018



Desenvolupament Territorial S.L.
CIF B-25461443
C/ Església, 18 - Tel.973 33 12 12
25268 Els Omells de Na Gaia
(L'Urgell) Lleida

Eva Vázquez Marcet
Geóloga col 4302
Resp. Departamento Geología

ESQUEMA DE SITUACIÓN DE LOS
ENSAYOS



-  Sondeo rotación batería continua
-  Sondeo rotación batería continua, FASE nov 18
-  Calicata mecánica
-  Calicata mecánica, realizada por AVINTIA
-  Perfiles de tomografía eléctrica



PROYECTO

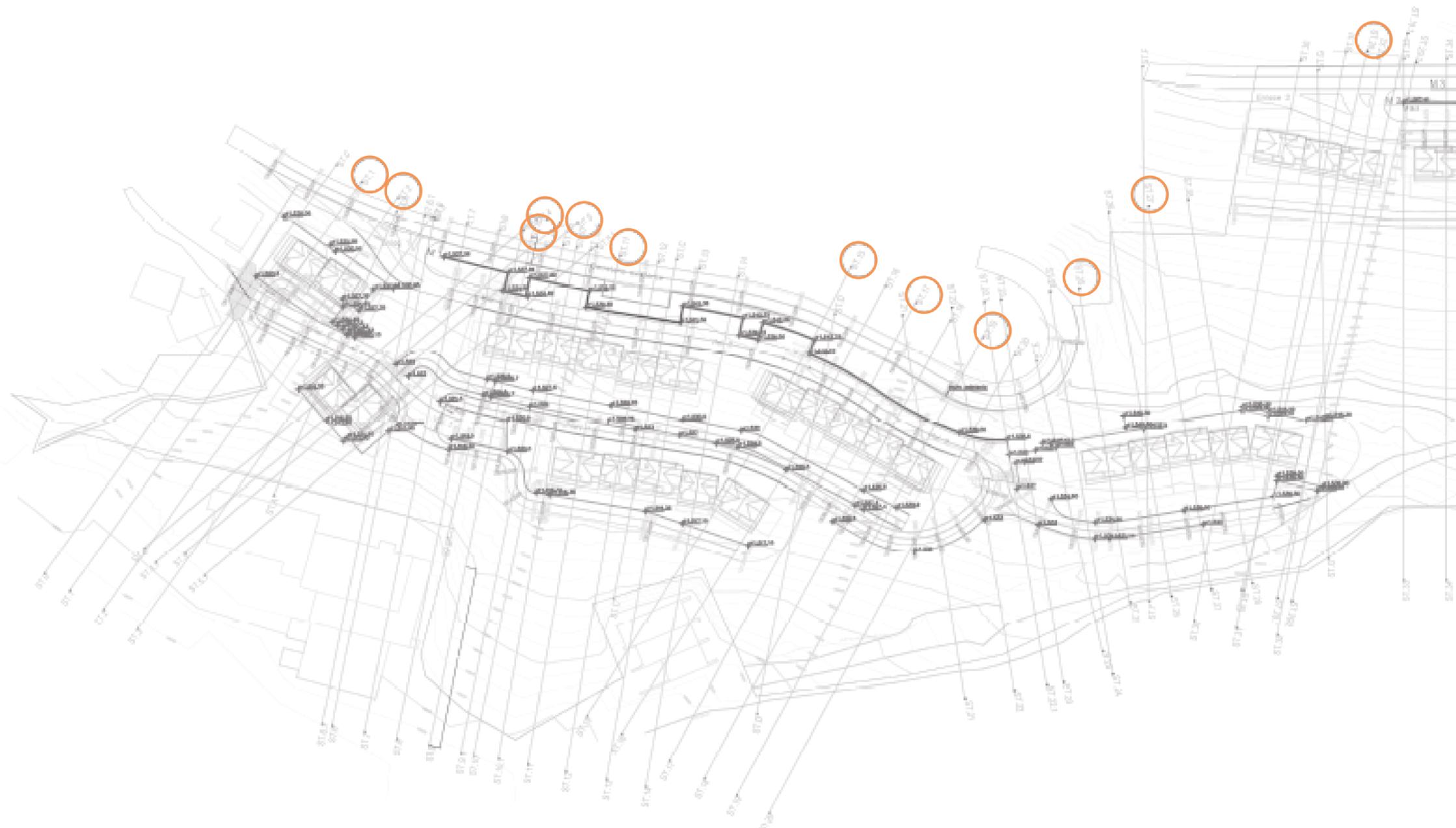
ESTUDIO ESTABILIDAD DE TALUDES PARA LA URBANIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES GRUPOS DE EDIFICIOS EN LA URBANIZACIÓN LA PLETA DE BAQUEIRA

Número expediente: 2000021

Anexo: Plano de situación de los ensayos

Hoja

1 de 1



PROYECTO

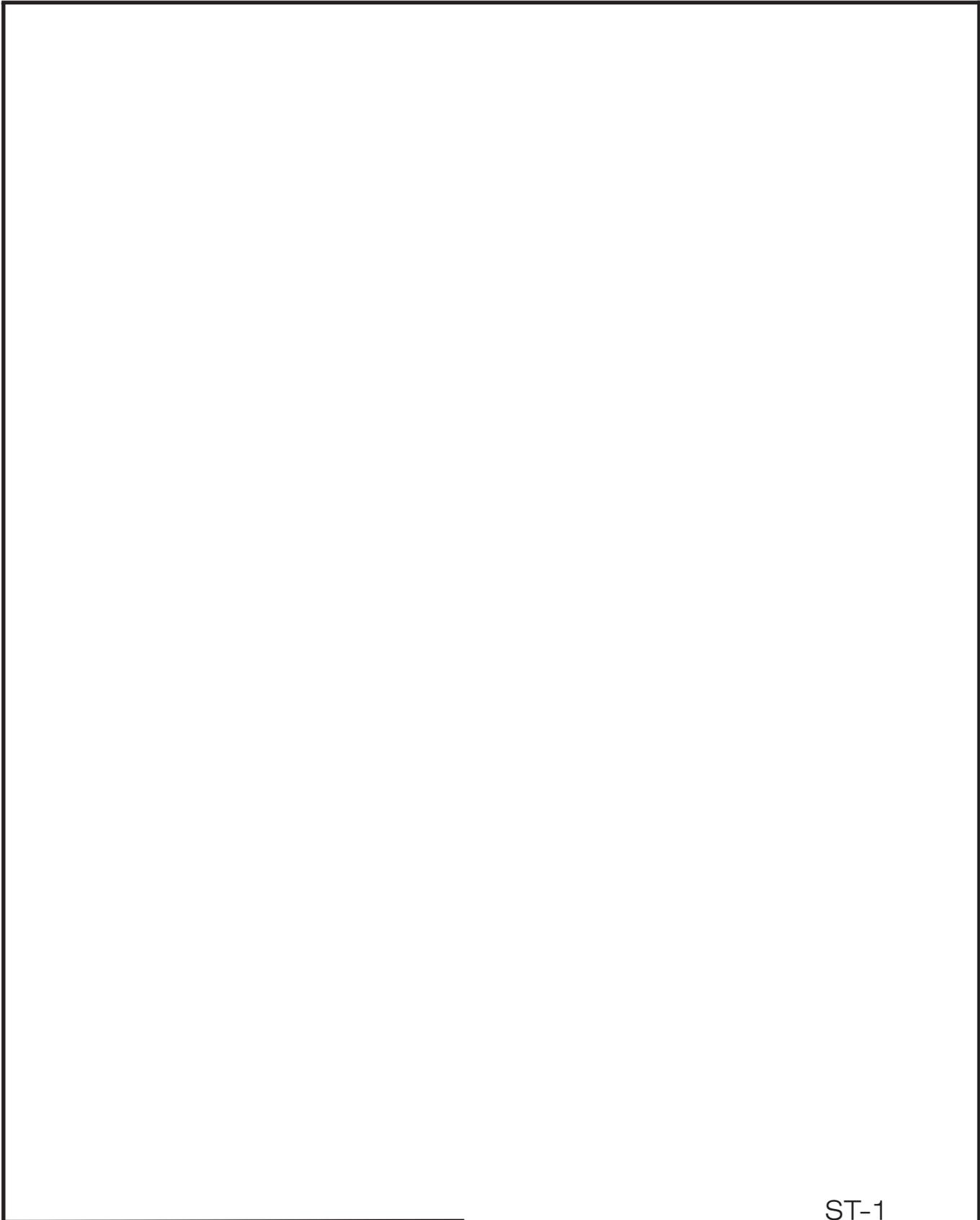
ESTUDIO ESTABILIDAD DE TALUDES PARA LA URBANIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DIFERENTES GRUPOS DE EDIFICIOS EN LA URBANIZACIÓN LA PLETA DE BAQUEIRA

Número expediente: 2000021

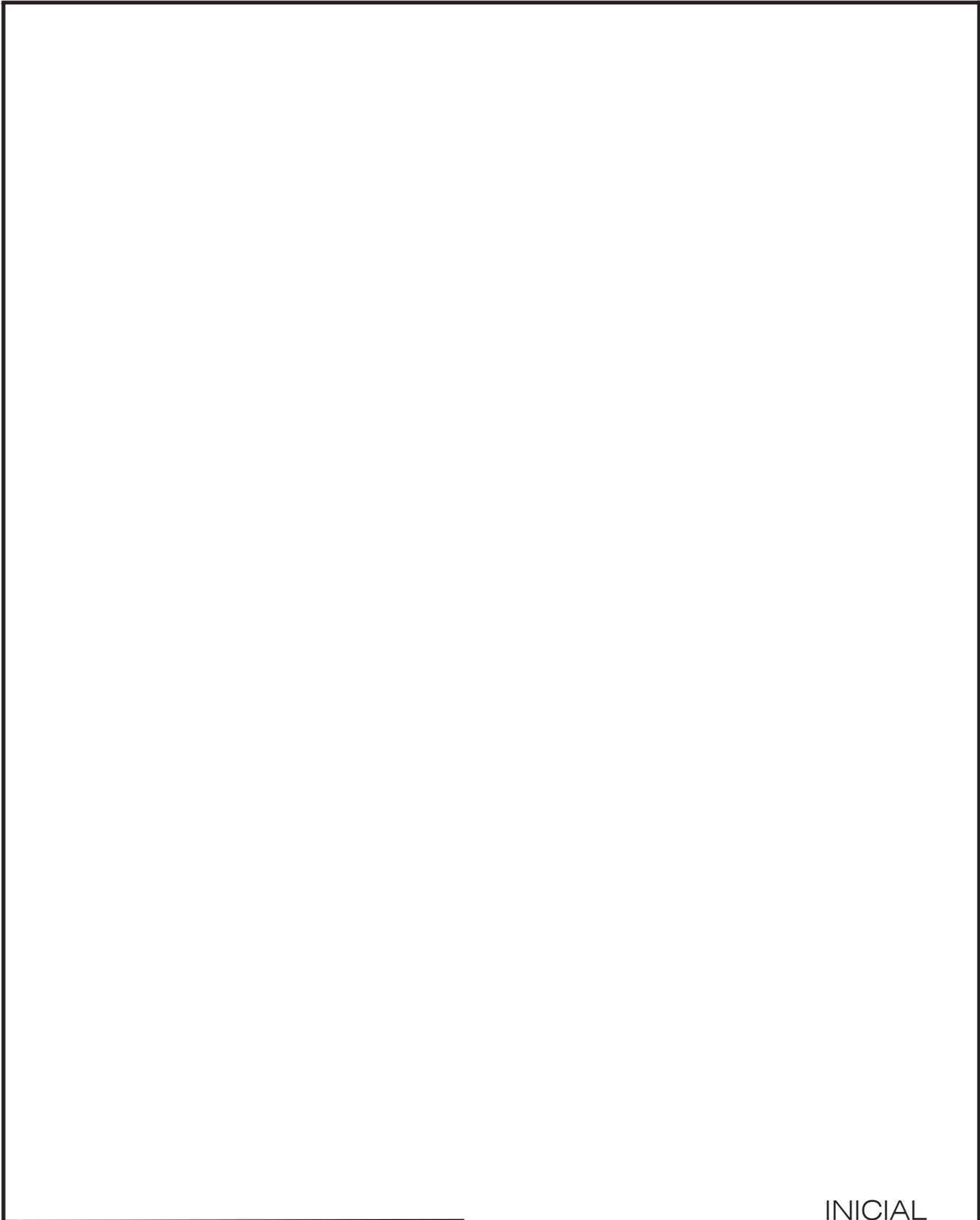
Anexo: Plano de situación de perfiles

Hoja

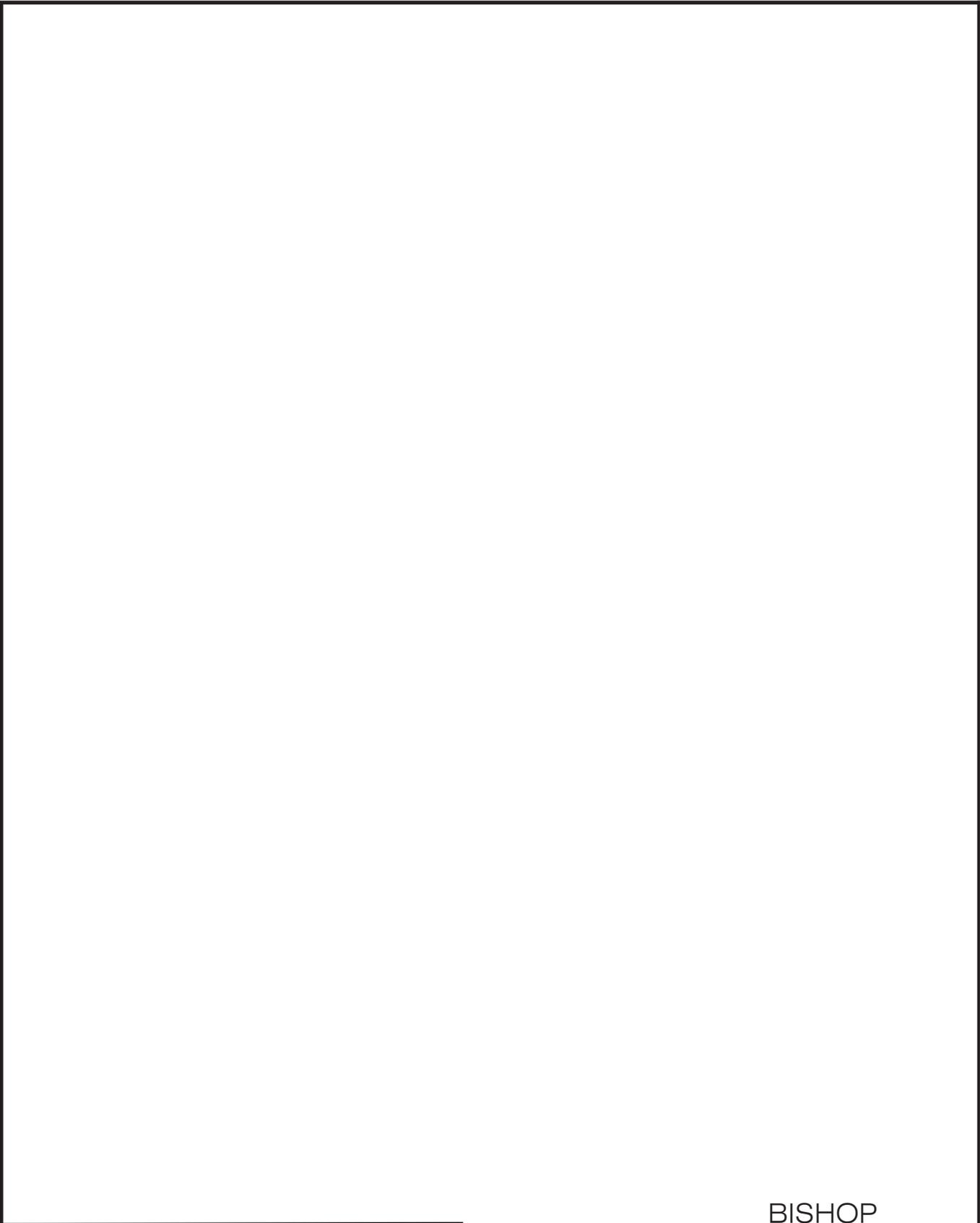
1 de 1



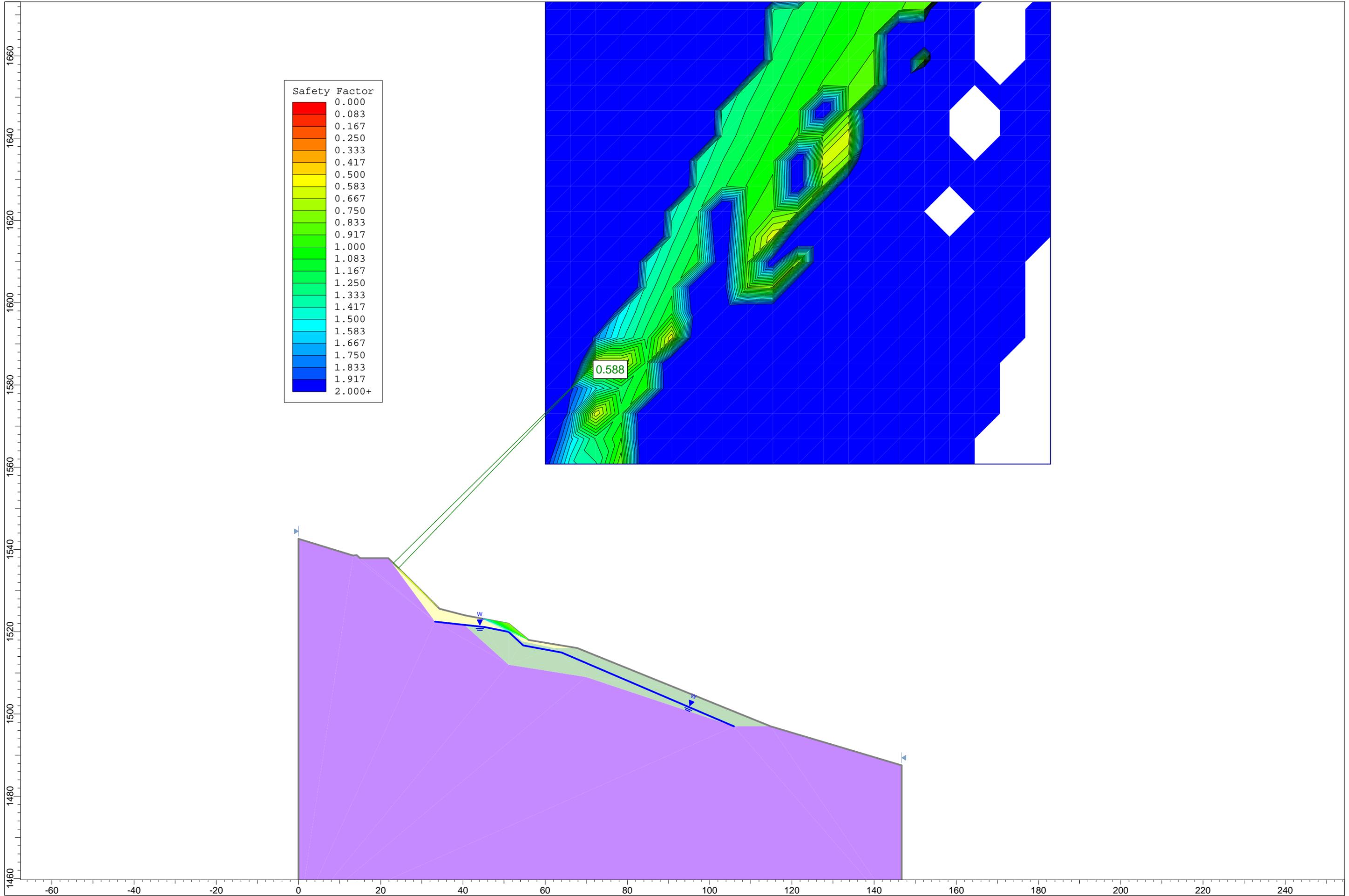
ST-1



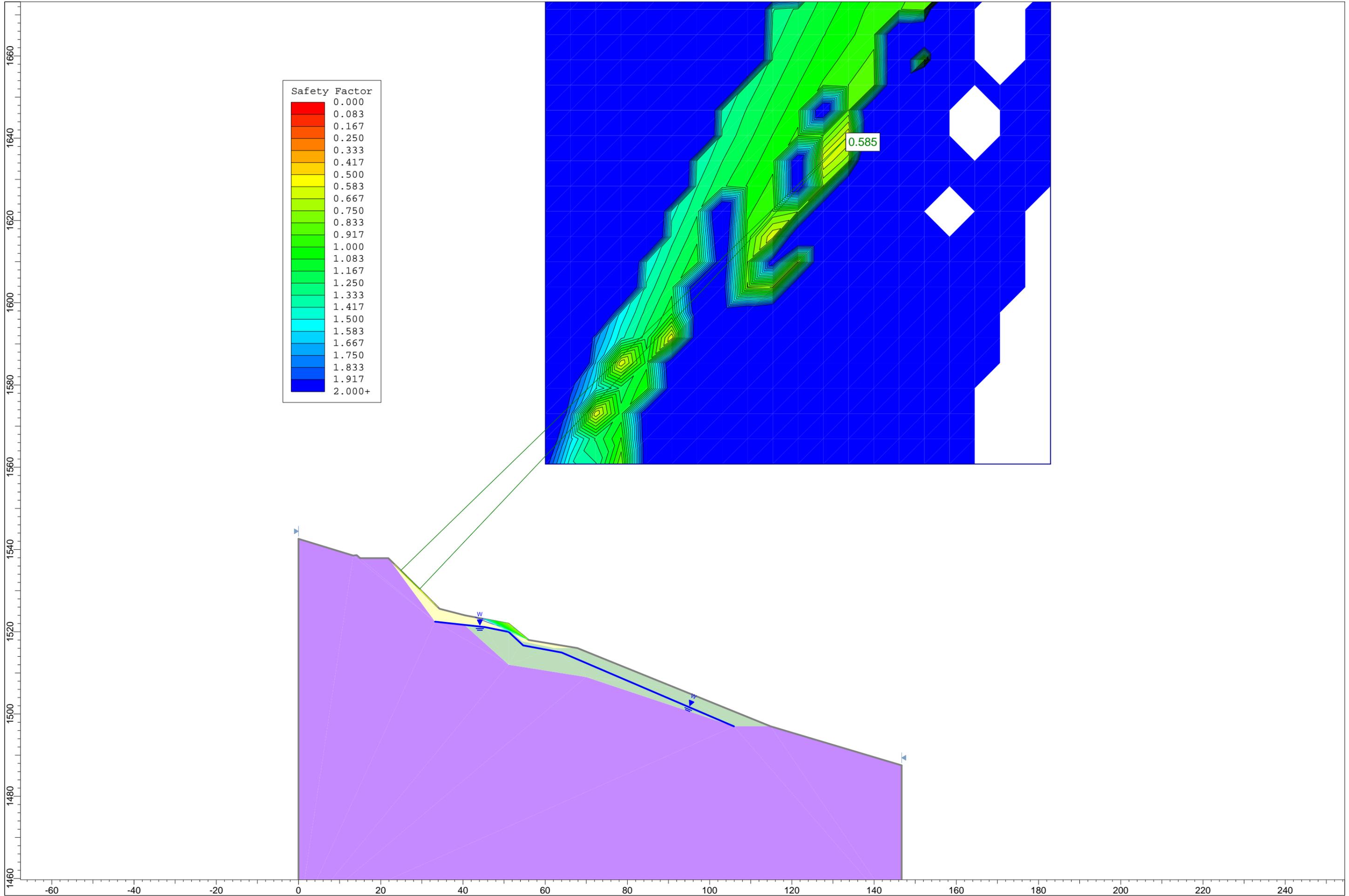
INICIAL



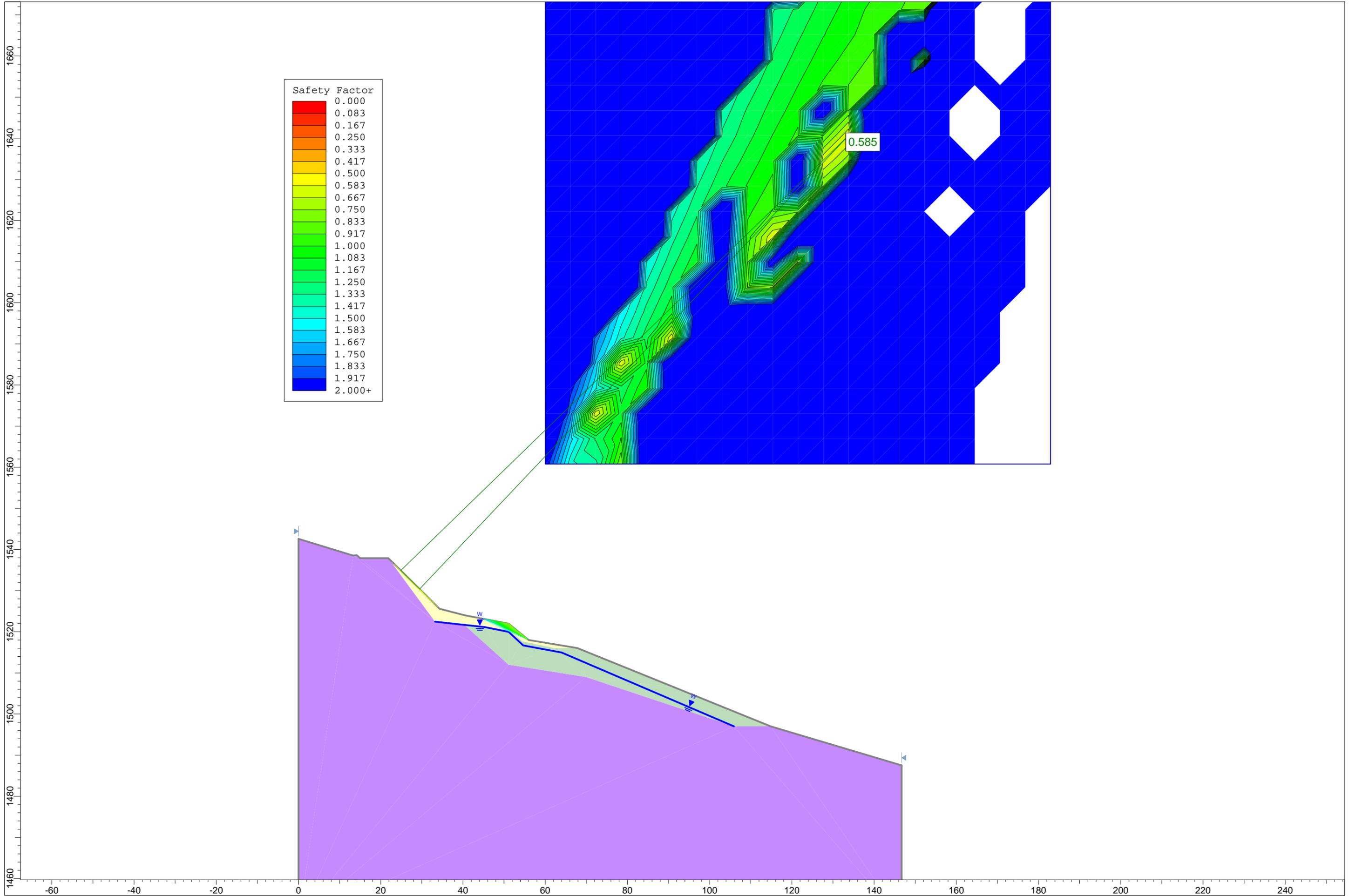
BISHOP



JANBU

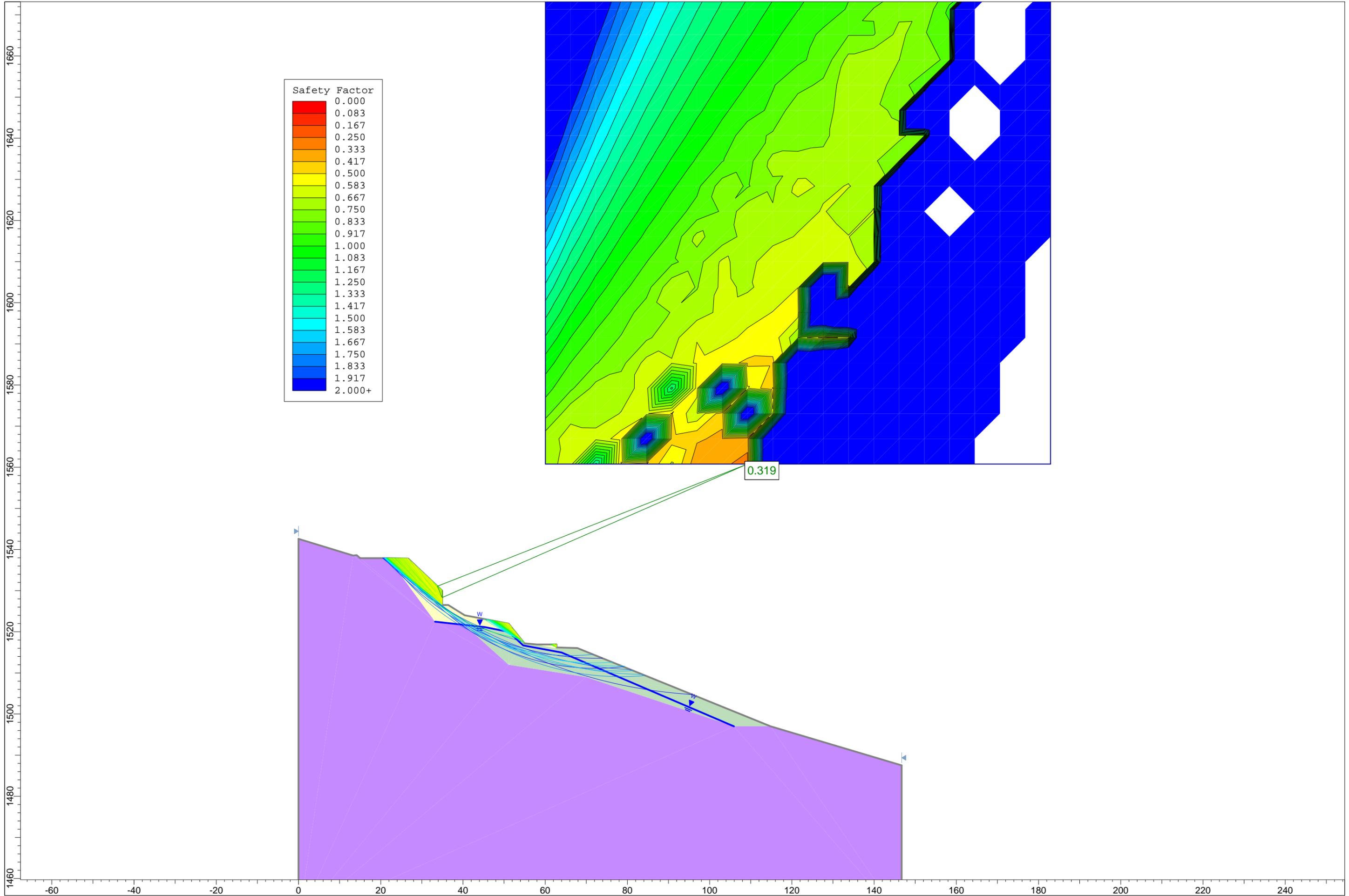


MORGENSTERN Y PRICE

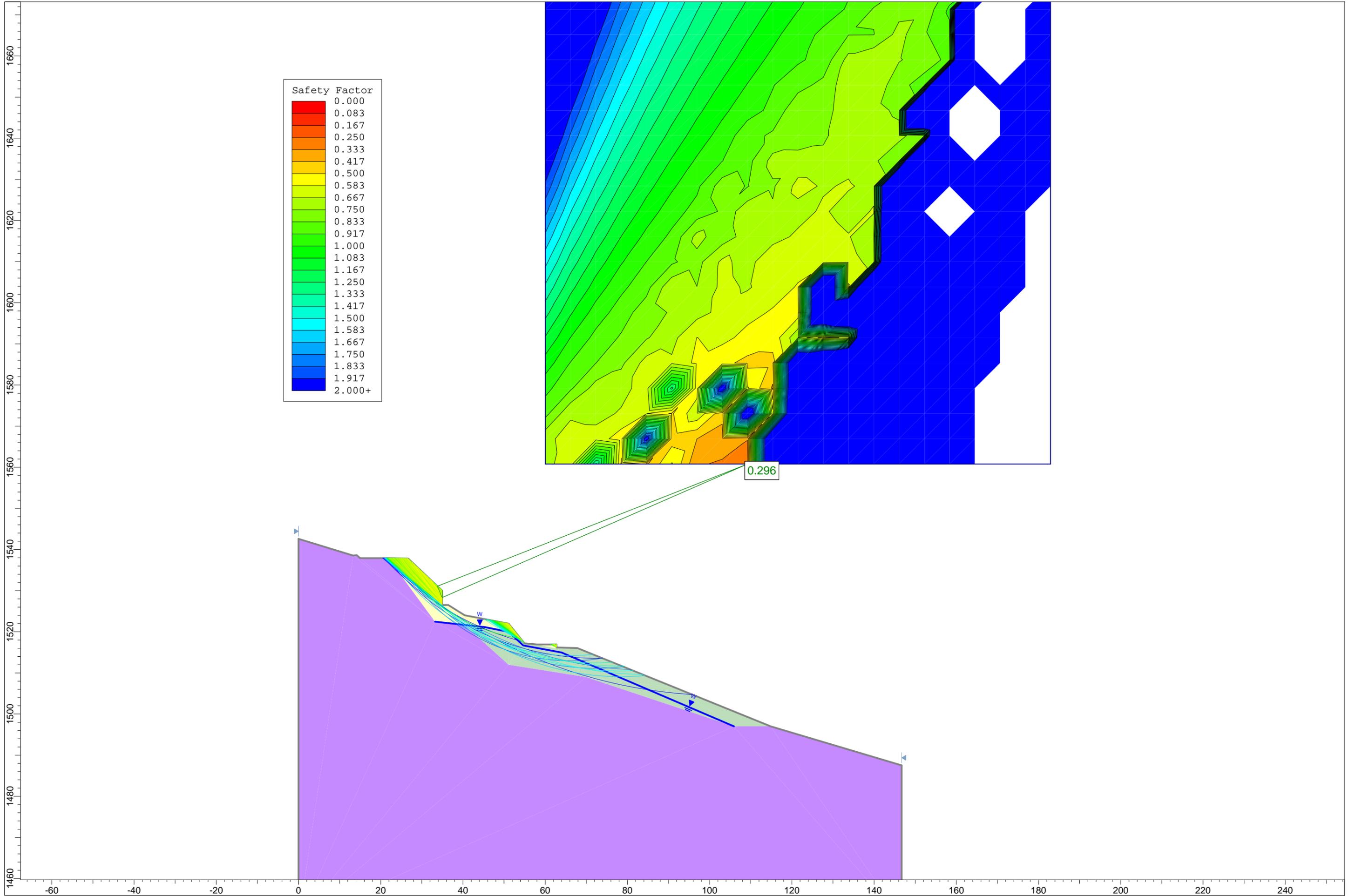


URBANIZACIÓN

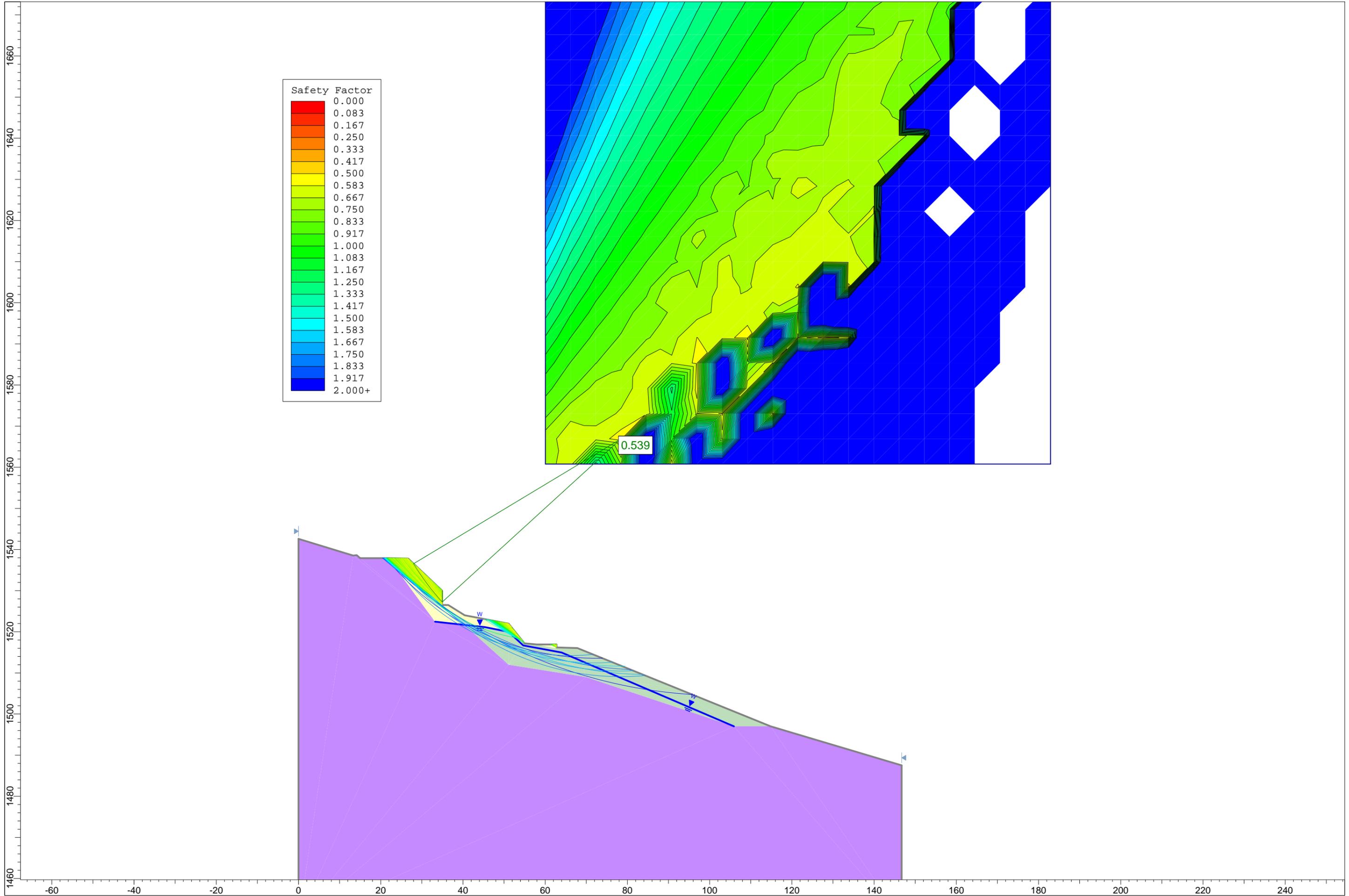
BISHOP



JANBU

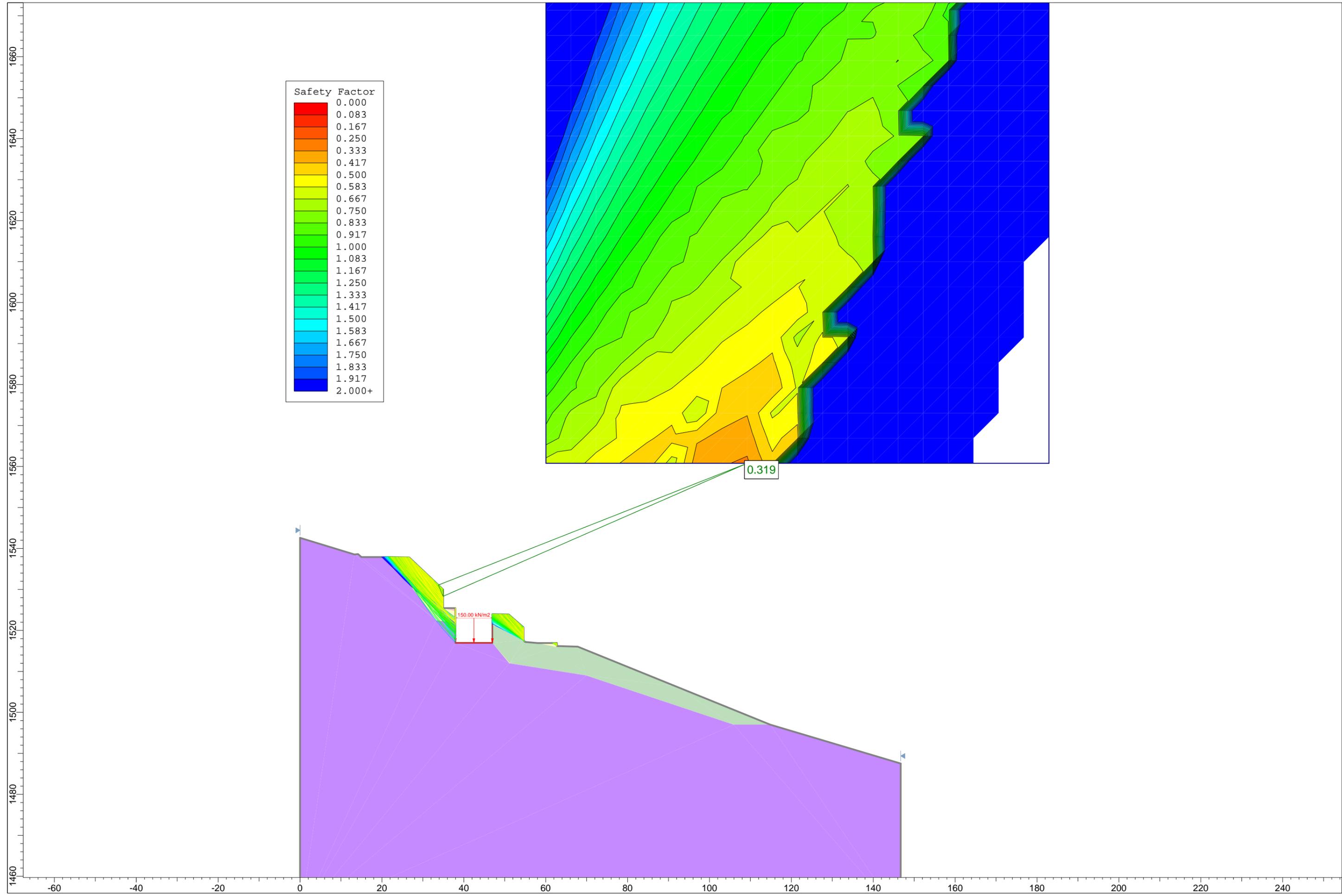


MORGENSTERN Y PRICE

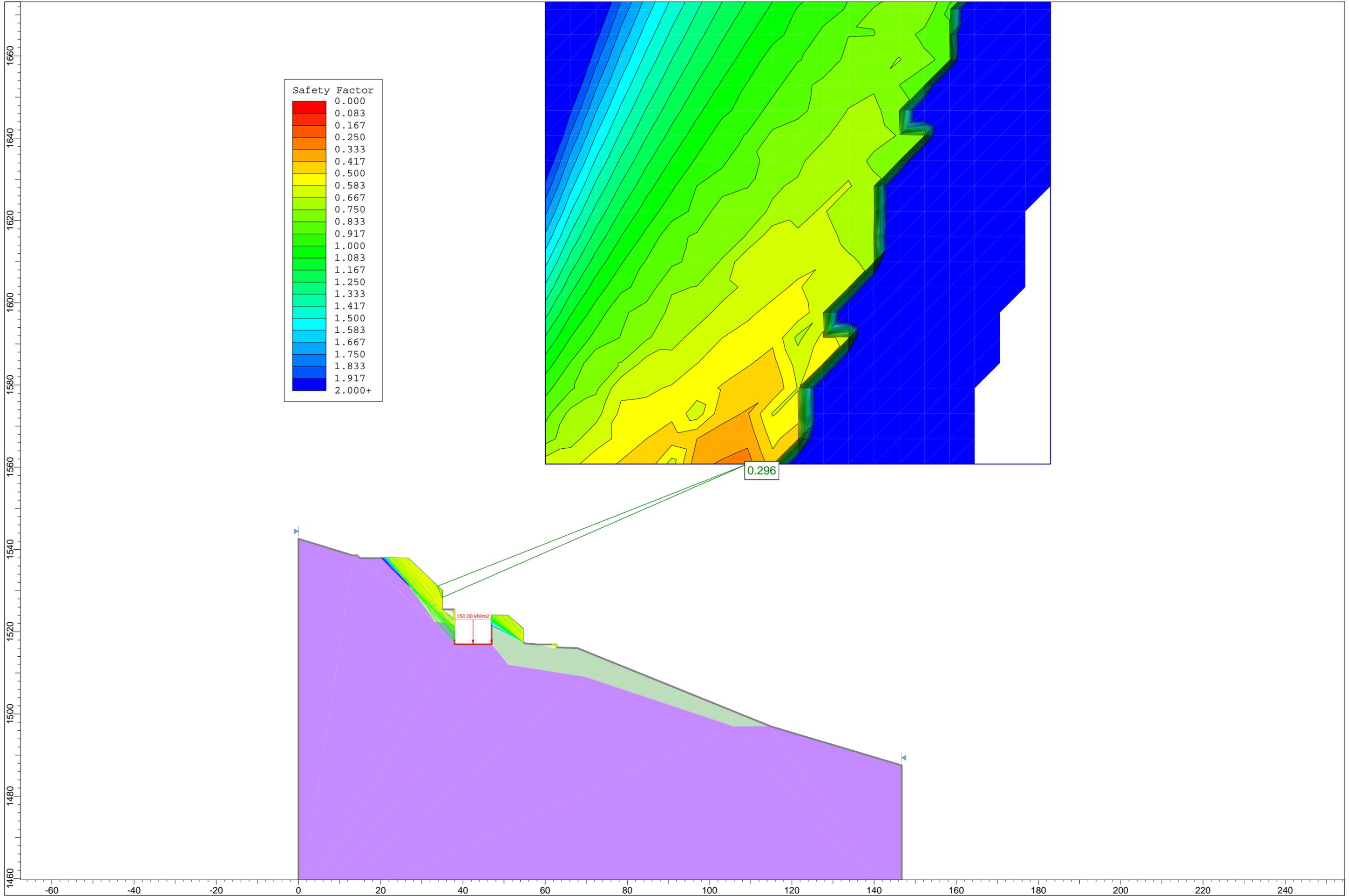


FINAL

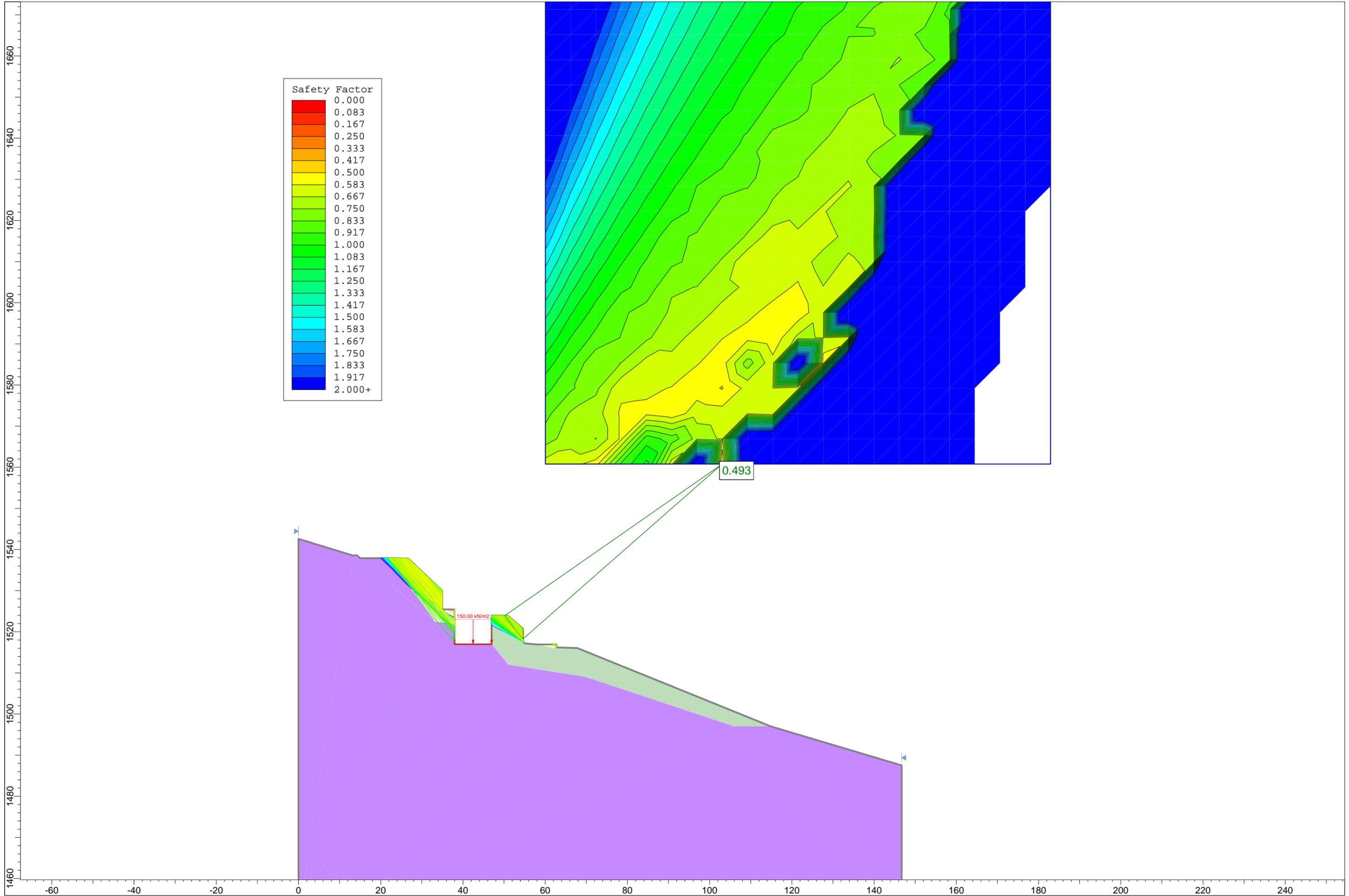
BISHOP

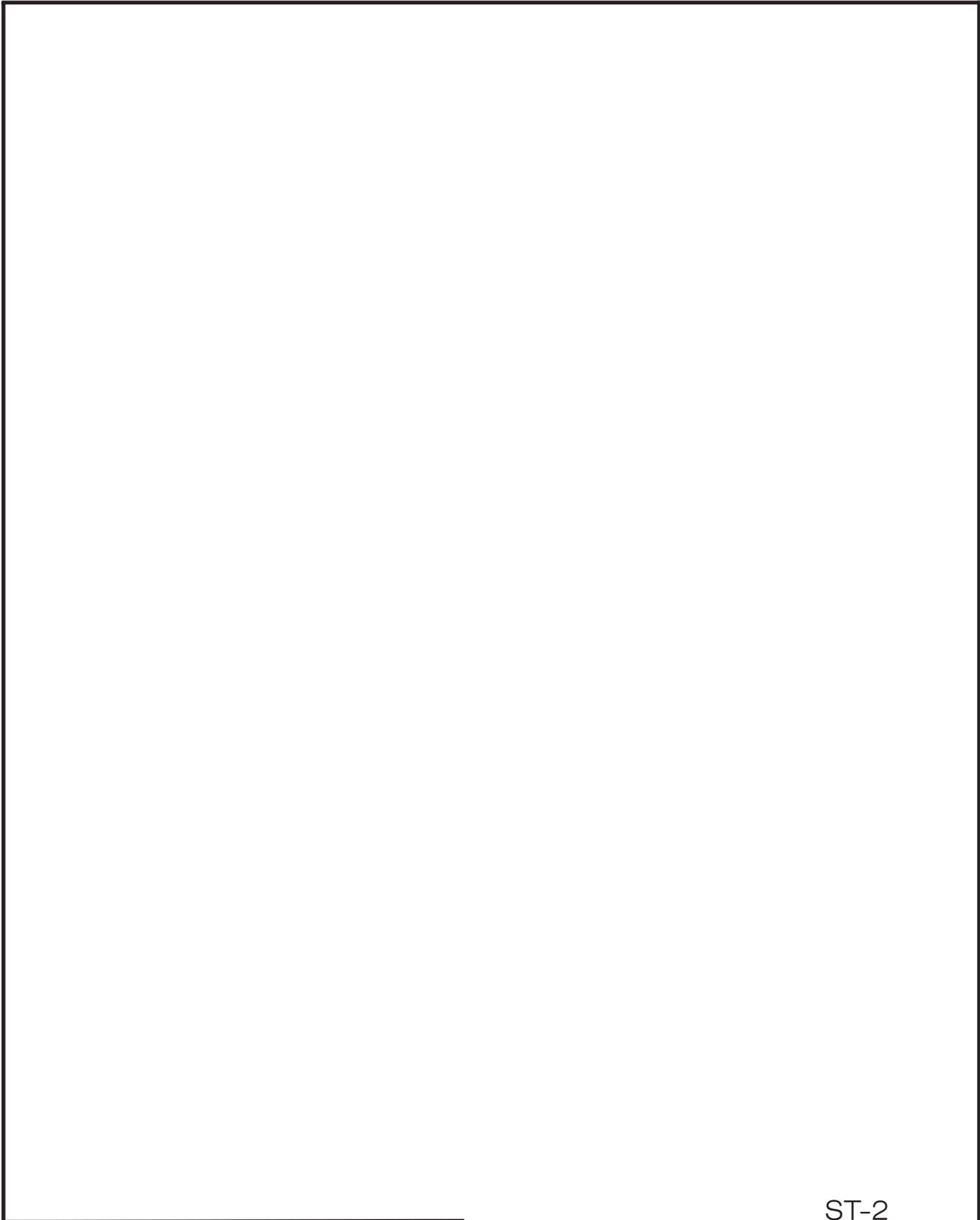


JANBU

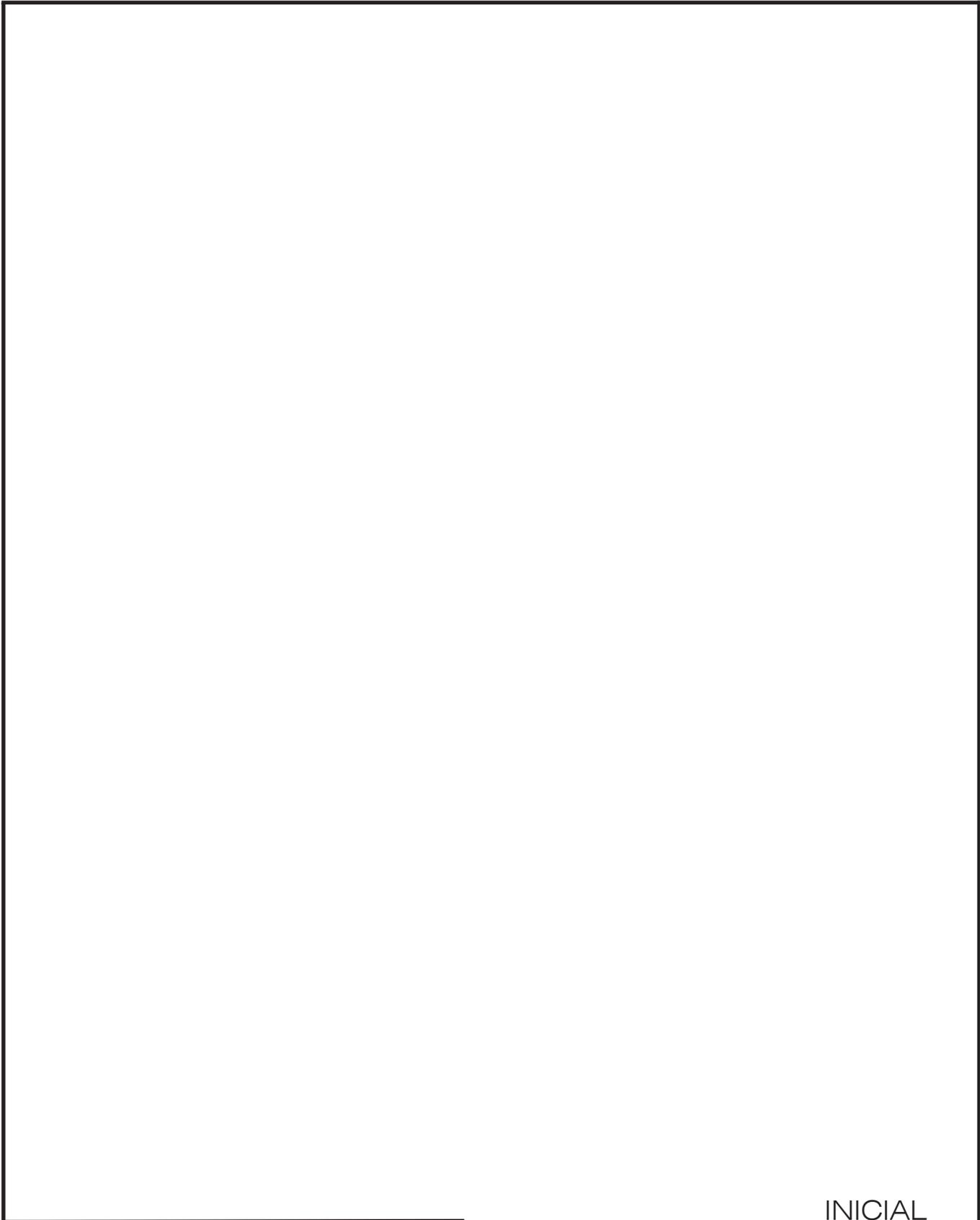


MORGENSTERN Y PRICE

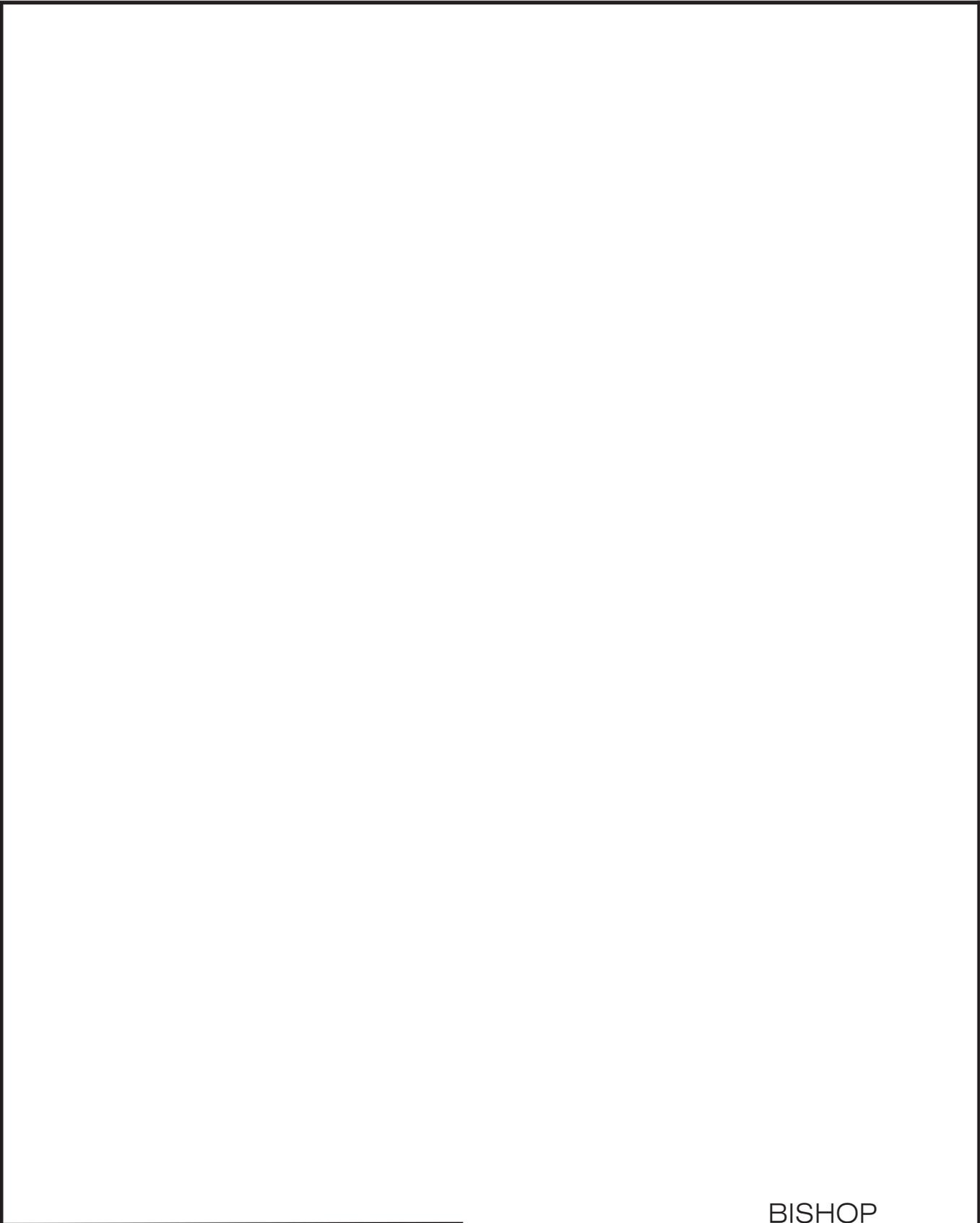




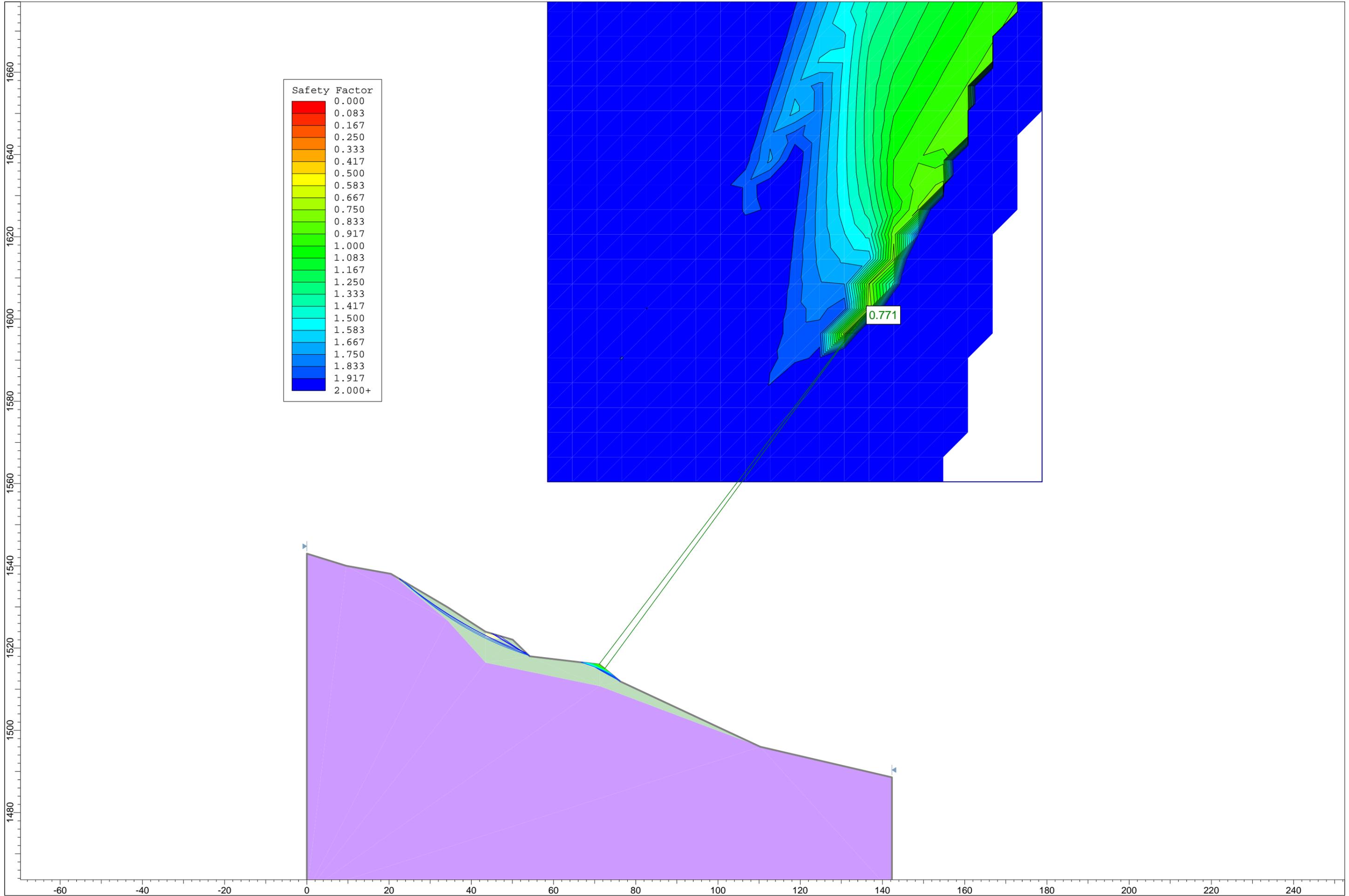
ST-2



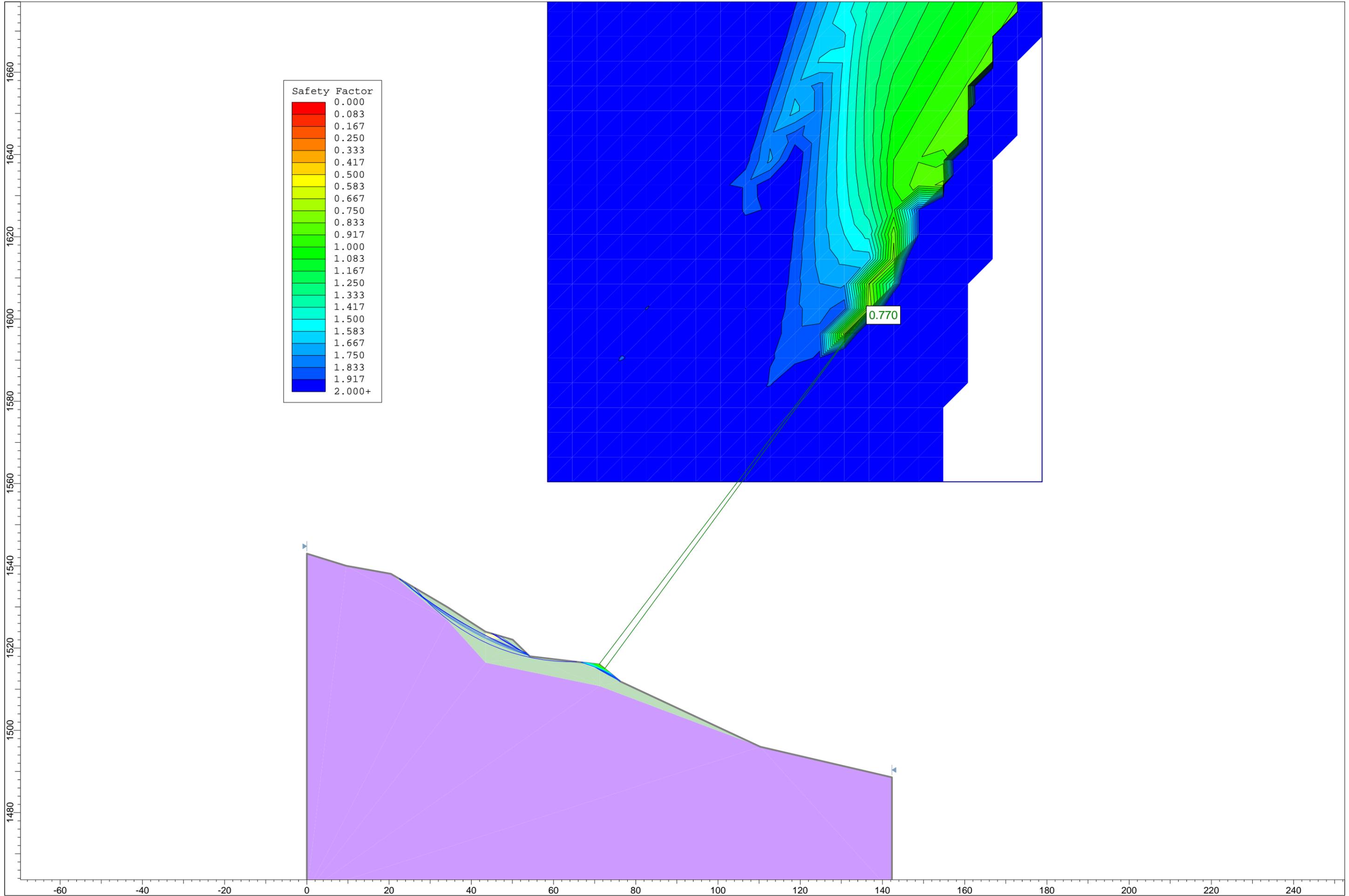
INICIAL



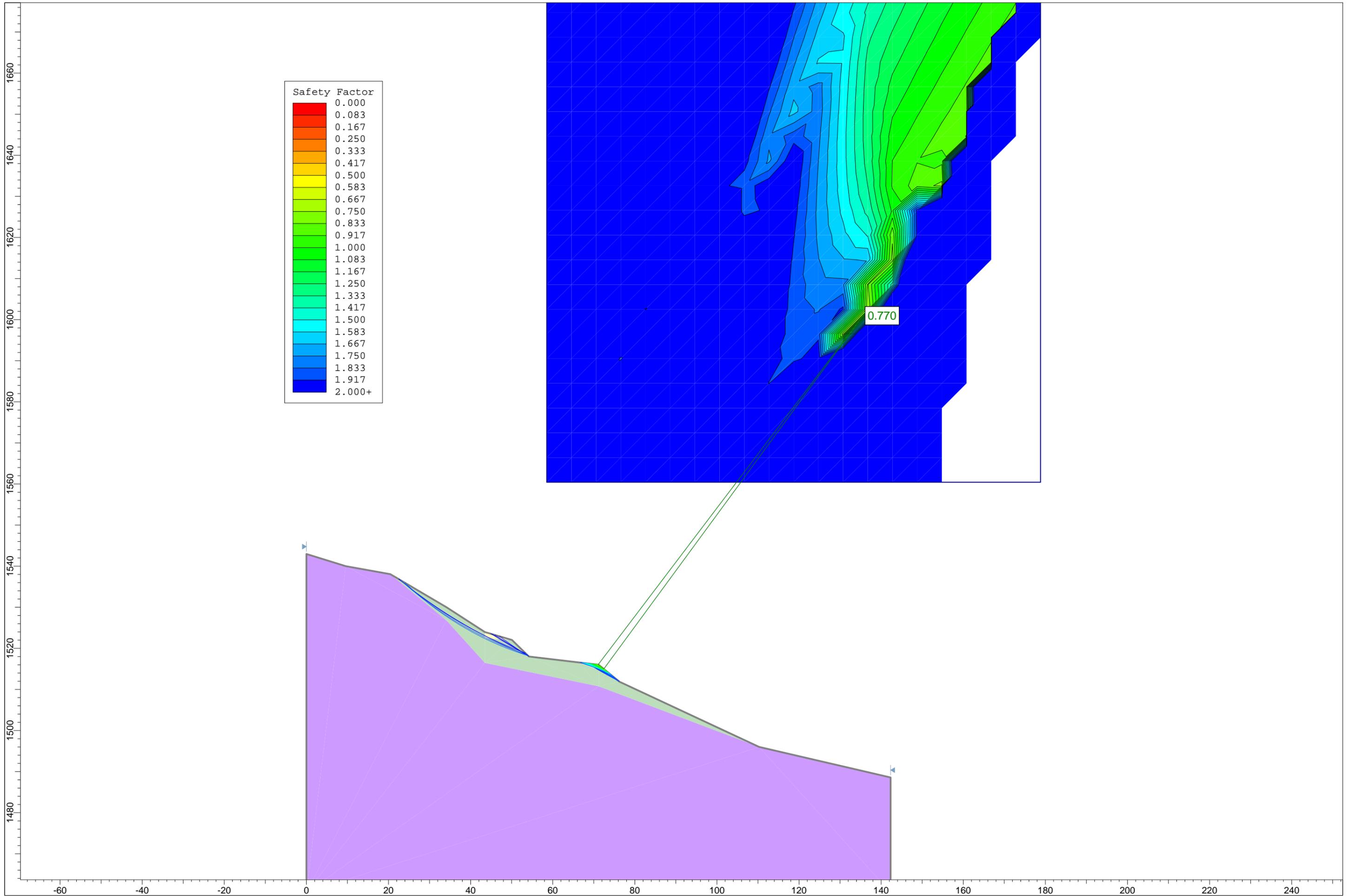
BISHOP



JANBU

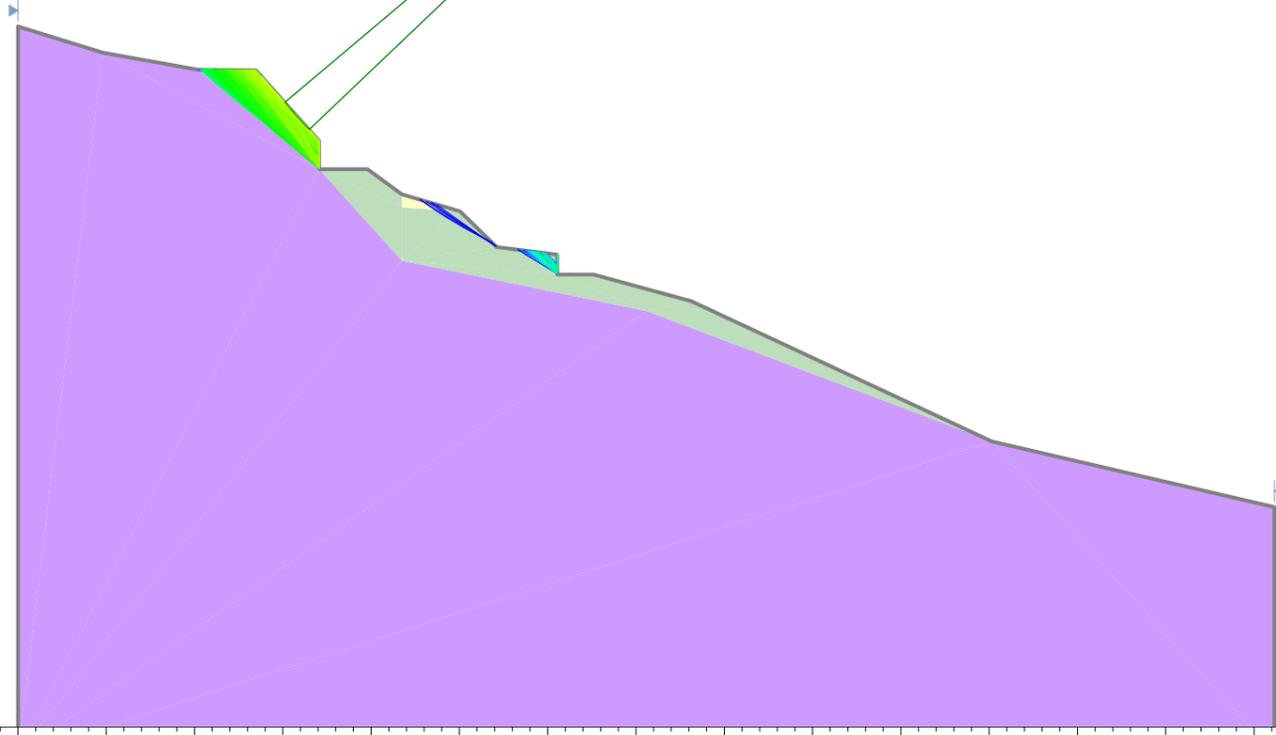
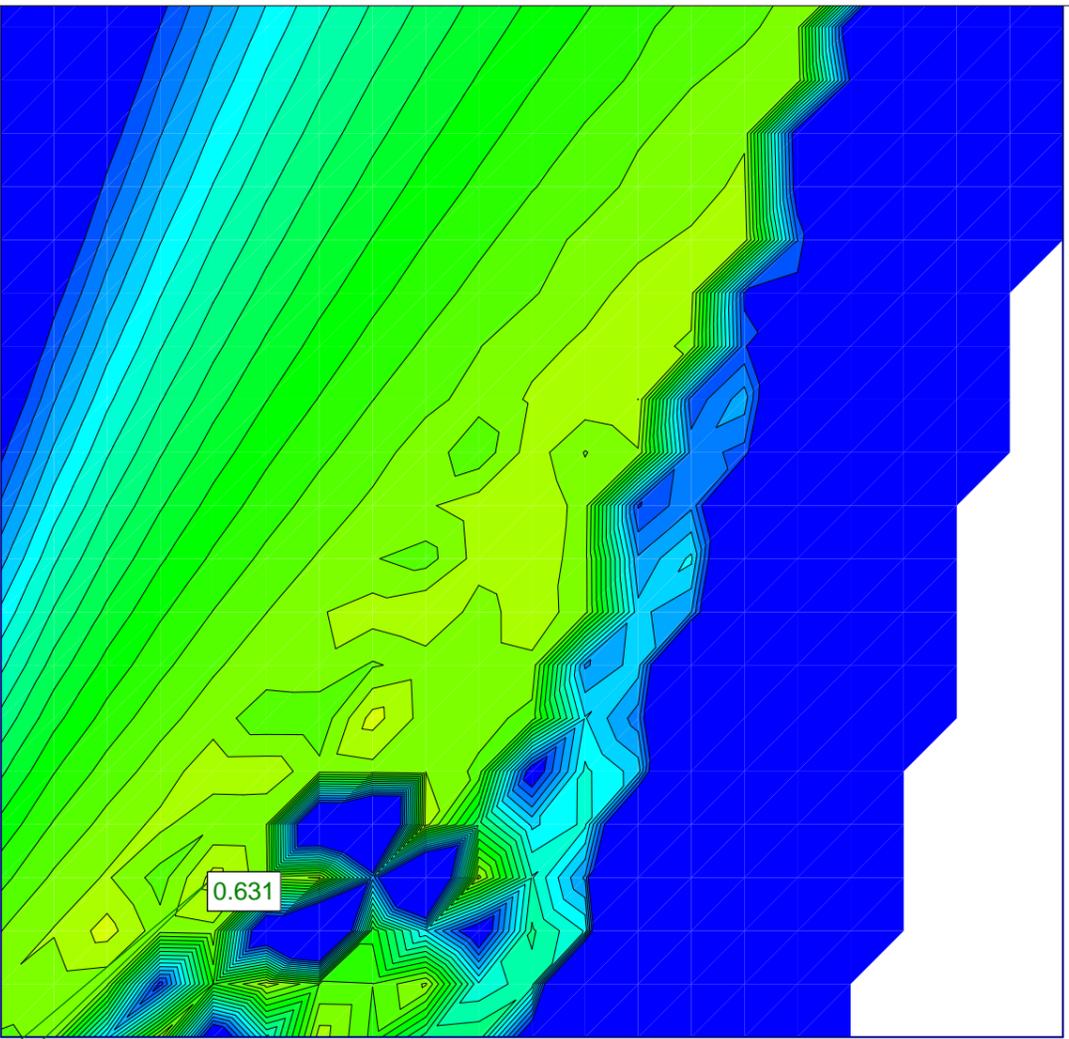
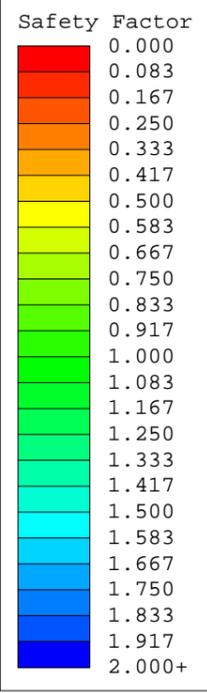
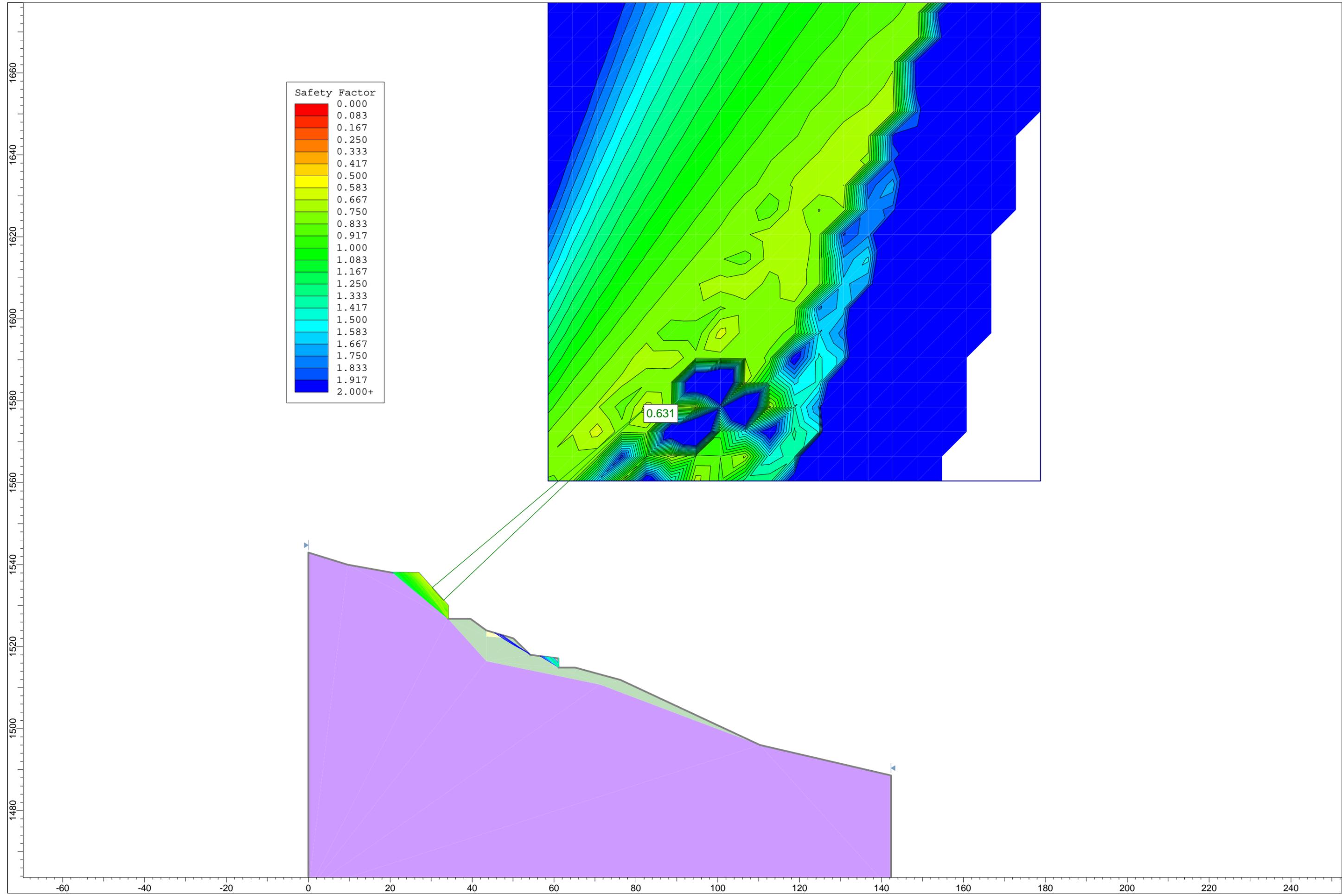


MORGENSTERN Y PRICE

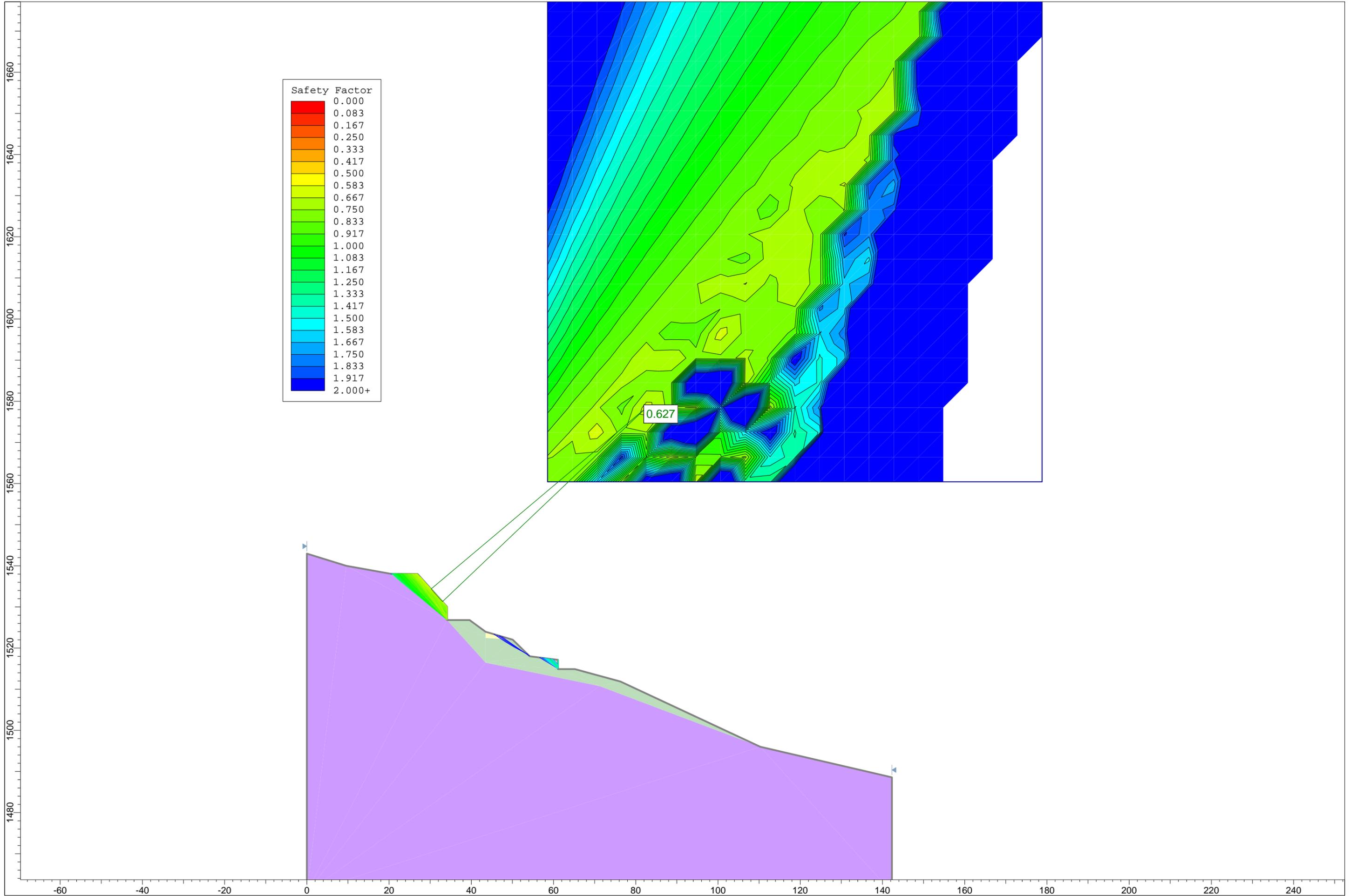


URBANIZACIÓN

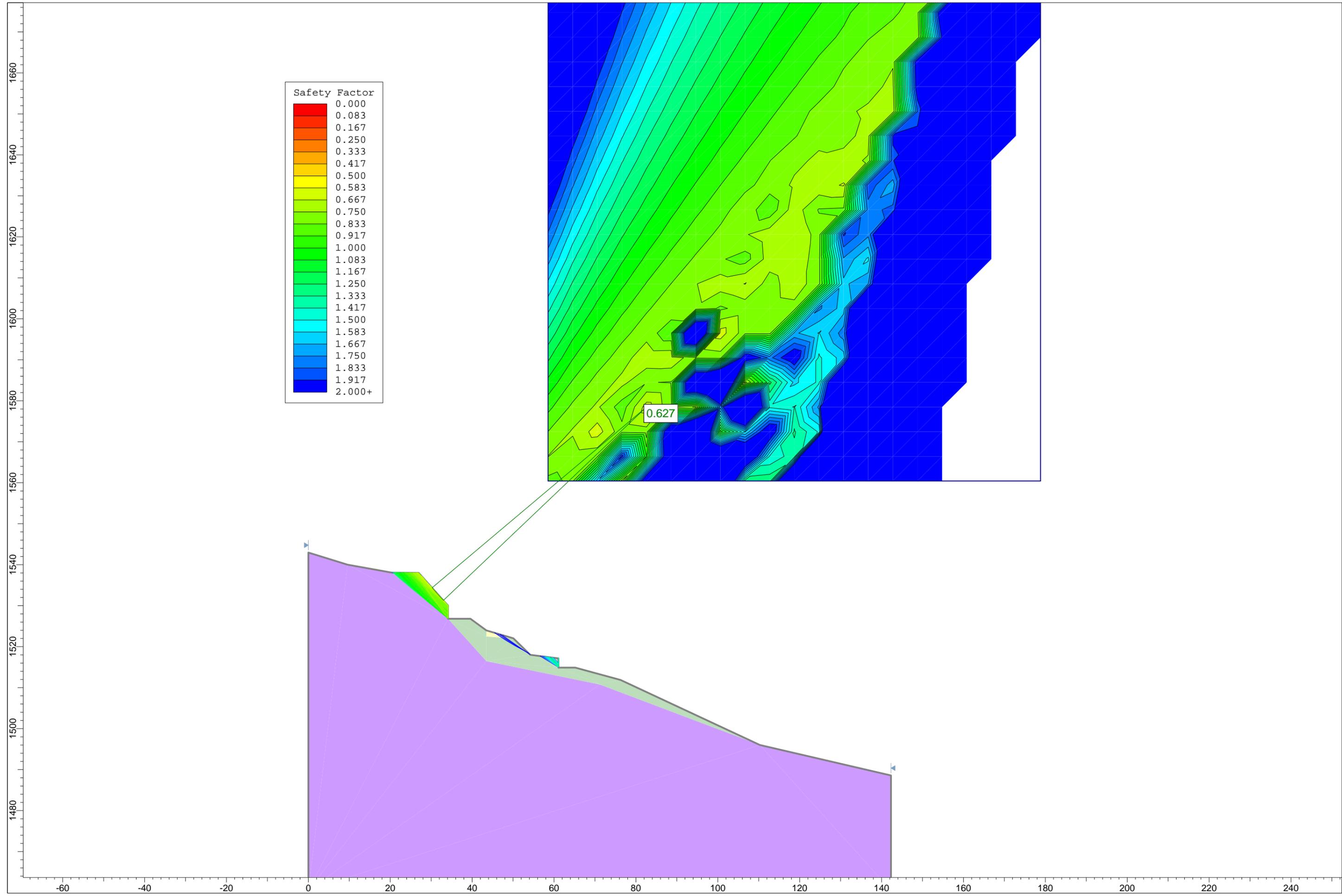
BISHOP



JANBU



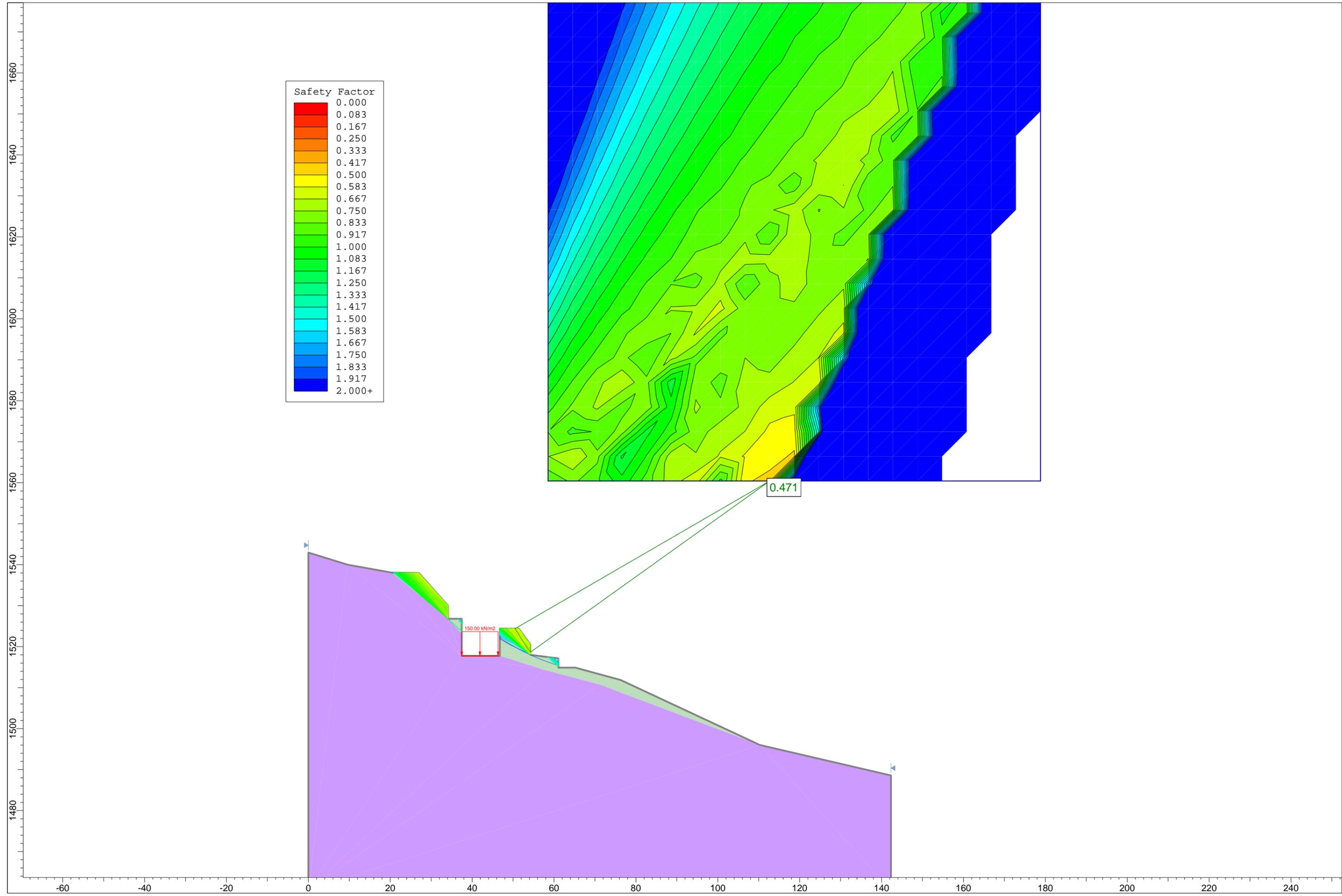
MORGENSTERN Y PRICE



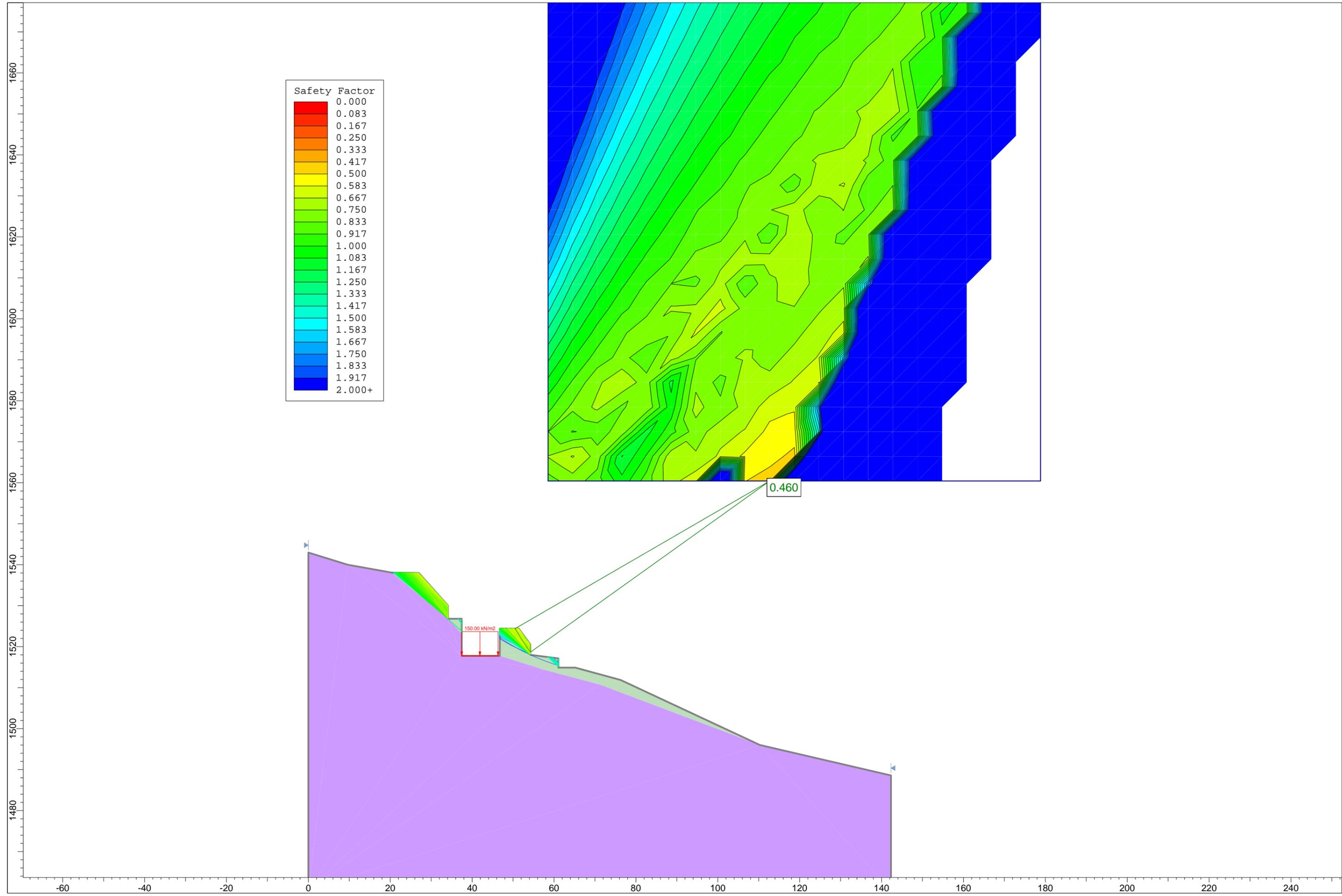
0.627

FINAL

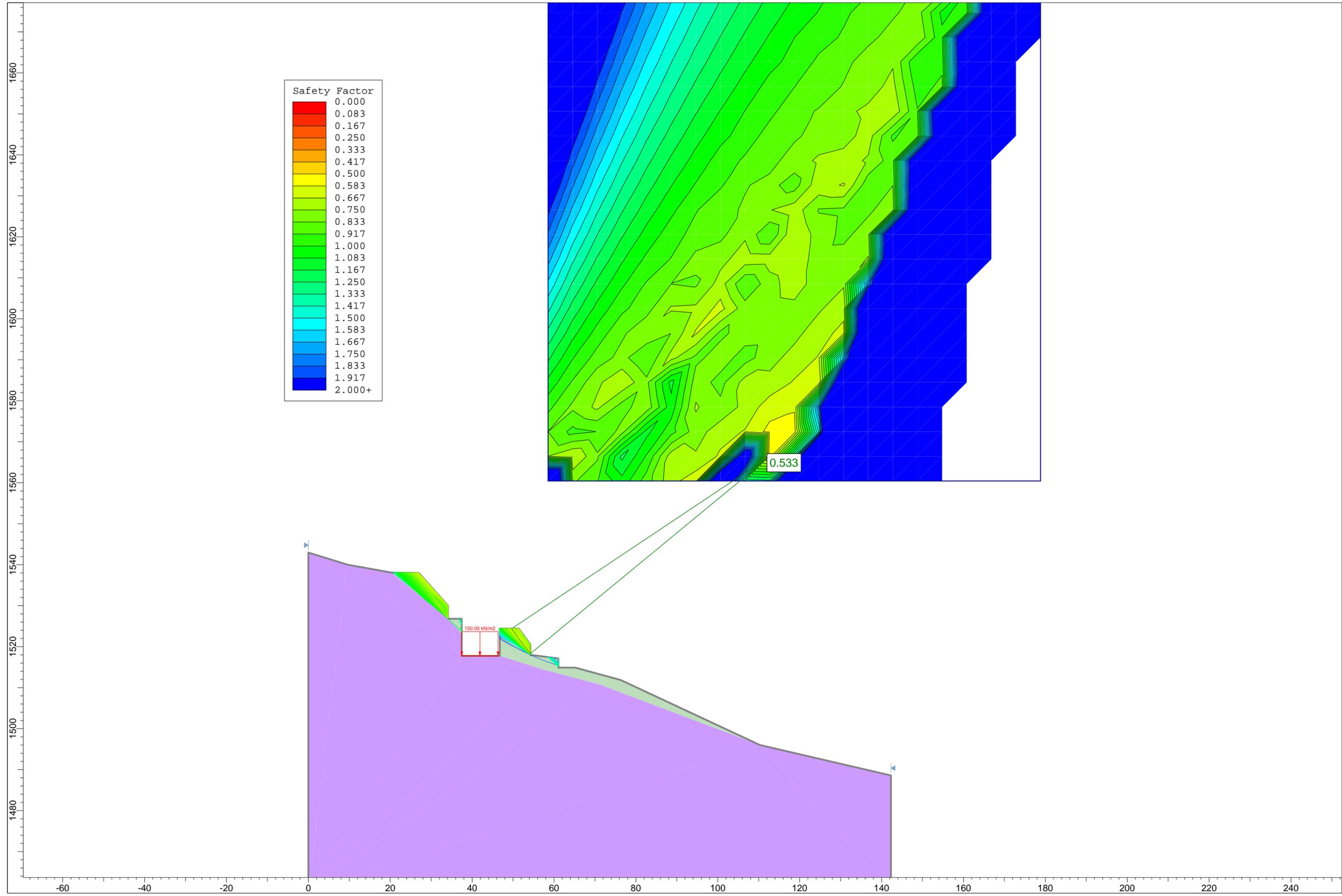
BISHOP

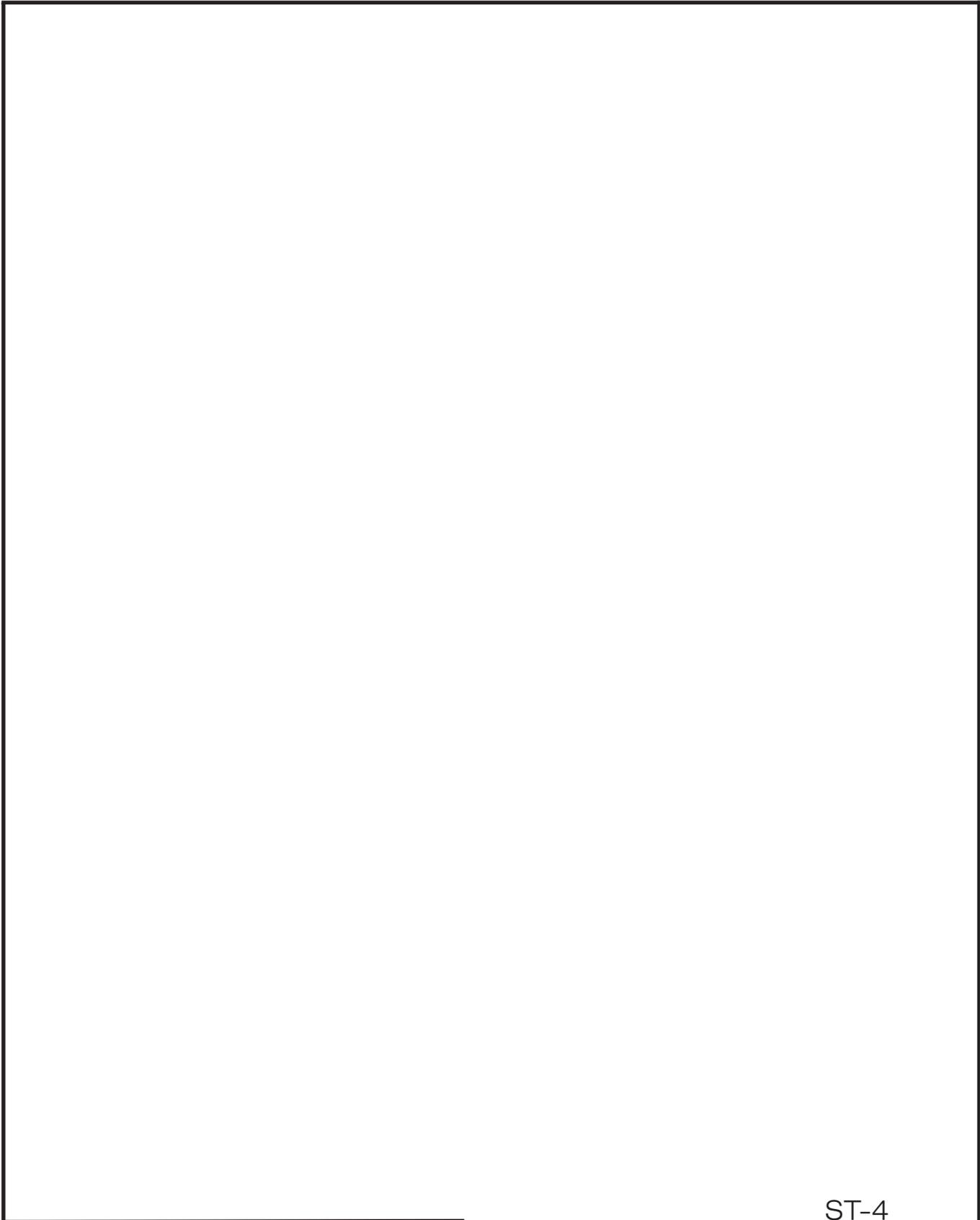


JANBU

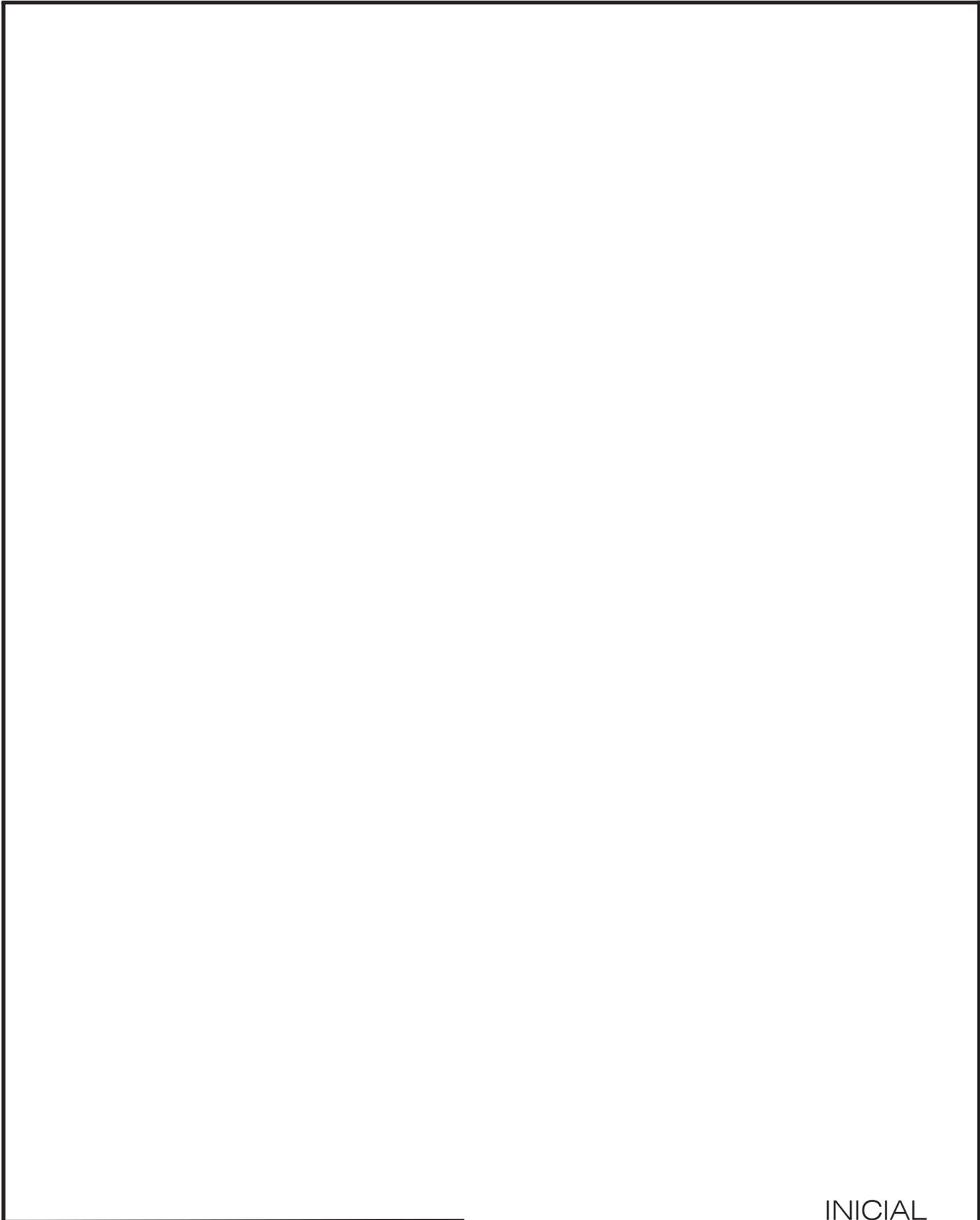


MORGENSTERN Y PRICE

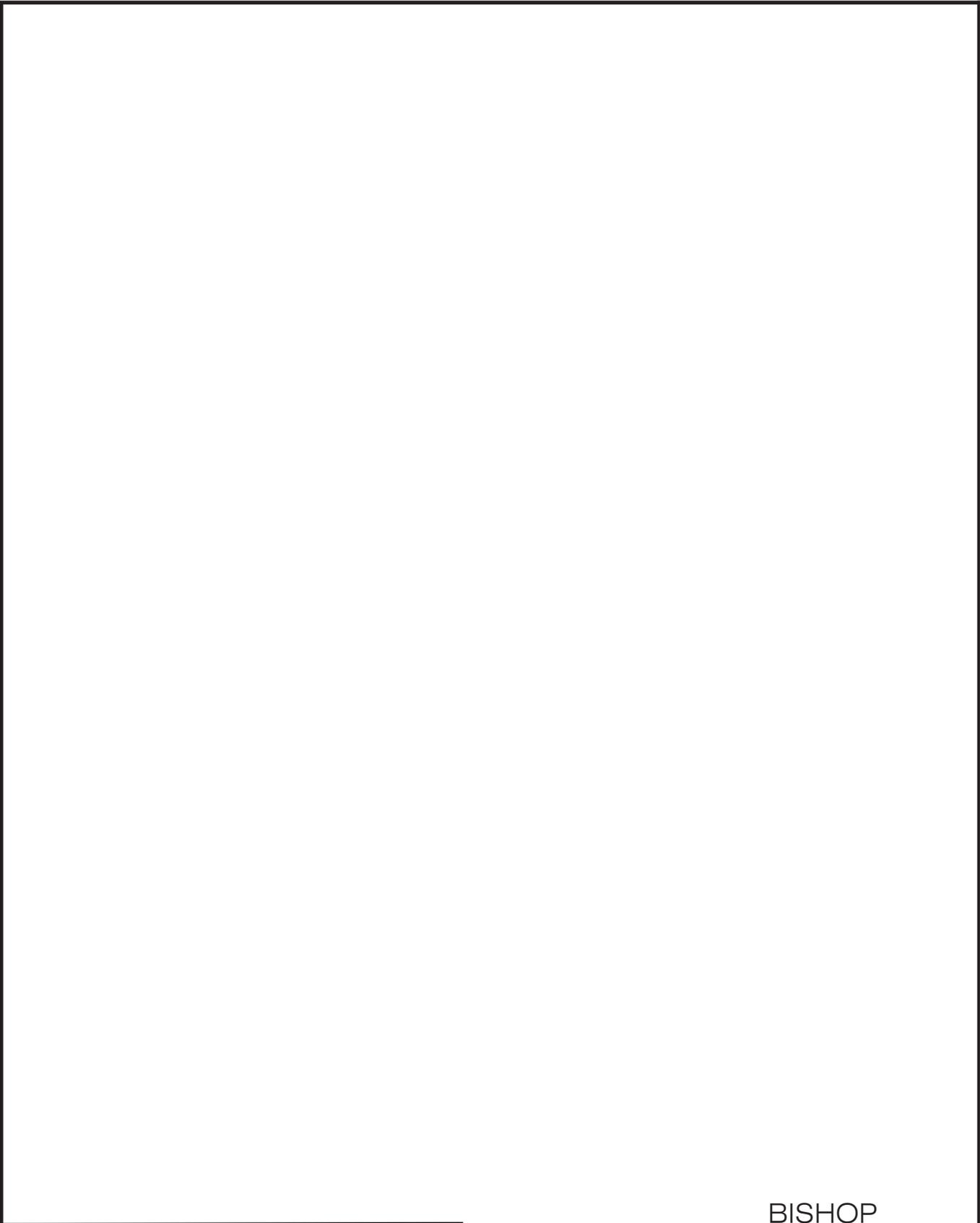




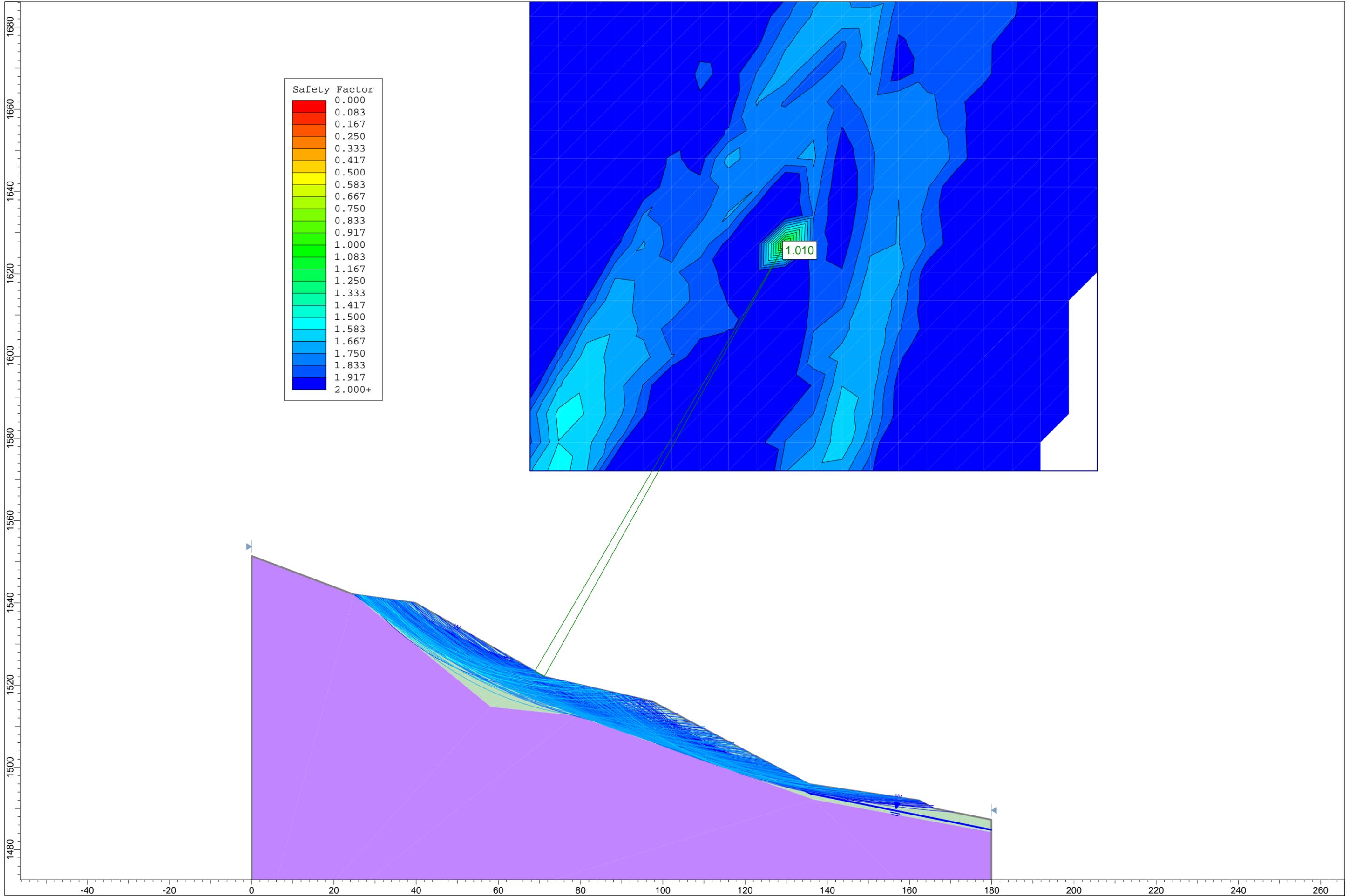
ST-4



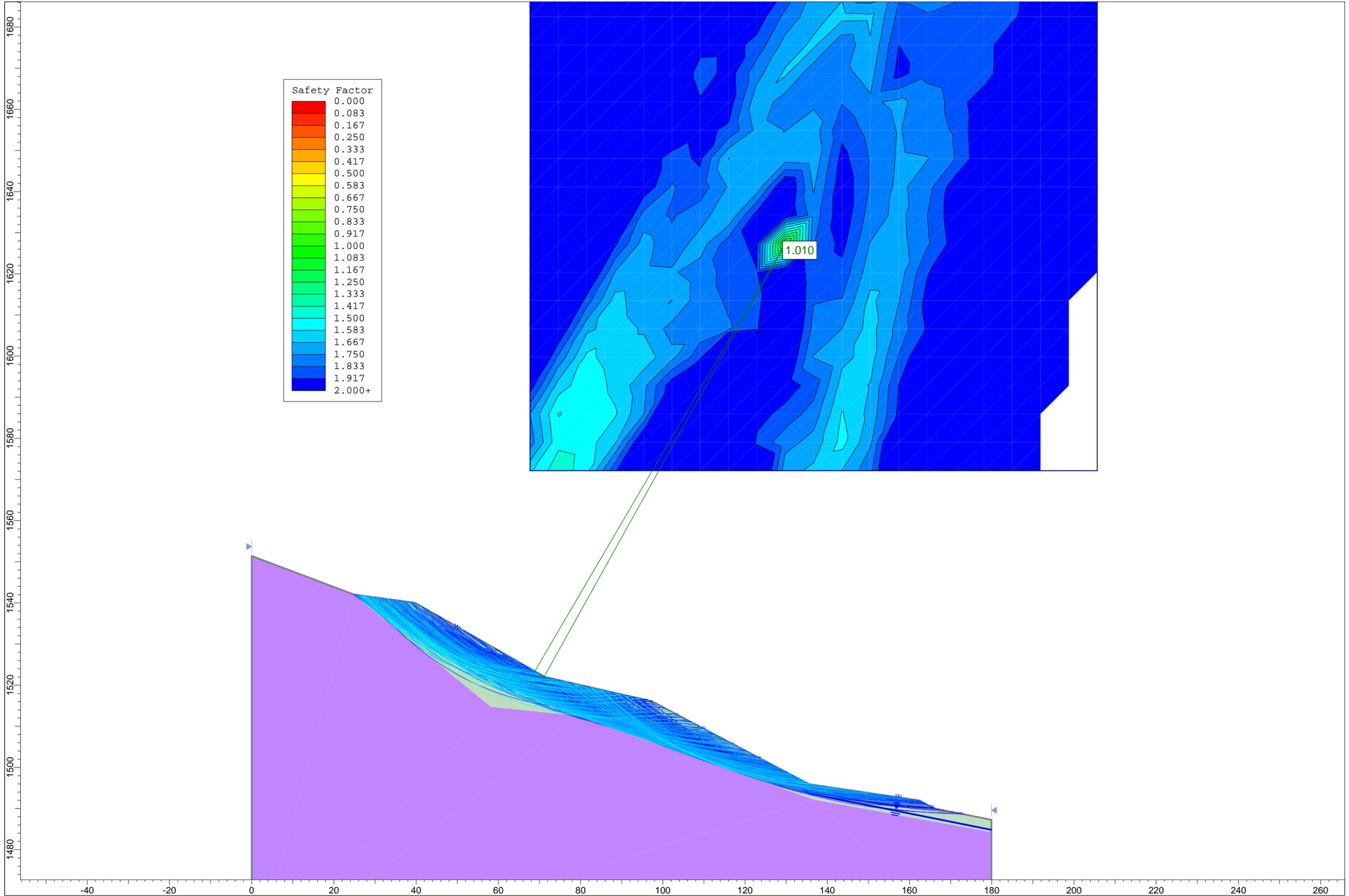
INICIAL



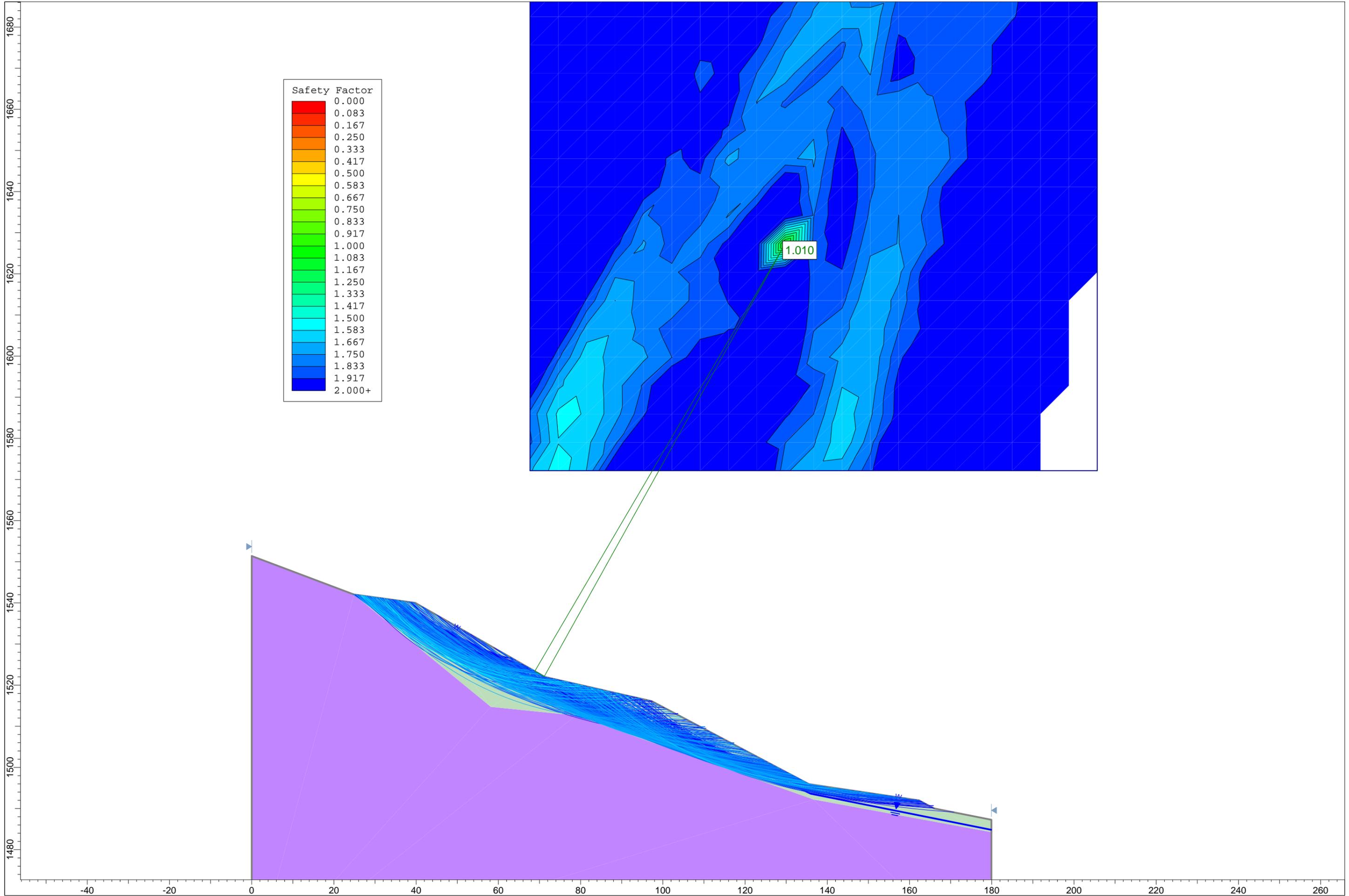
BISHOP



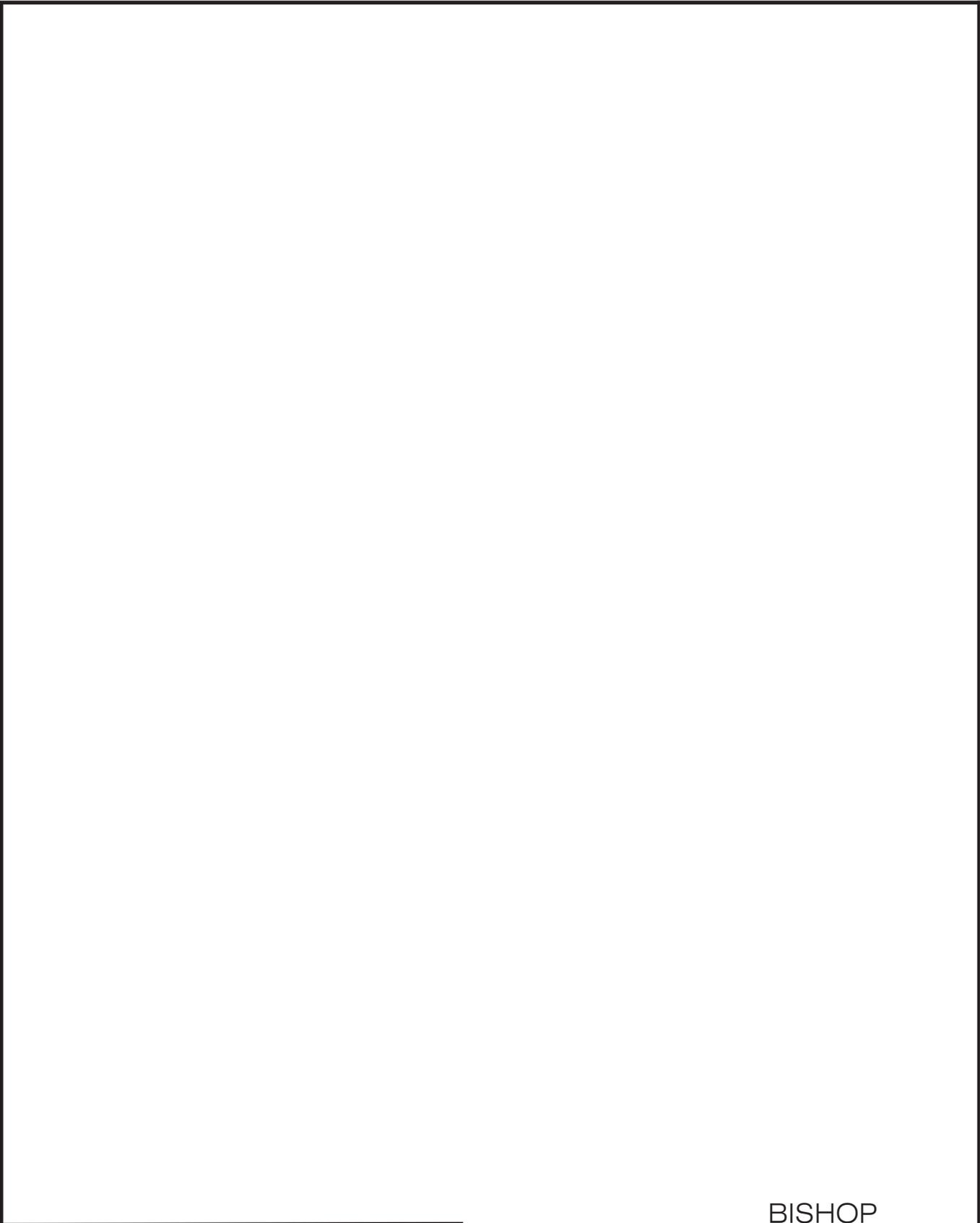
JANBU



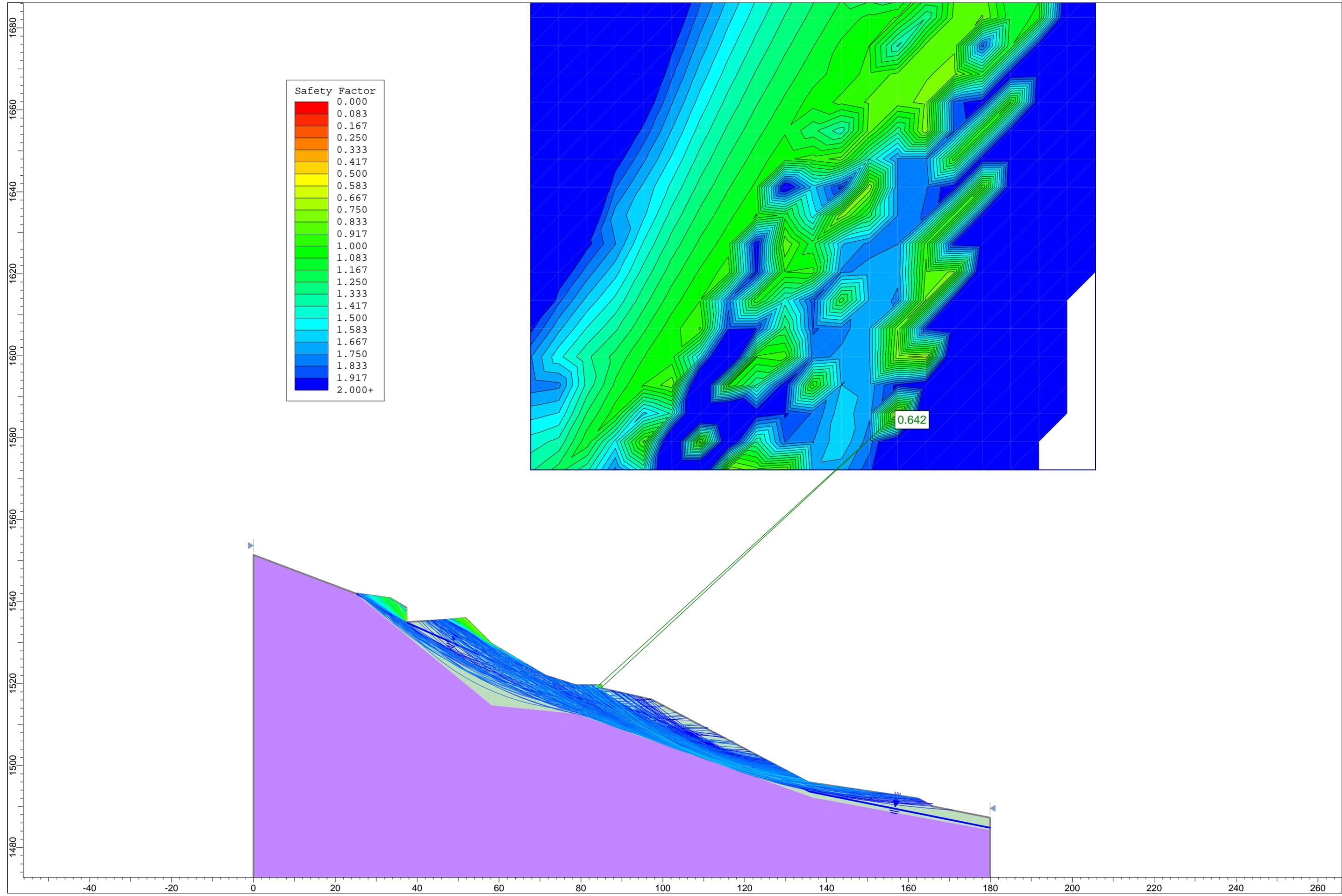
MORGENSTERN Y PRICE



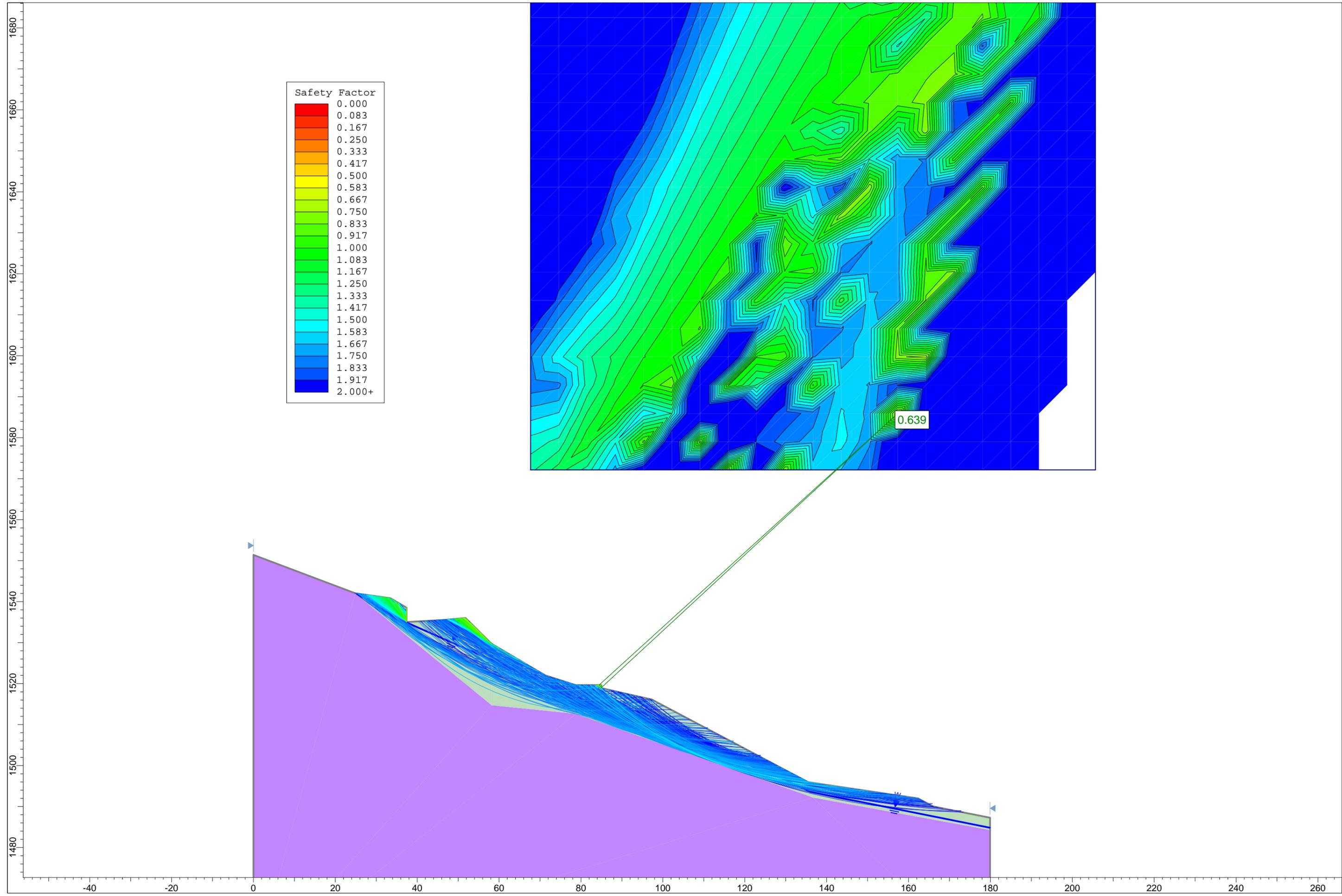
URBANIZACIÓN



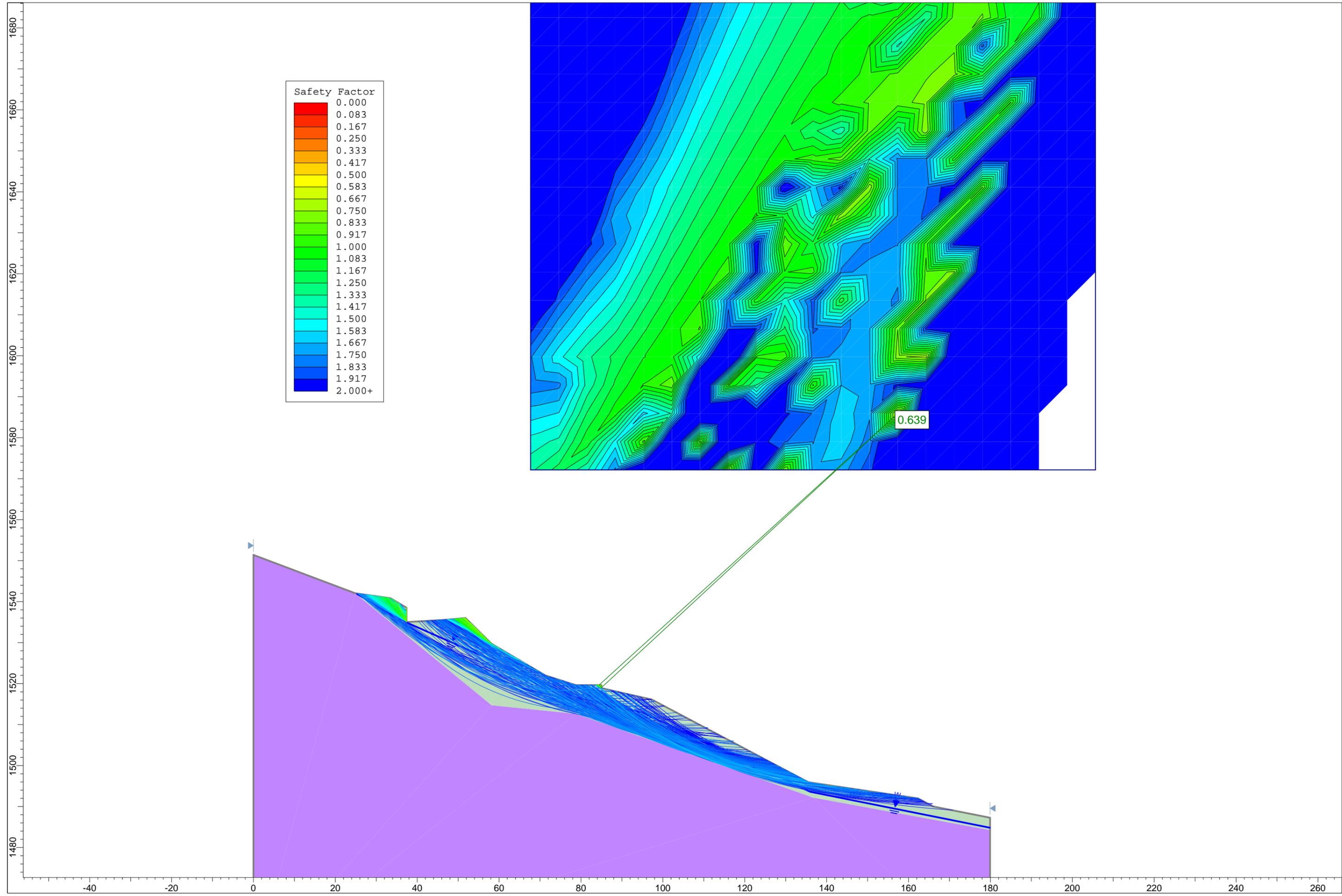
BISHOP



JANBU

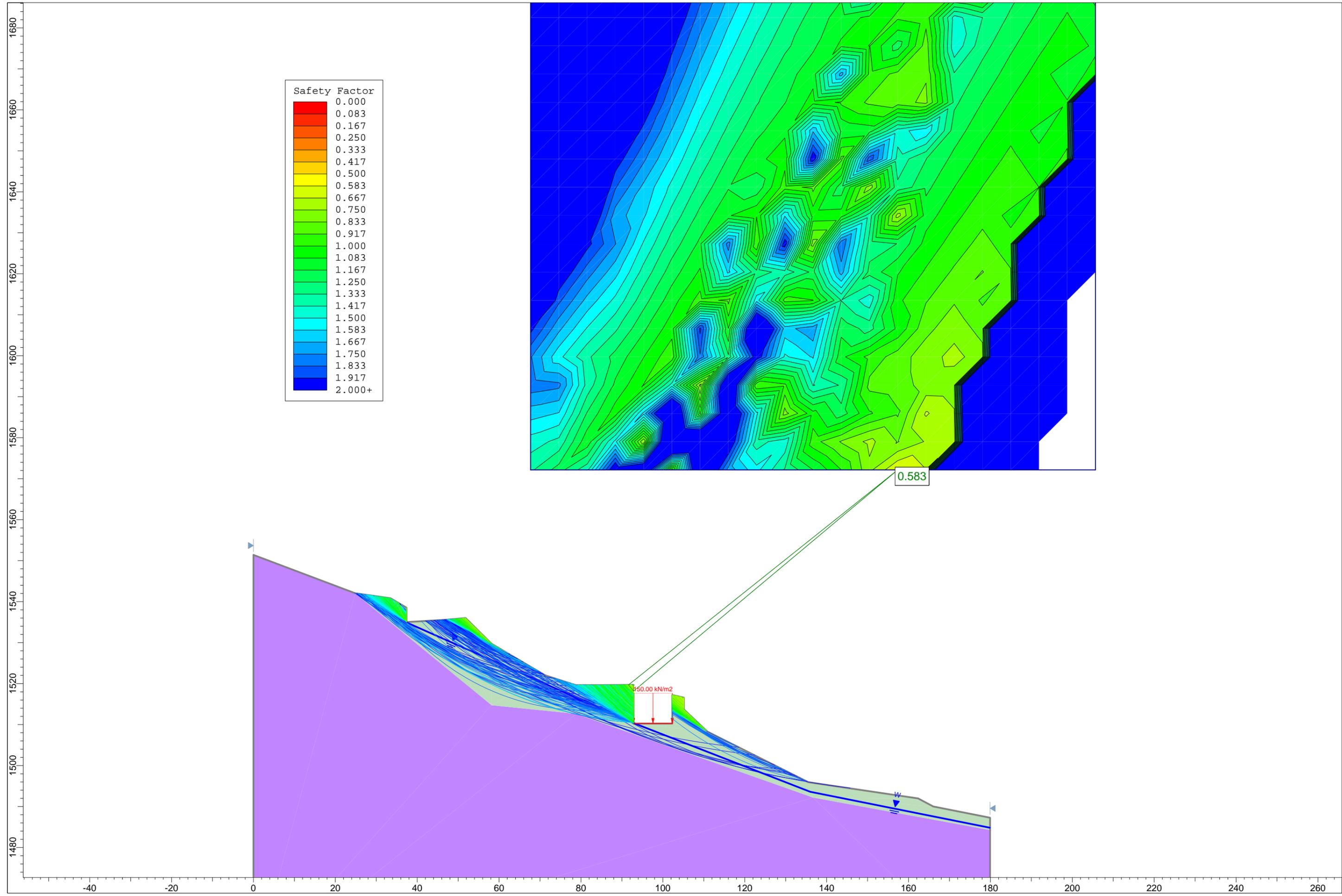


MORGENSTERN Y PRICE



FINAL

BISHOP

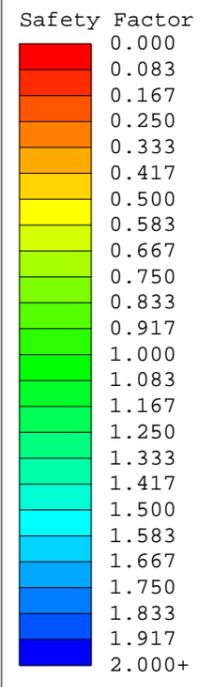
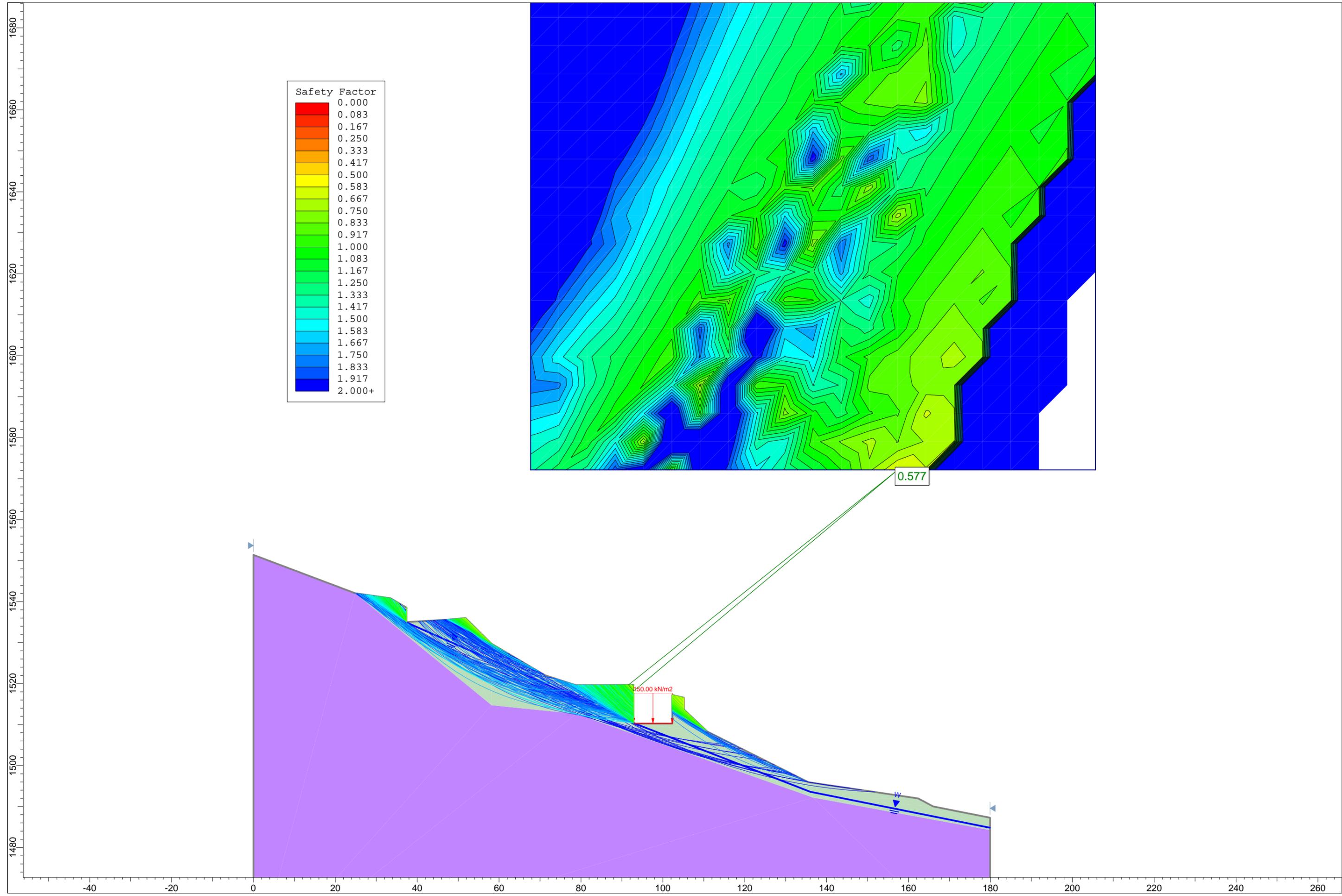


Safety Factor	
0.000	0.083
0.167	0.250
0.333	0.417
0.500	0.583
0.667	0.750
0.833	0.917
1.000	1.083
1.167	1.250
1.333	1.417
1.500	1.583
1.667	1.750
1.833	1.917
2.000+	

150.00 kN/m²

0.583

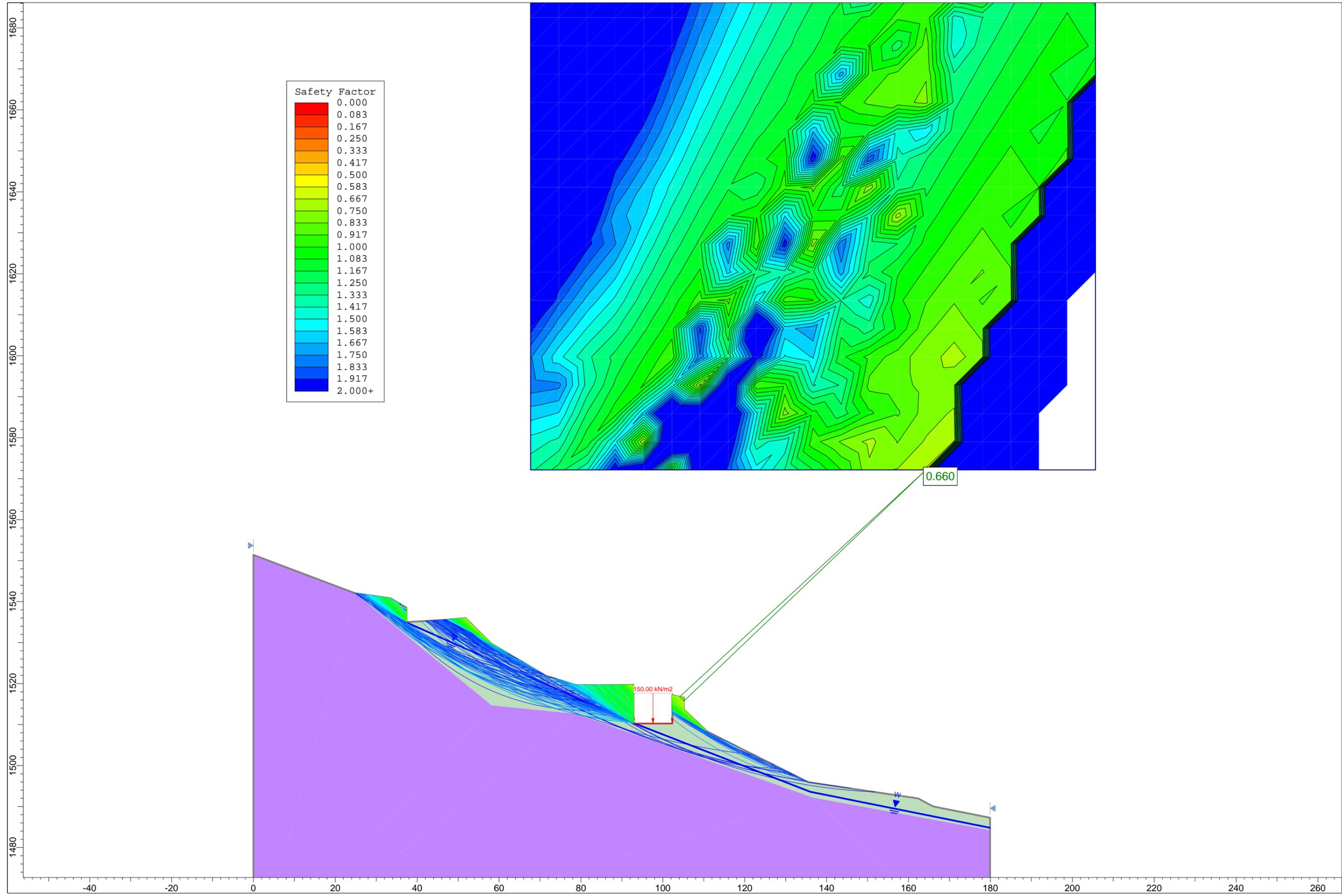
JANBU

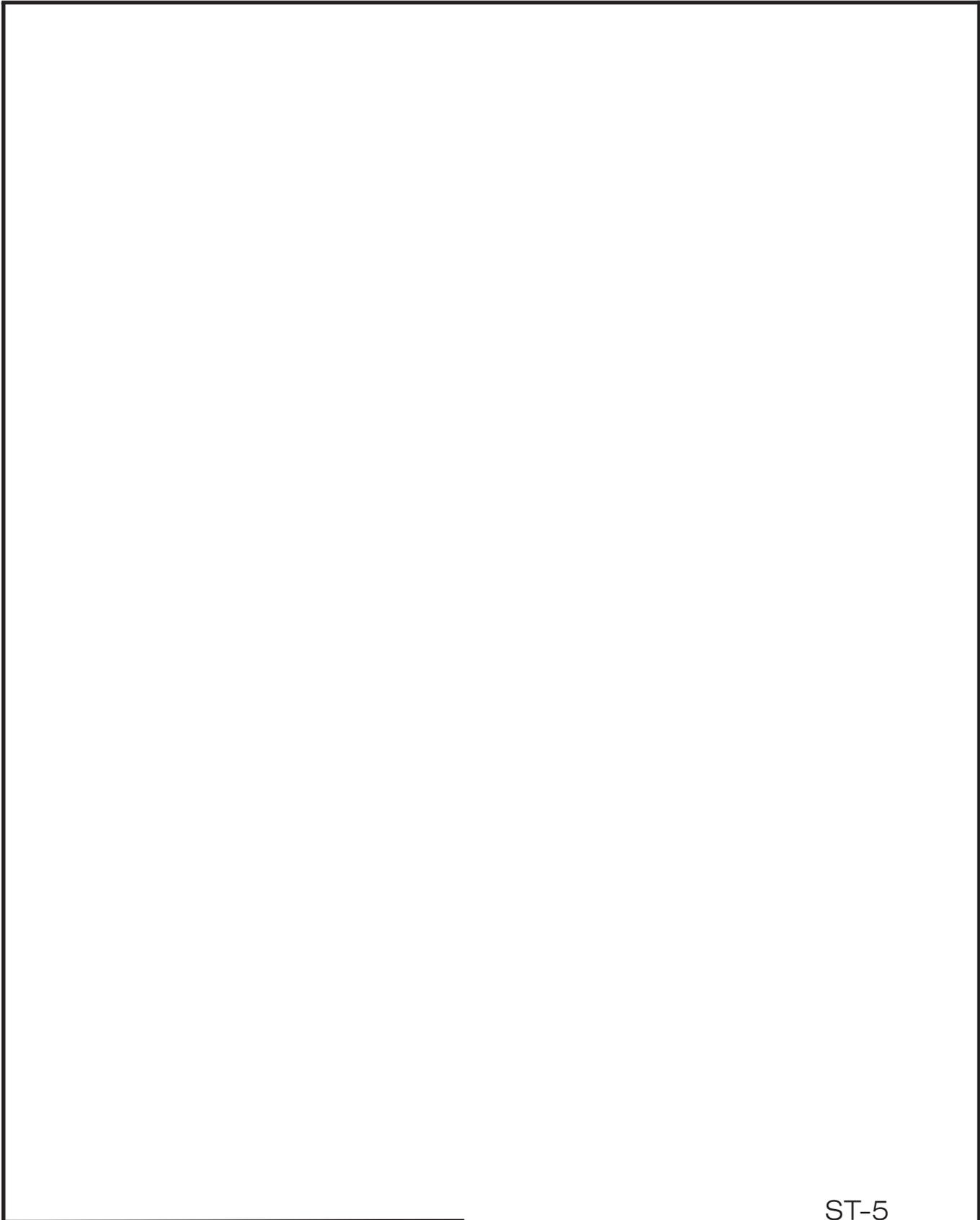


0.577

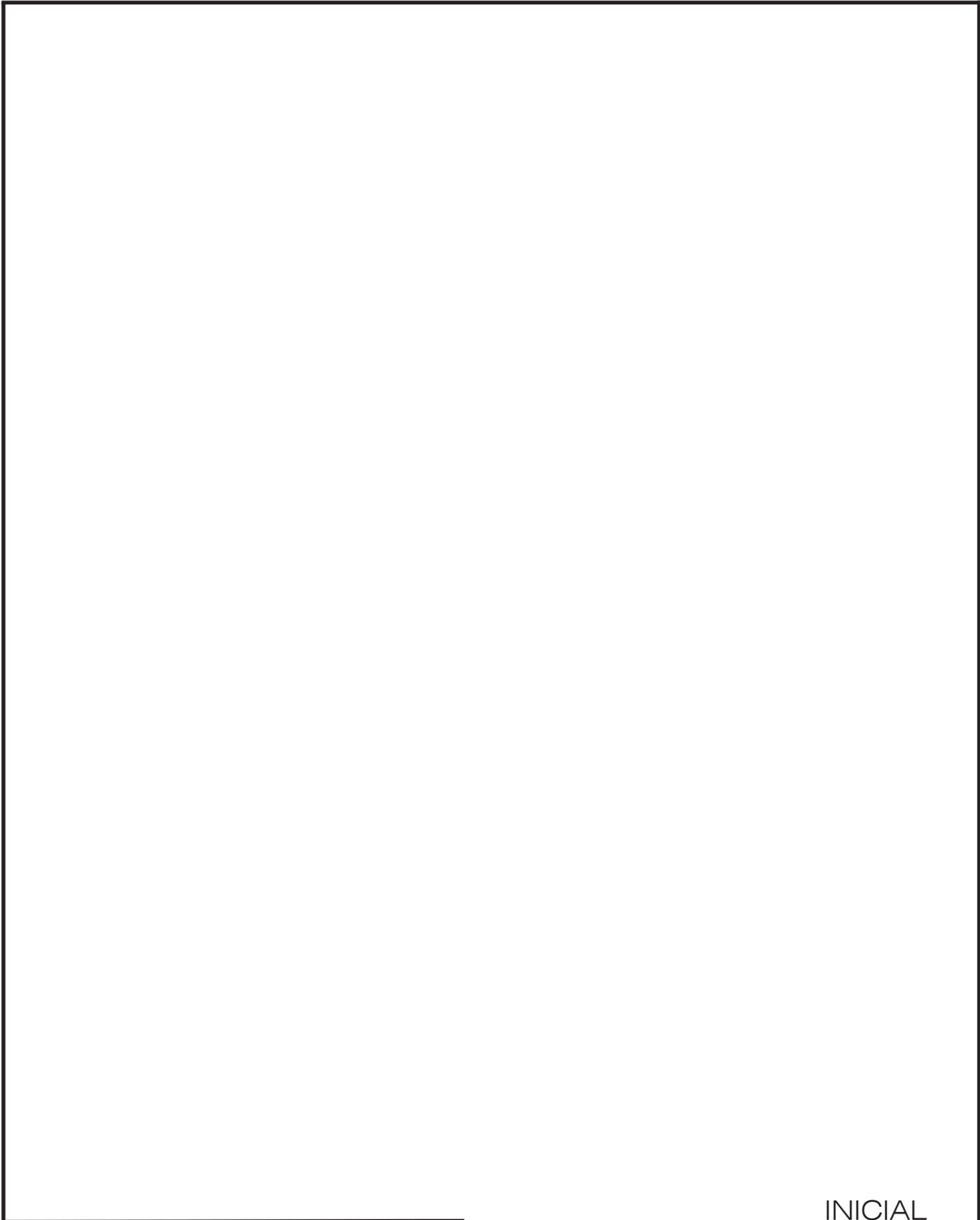
150.00 kN/m²

MORGENSTERN Y PRICE



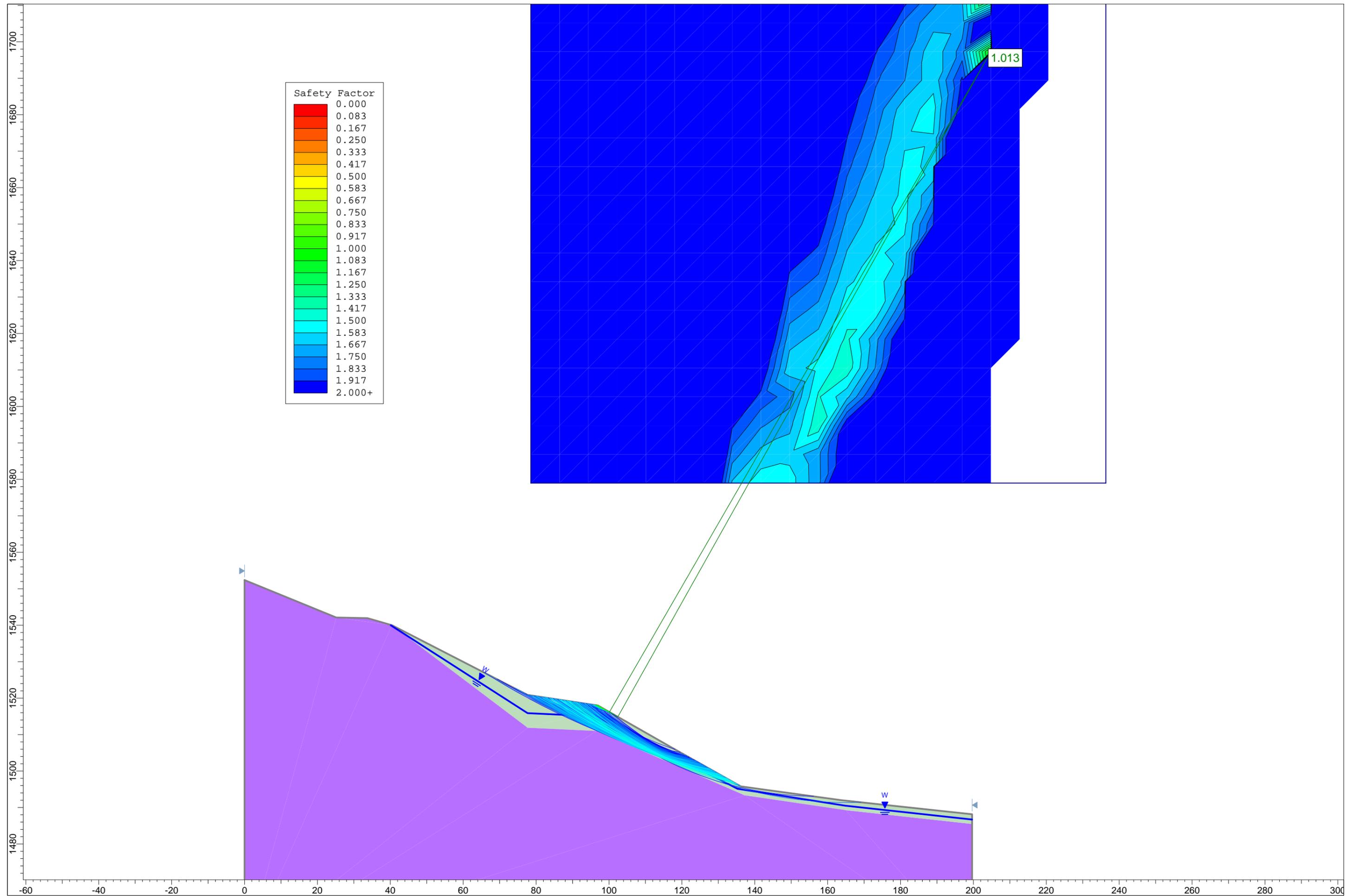


ST-5

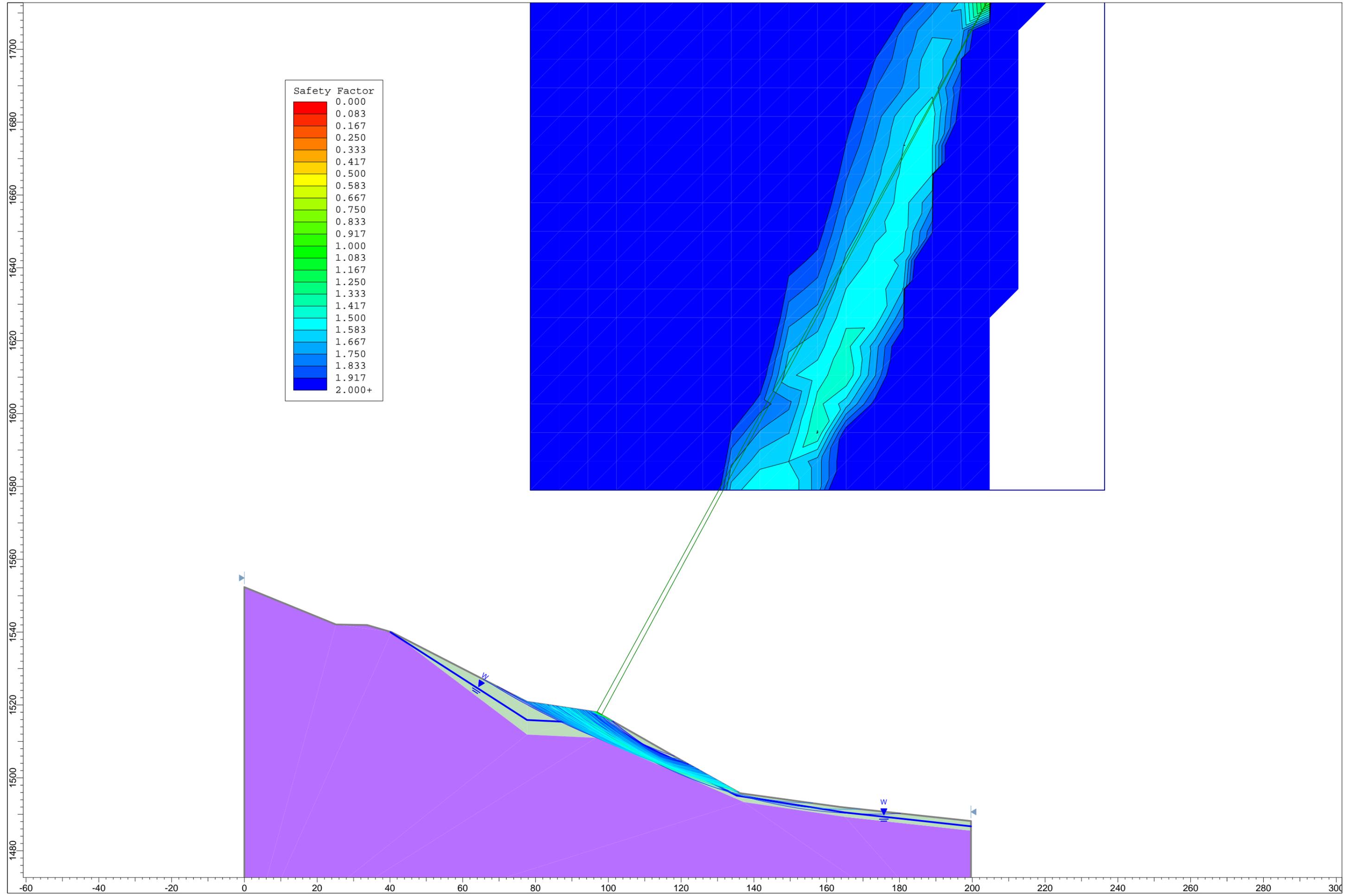


INICIAL

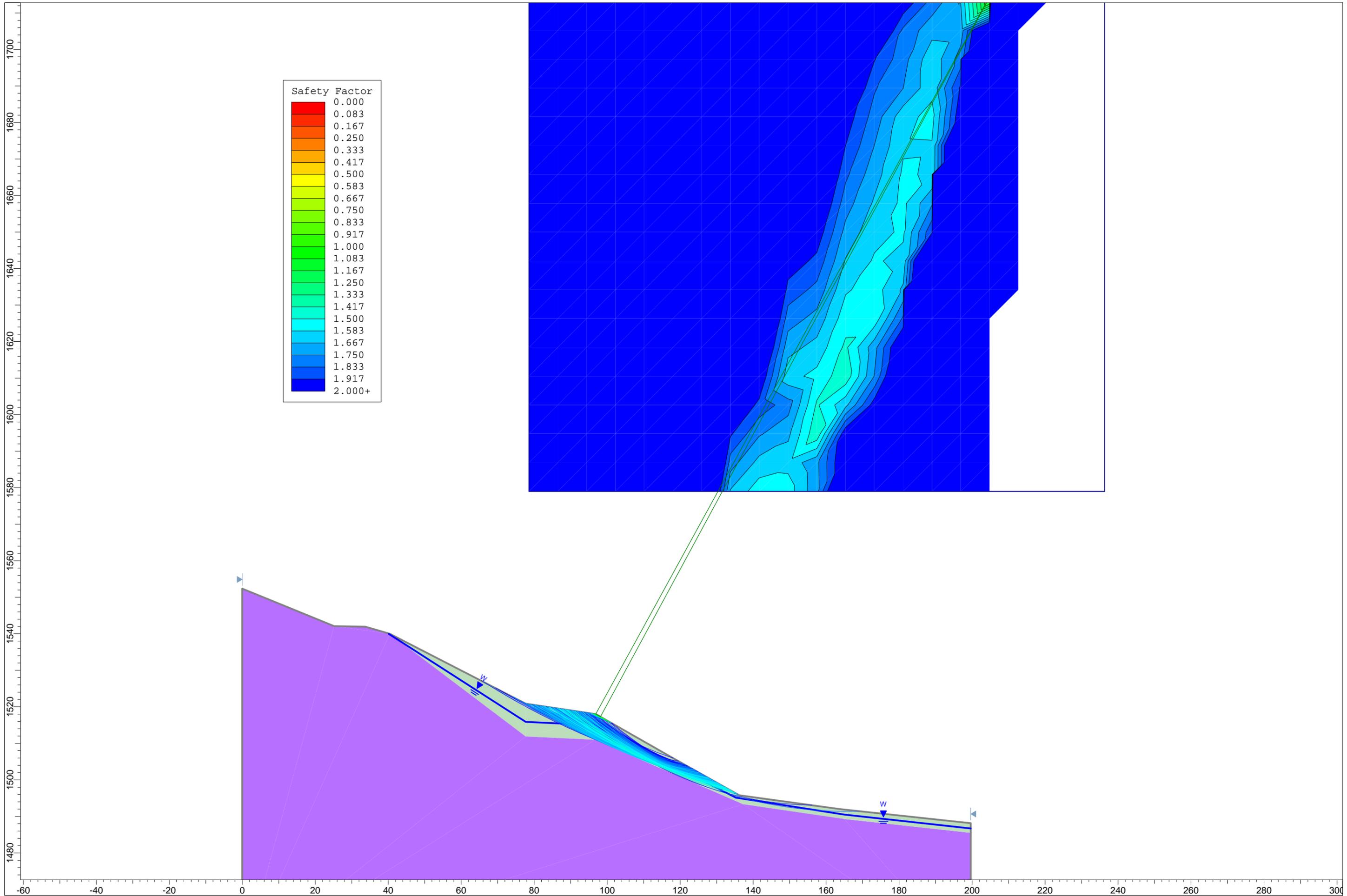
BISHOP



JANBU

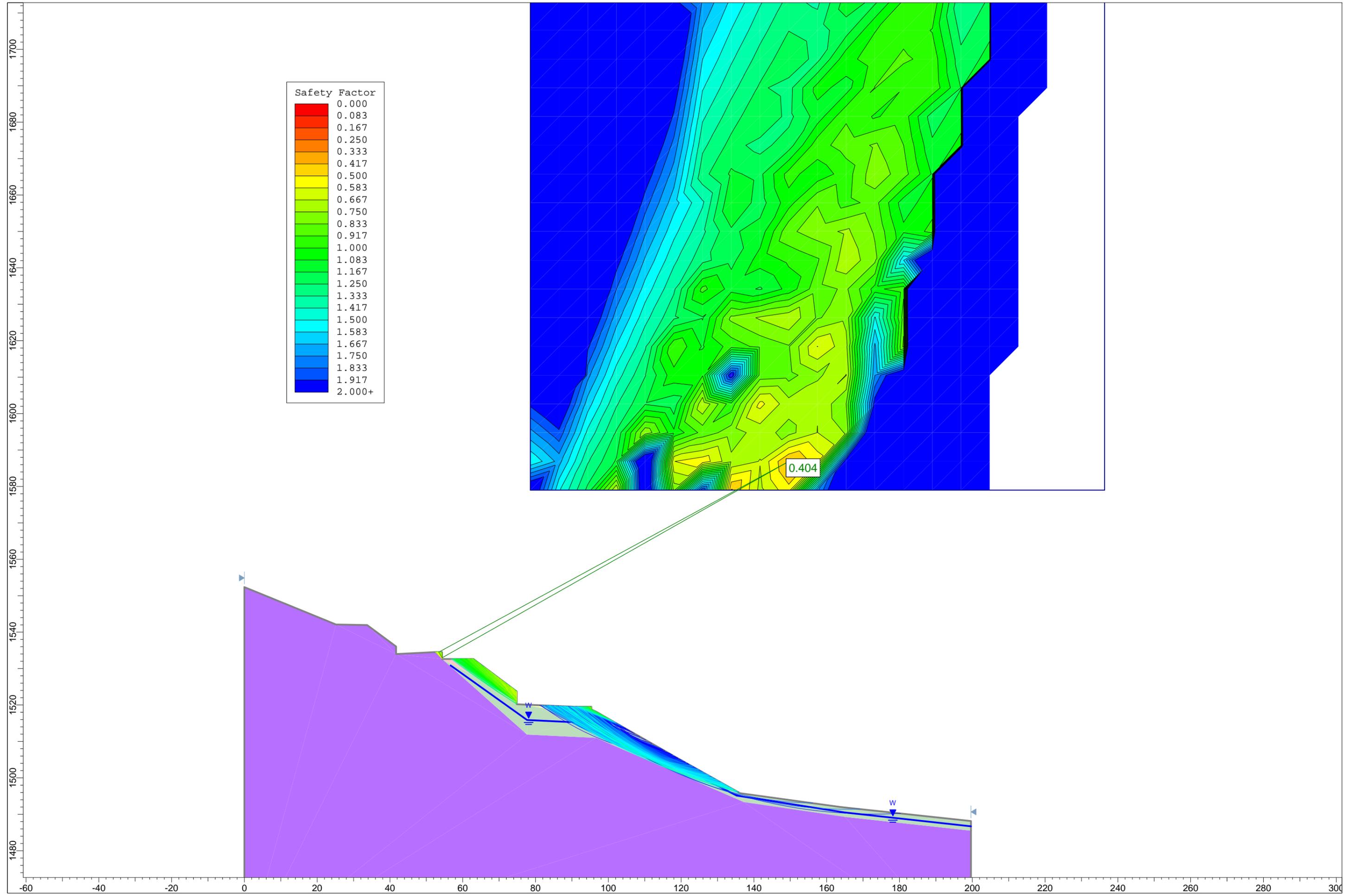


MORGENSTERN Y PRICE

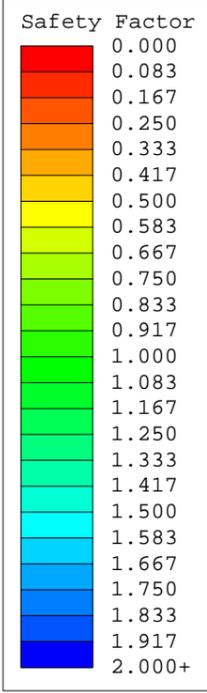
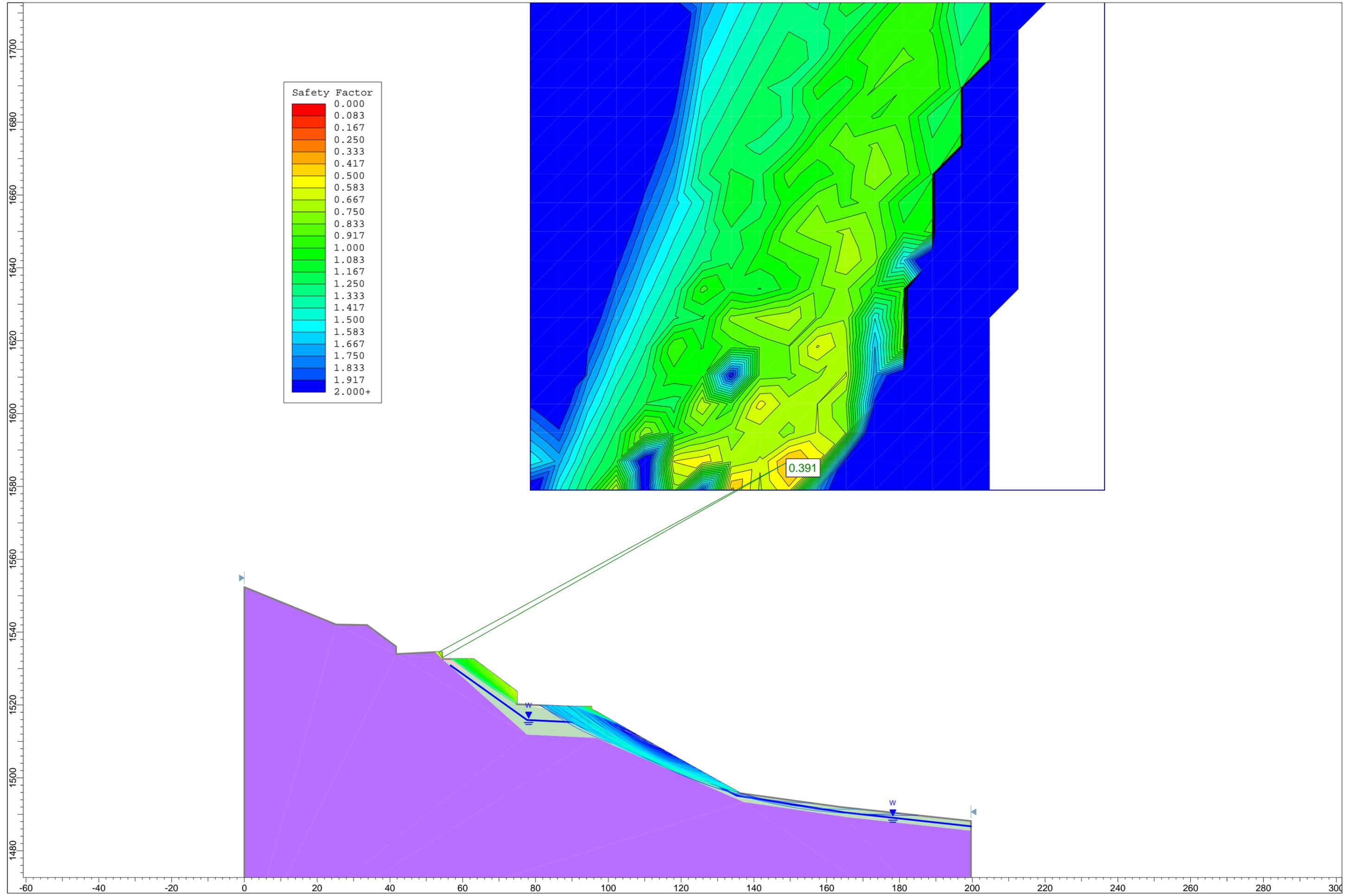


URBANIZACIÓN

BISHOP

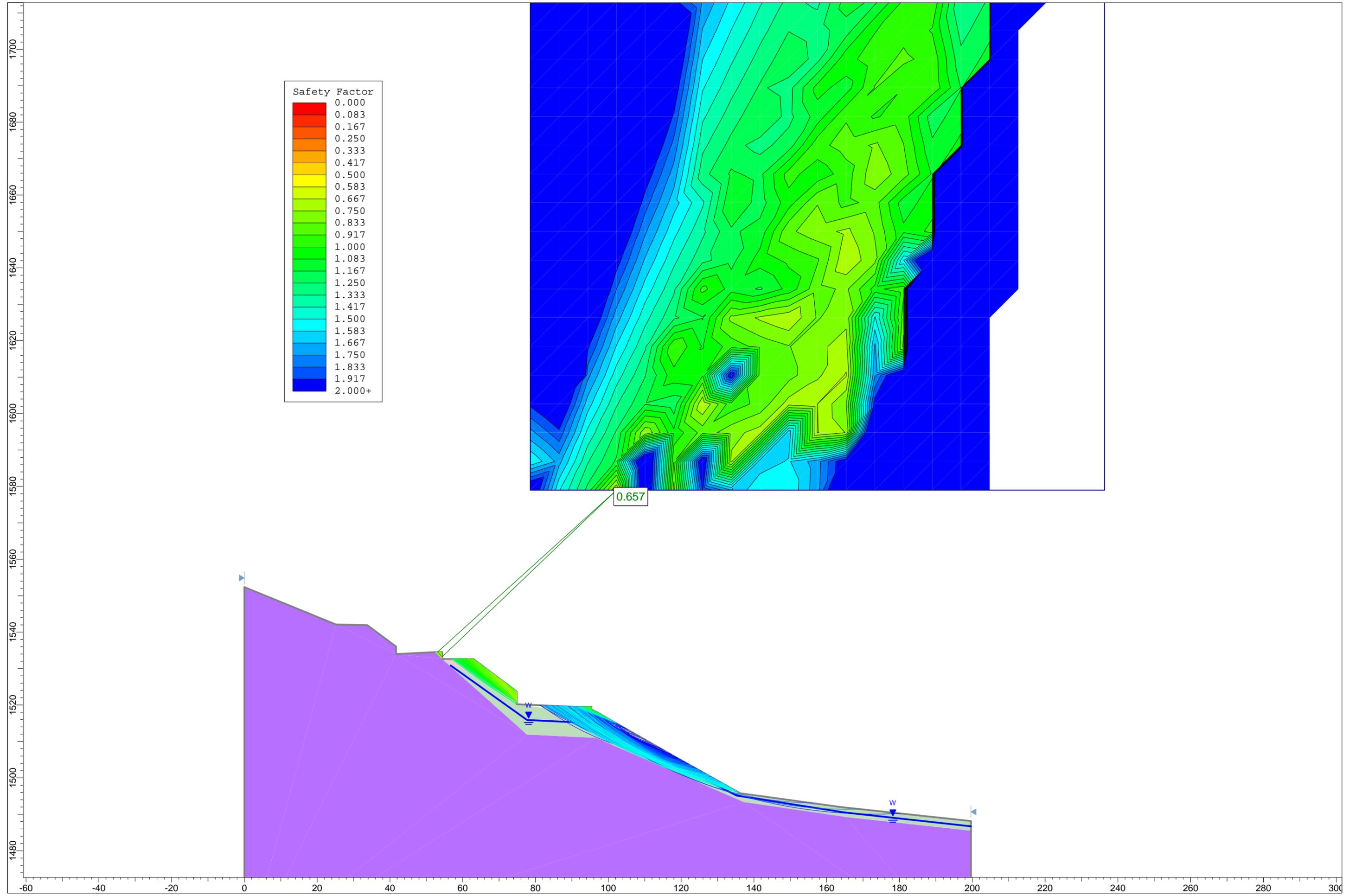


JANBU



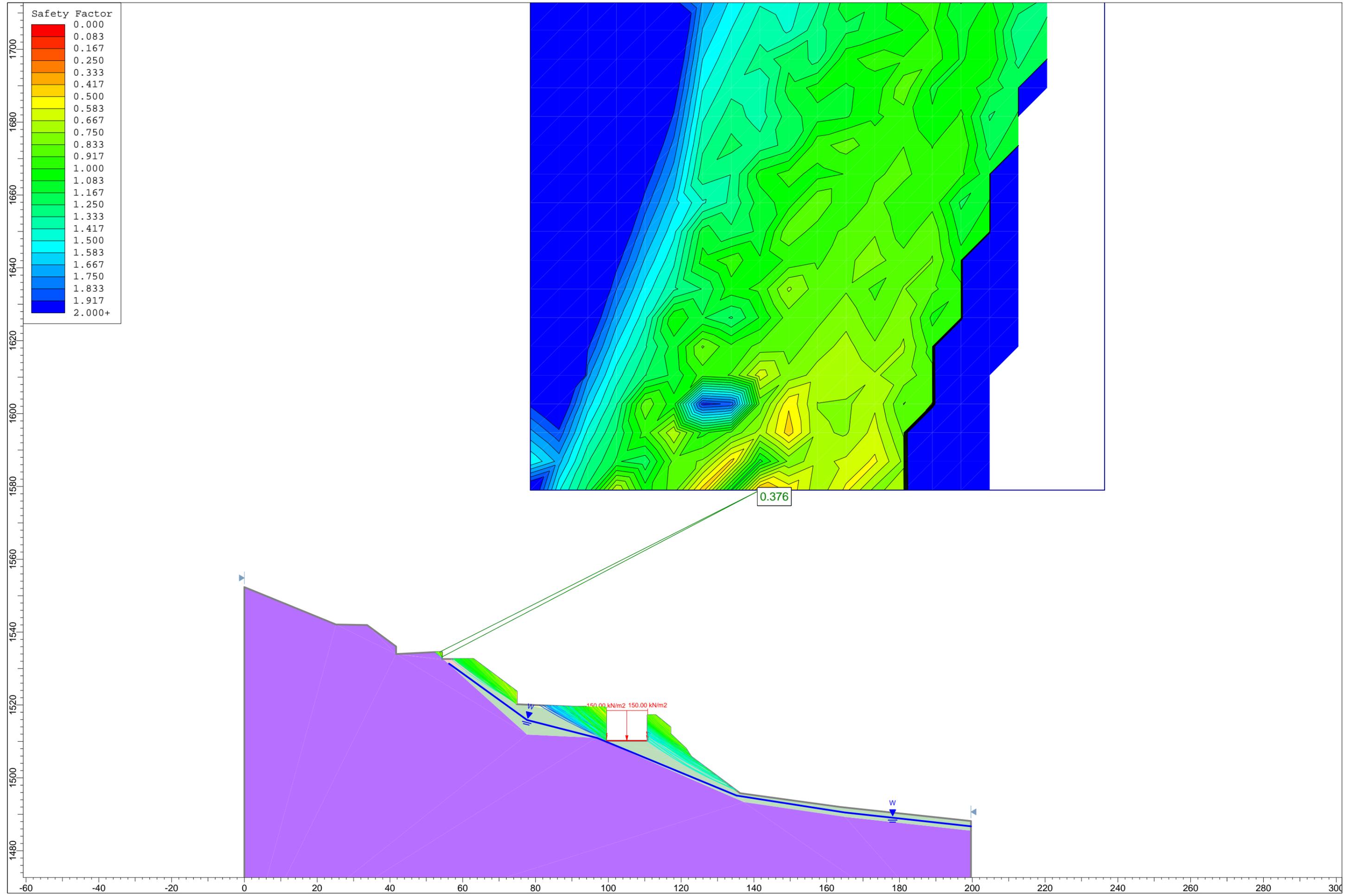
0.391

MORGENSTERN Y PRICE

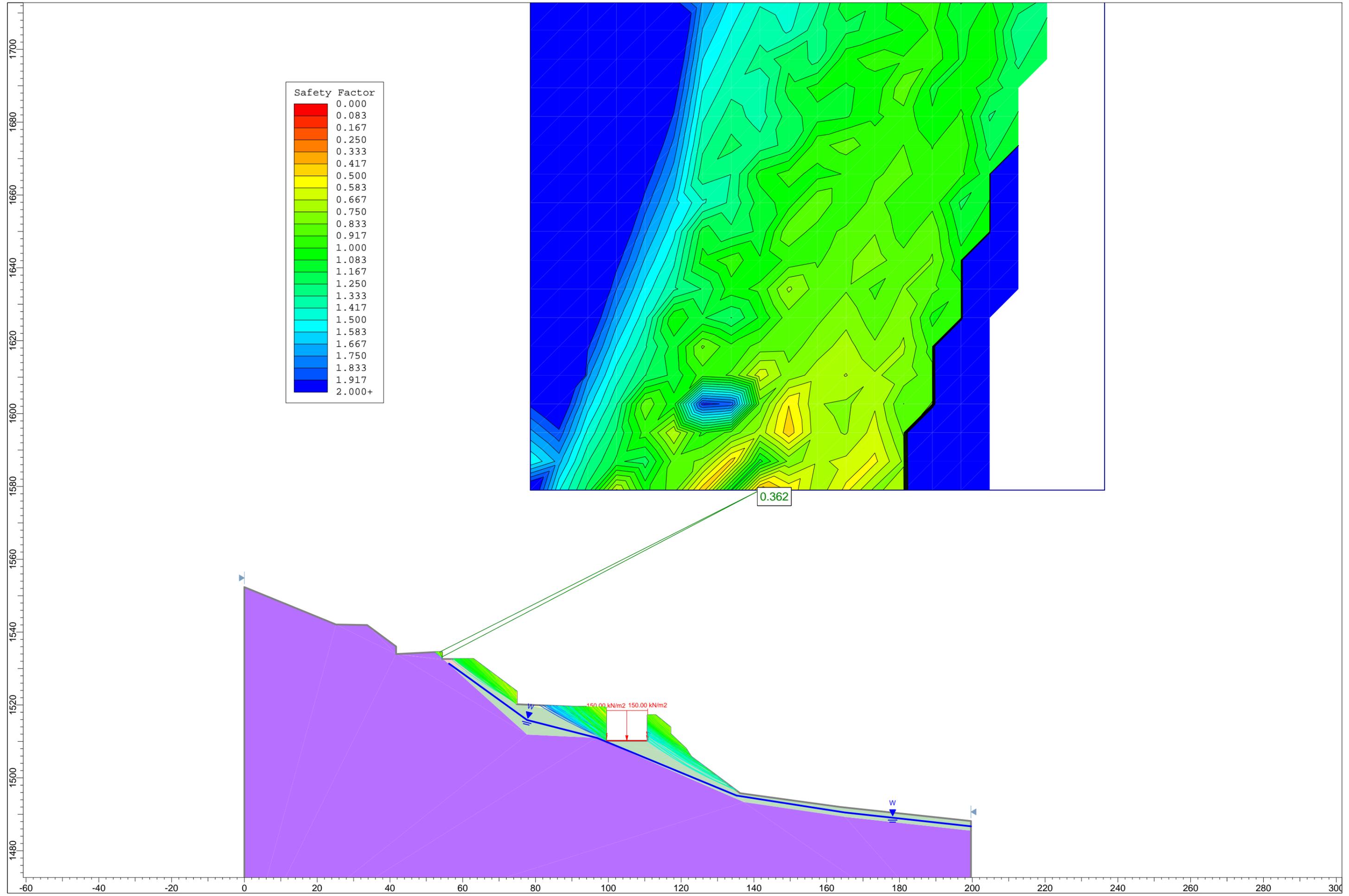


FINAL

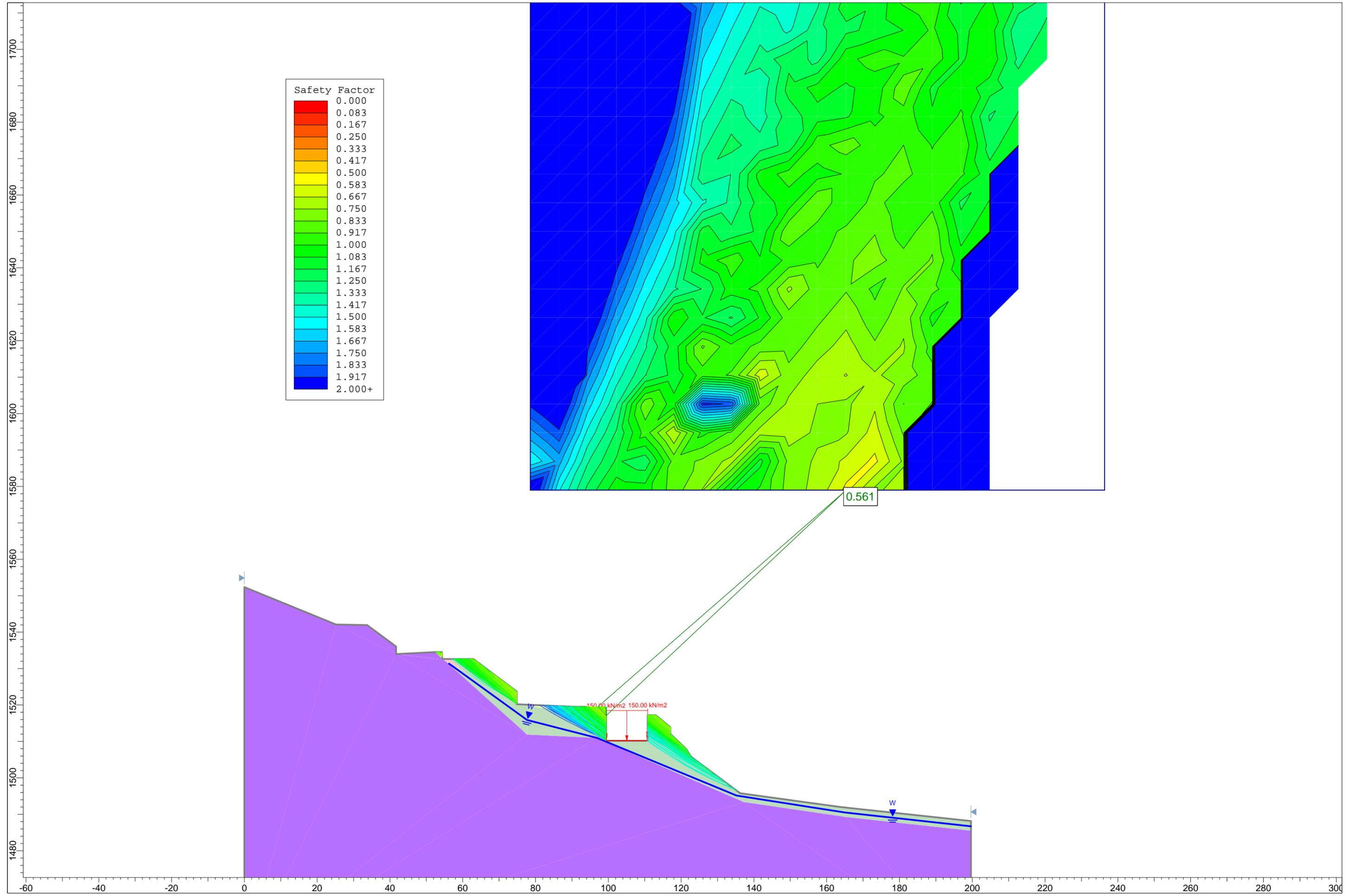
BISHOP

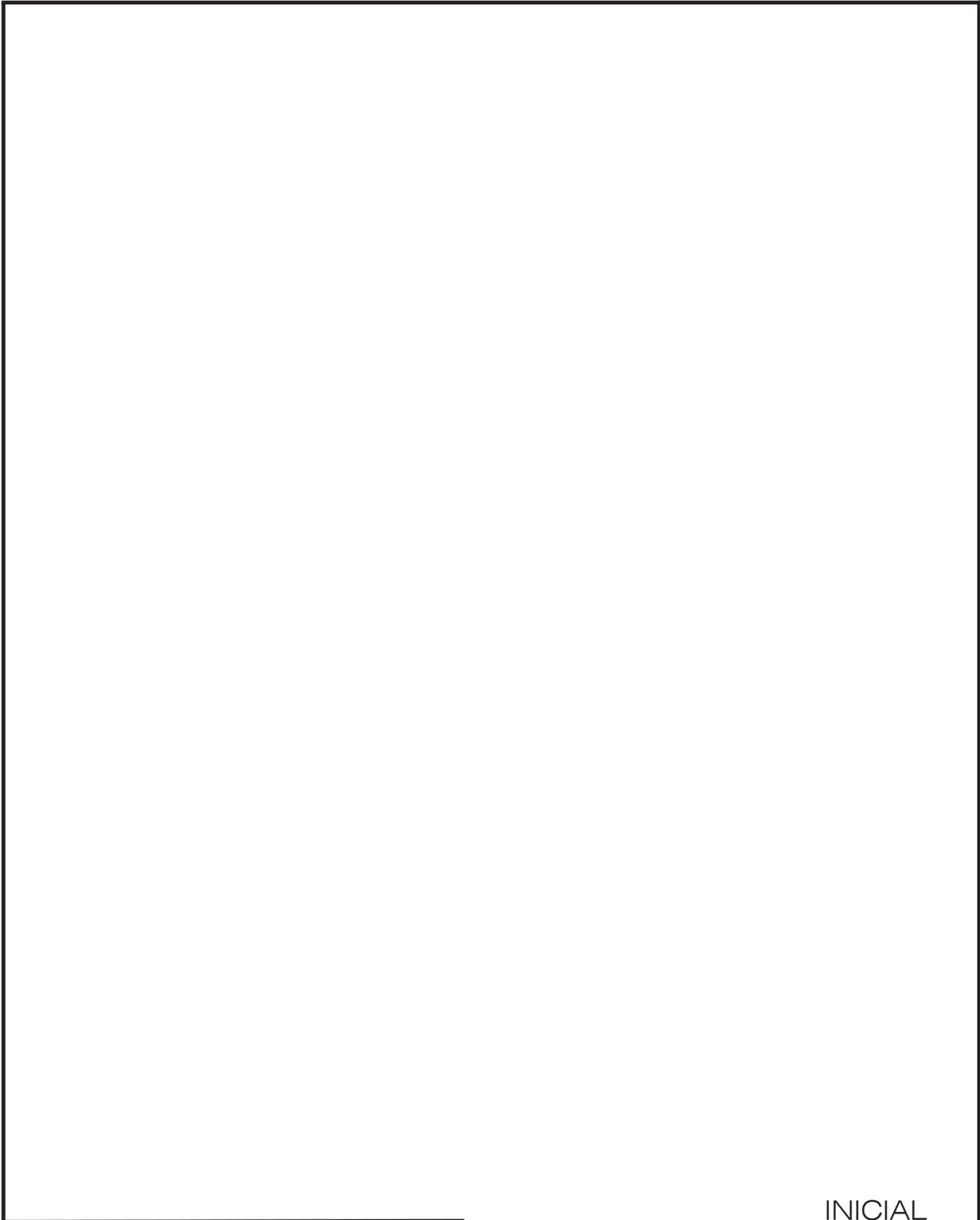


JANBU



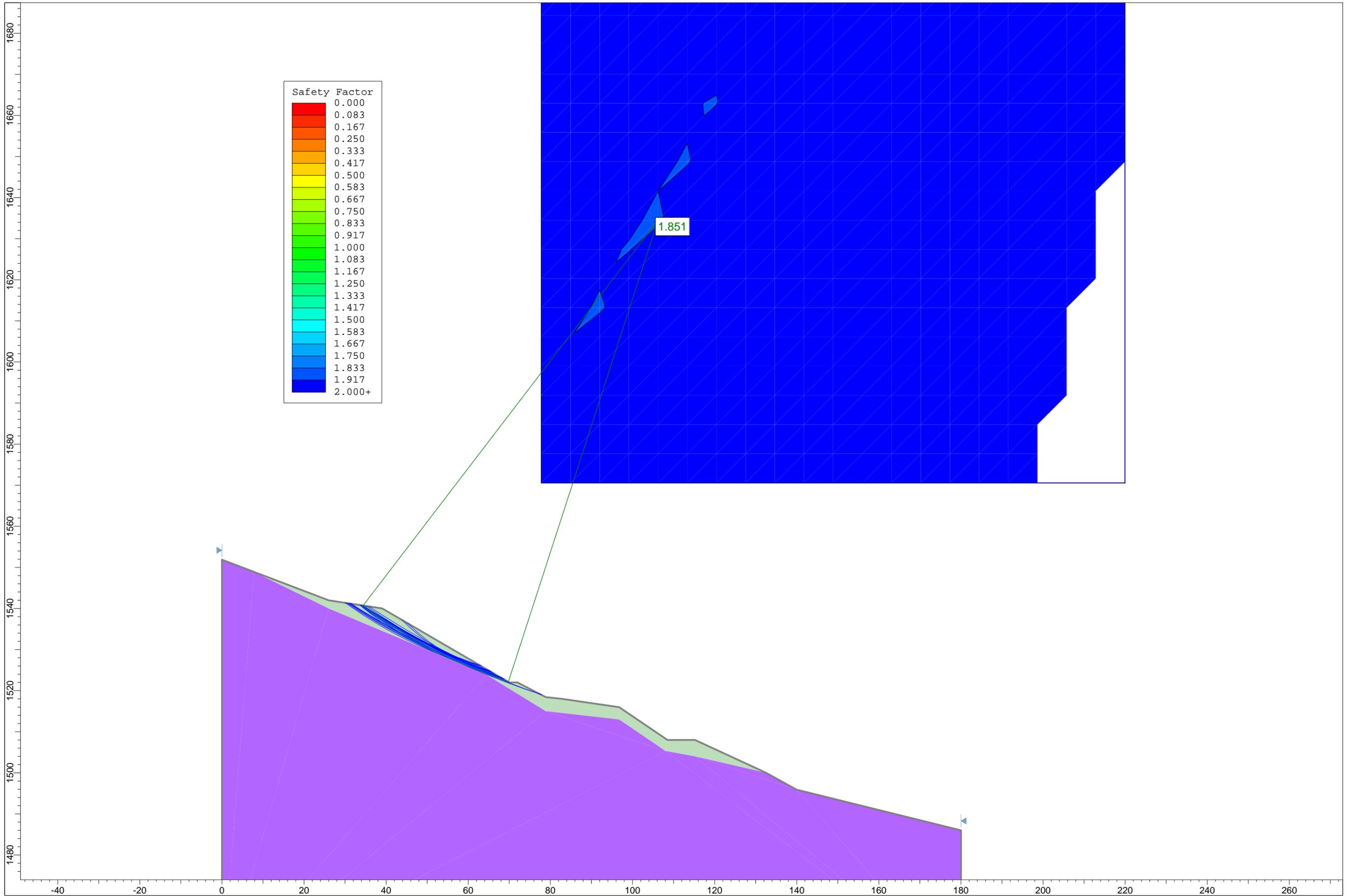
MORGENSTERN Y PRICE



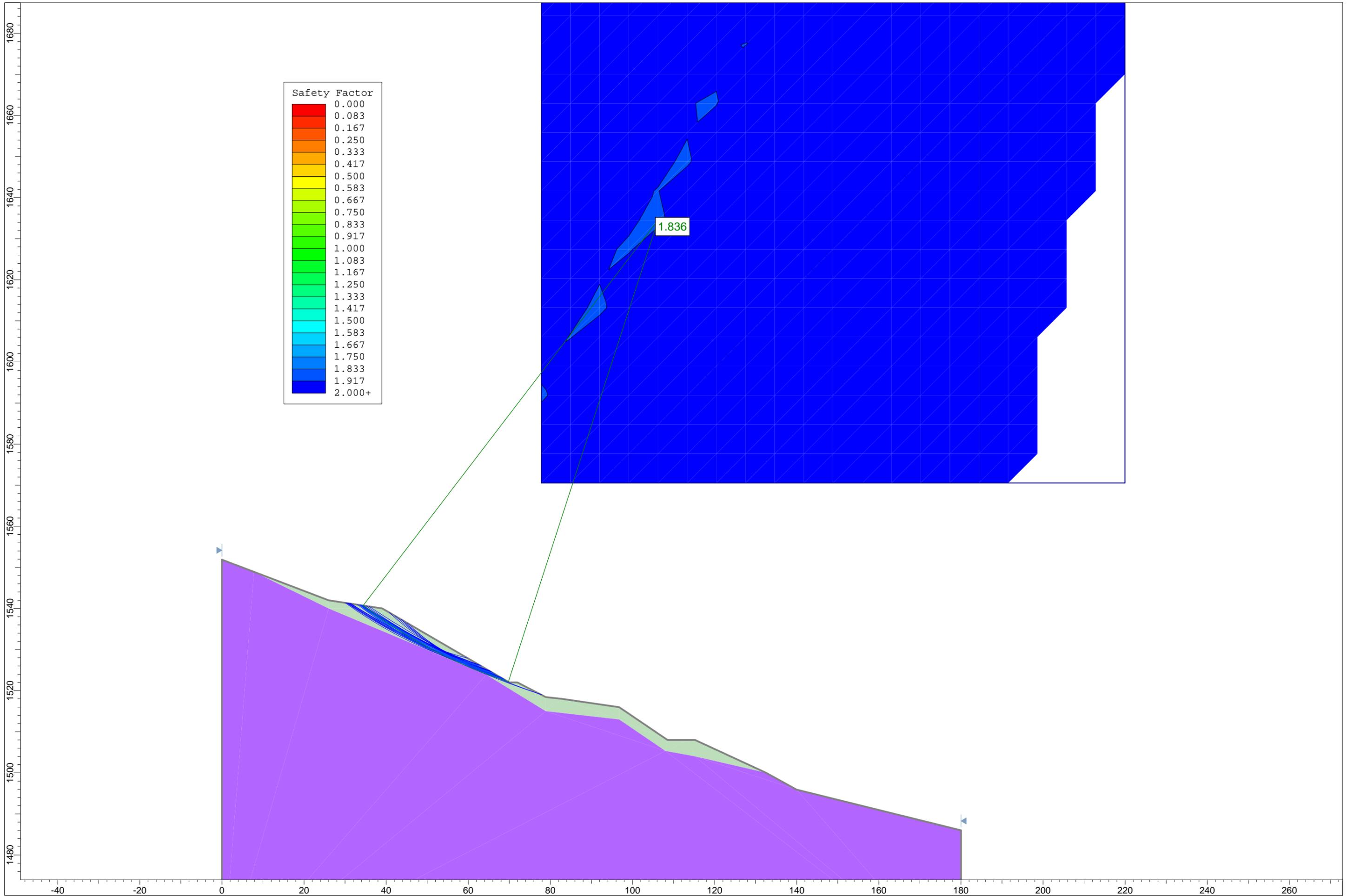


INICIAL

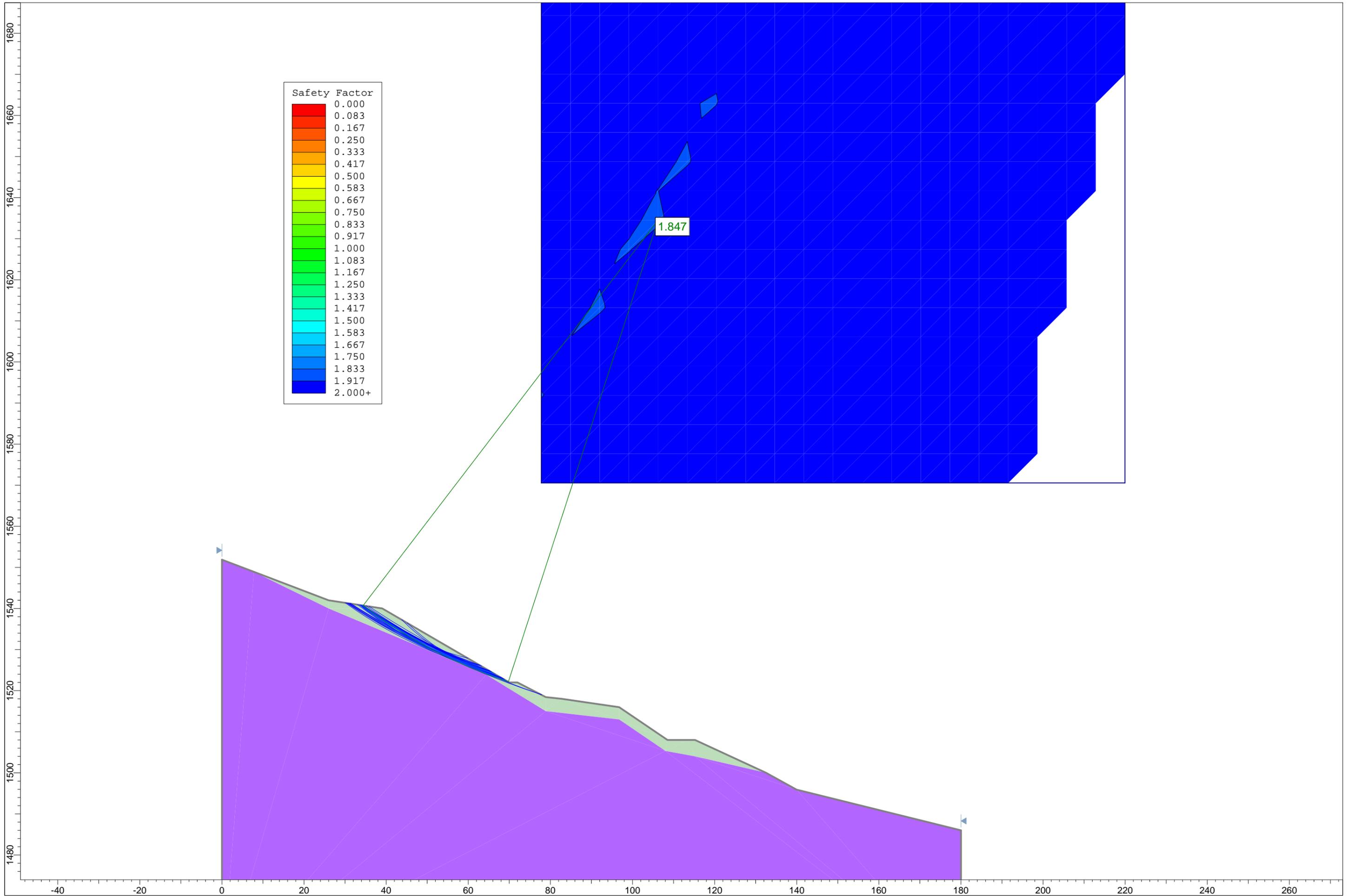
BISHOP



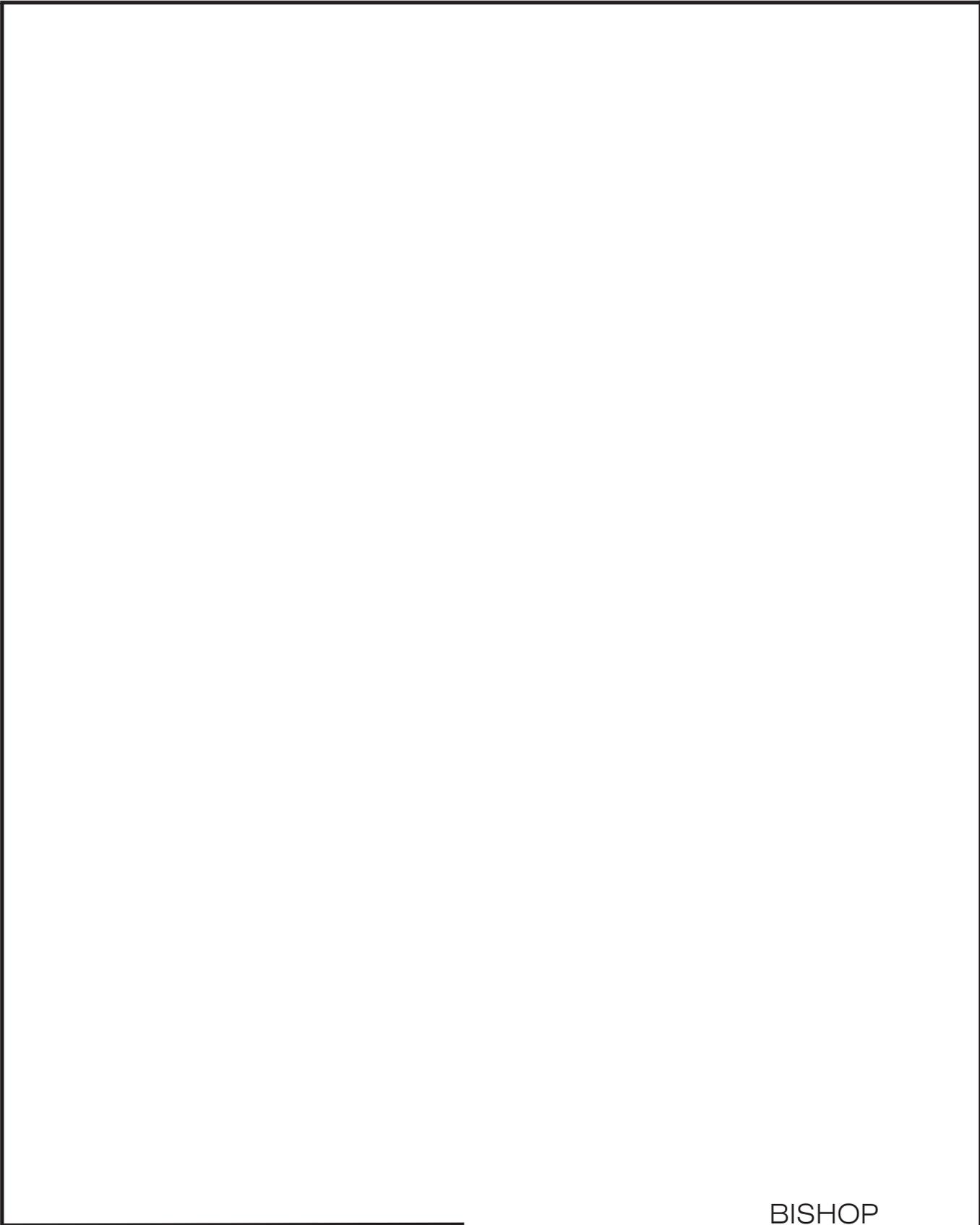
JANBU



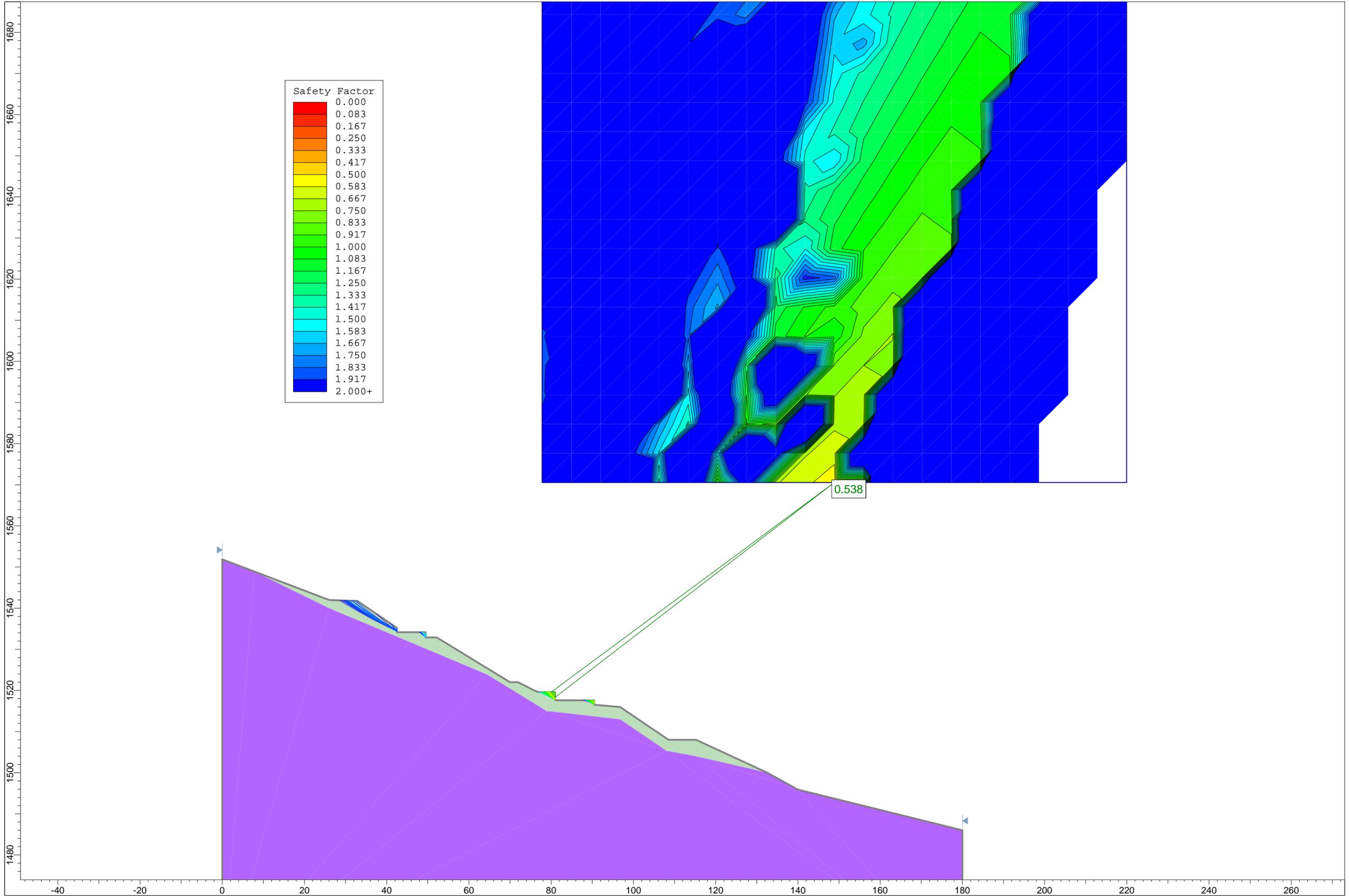
MORGENSTERN Y PRICE



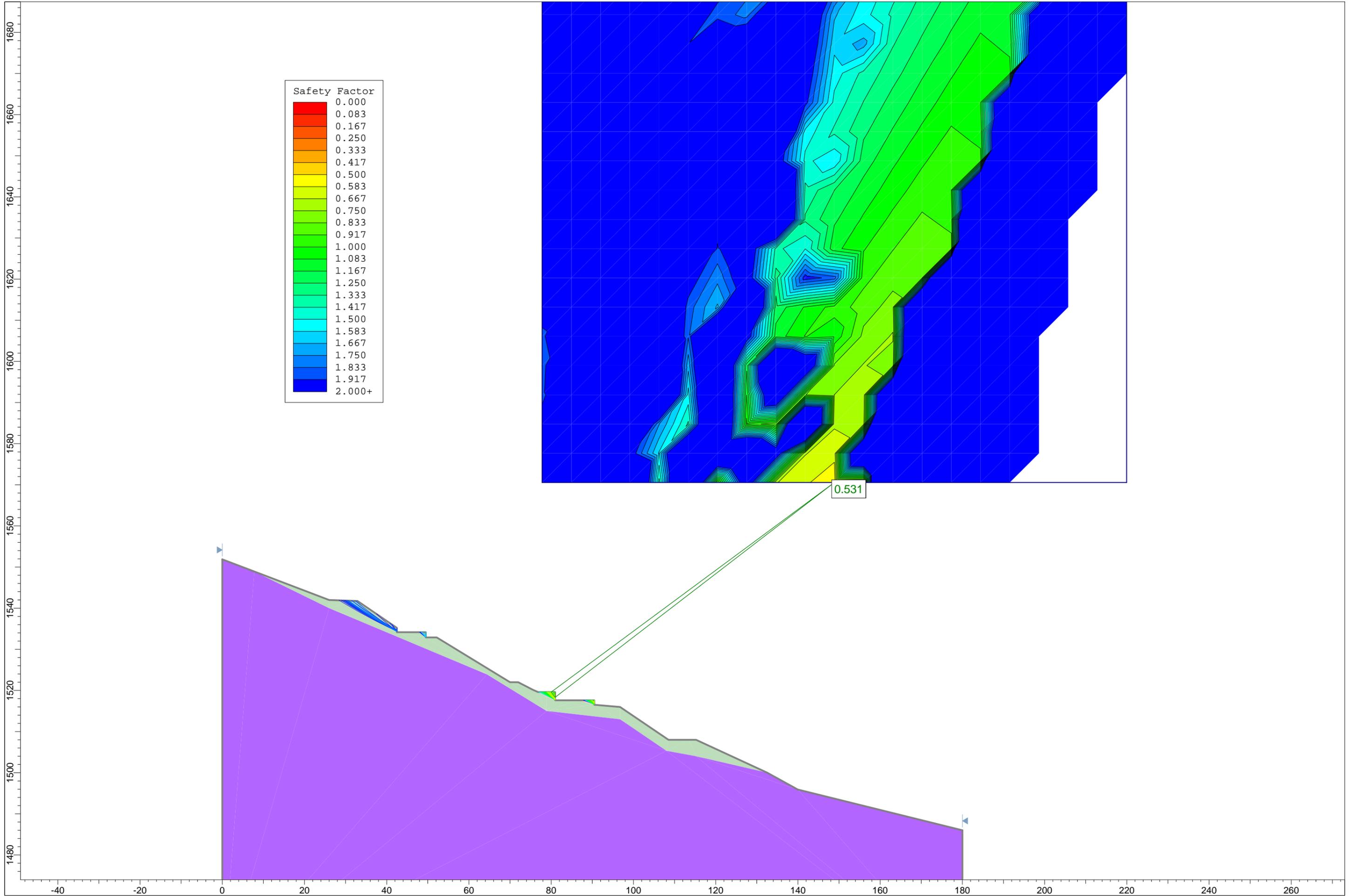
URBANIZACIÓN



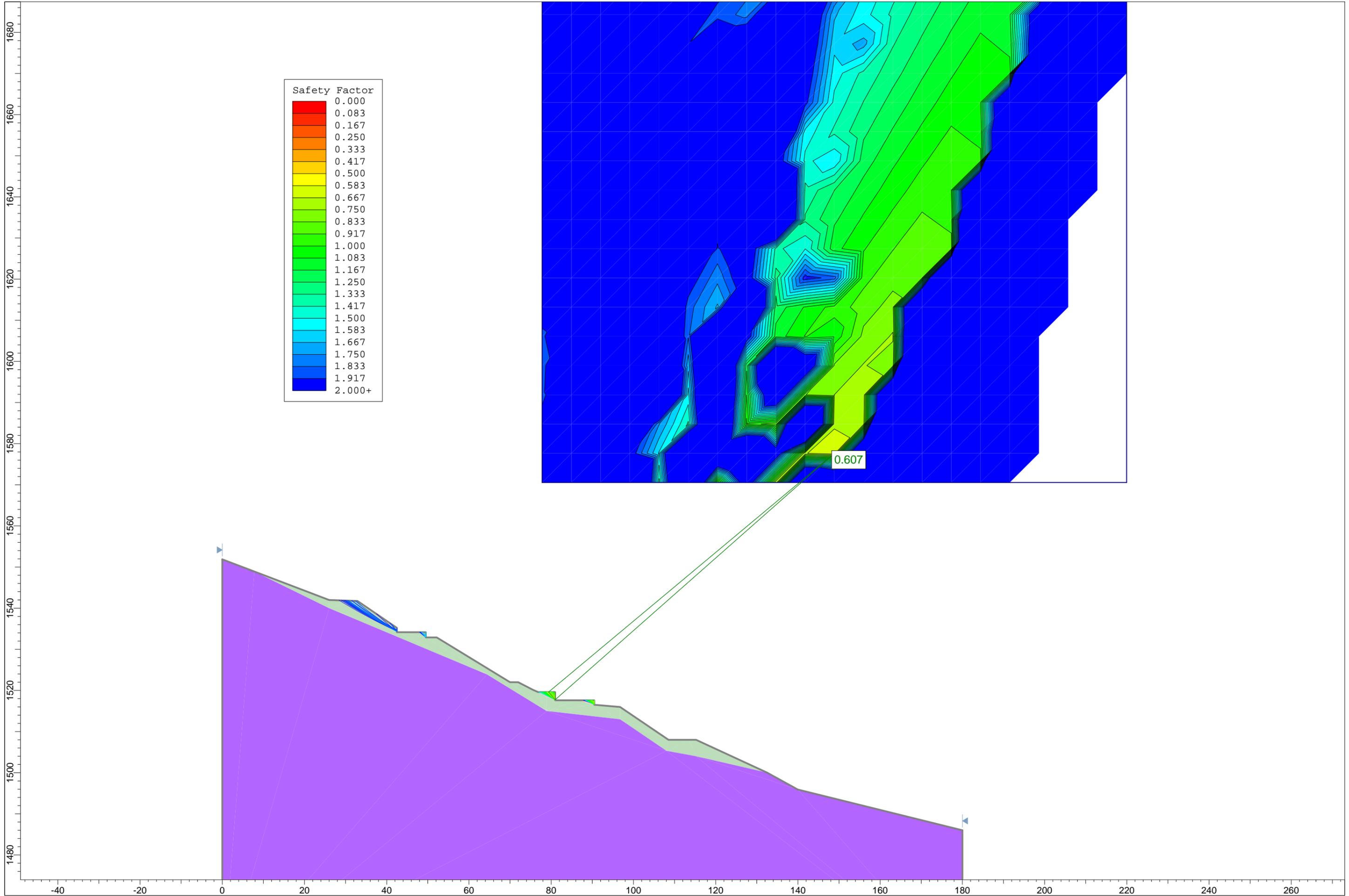
BISHOP



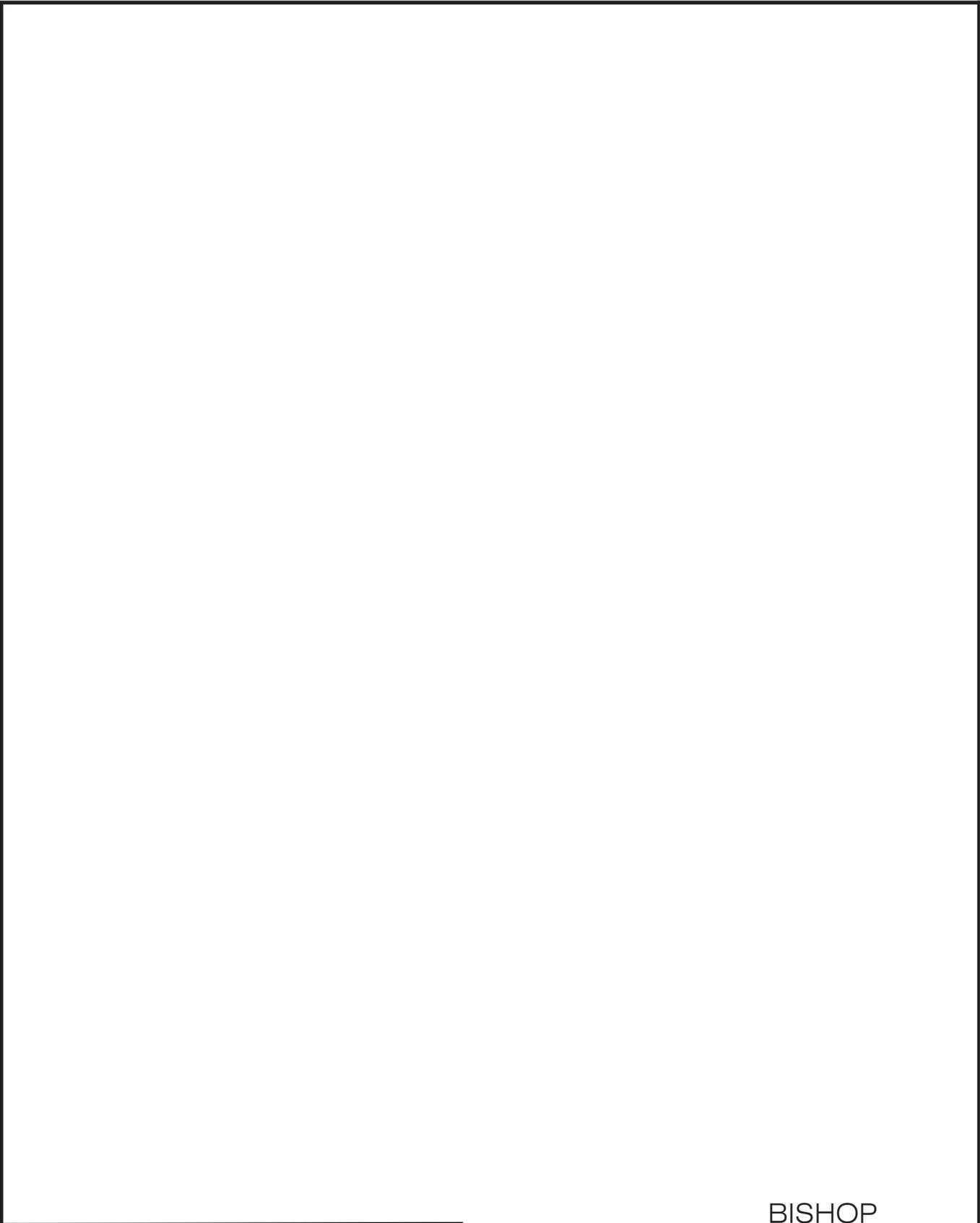
JANBU



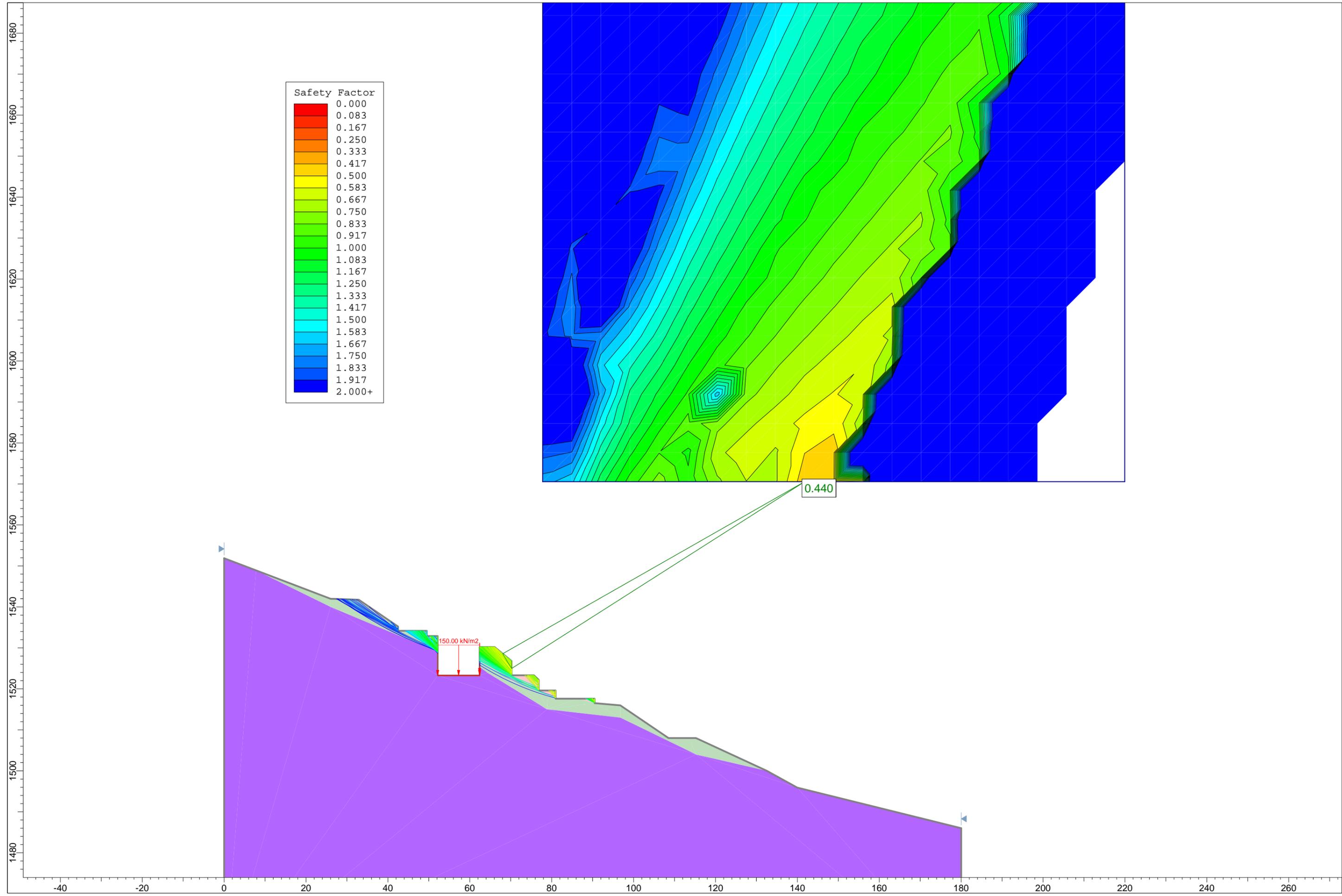
MORGENSTERN Y PRICE



FINAL



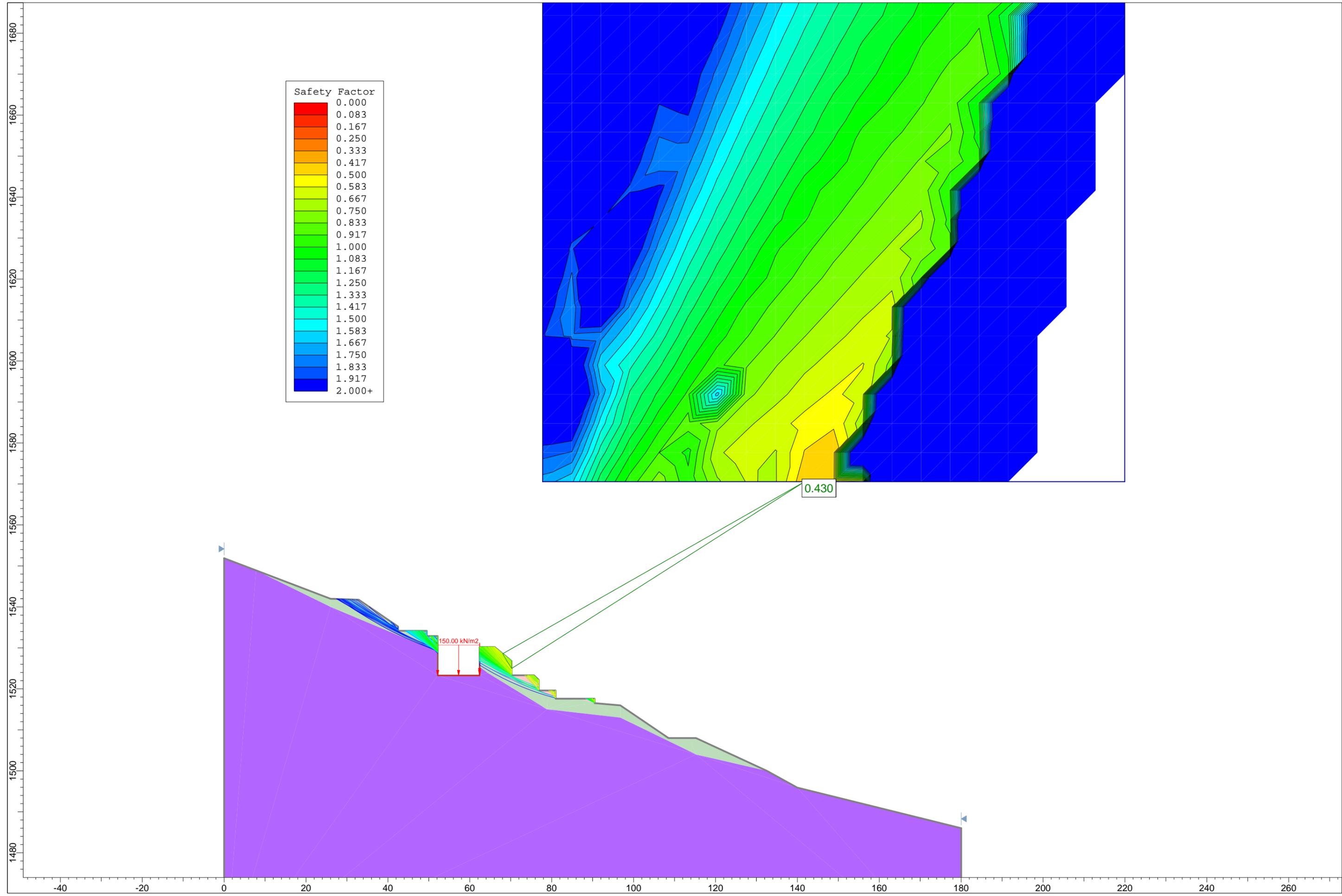
BISHOP



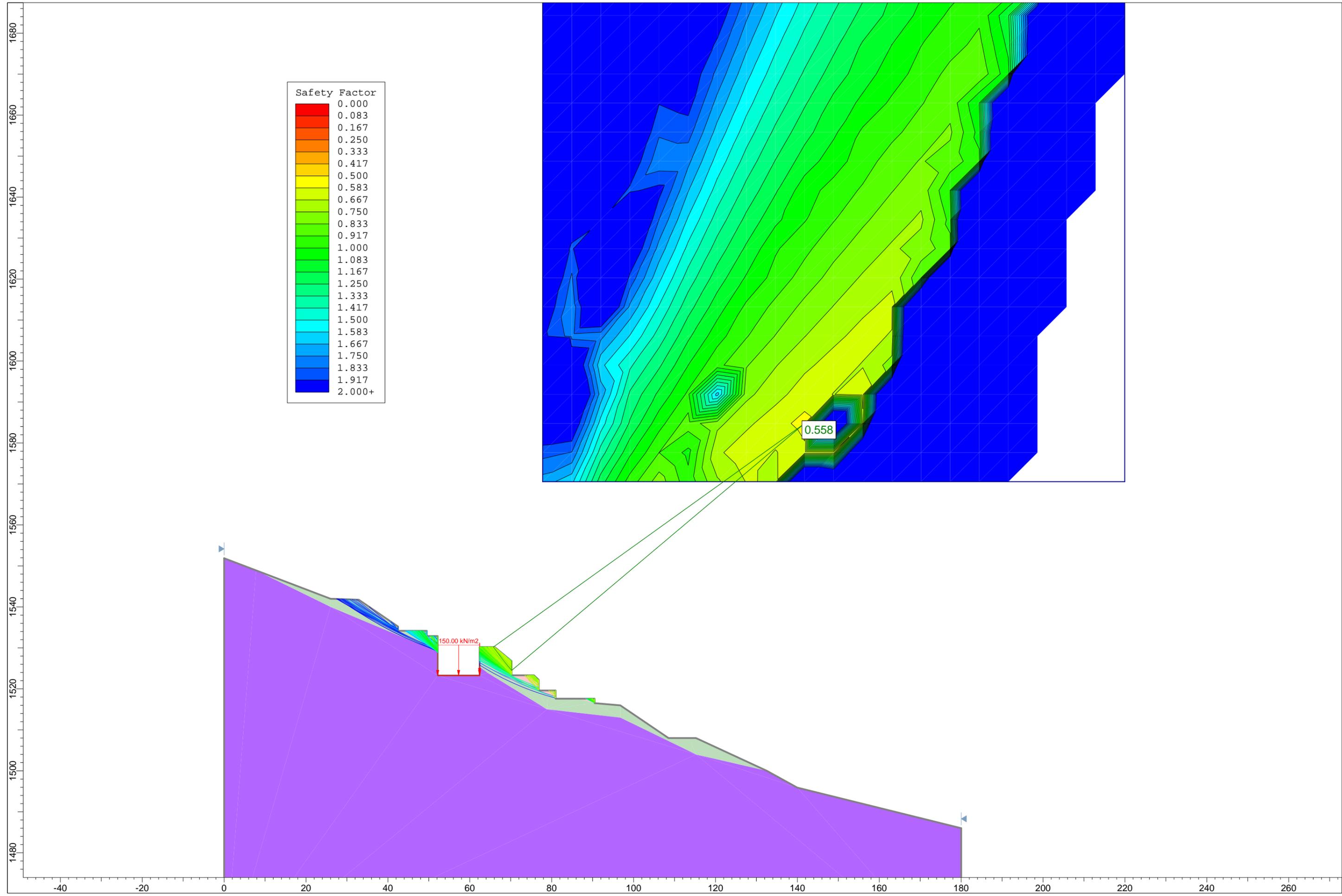
0.440

150.00 kN/m²

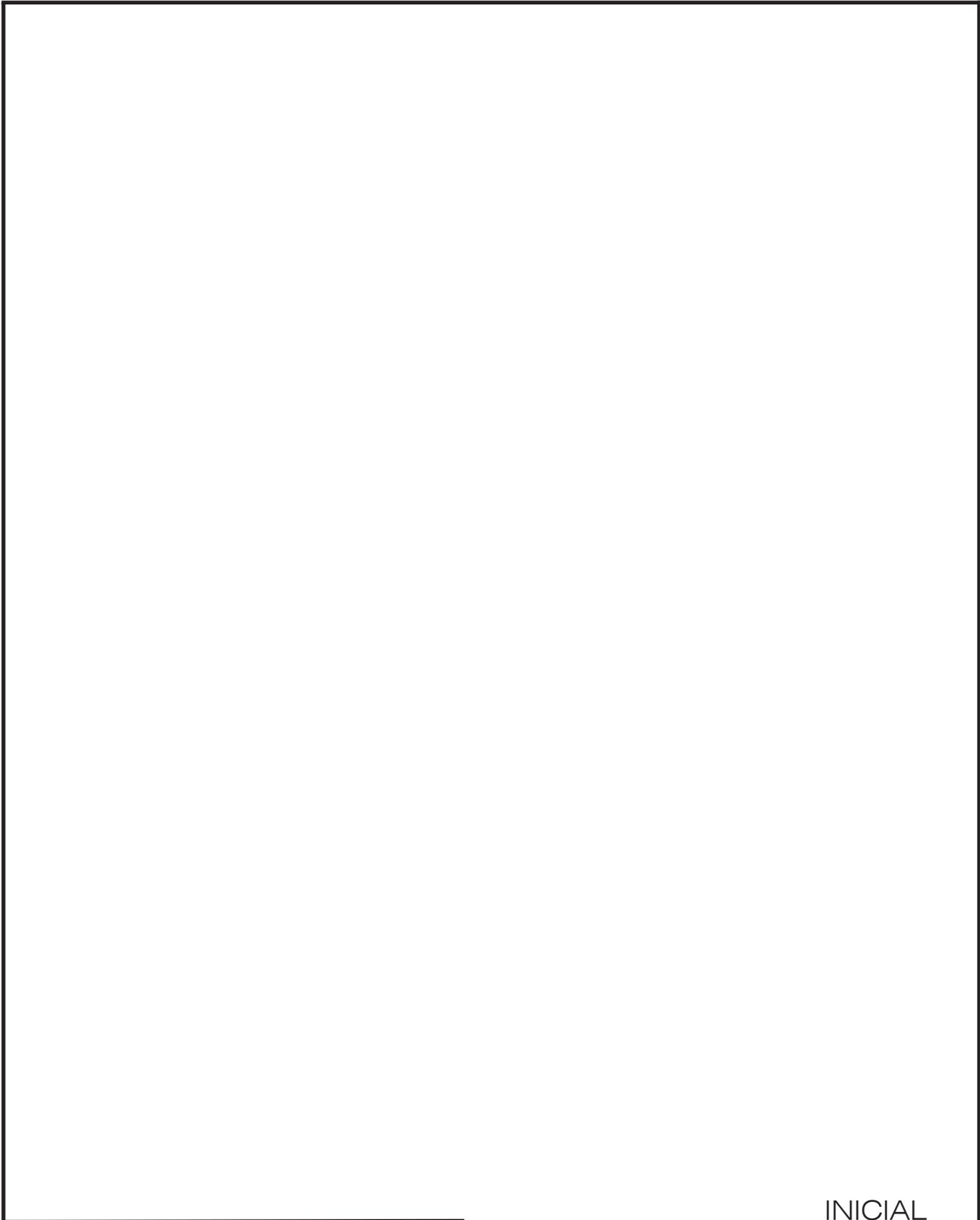
JANBU



MORGENSTERN Y PRICE

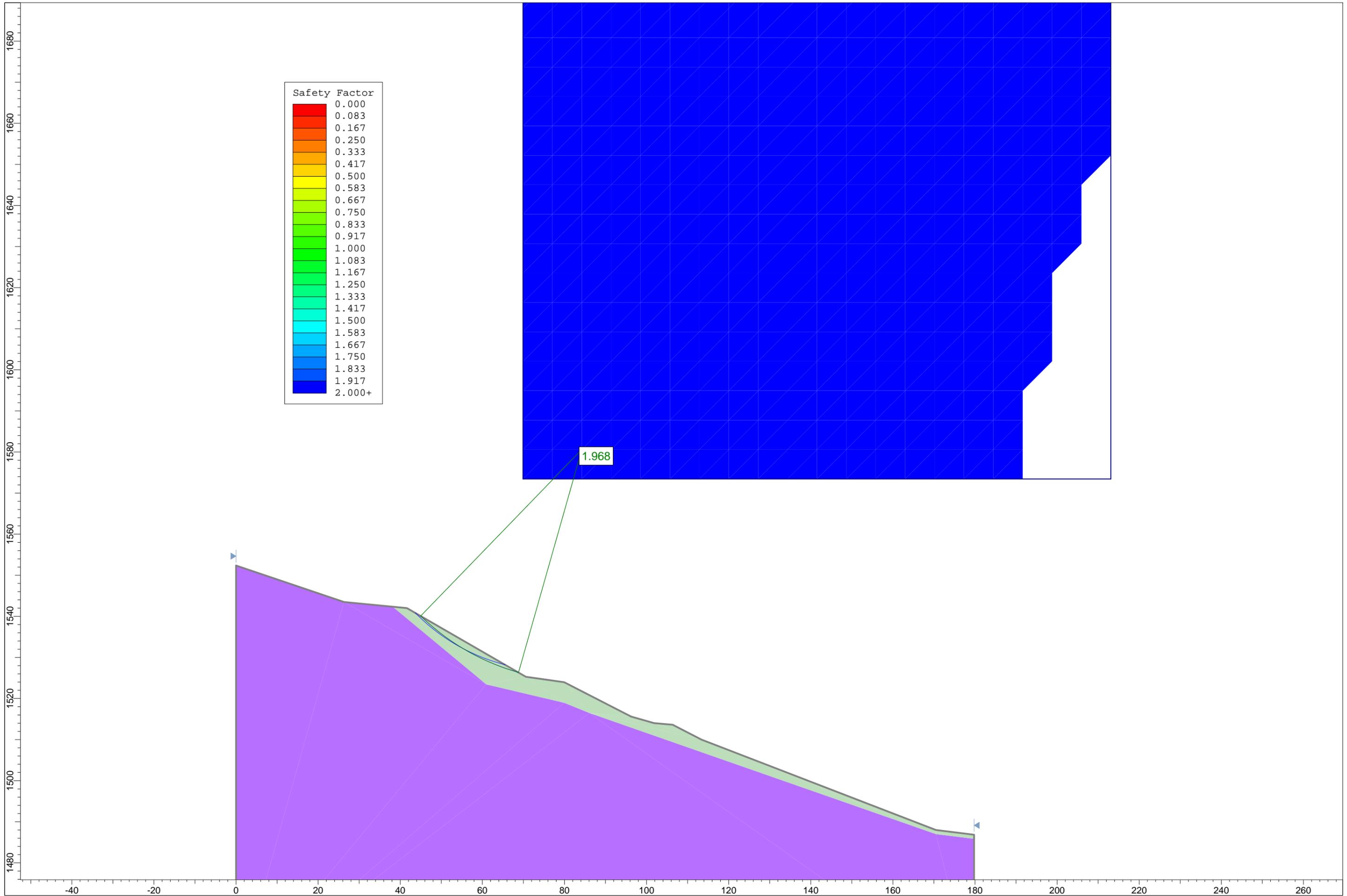


ST-11

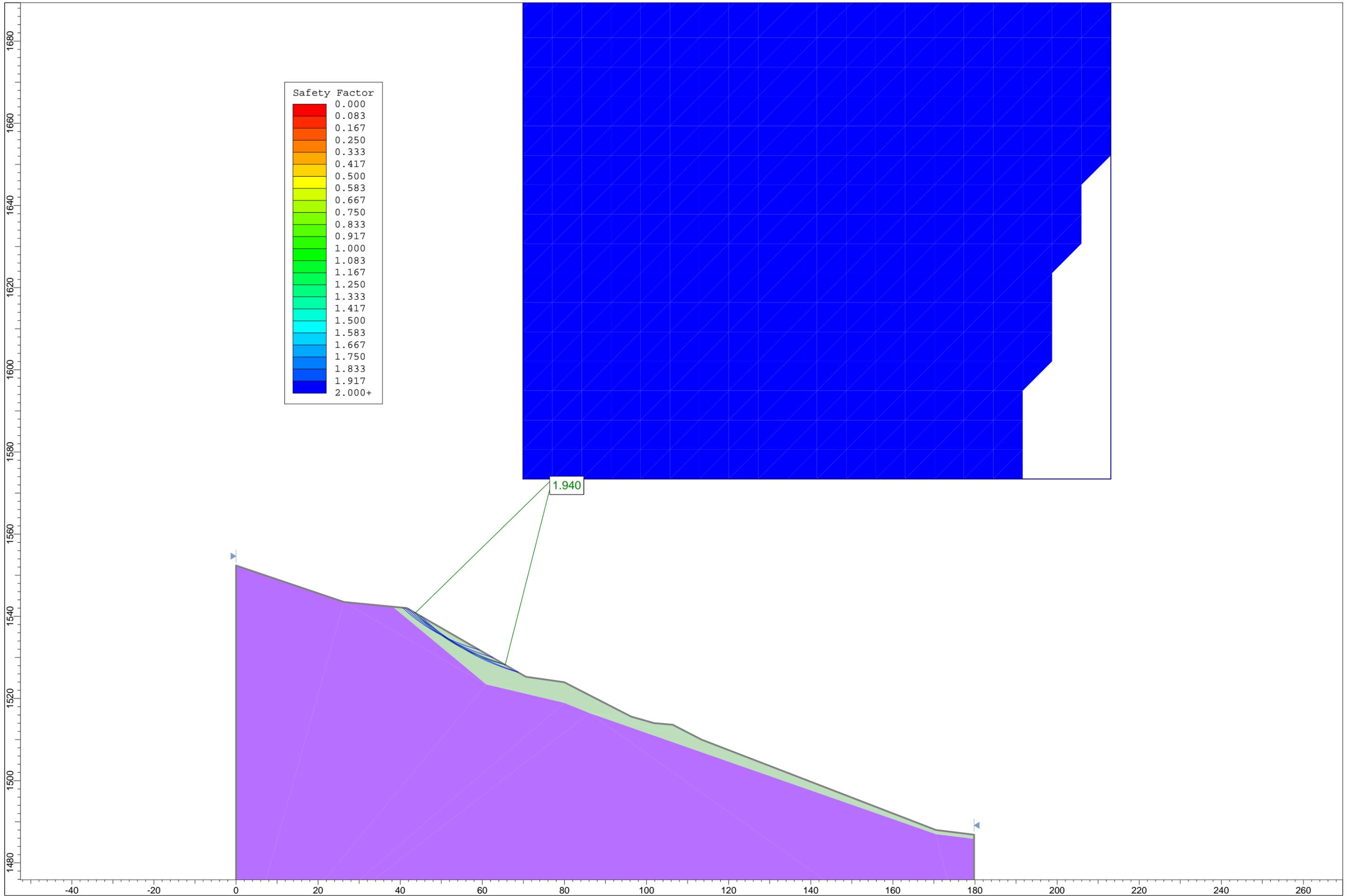


INICIAL

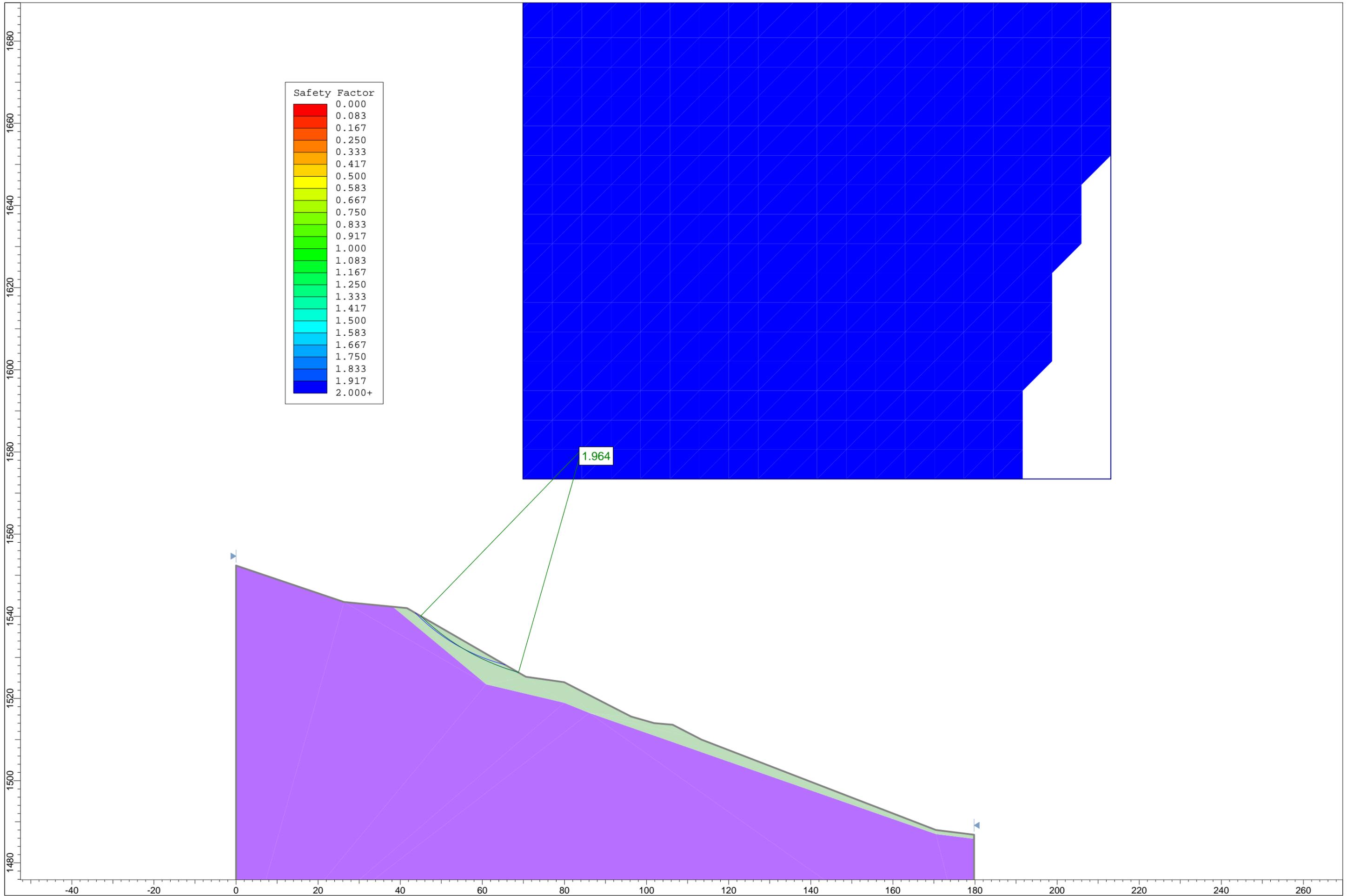
BISHOP



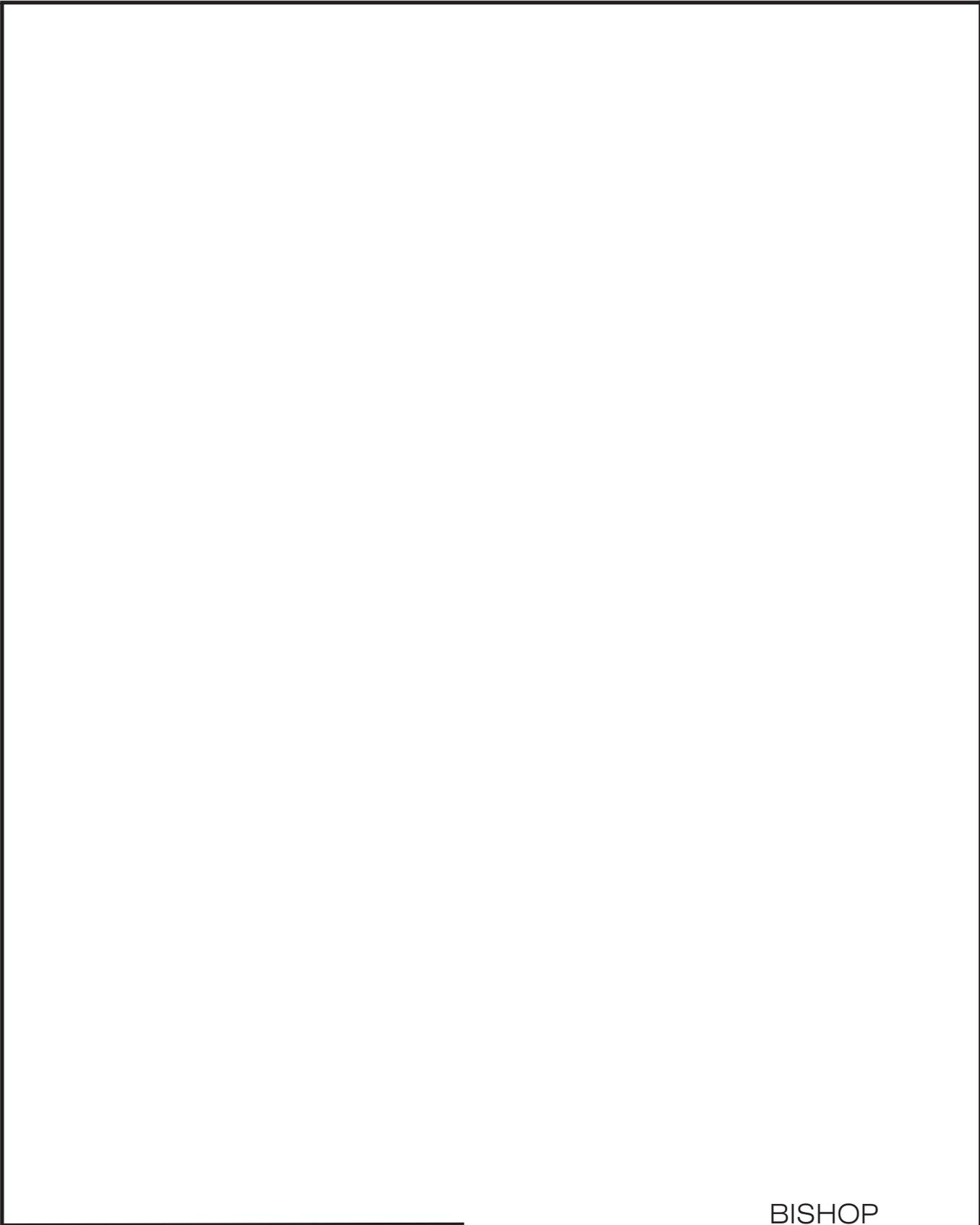
JANBU



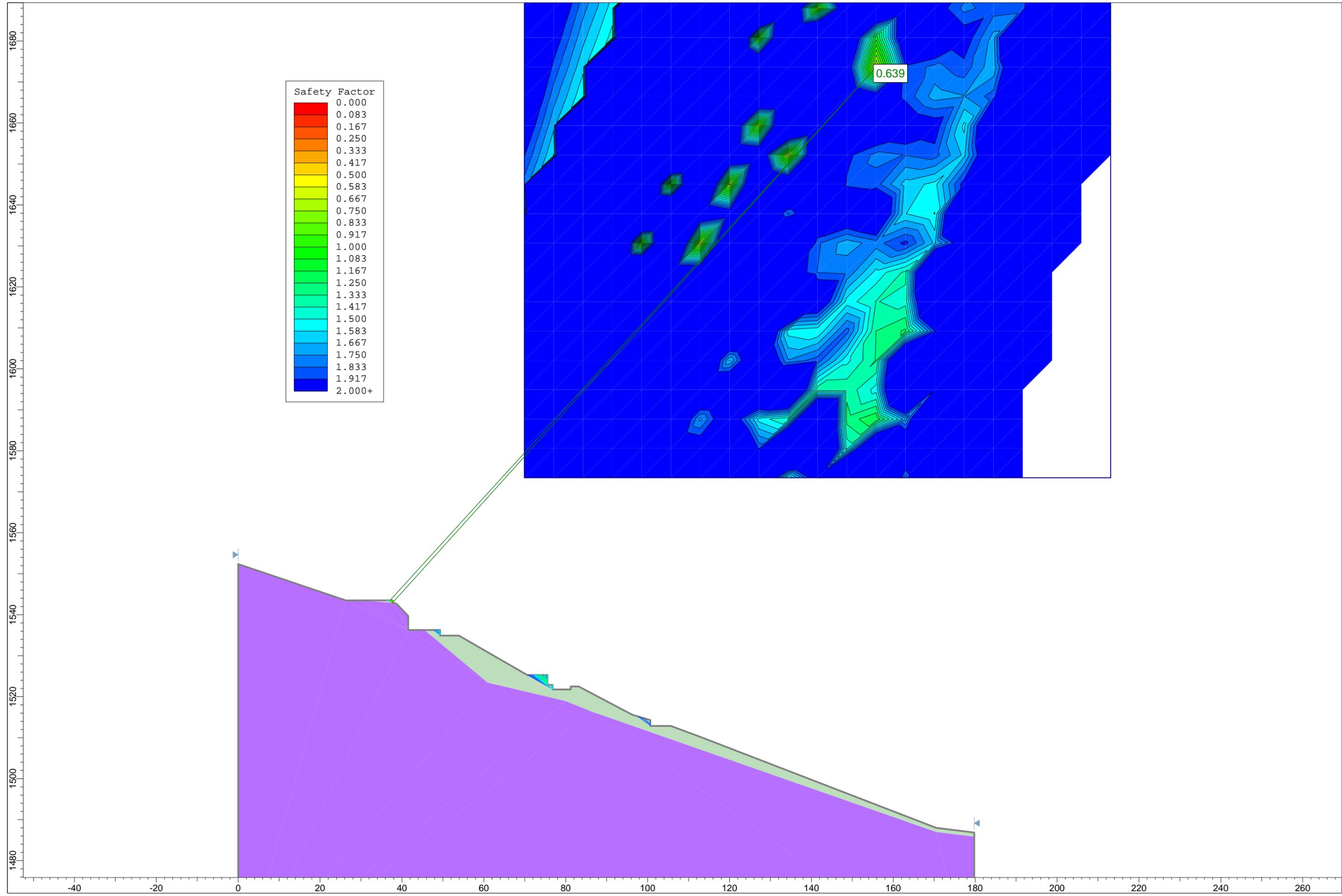
MORGENSTERN Y PRICE



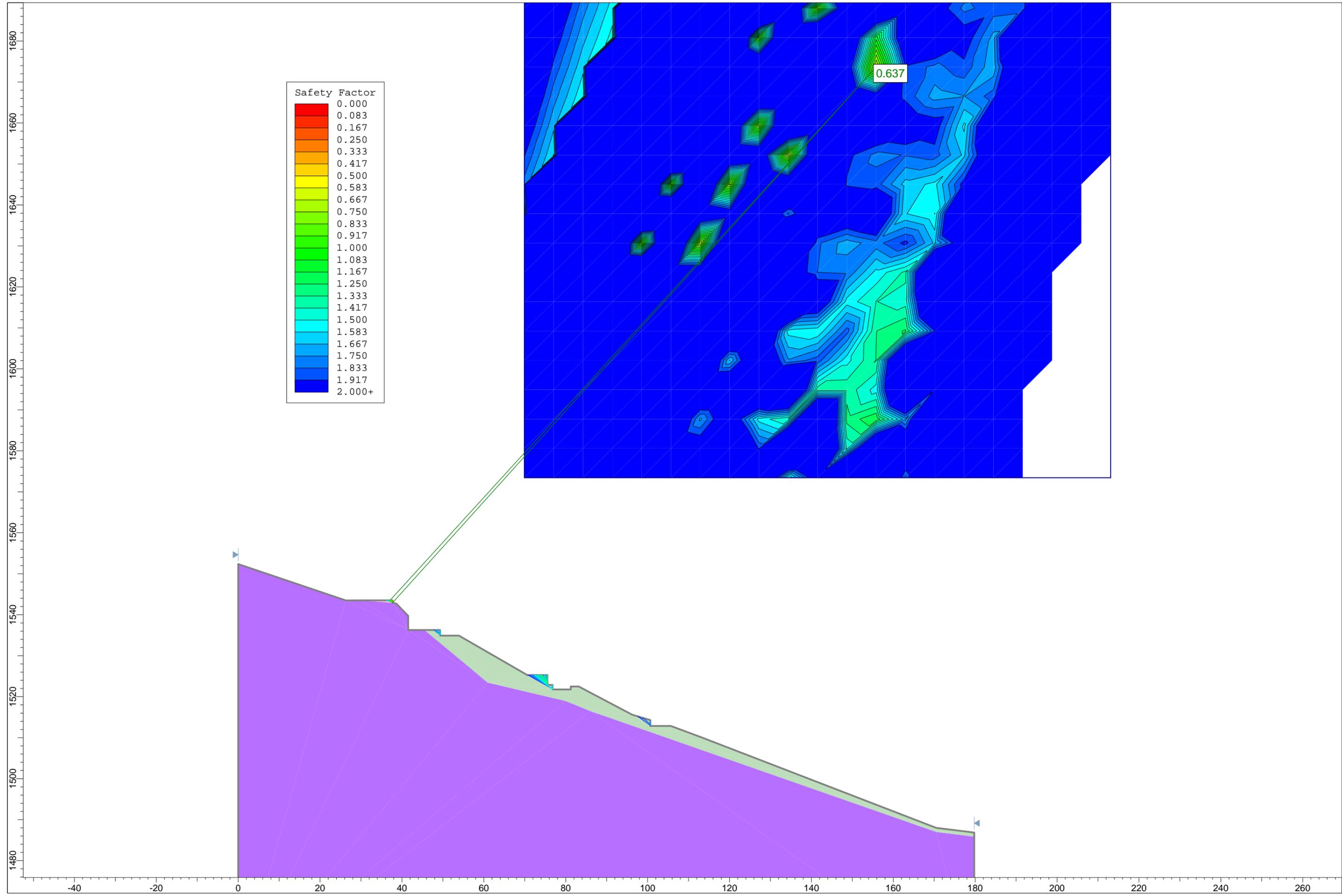
URBANIZACIÓN



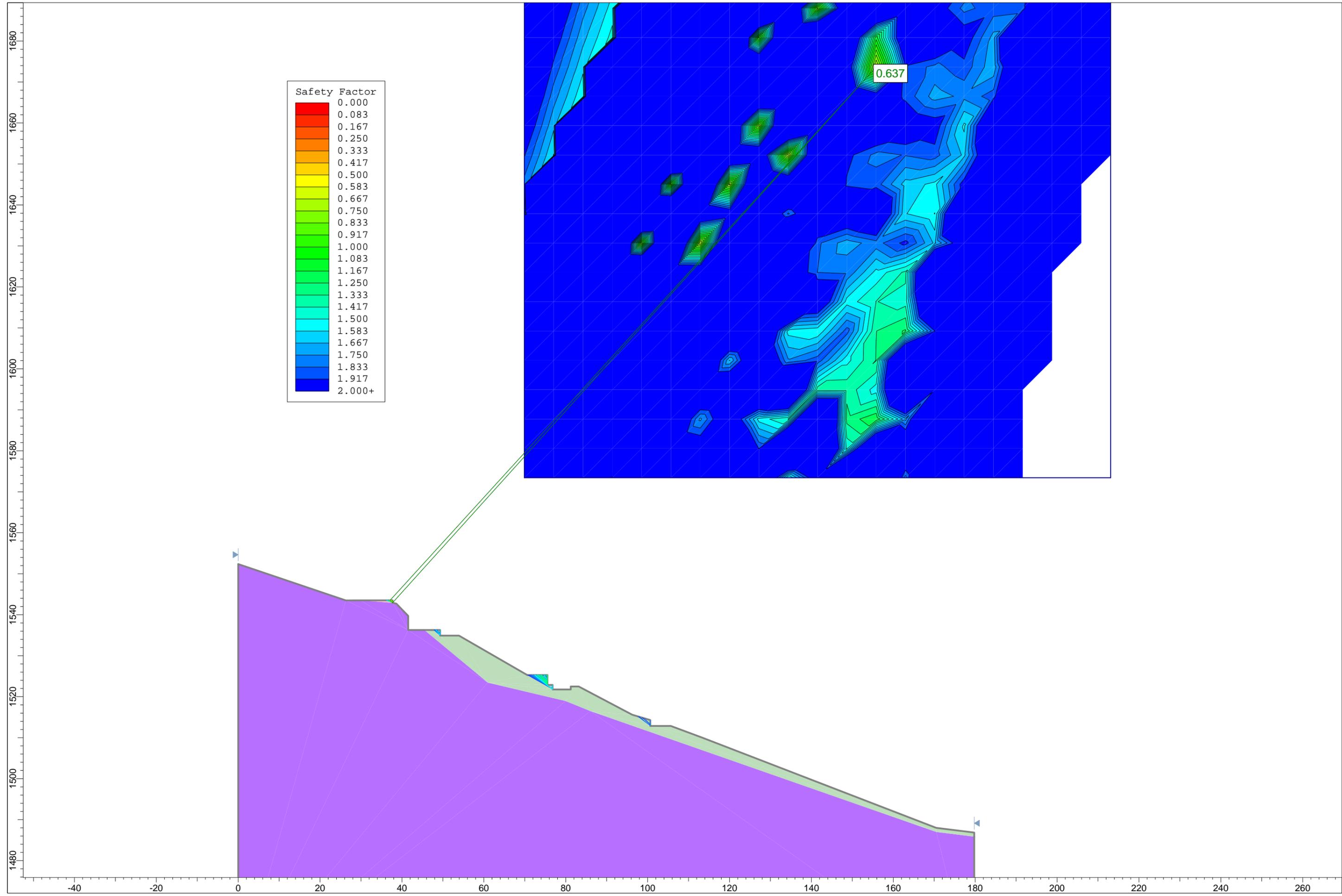
BISHOP



JANBU

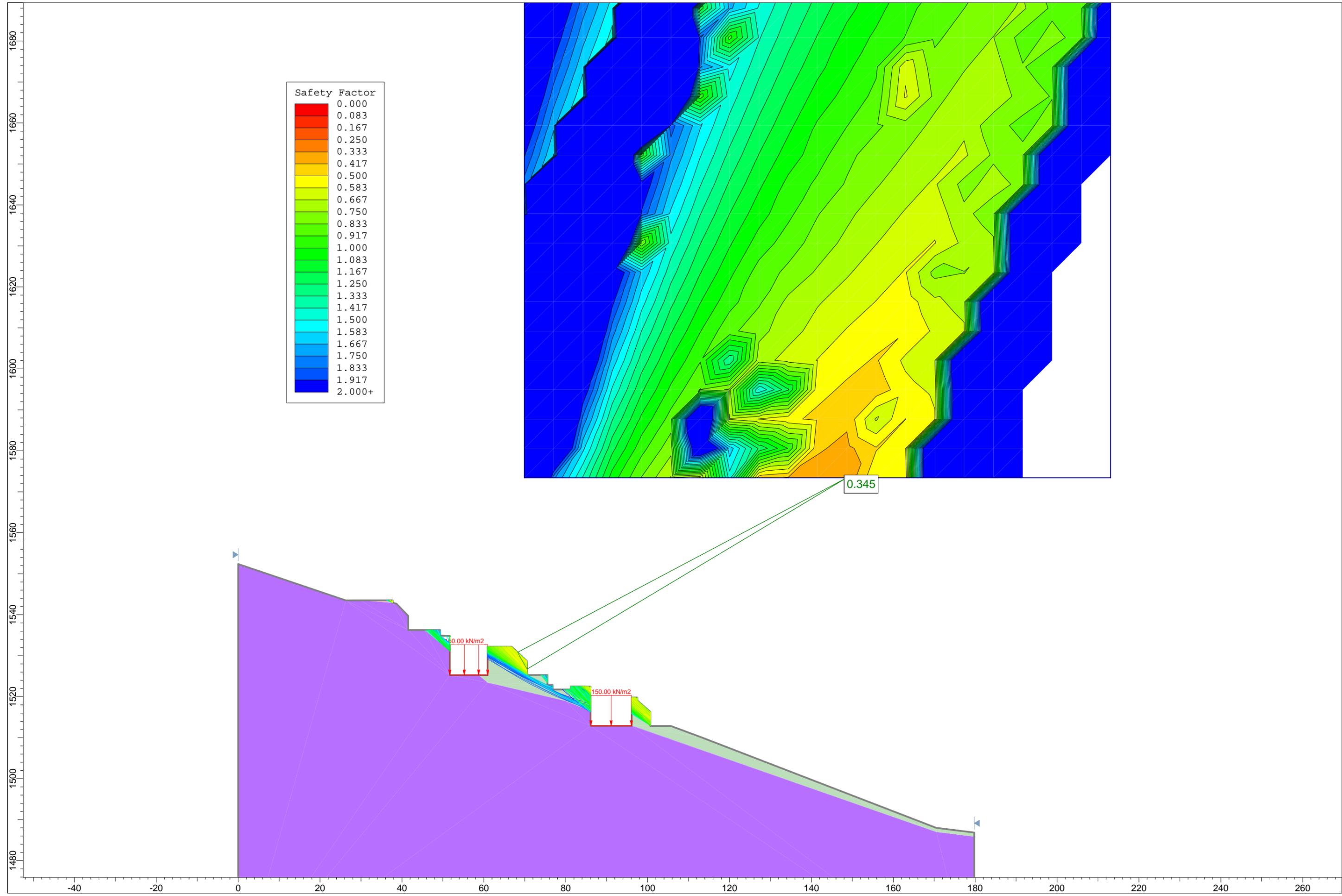


MORGENSTERN Y PRICE

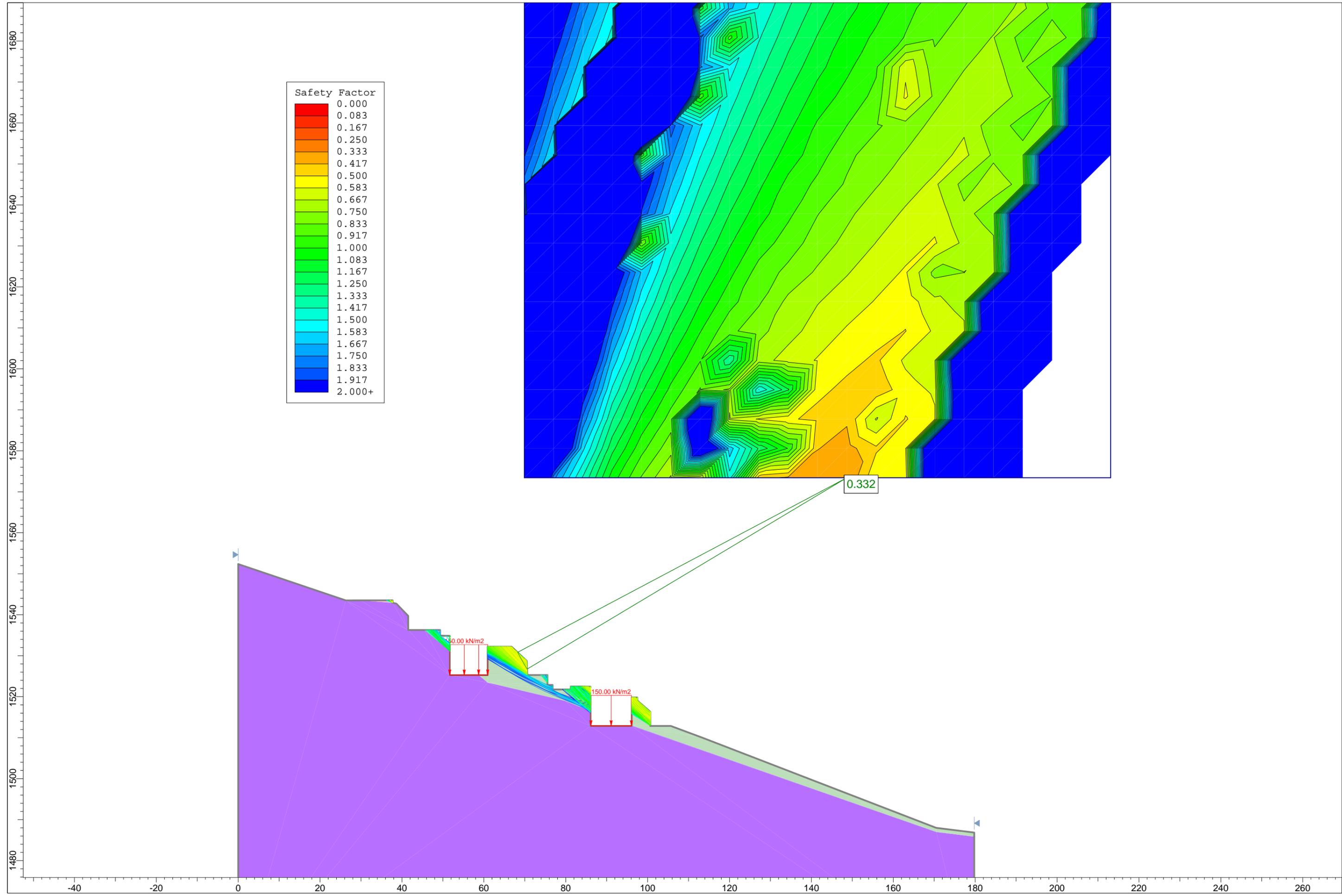


FINAL

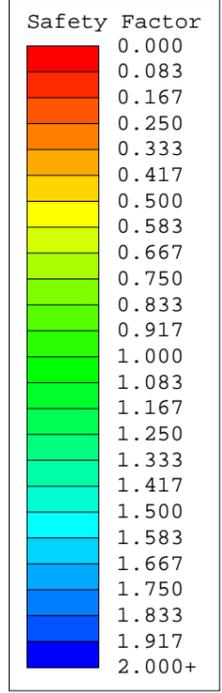
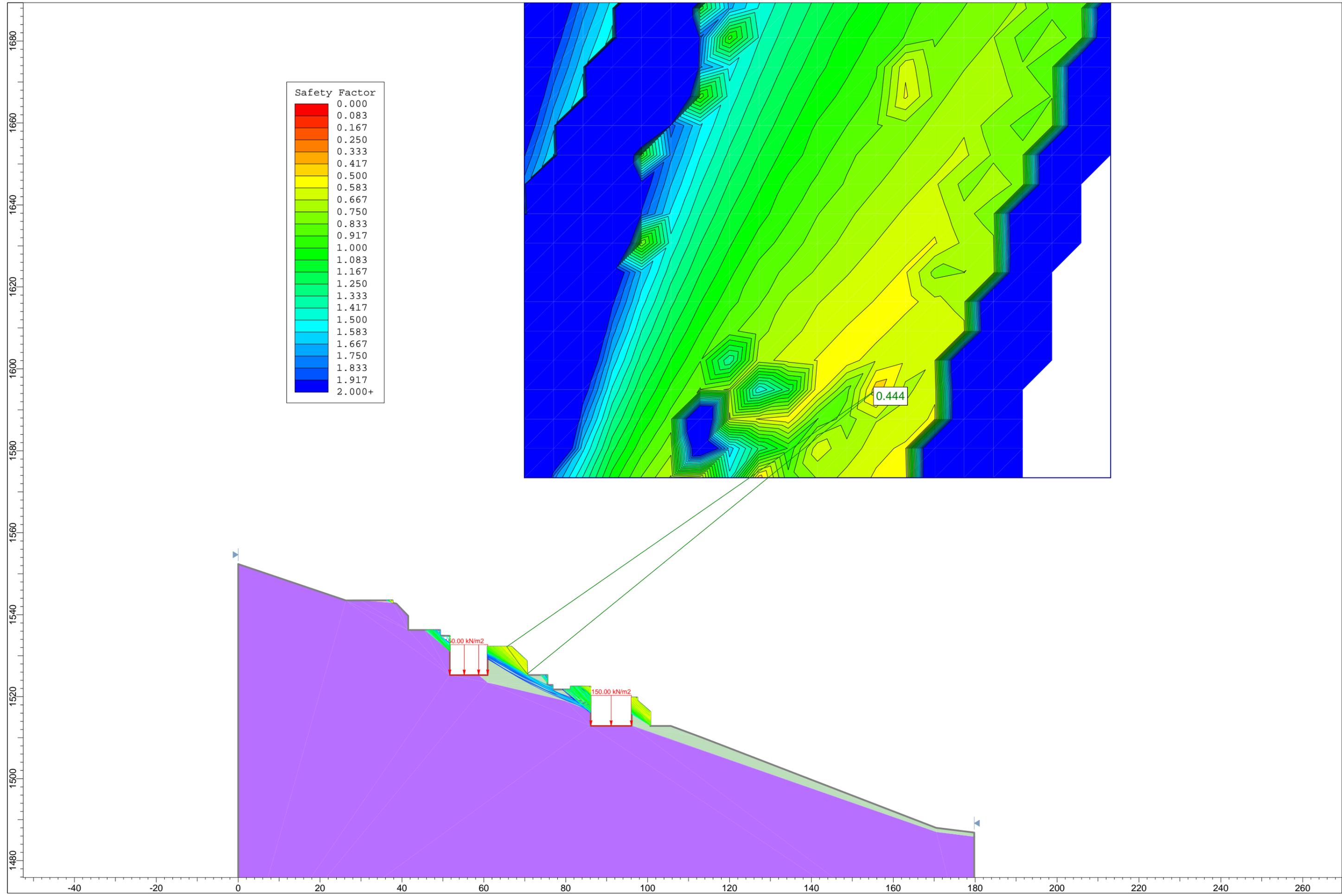
BISHOP



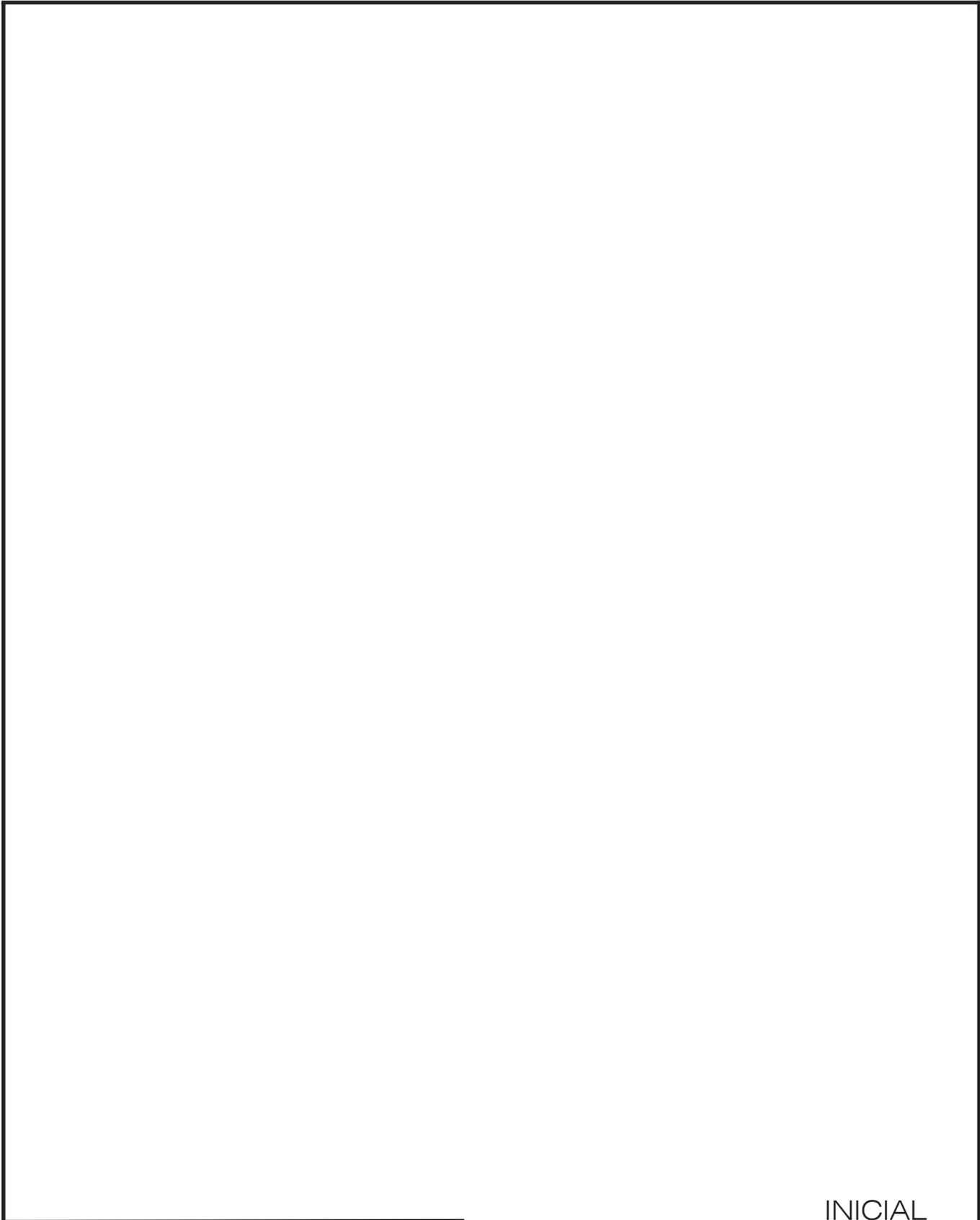
JANBU



MORGENSTERN Y PRICE

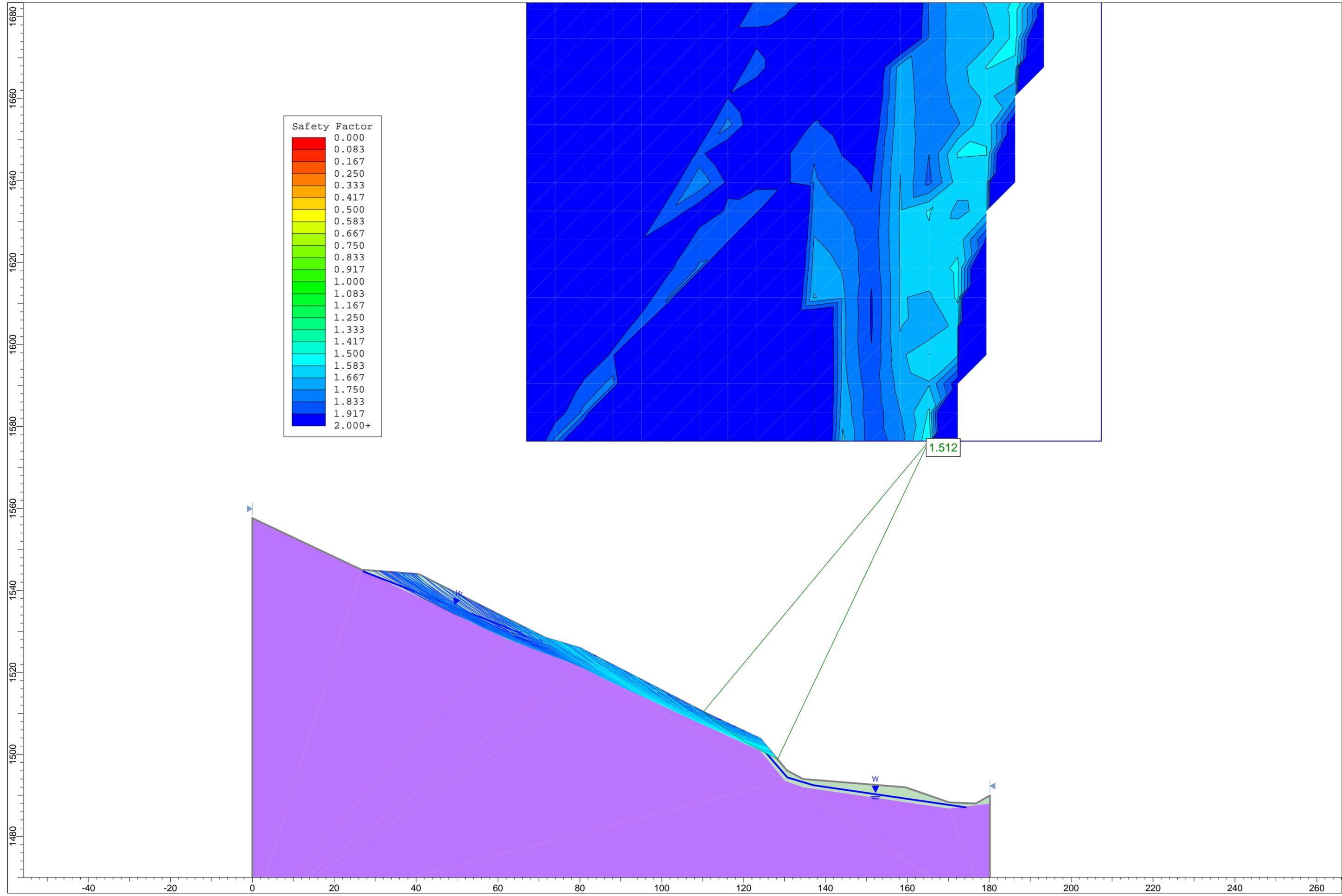


0.444

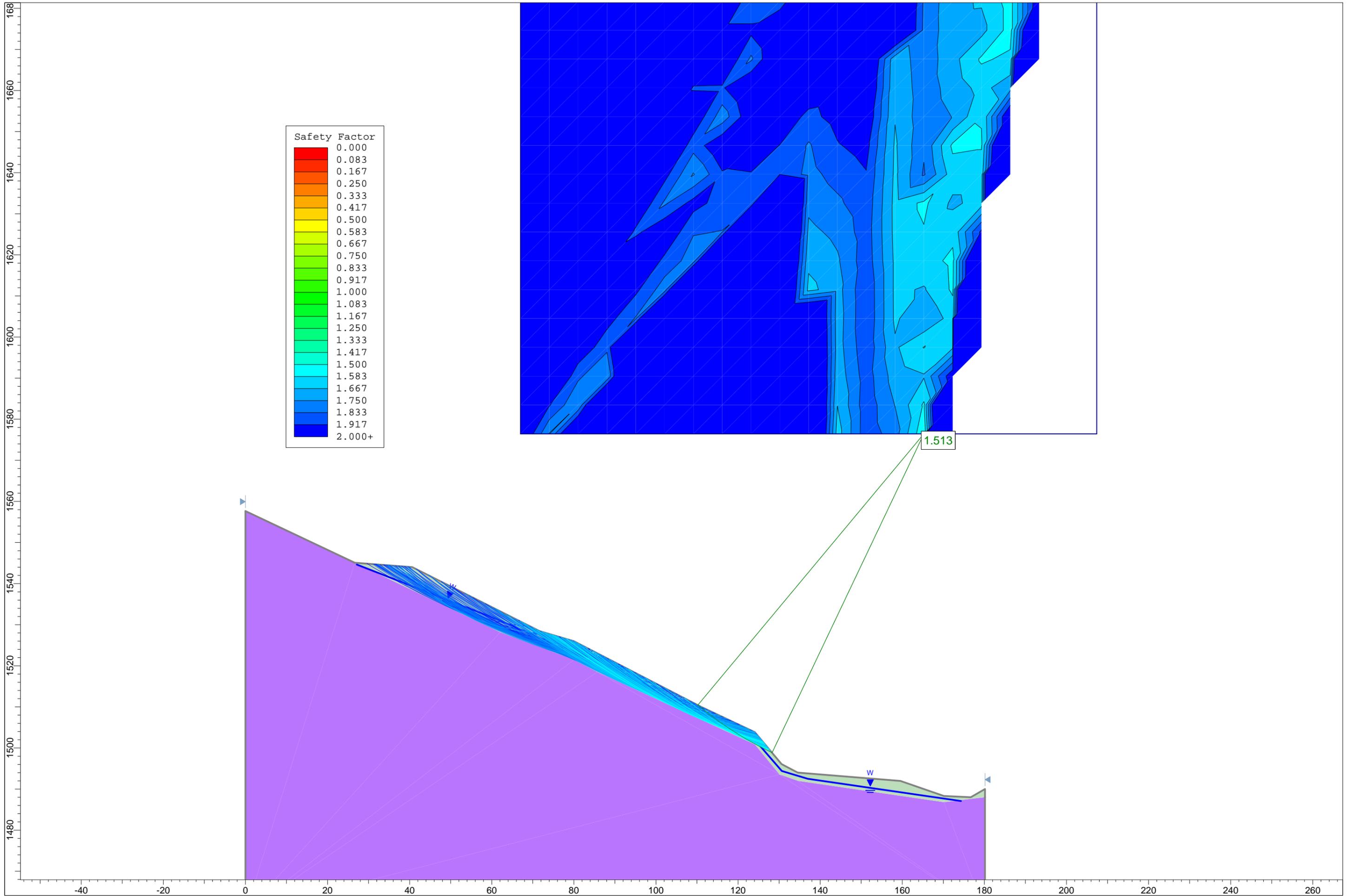


INICIAL

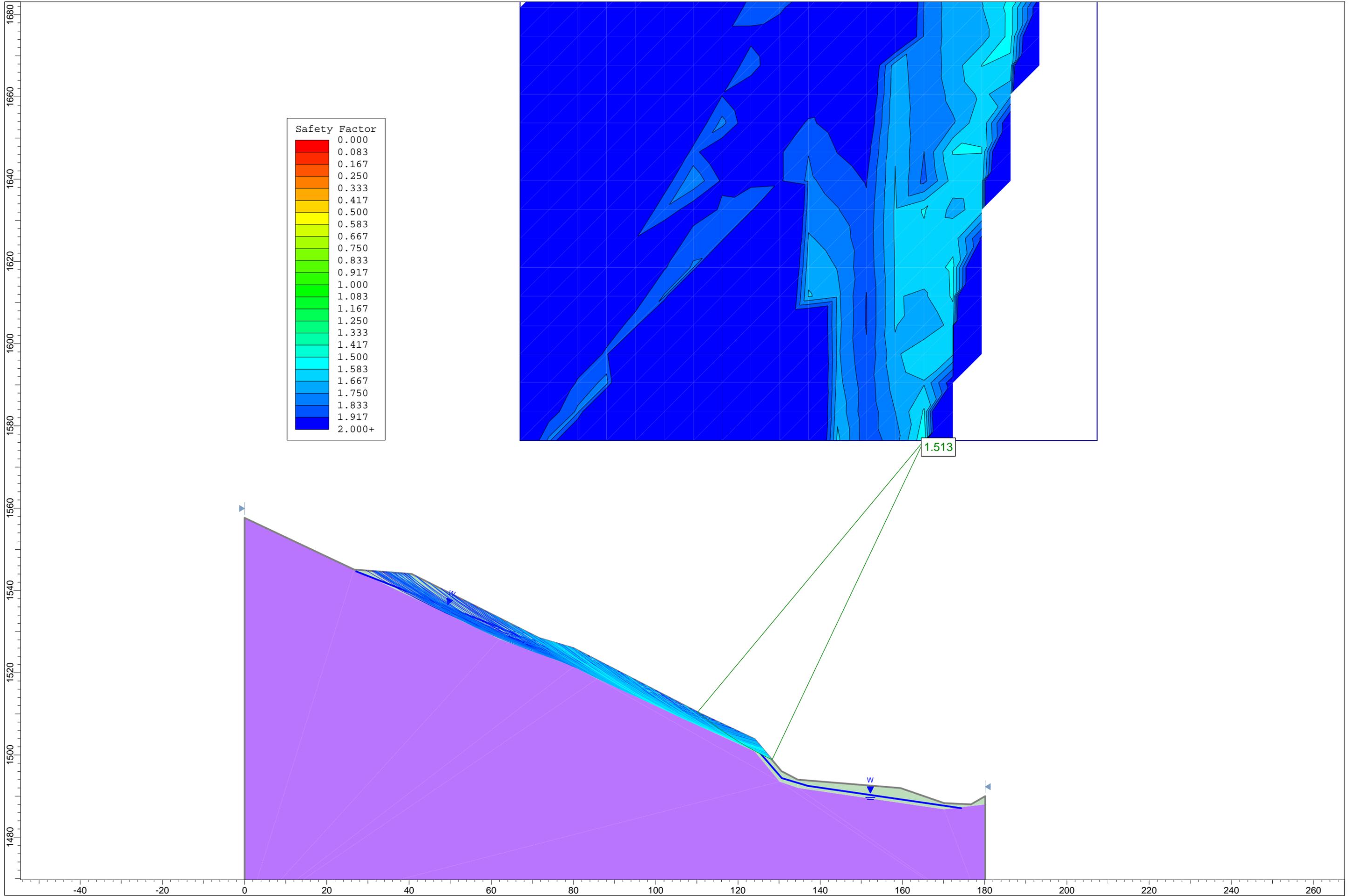
BISHOP



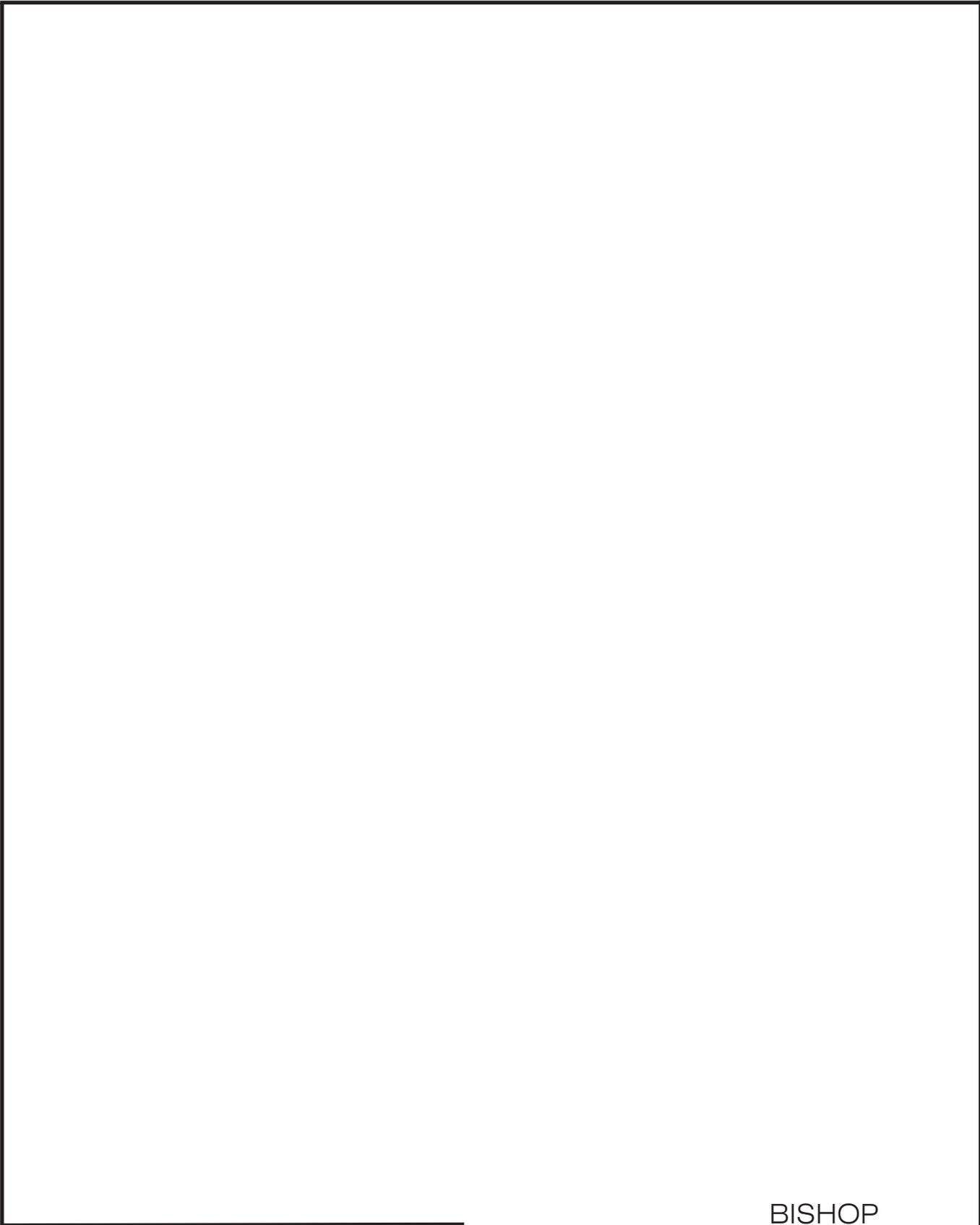
JANBU



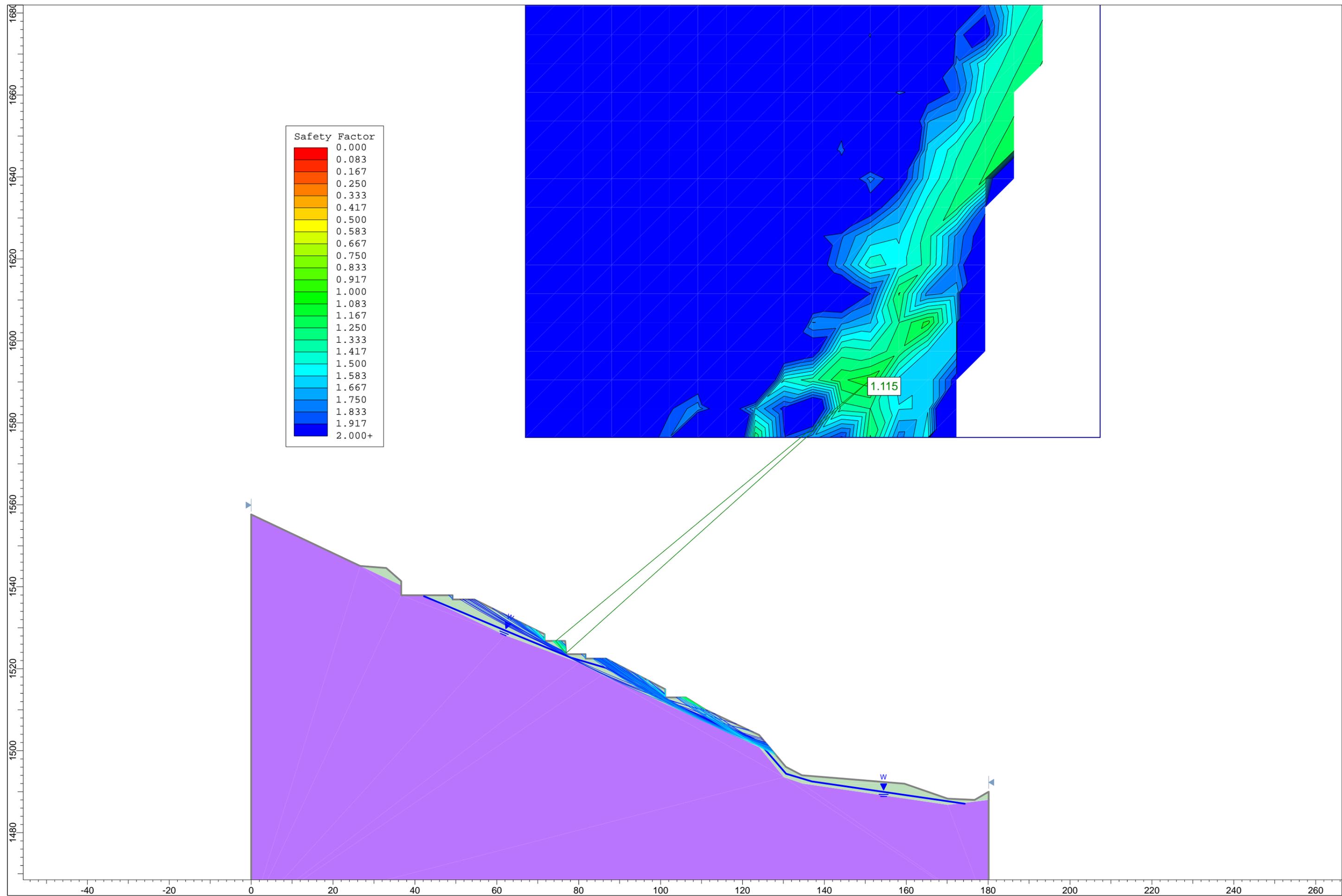
MORGENSTERN Y PRICE



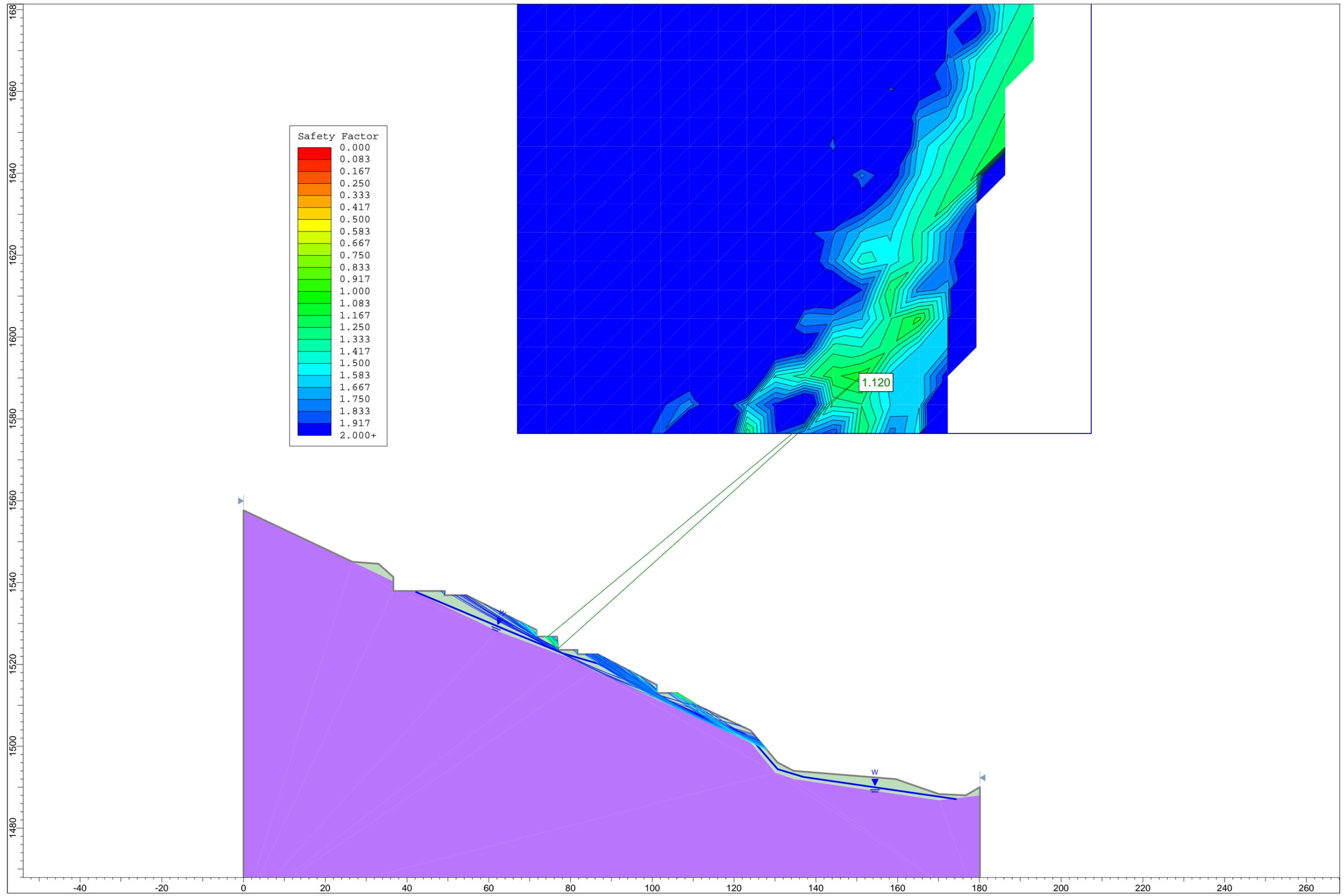
URBANIZACIÓN



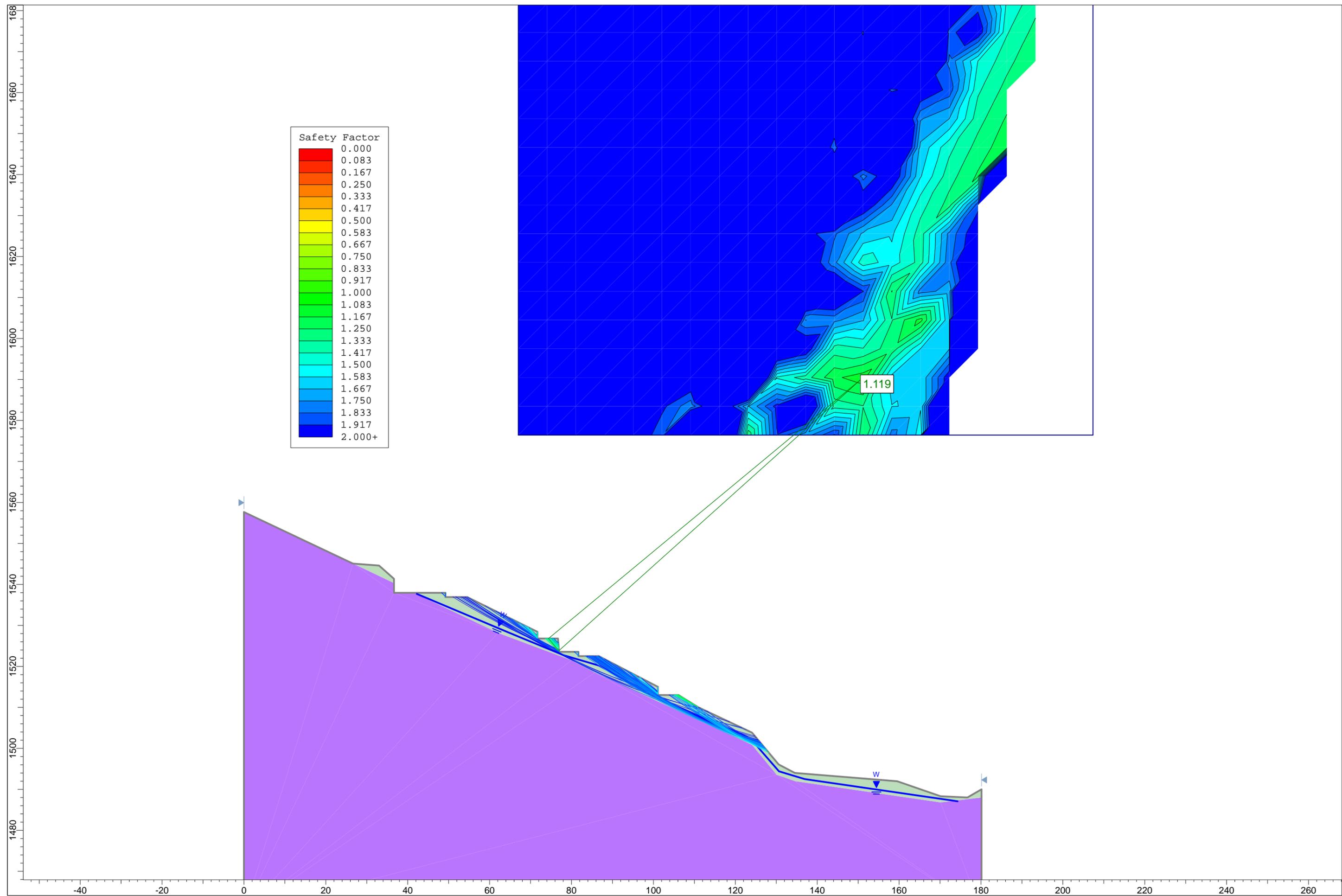
BISHOP



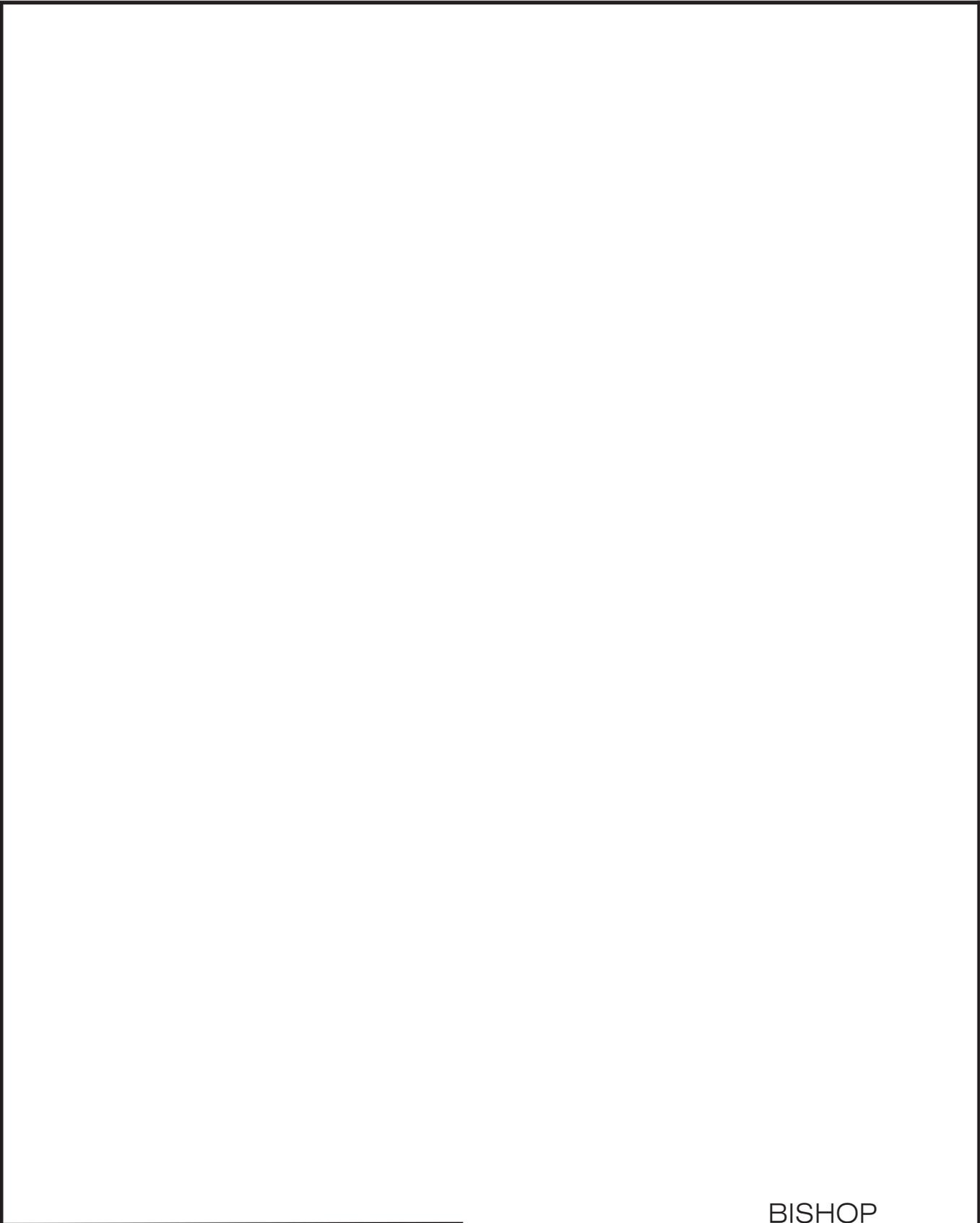
JANBU



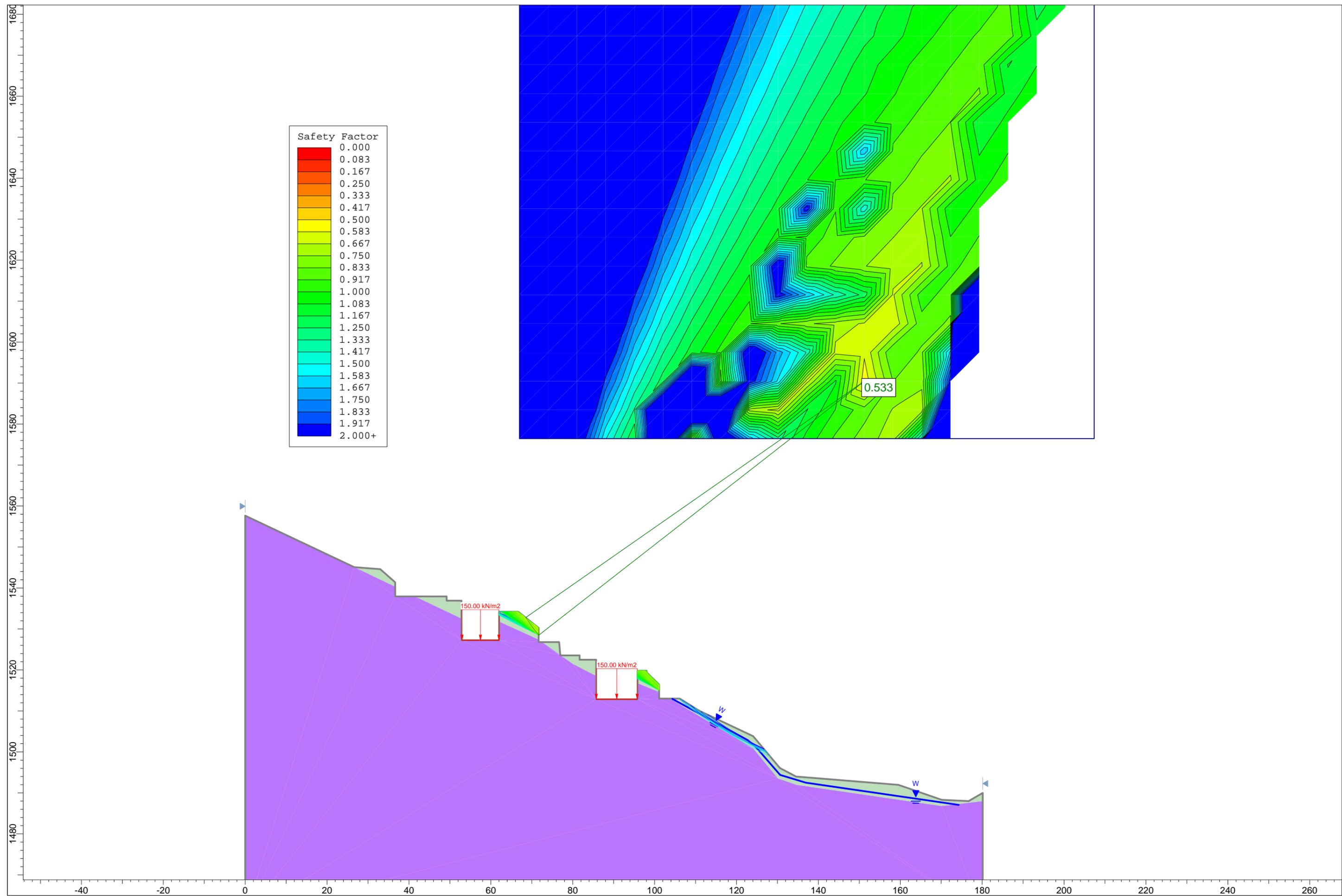
MORGENSTERN Y PRICE



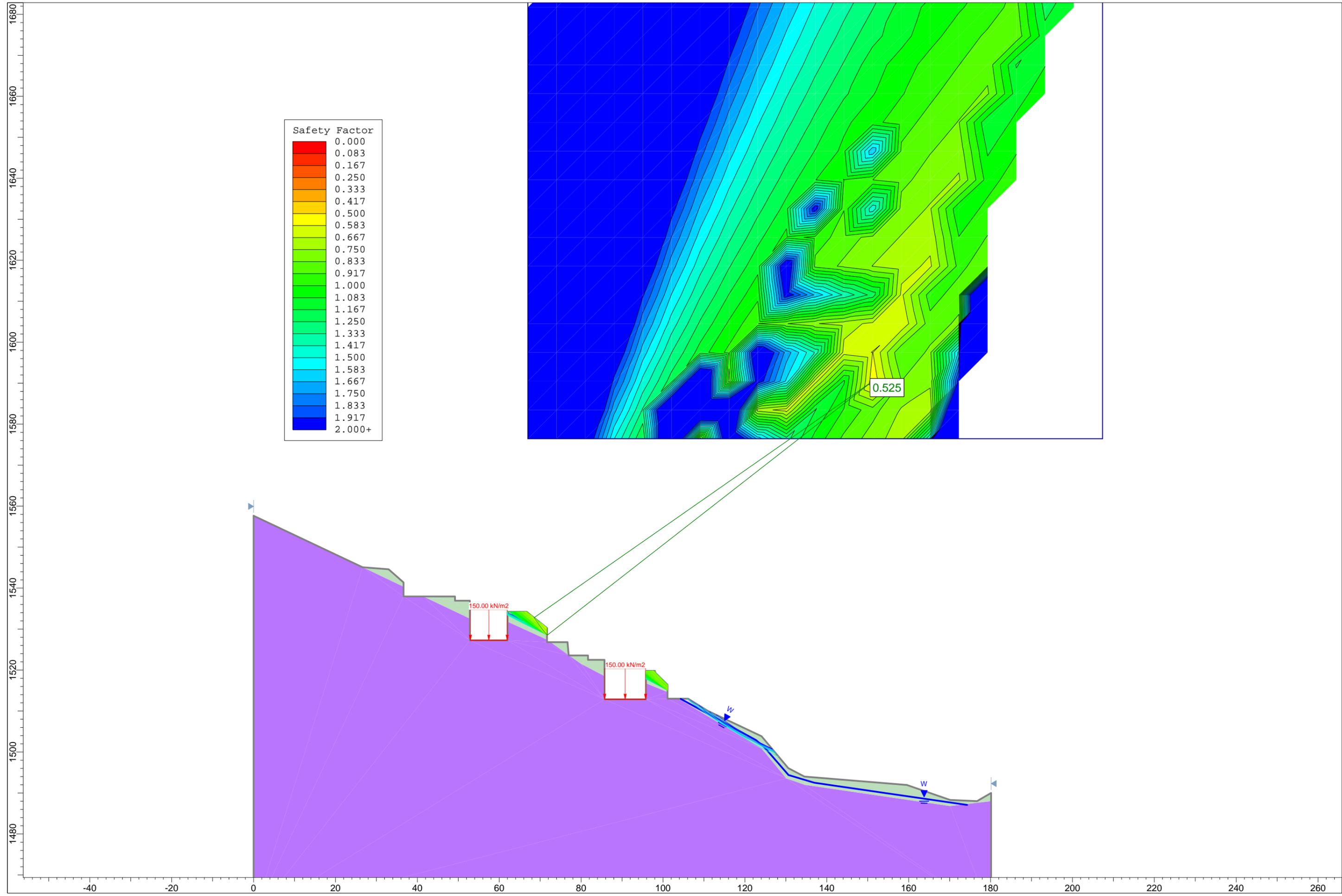
FINAL



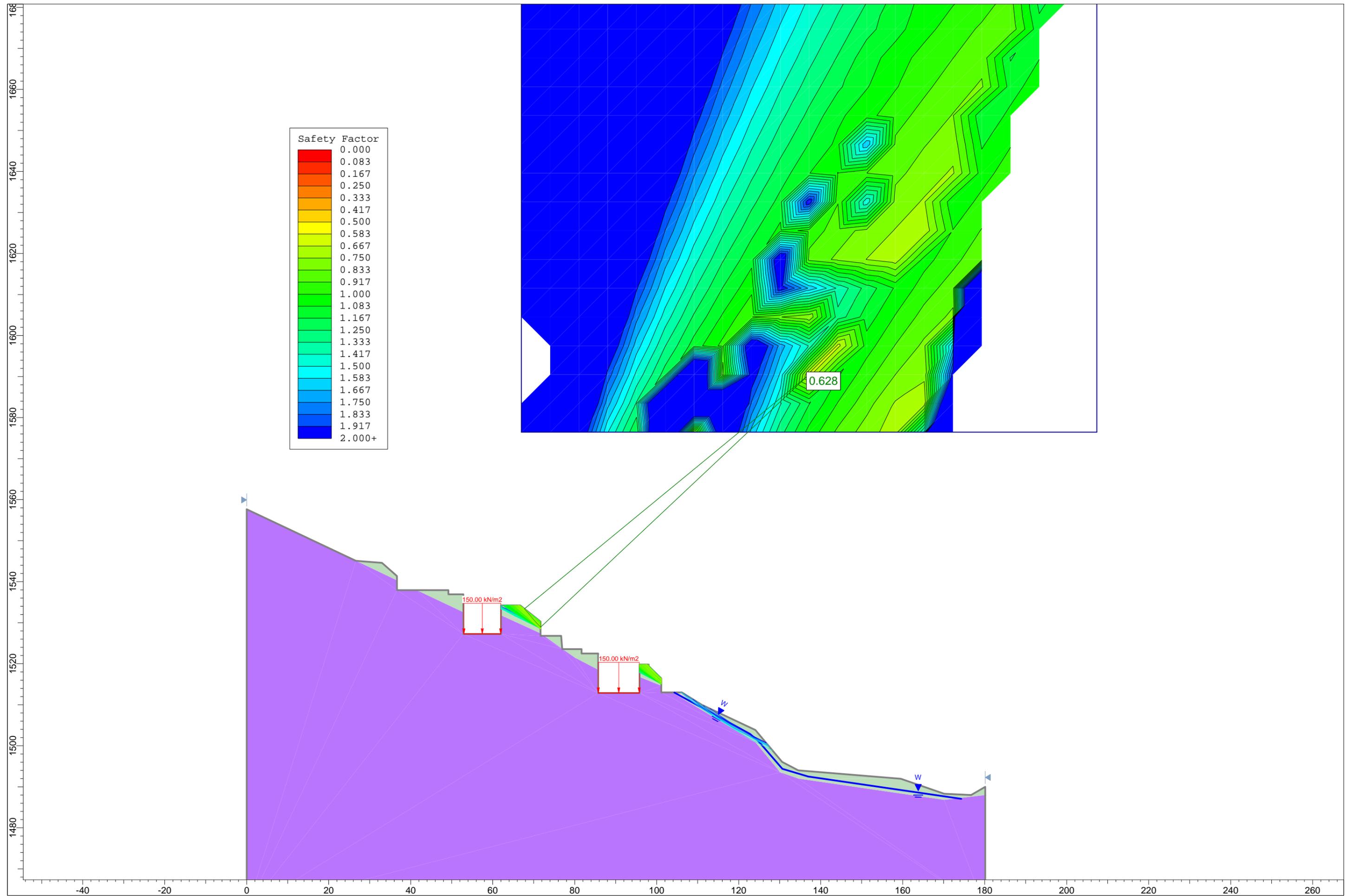
BISHOP

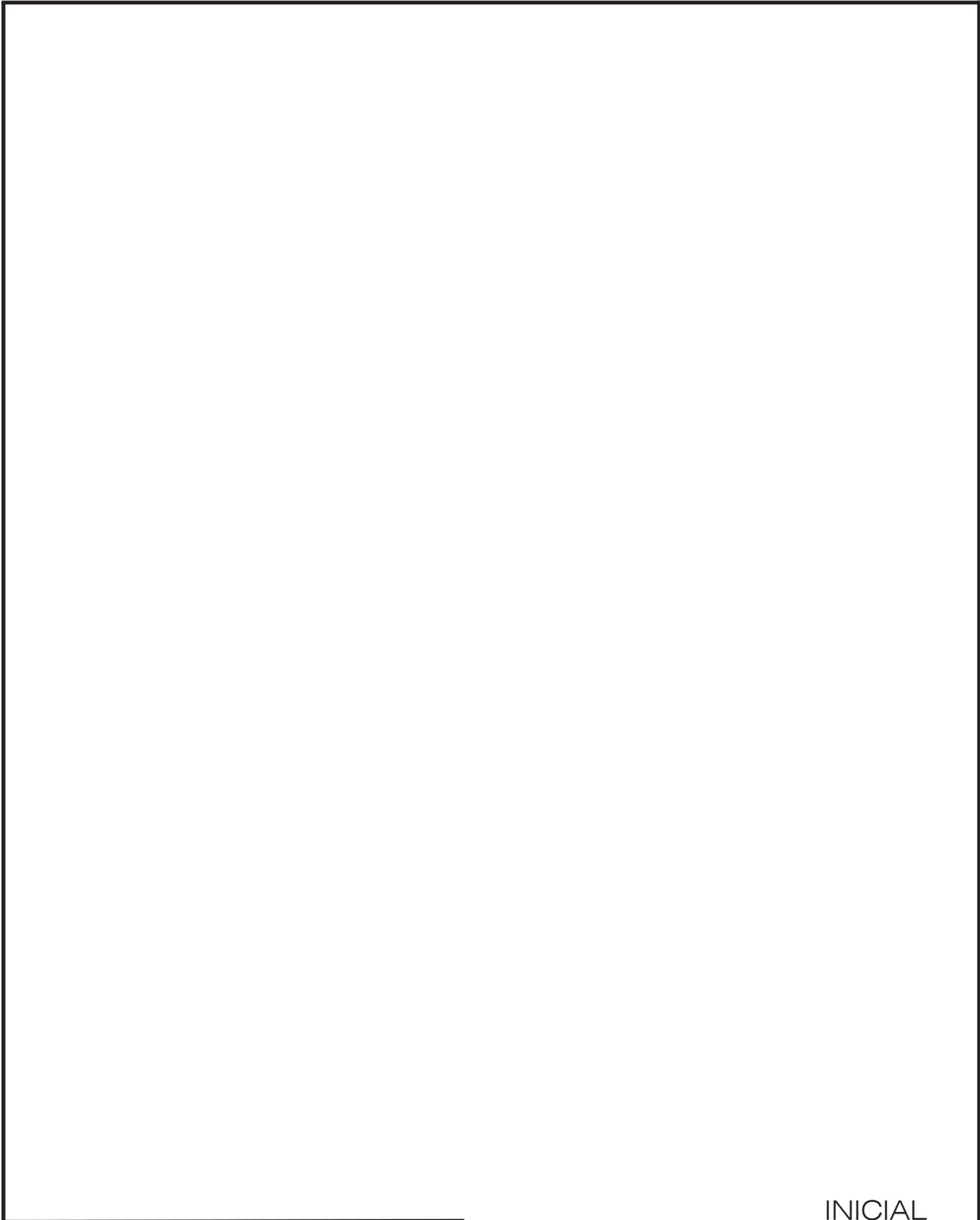


JANBU



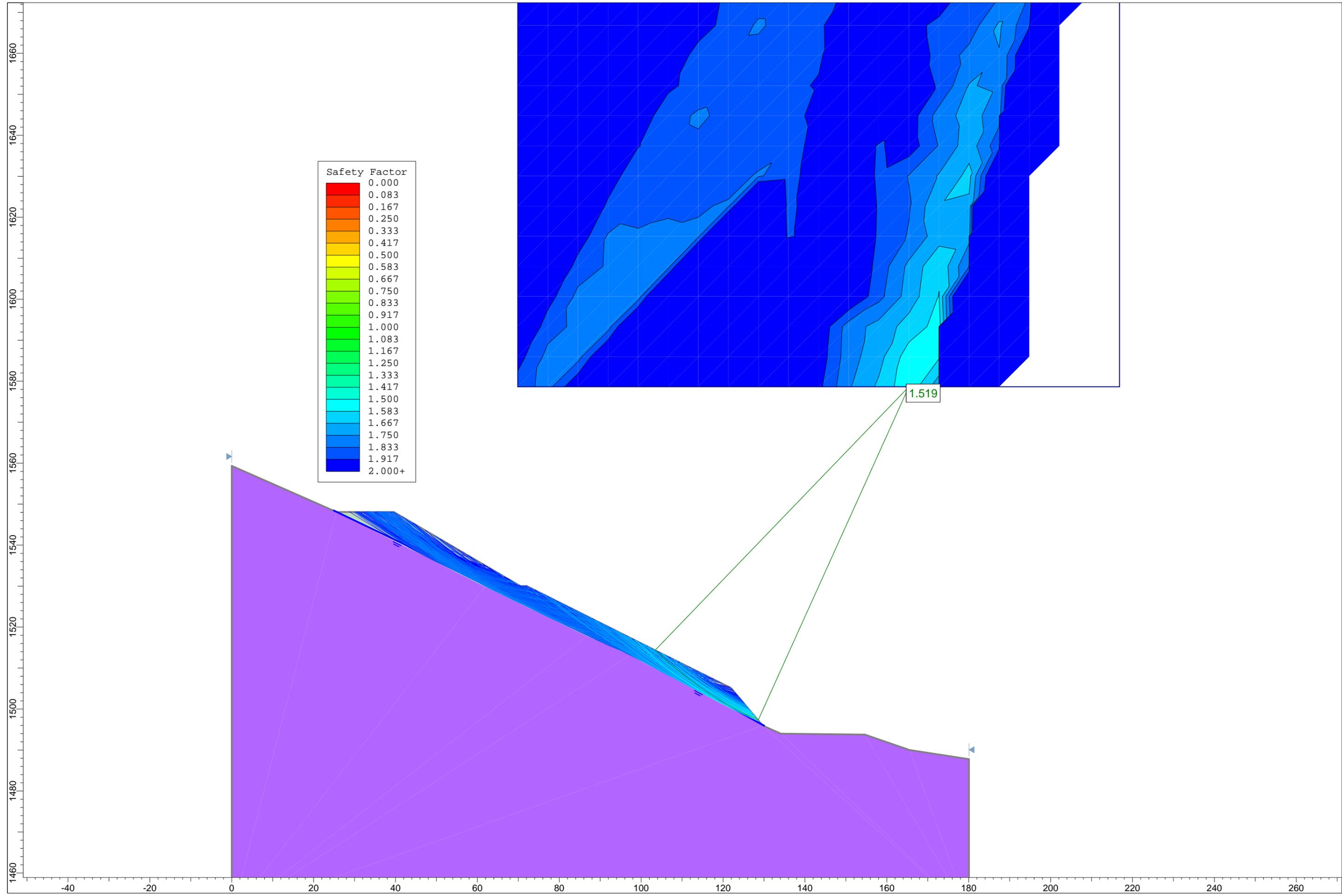
MORGENSTERN Y PRICE





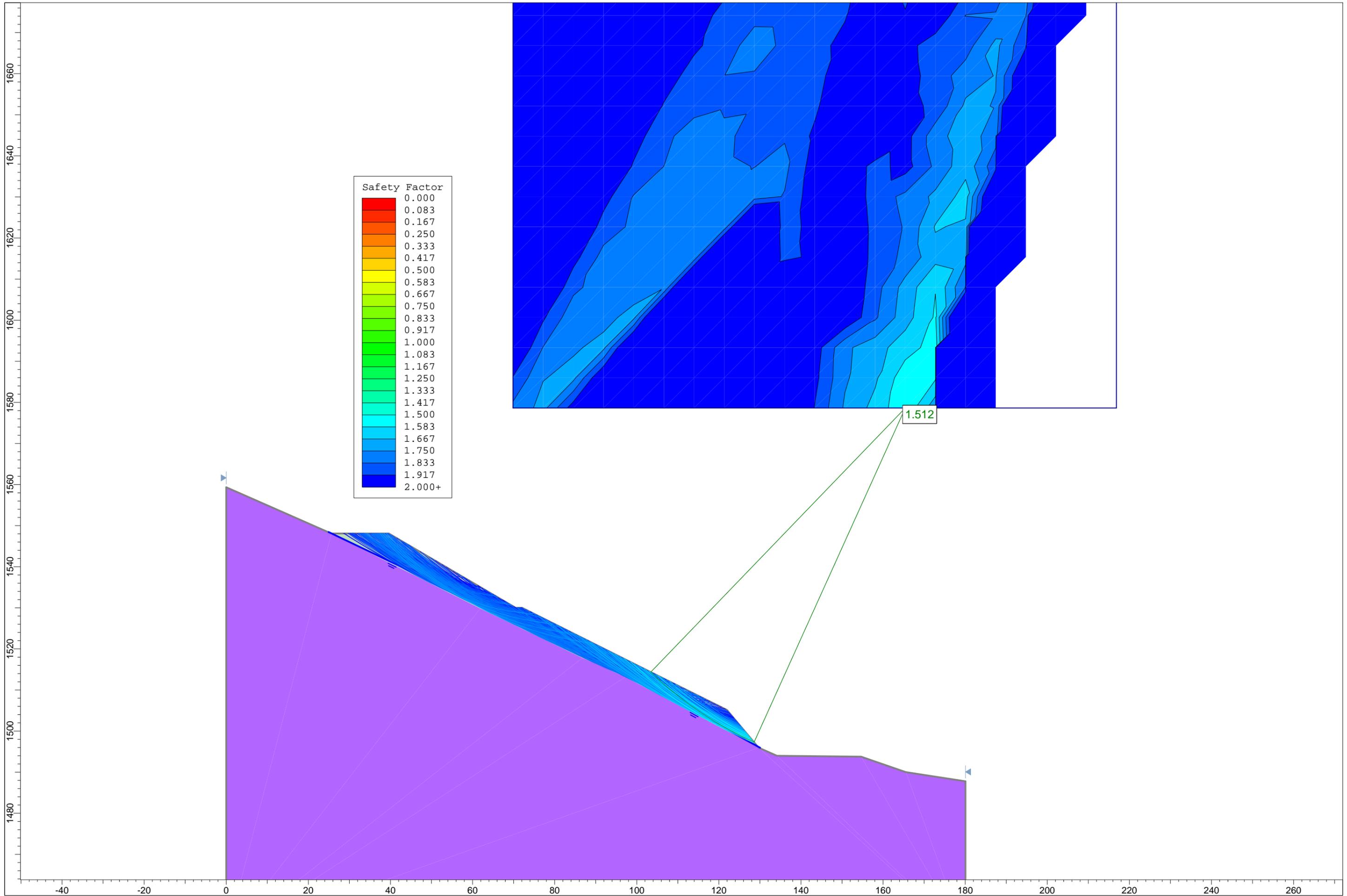
INICIAL

BISHOP

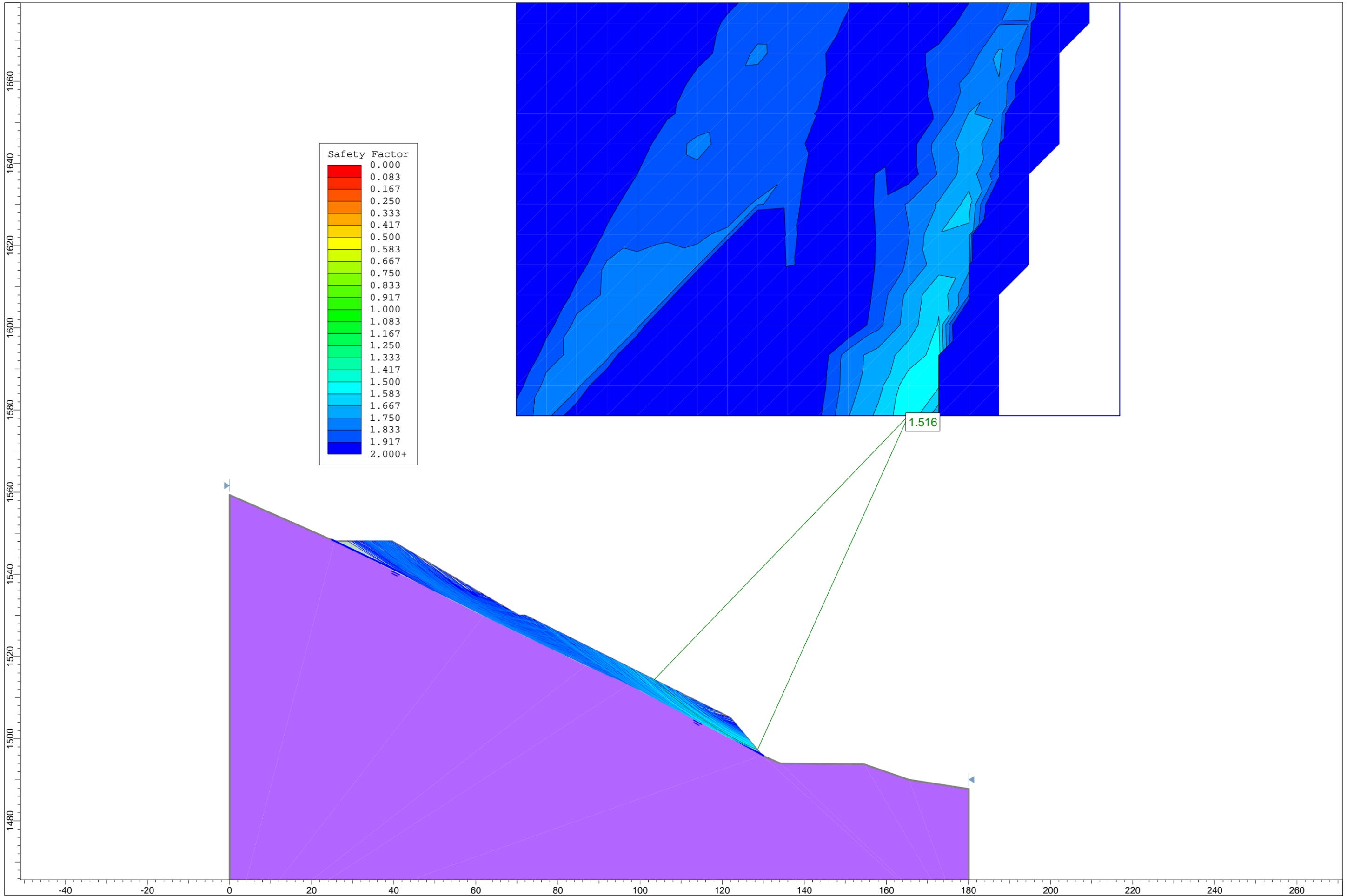


1.519

JANBU

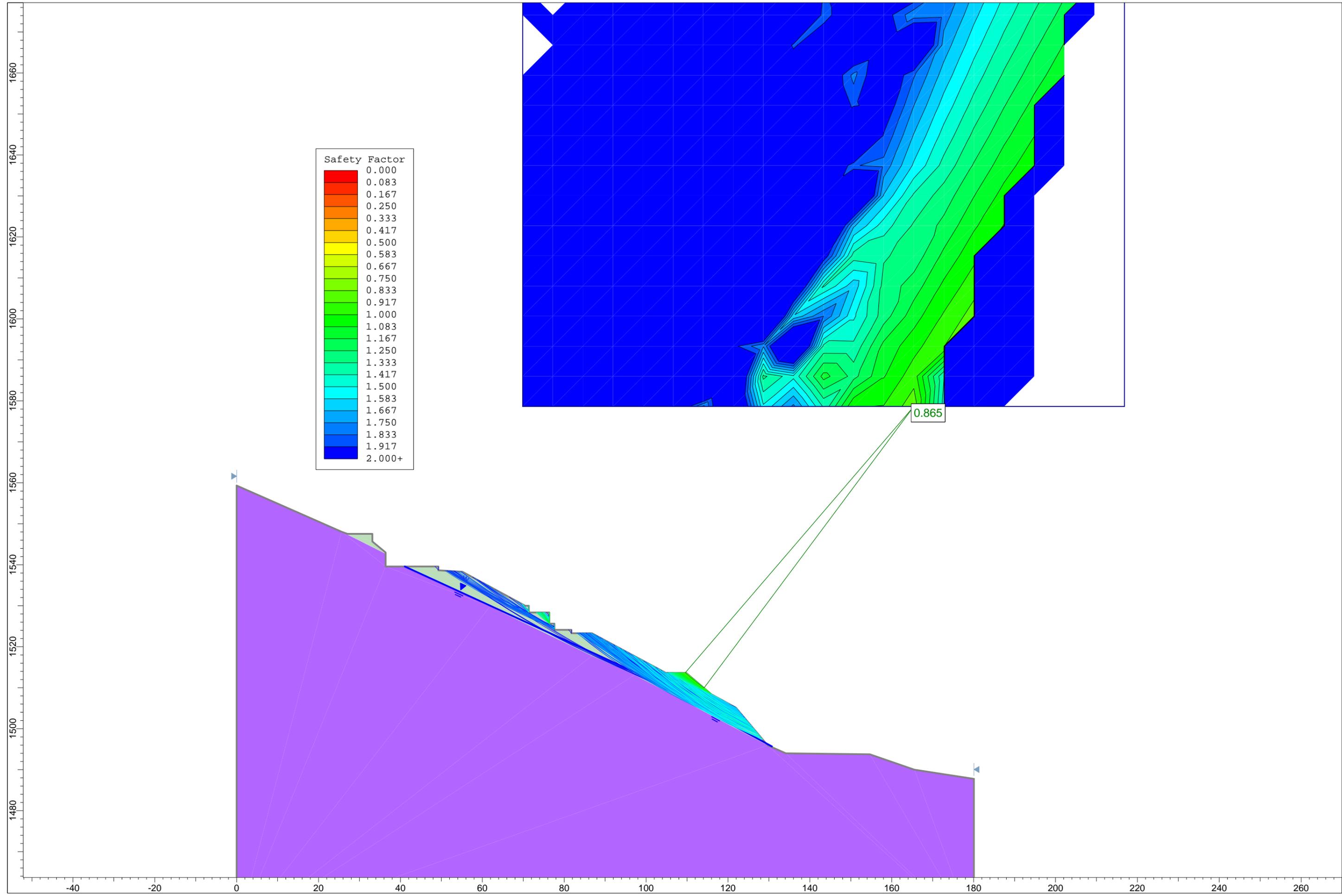


MORGENSTERN Y PRICE

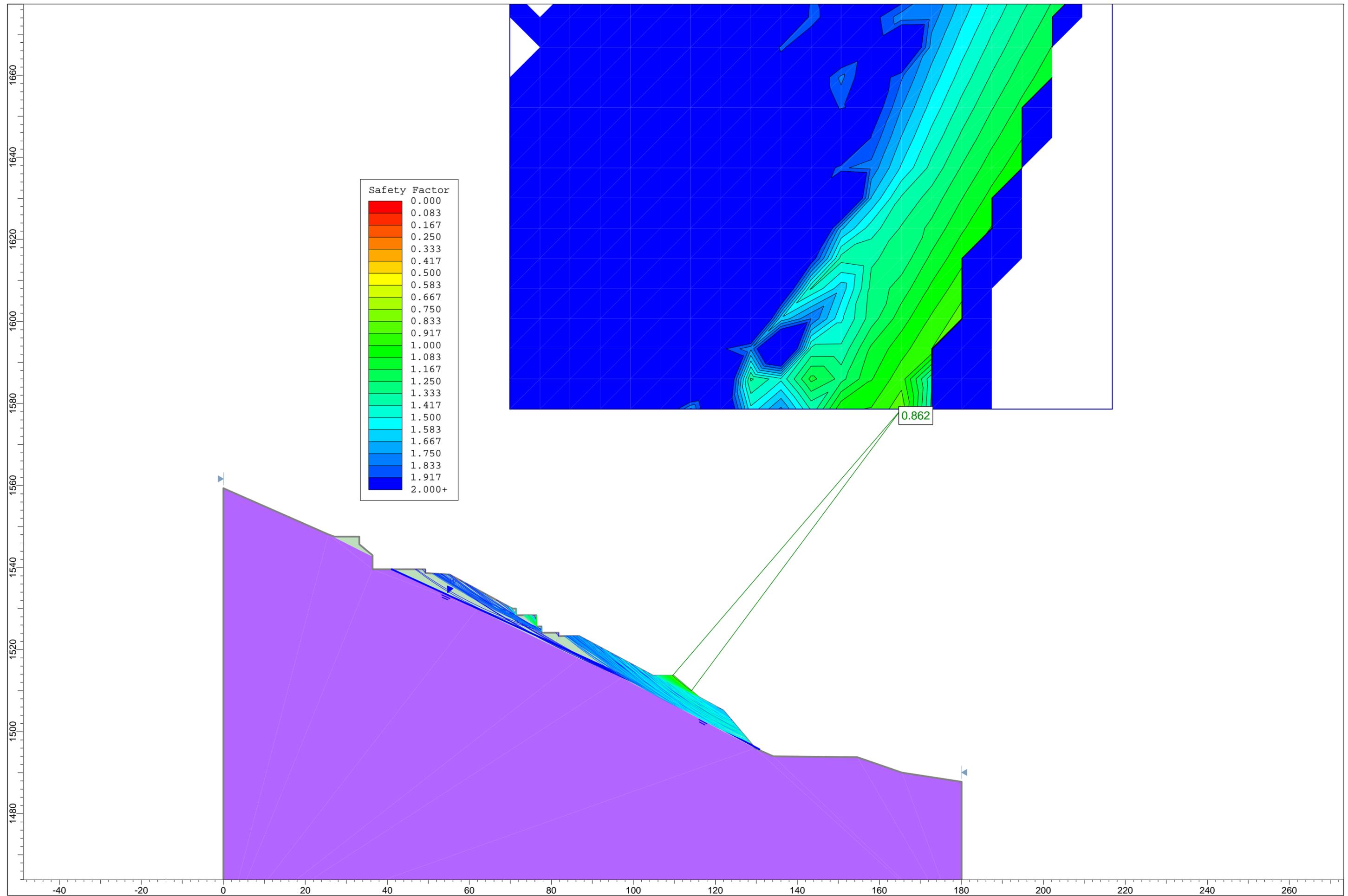


URBANIZACIÓN

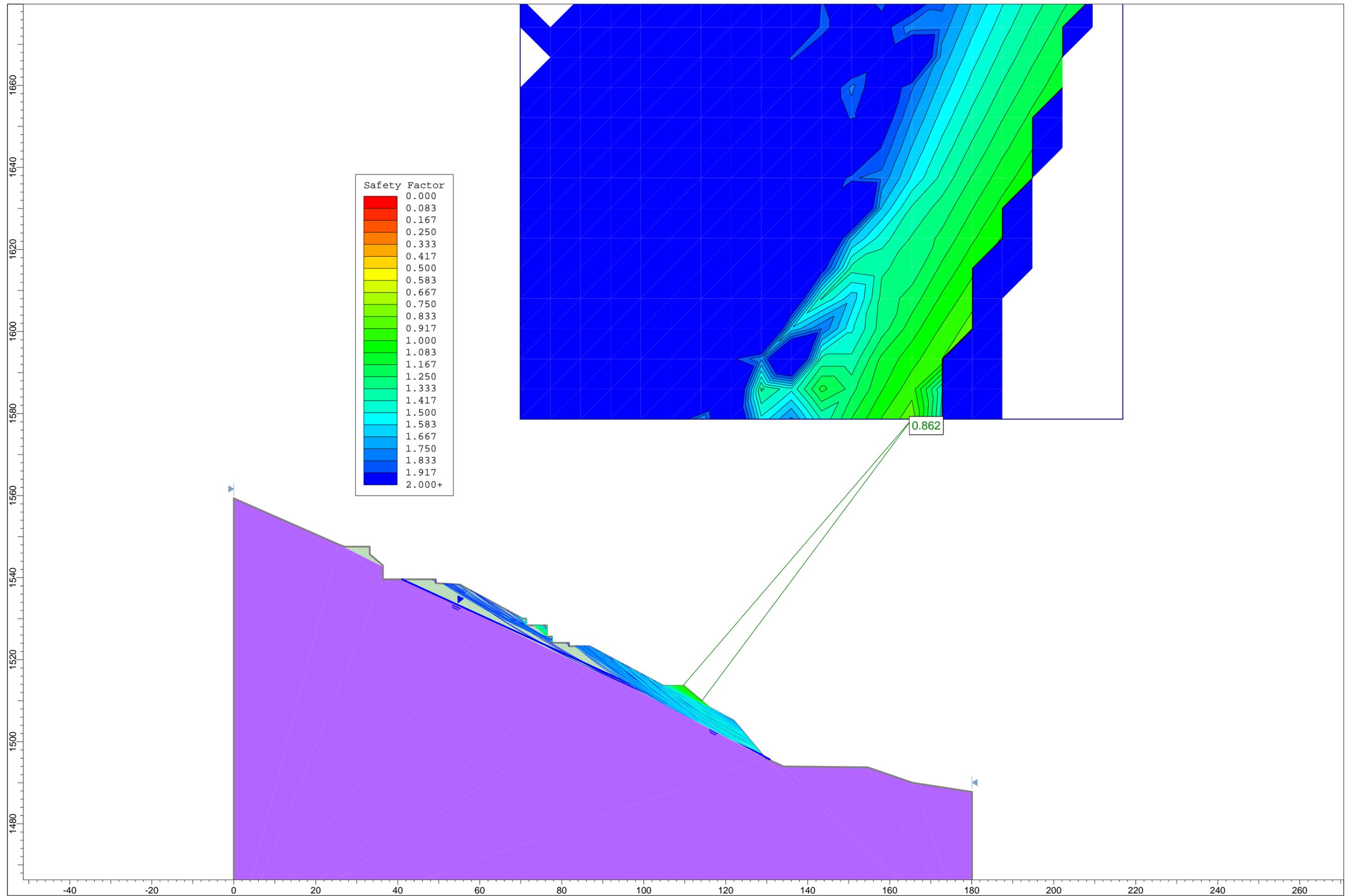
BISHOP



JANBU

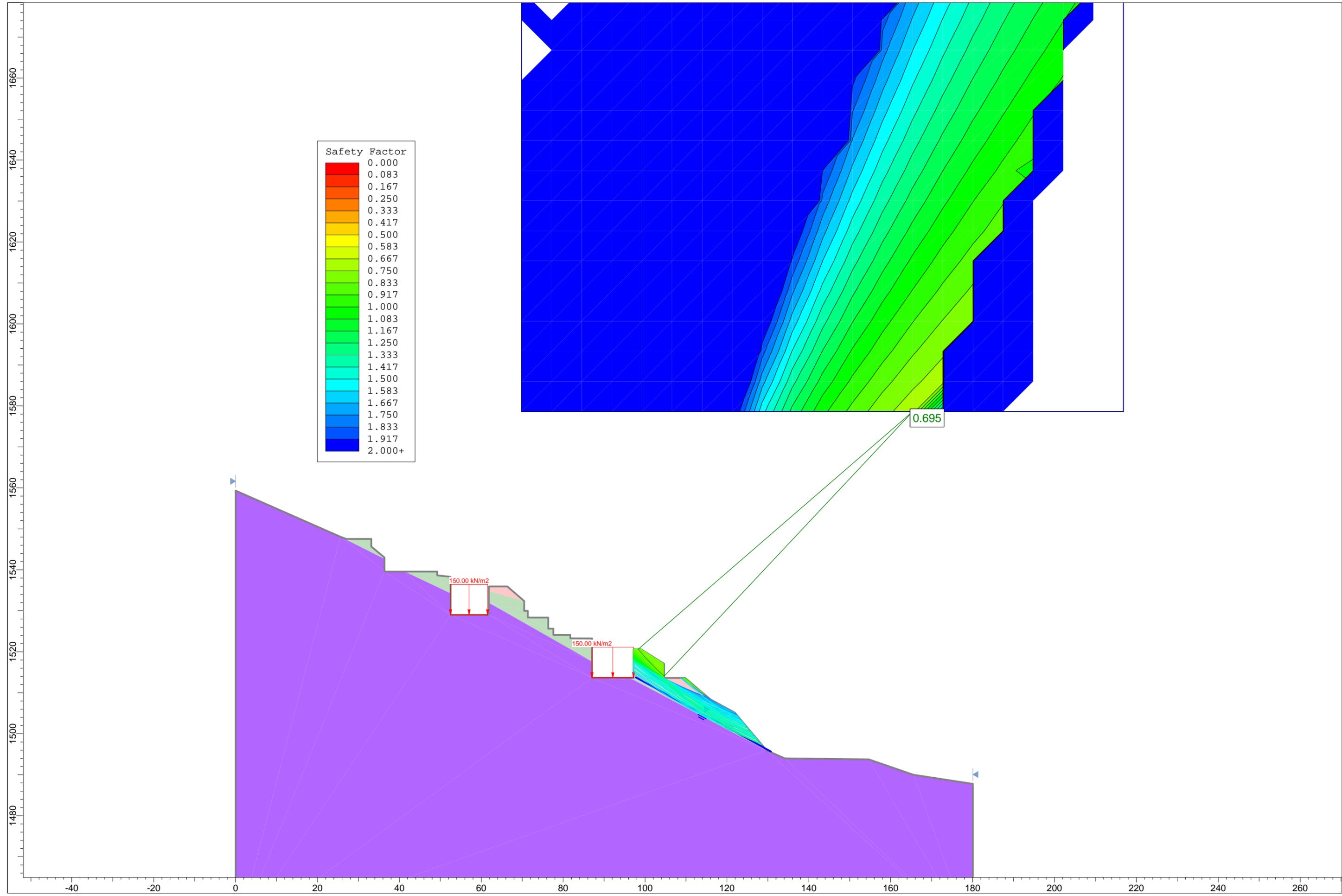


MORGENSTERN Y PRICE

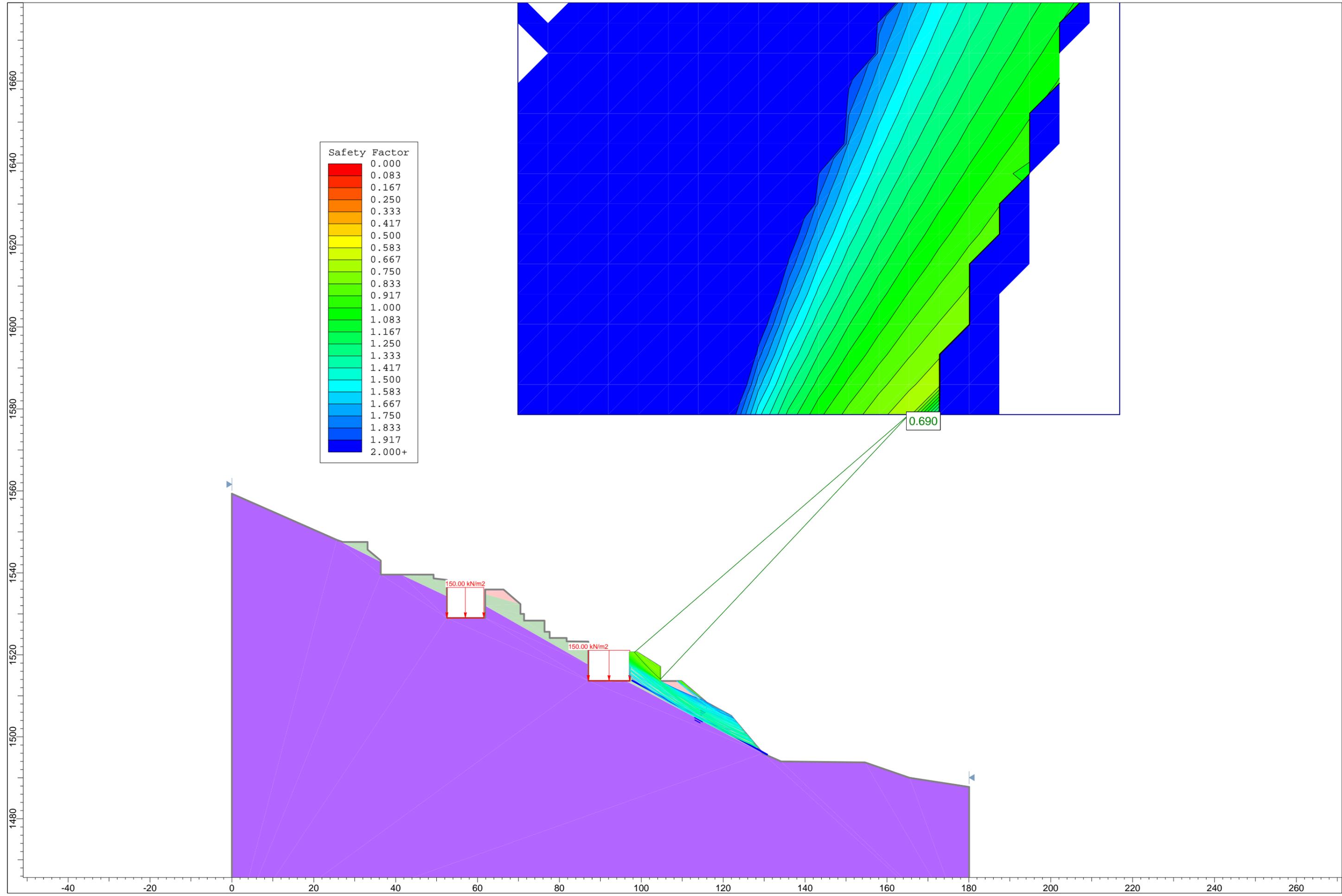


FINAL

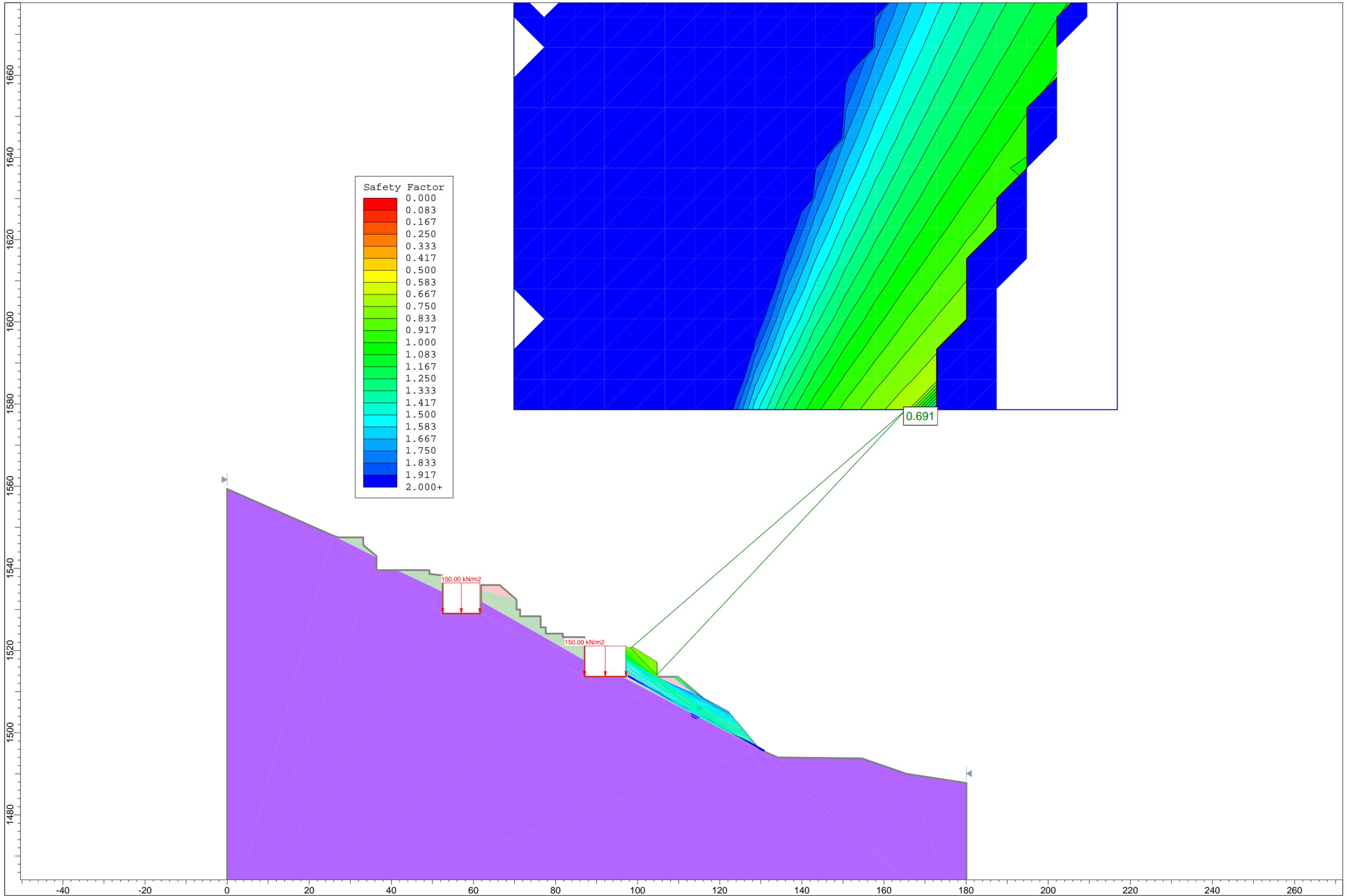
BISHOP

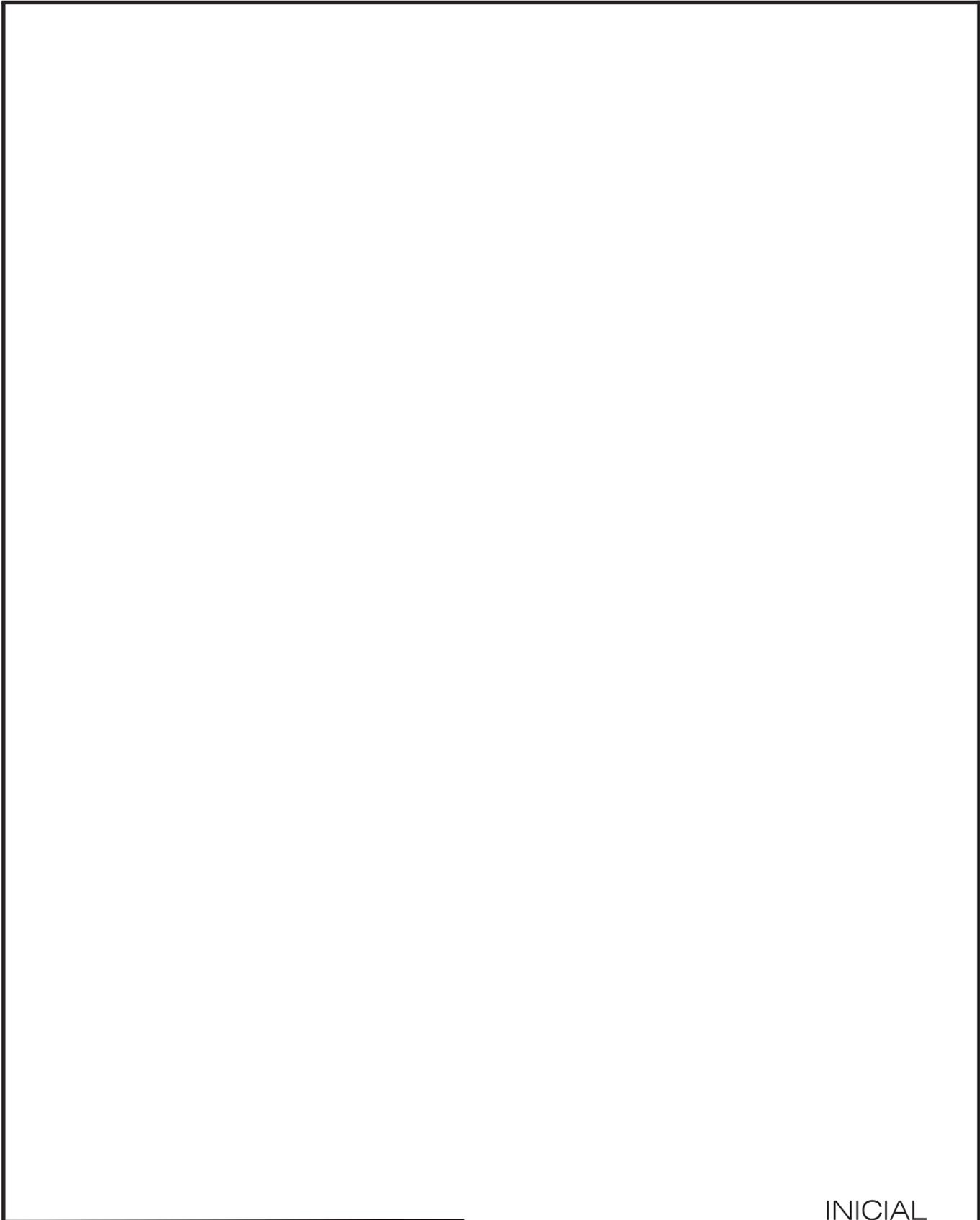


JANBU



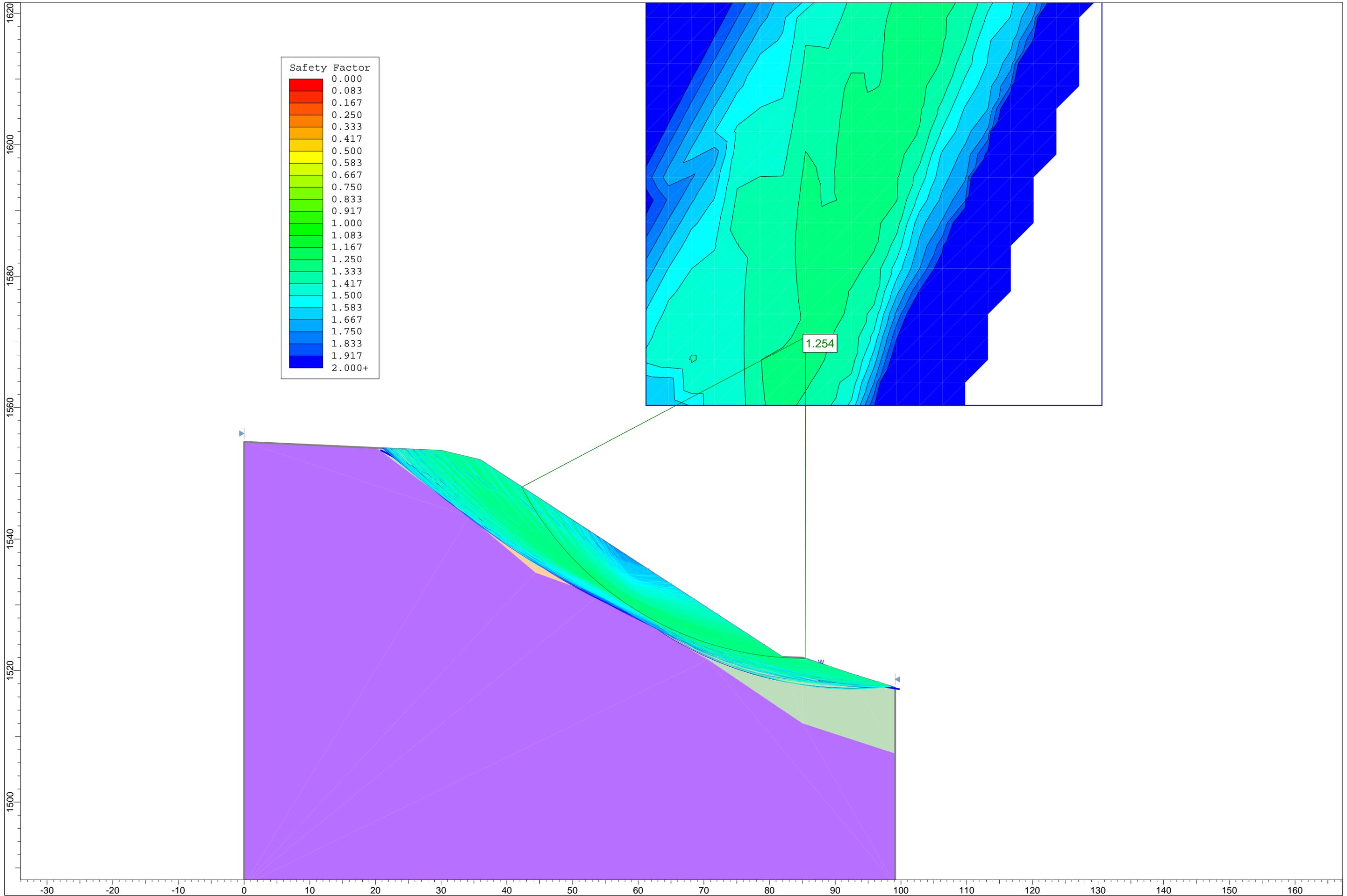
MORGENSTERN Y PRICE



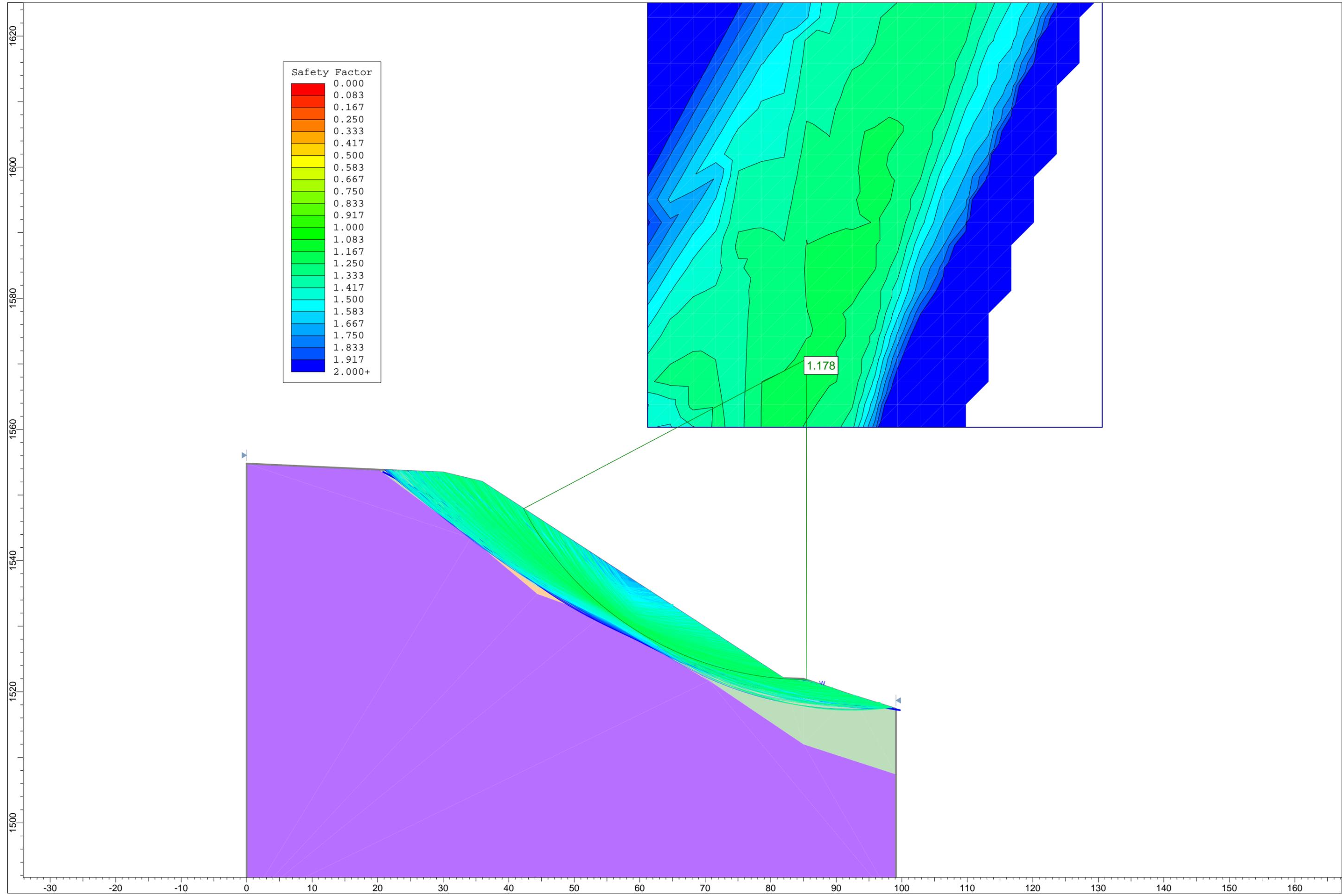


INICIAL

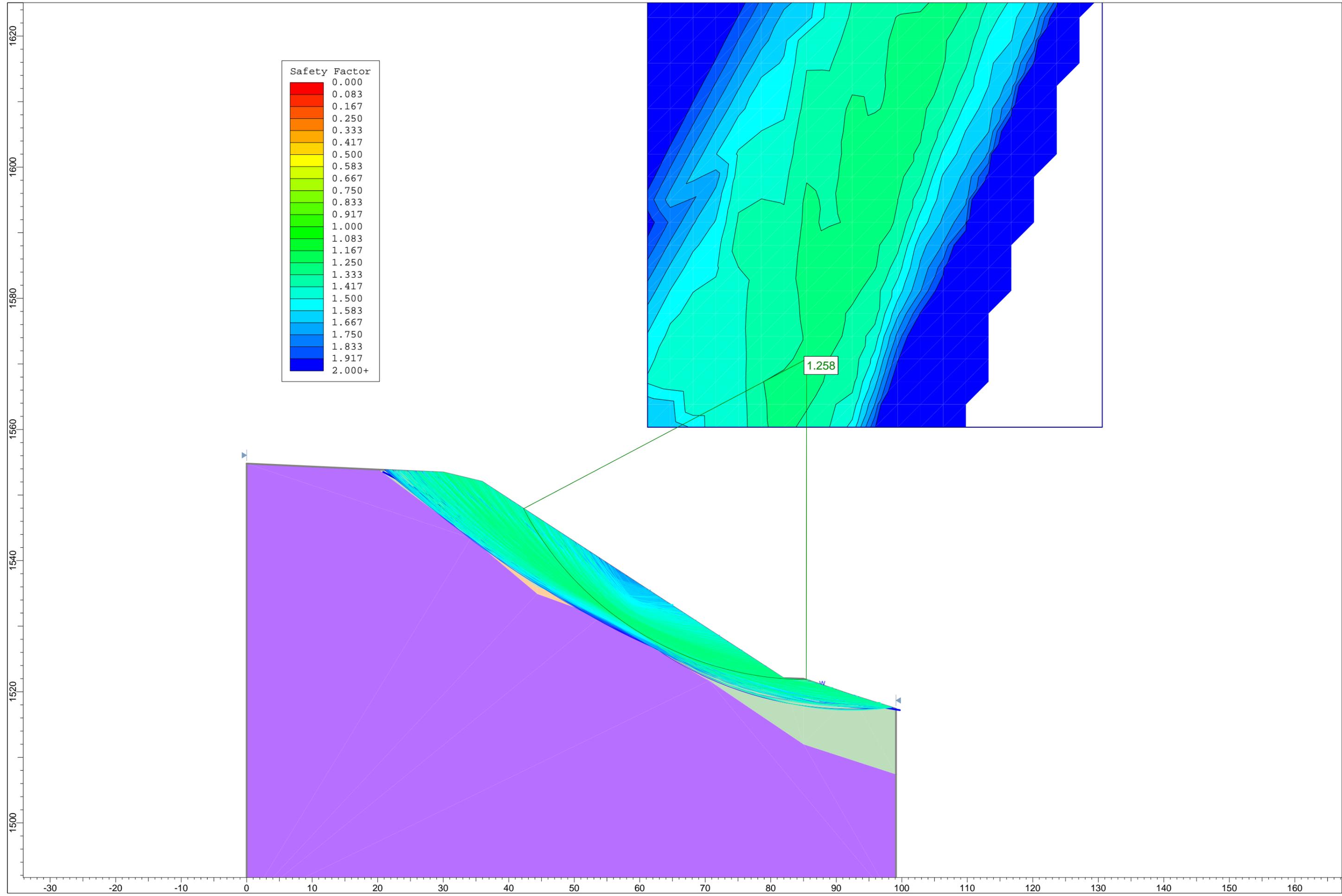
BISHOP



JANBU

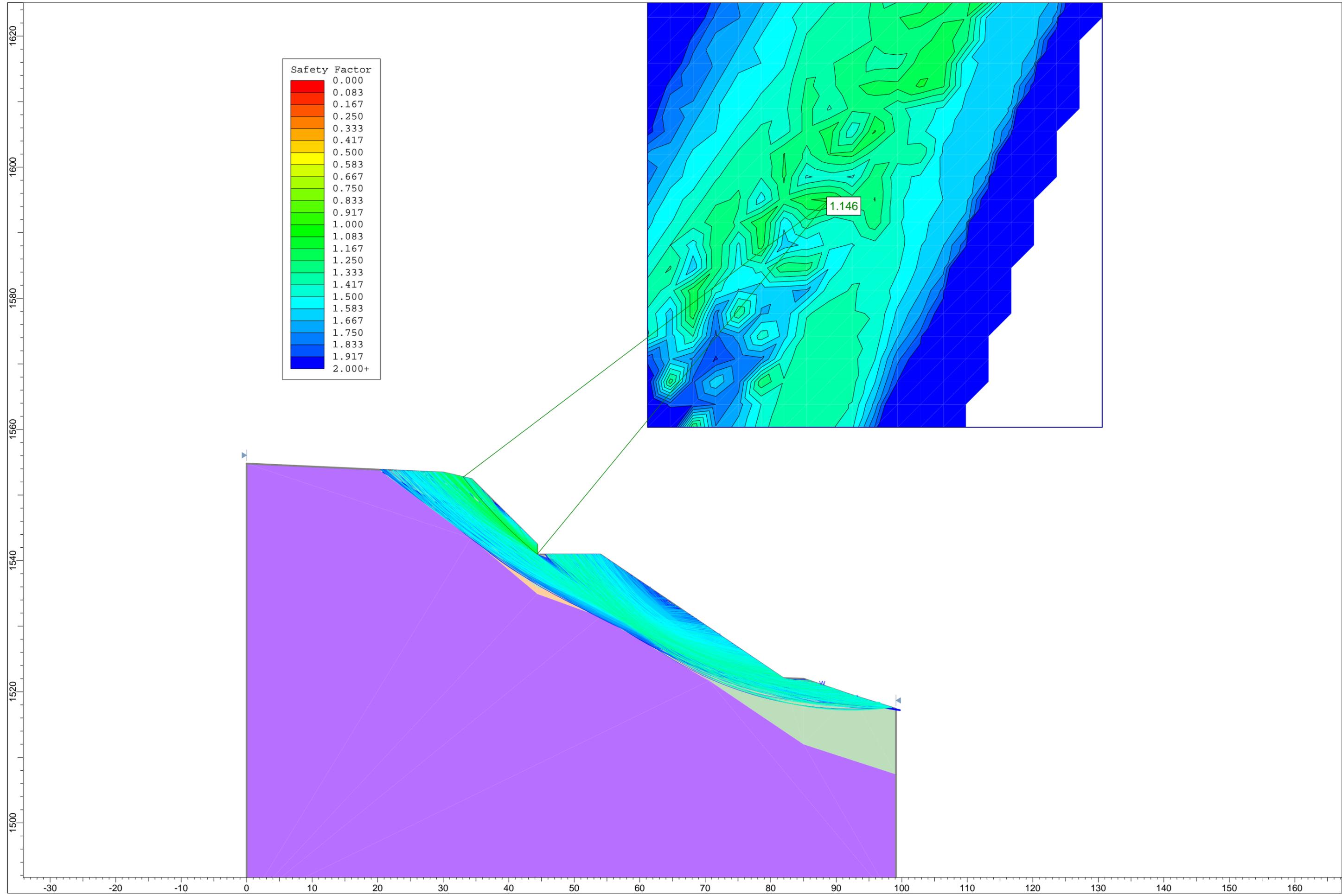


MORGENSTERN Y PRICE

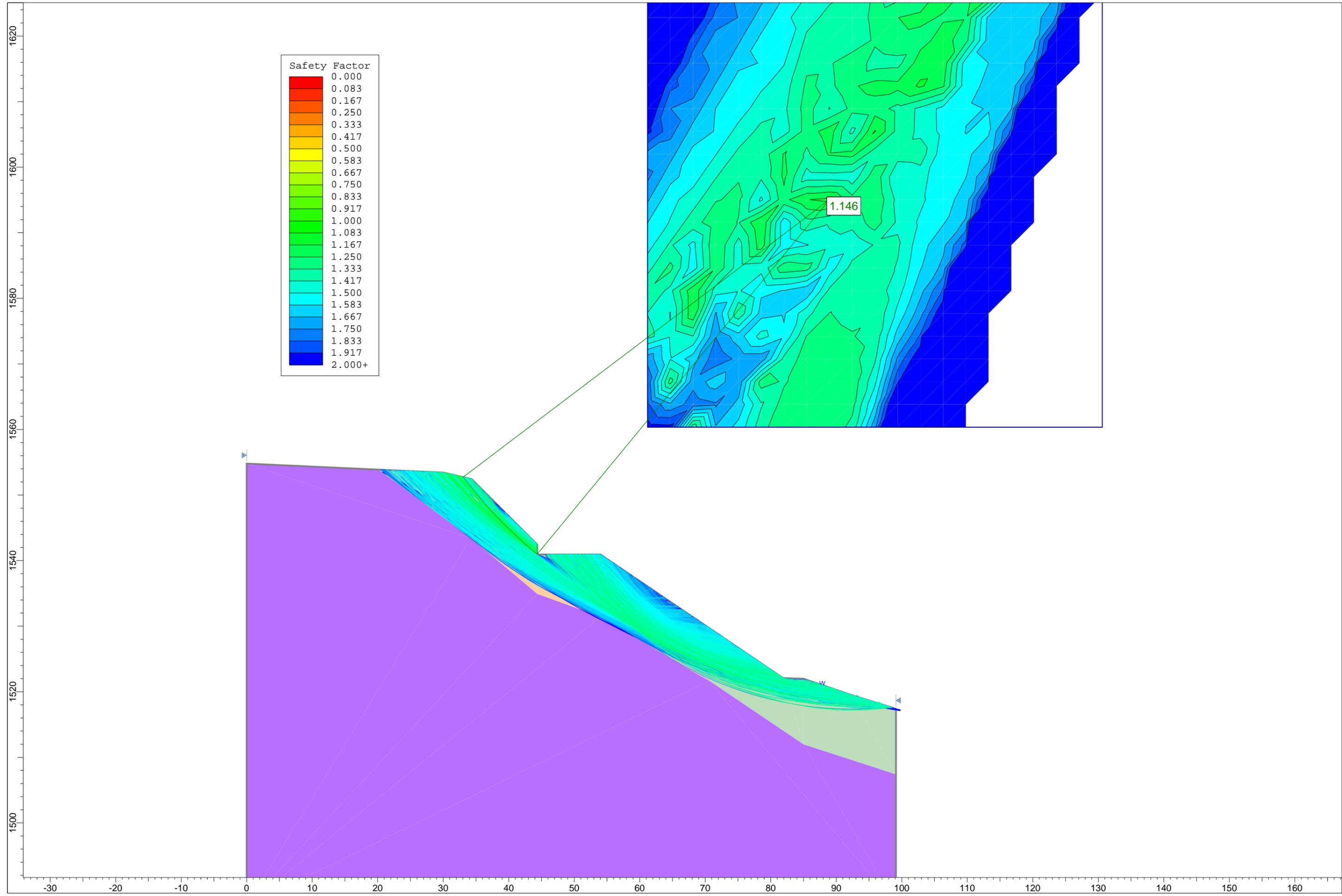


URBANIZACIÓN

BISHOP



JANBU

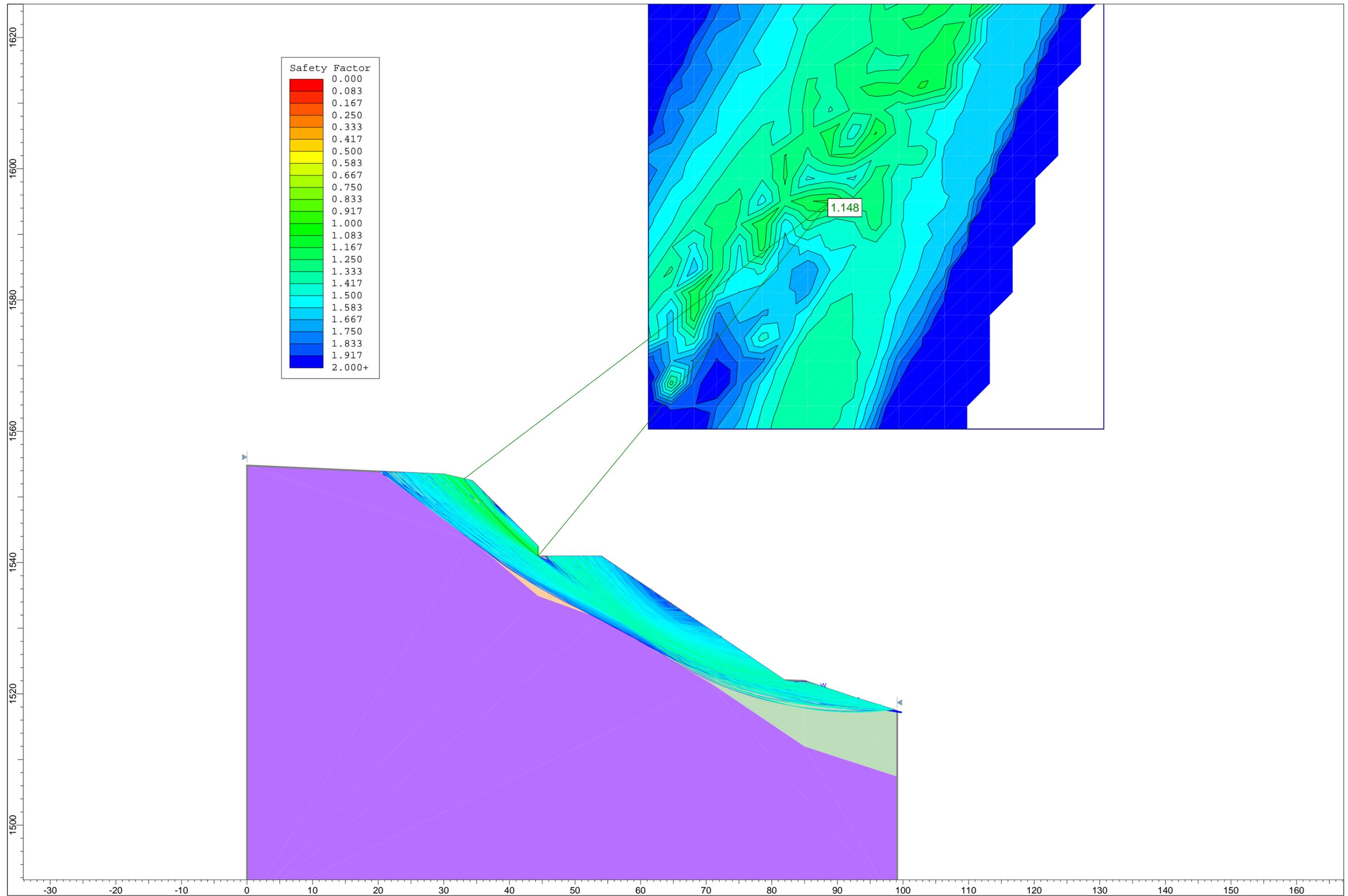


Safety Factor

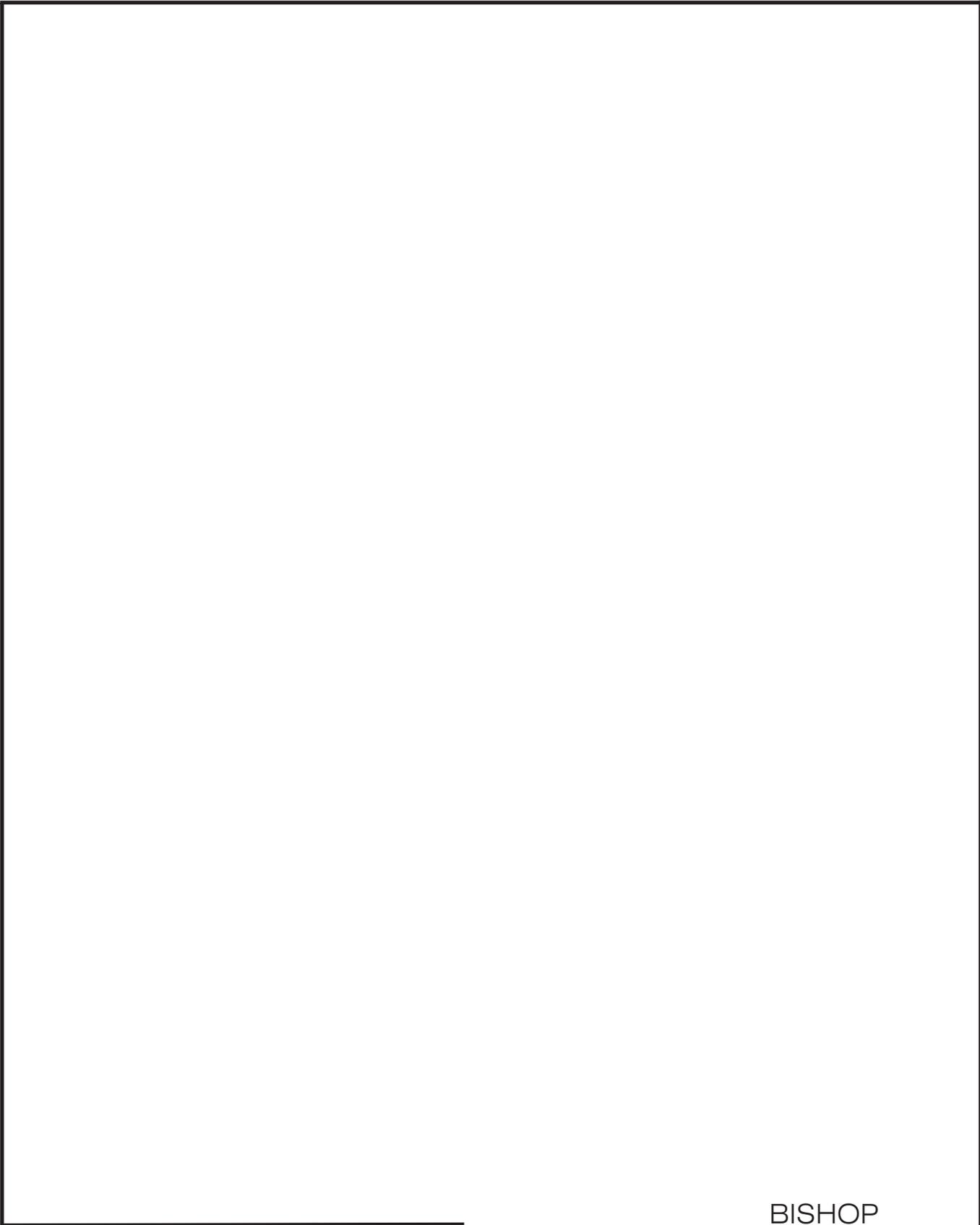
0.000
0.083
0.167
0.250
0.333
0.417
0.500
0.583
0.667
0.750
0.833
0.917
1.000
1.083
1.167
1.250
1.333
1.417
1.500
1.583
1.667
1.750
1.833
1.917
2.000+

1.146

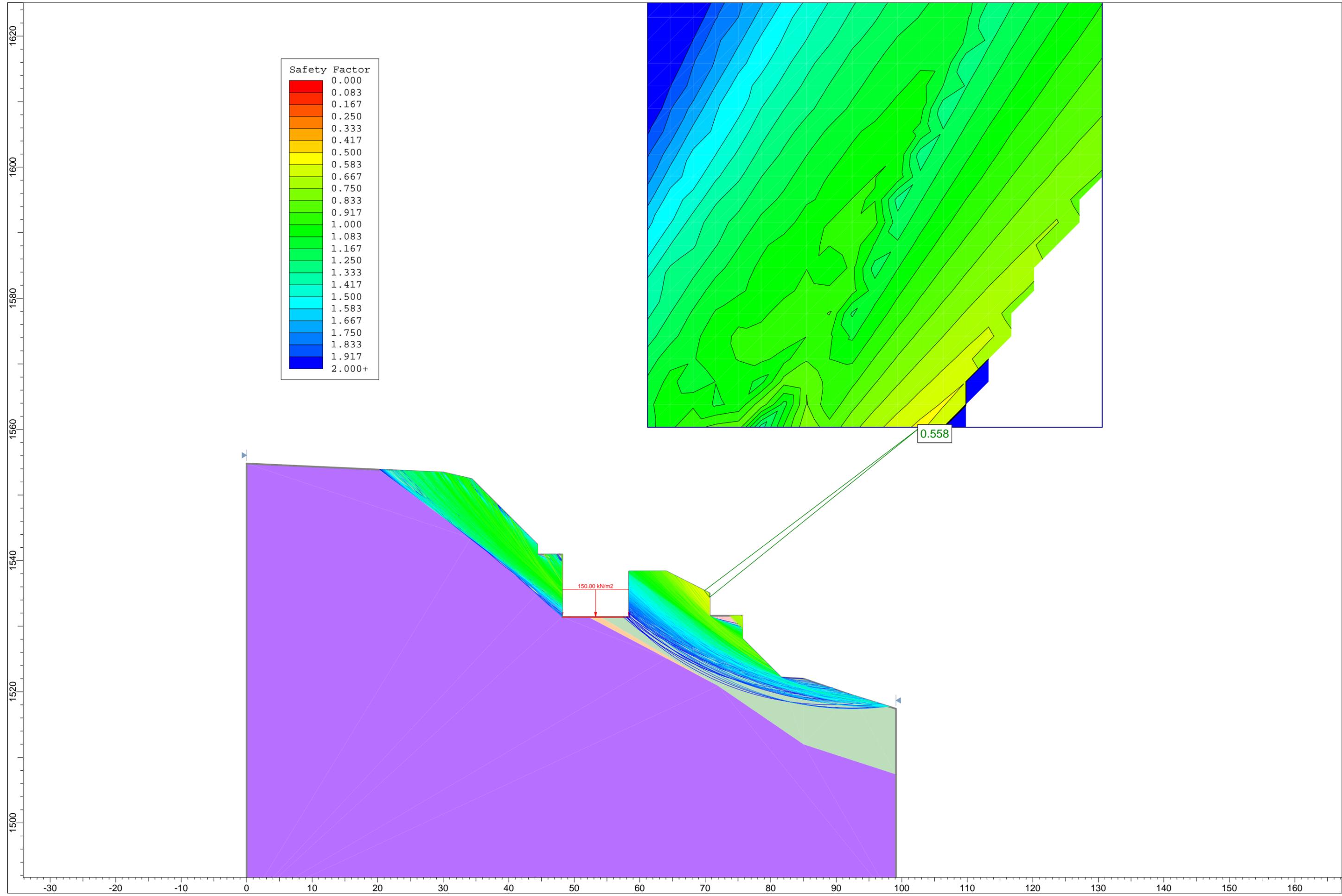
MORGENSTERN Y PRICE



FINAL



BISHOP

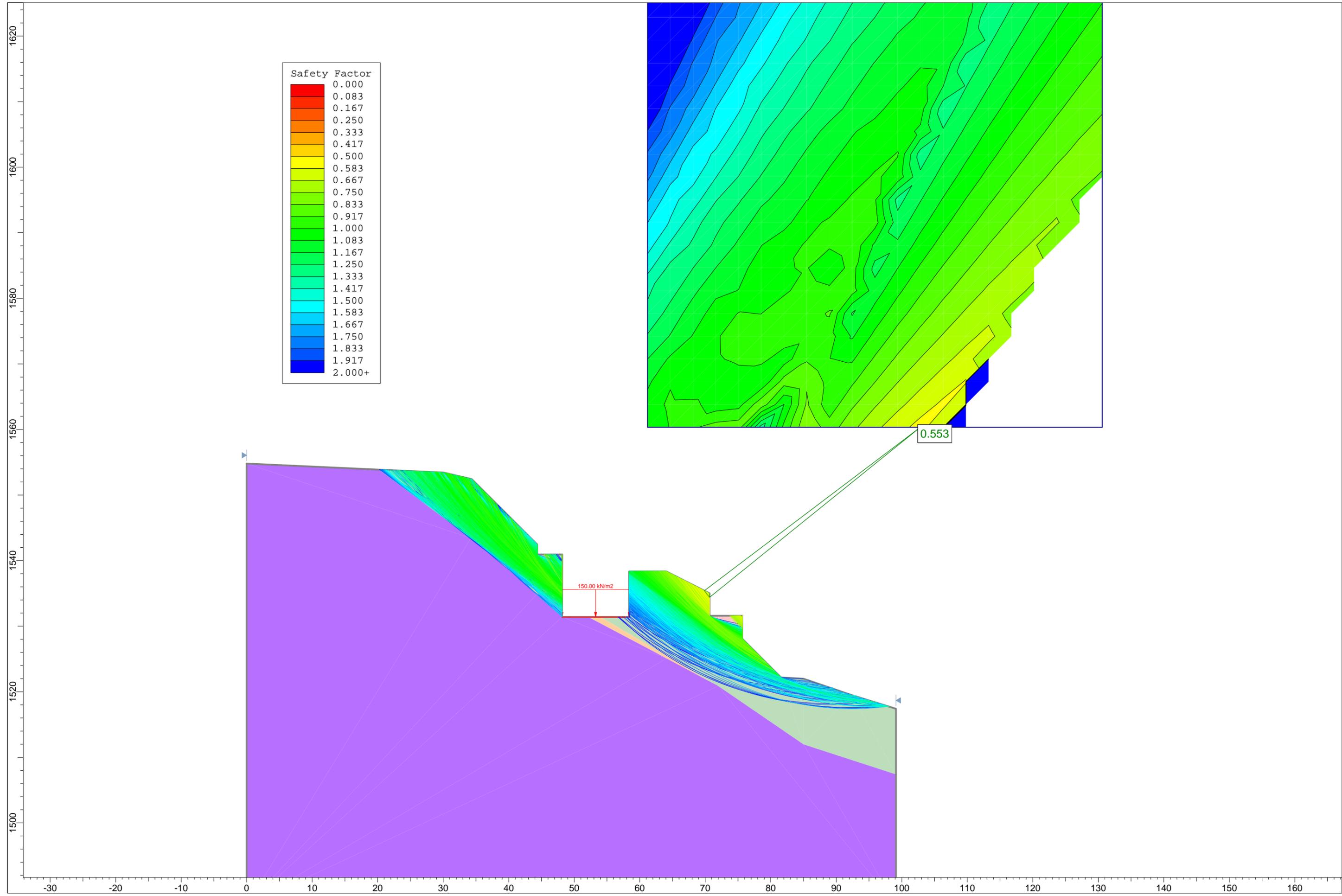


Safety Factor	
0.000	0.000
0.083	0.083
0.167	0.167
0.250	0.250
0.333	0.333
0.417	0.417
0.500	0.500
0.583	0.583
0.667	0.667
0.750	0.750
0.833	0.833
0.917	0.917
1.000	1.000
1.083	1.083
1.167	1.167
1.250	1.250
1.333	1.333
1.417	1.417
1.500	1.500
1.583	1.583
1.667	1.667
1.750	1.750
1.833	1.833
1.917	1.917
2.000+	2.000+

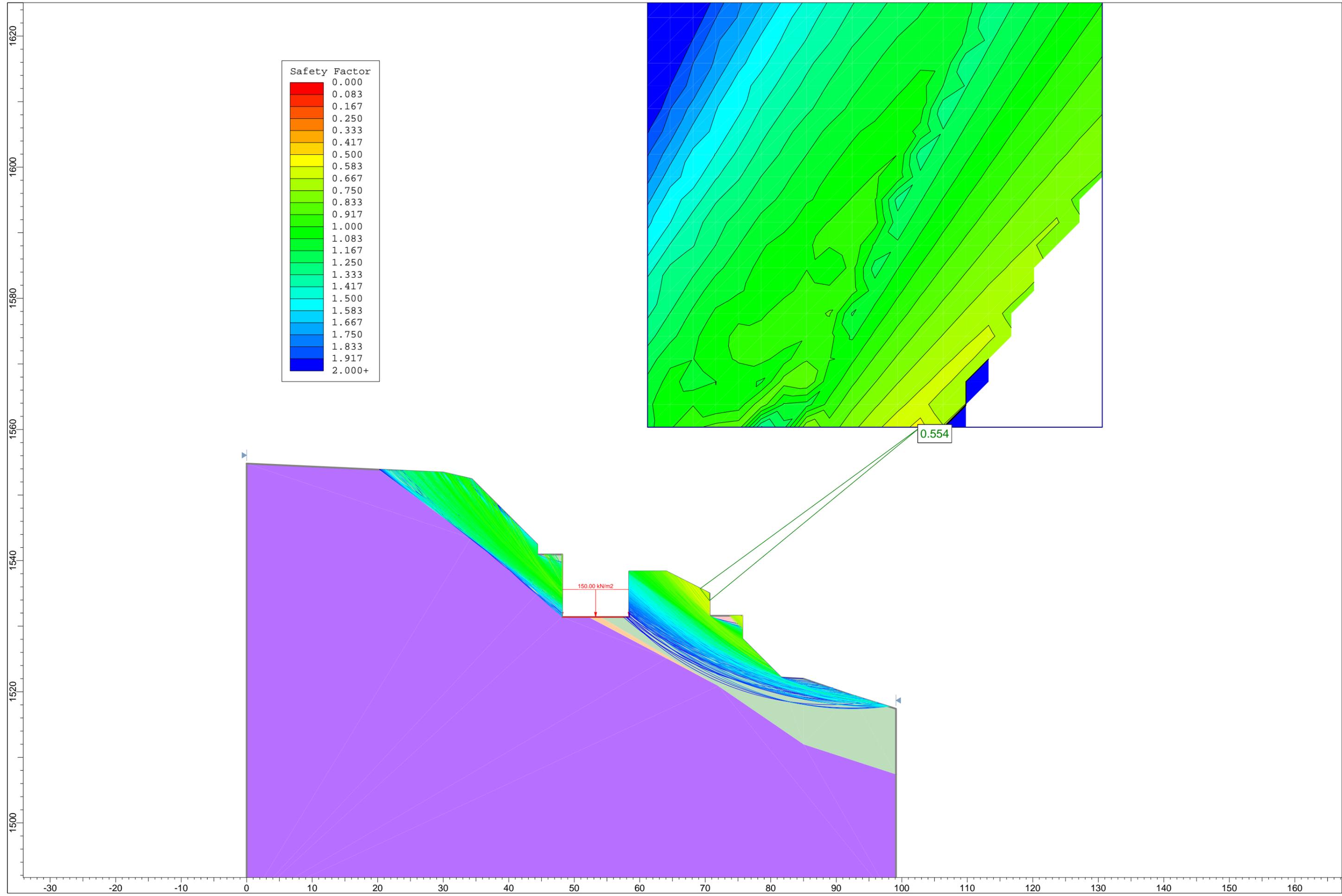
0.558

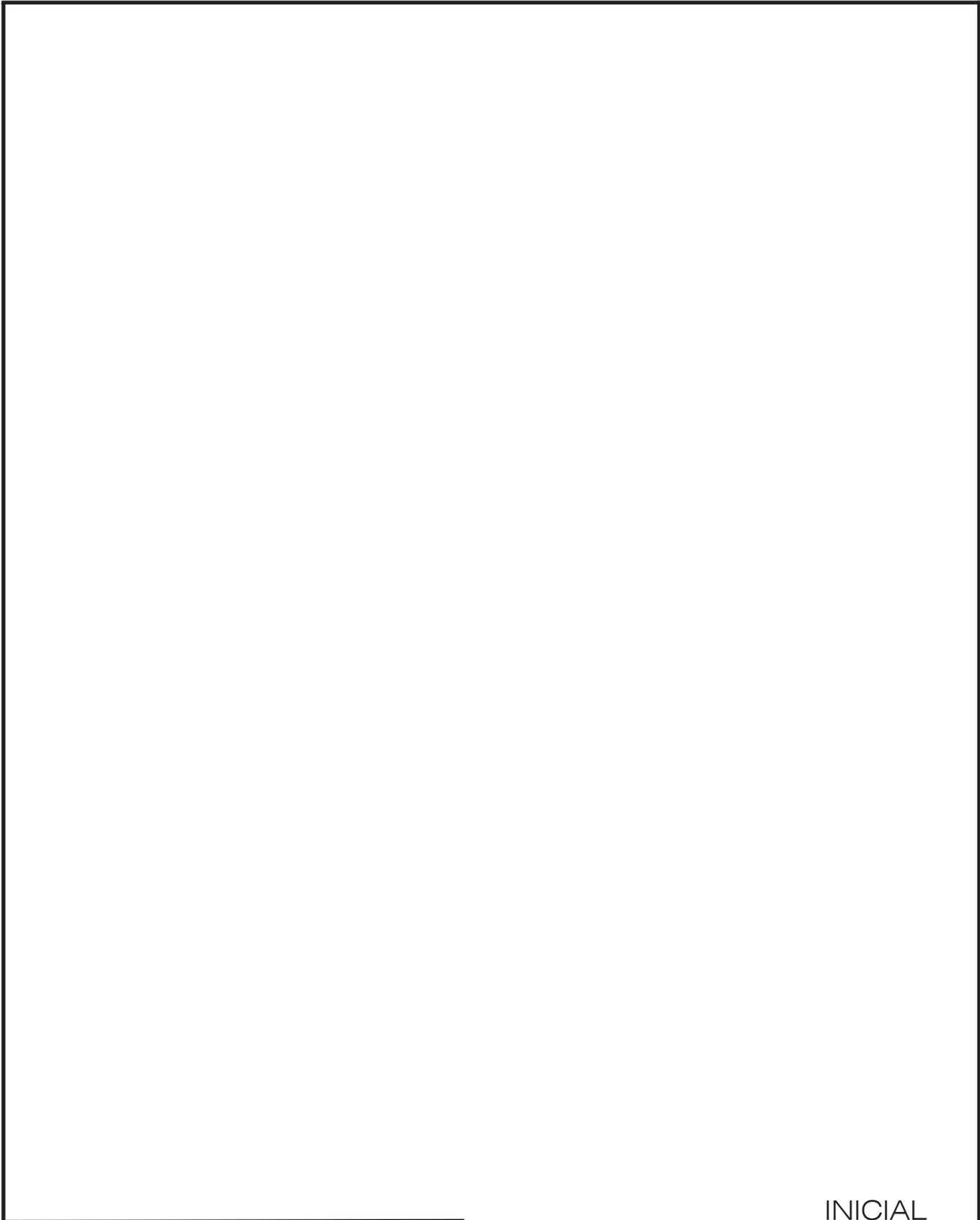
150.00 kN/m²

JANBU



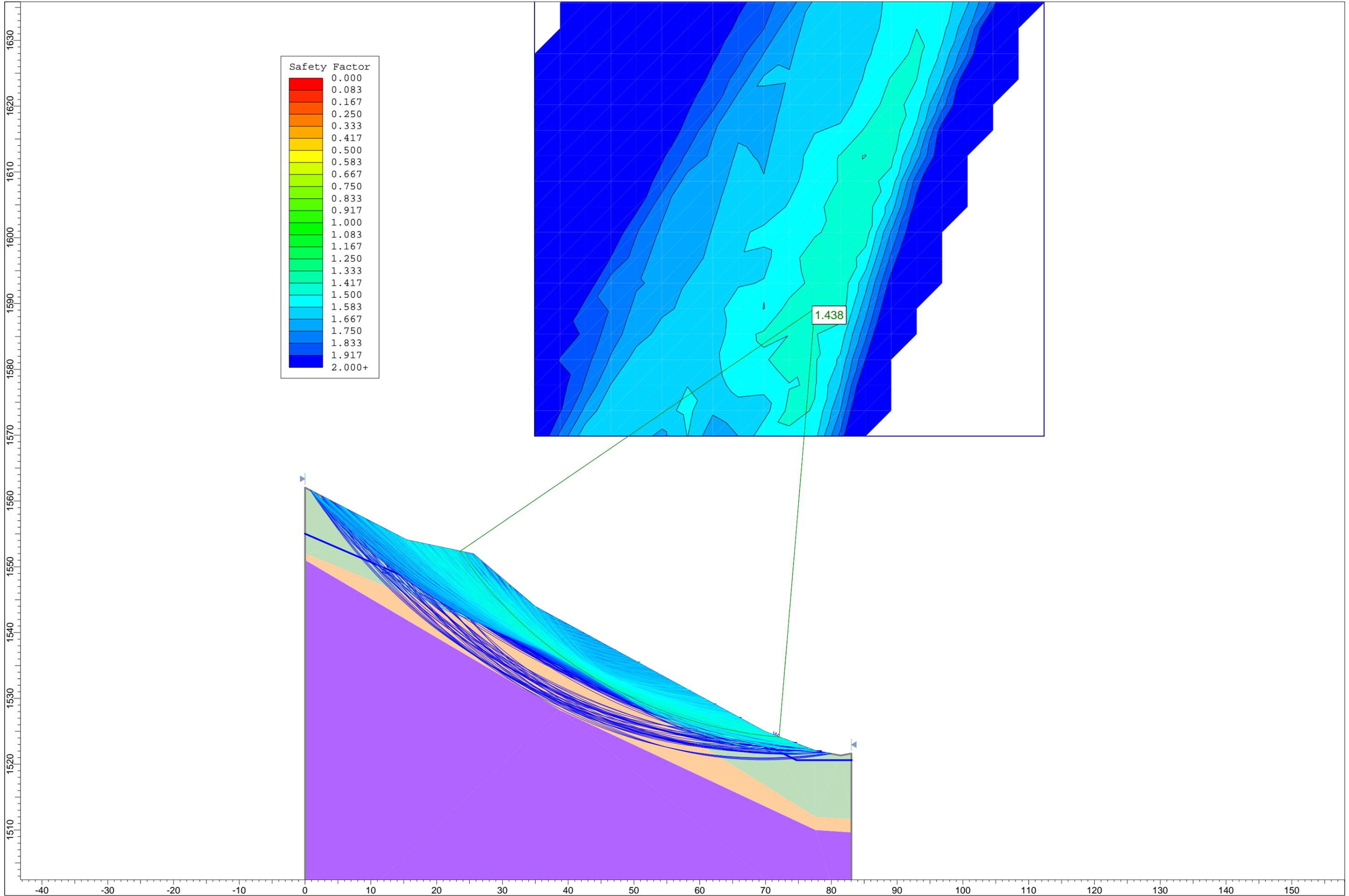
MORGENSTERN Y PRICE



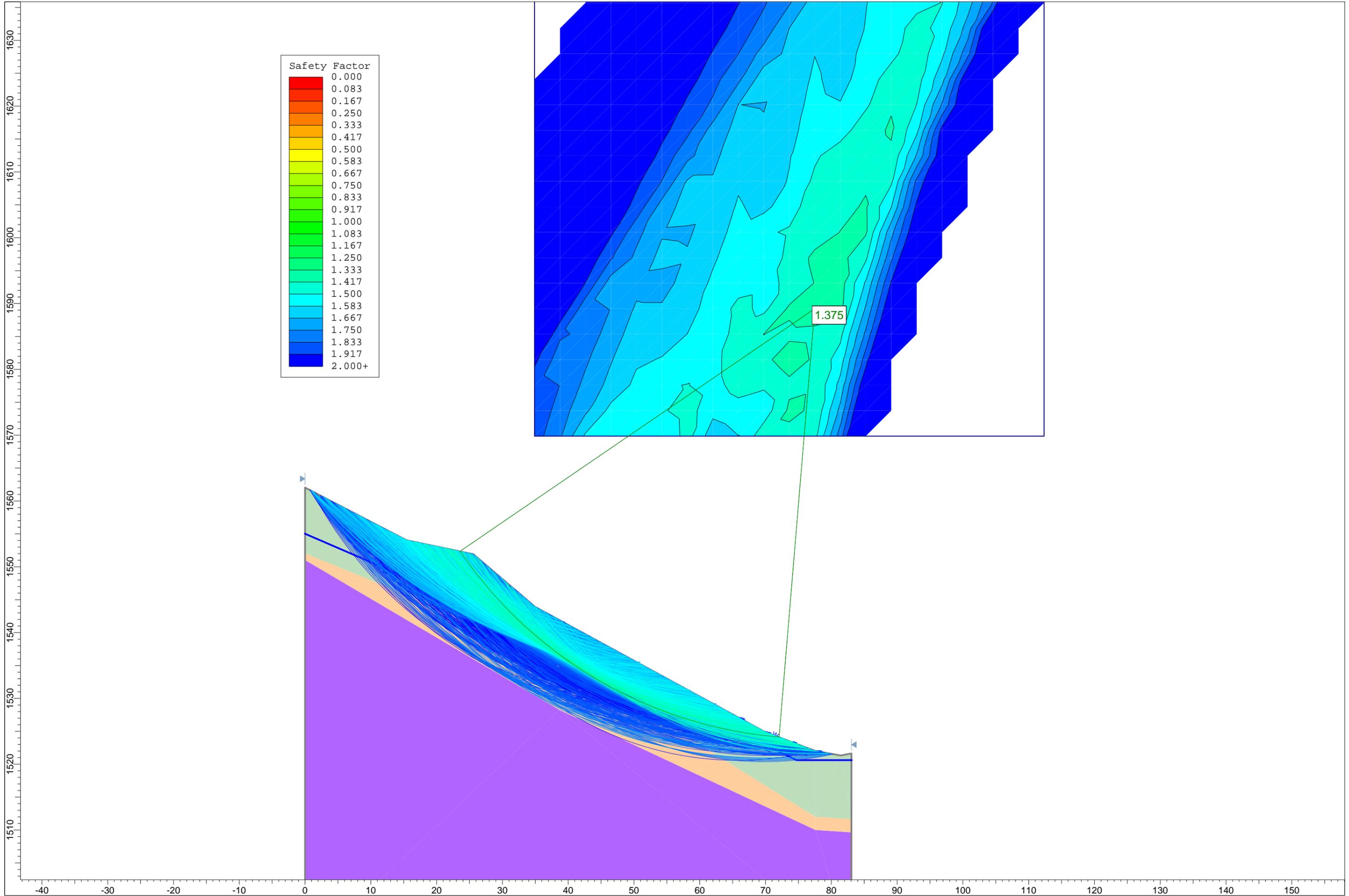


INICIAL

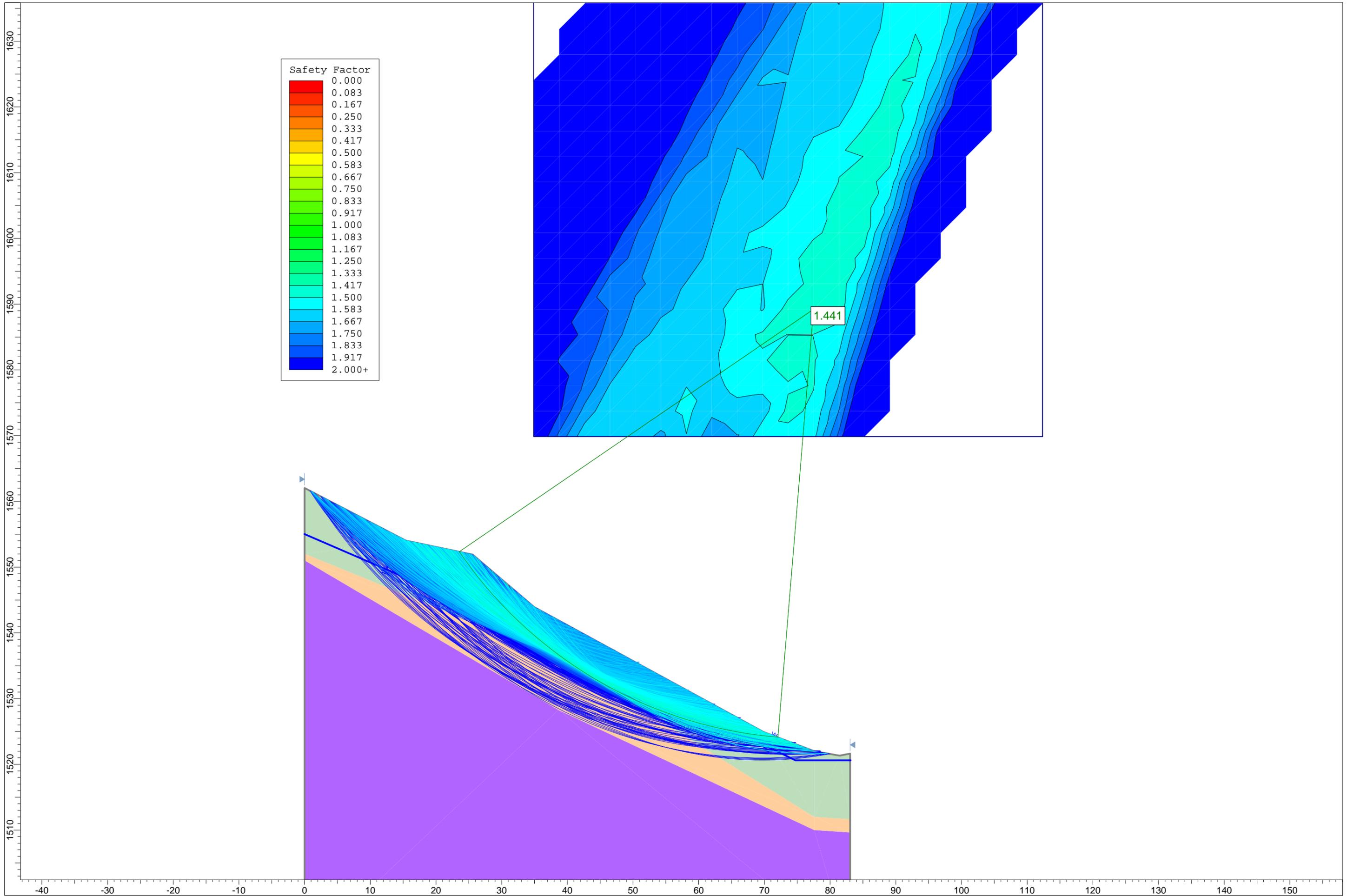
BISHOP



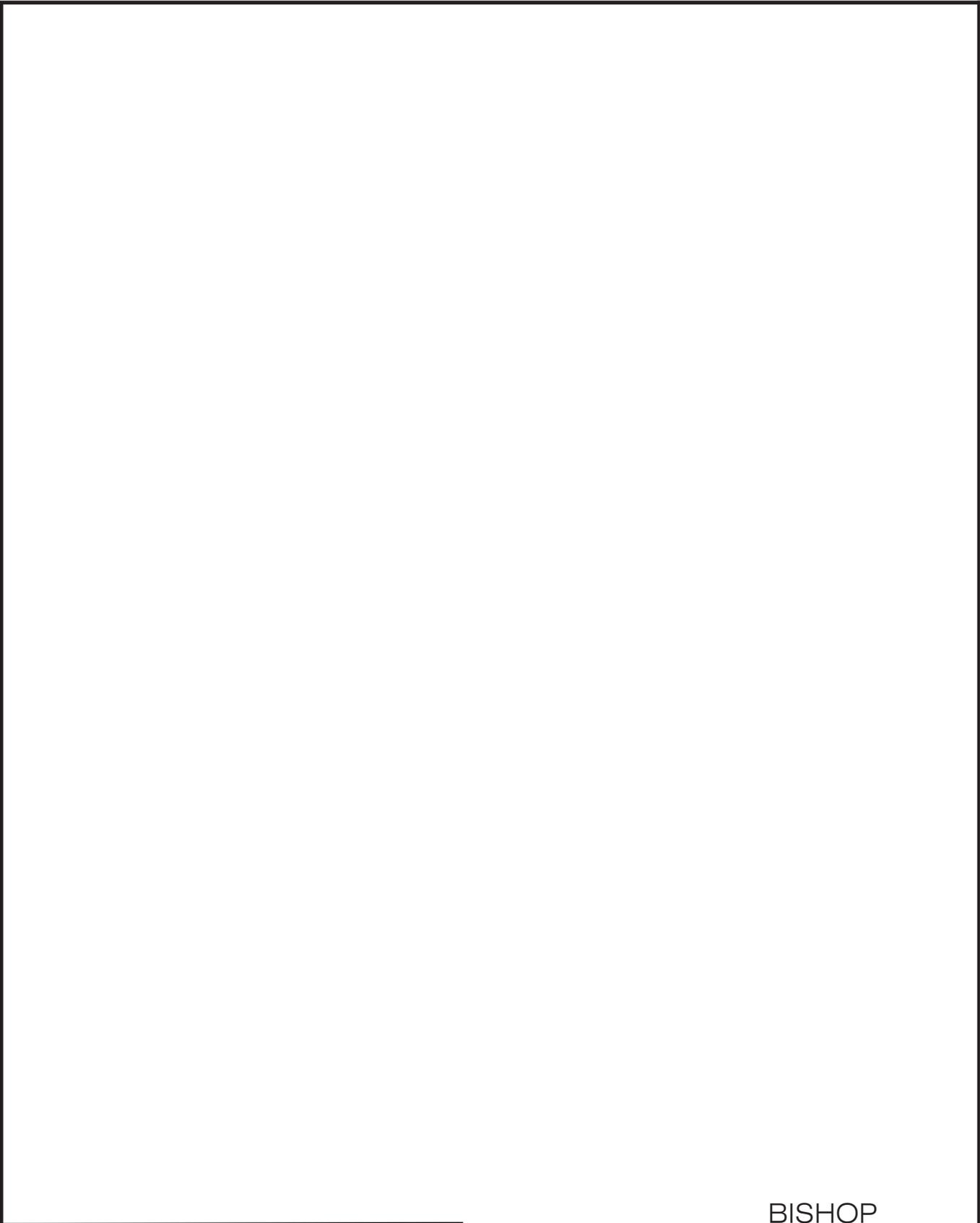
JANBU



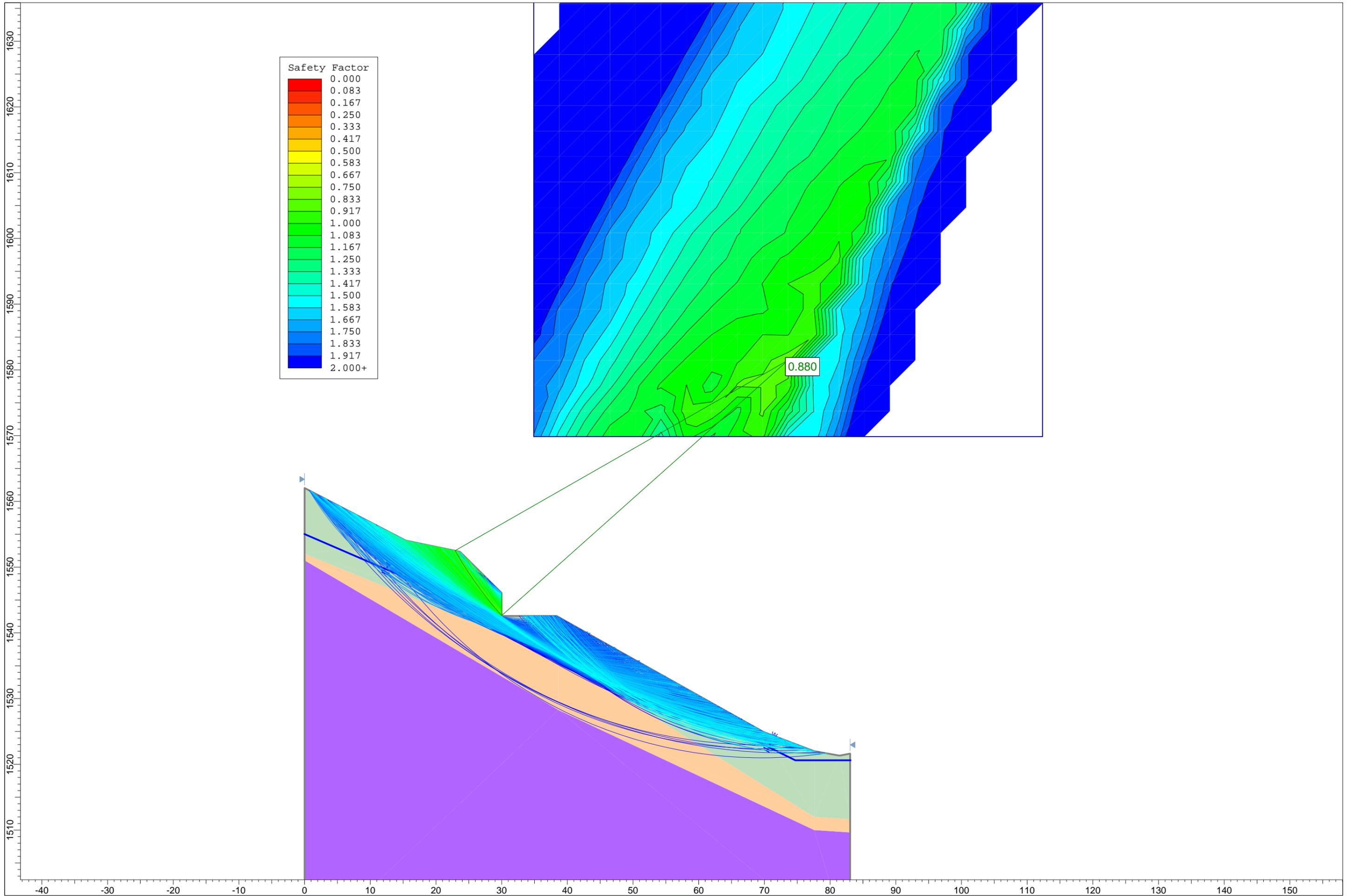
MORGENSTERN Y PRICE



URBANIZACIÓN

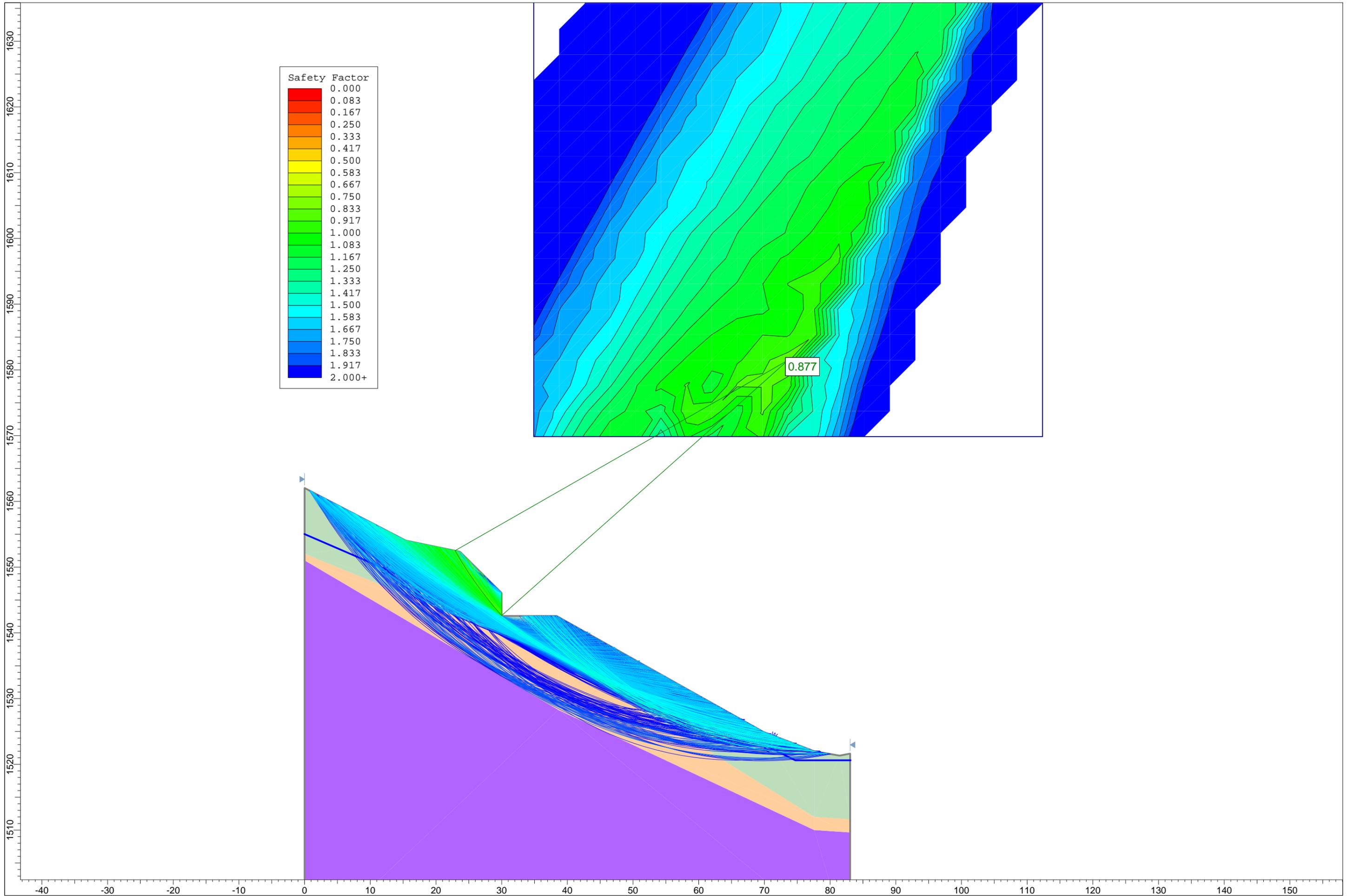


BISHOP

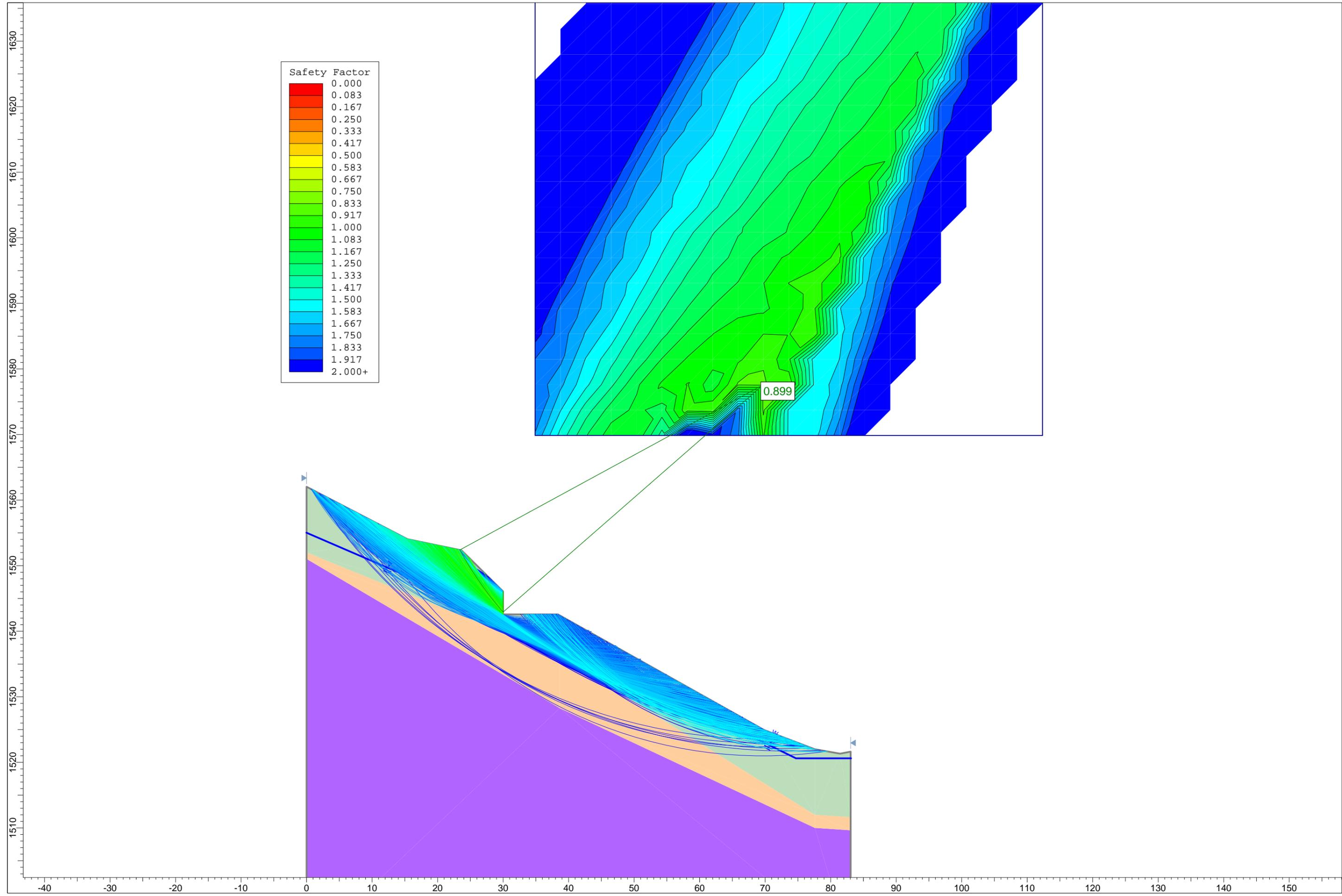


0.880

JANBU

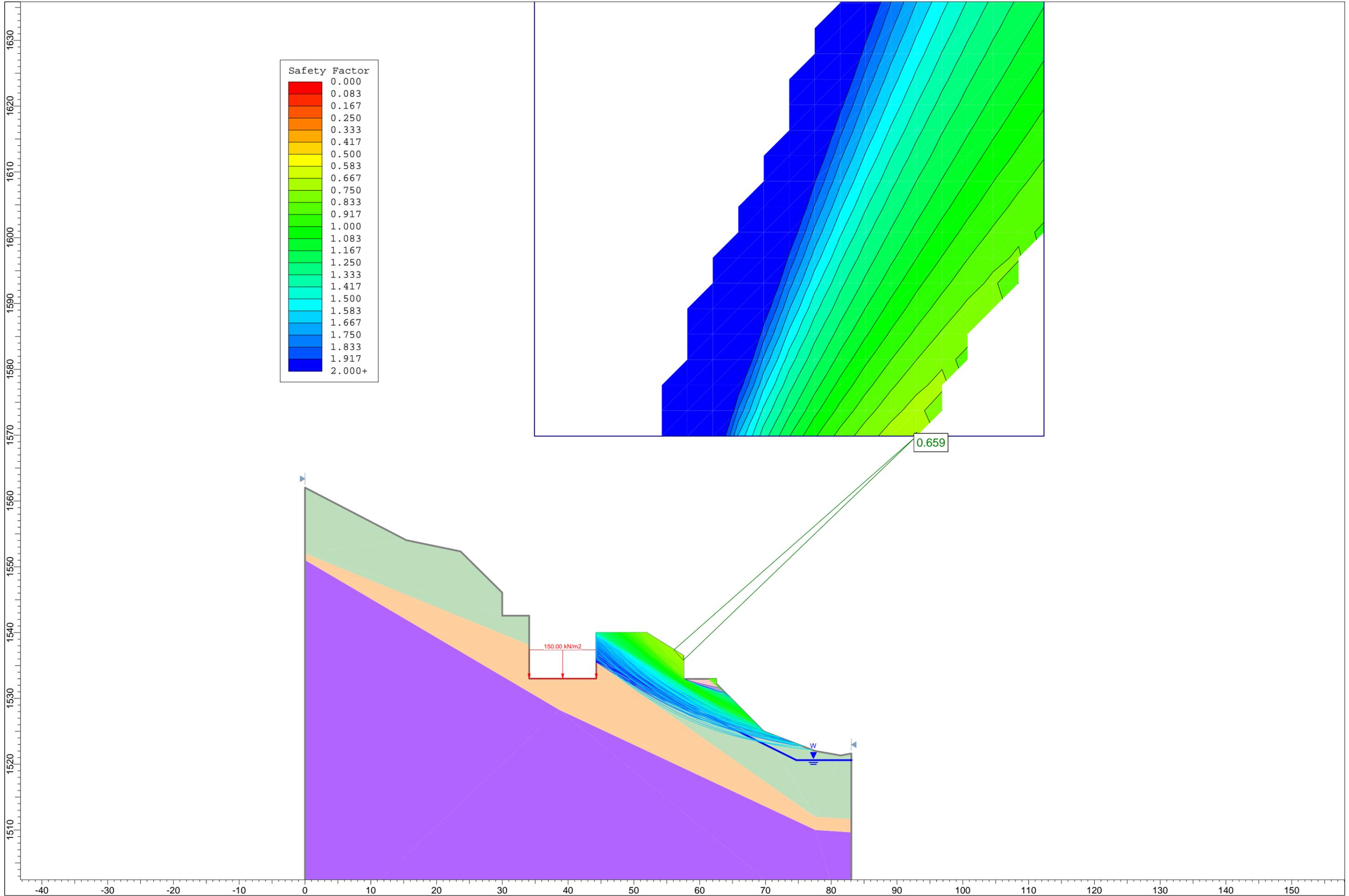


MORGENSTERN Y PRICE

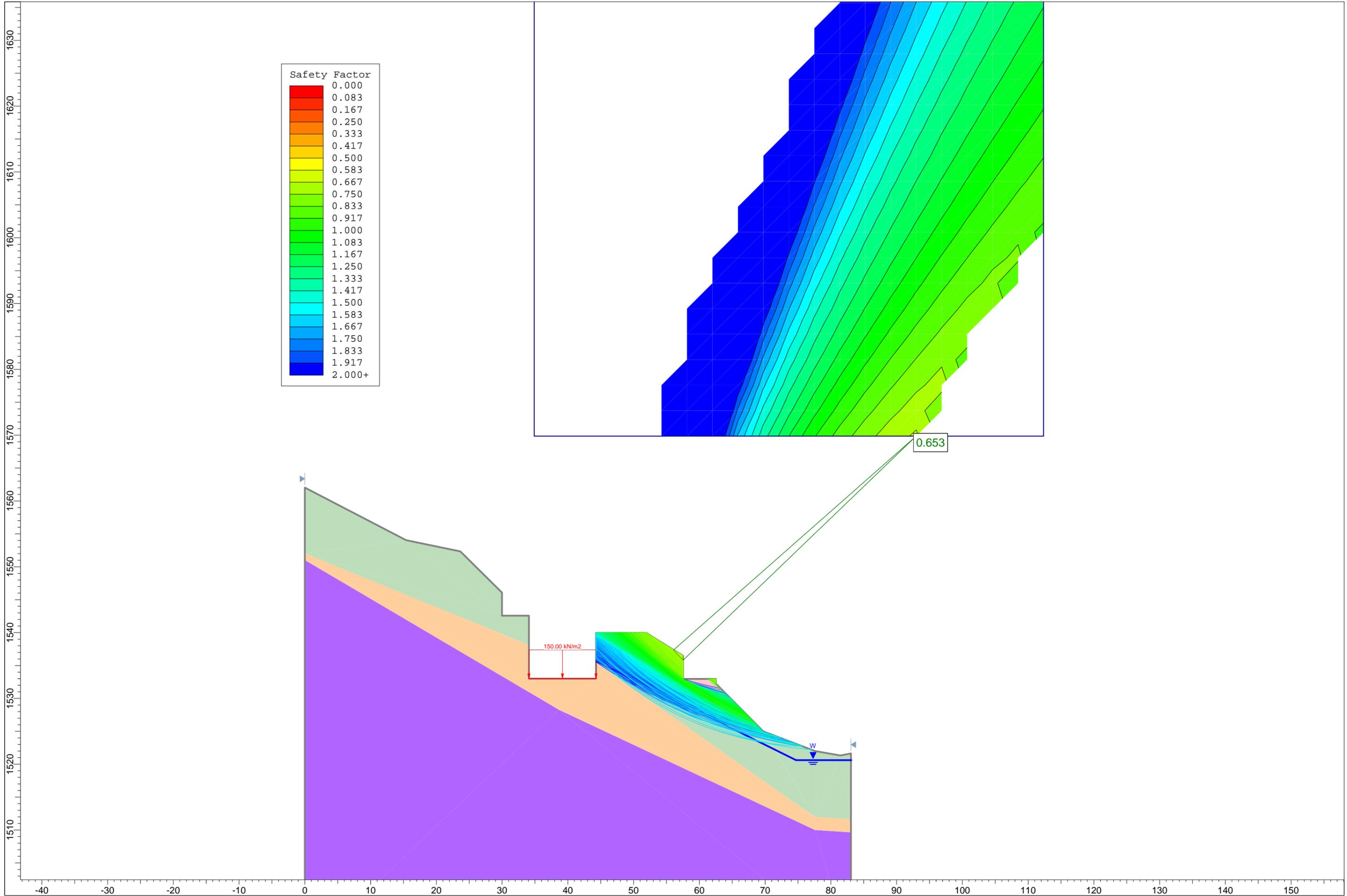


FINAL

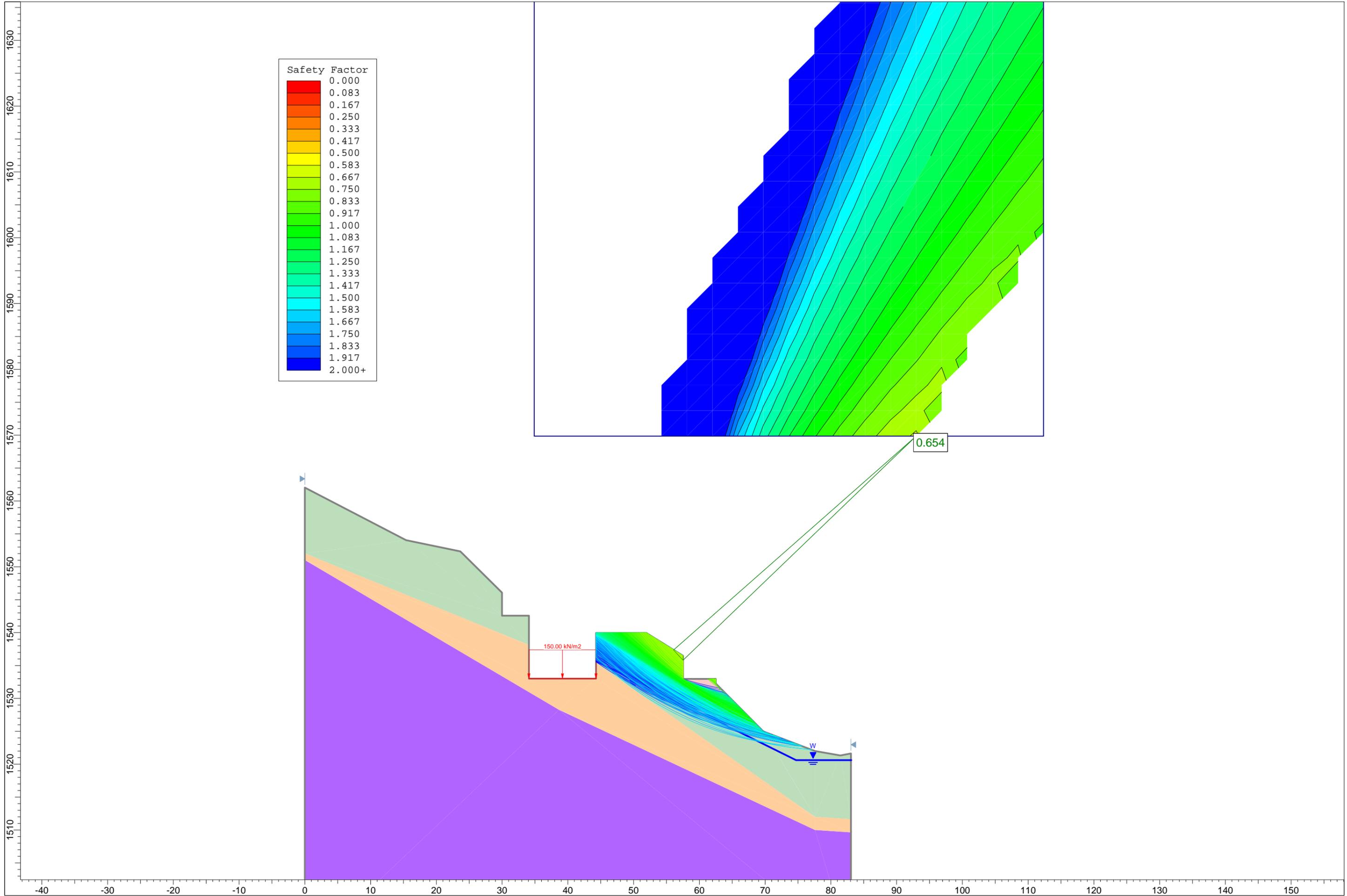
BISHOP

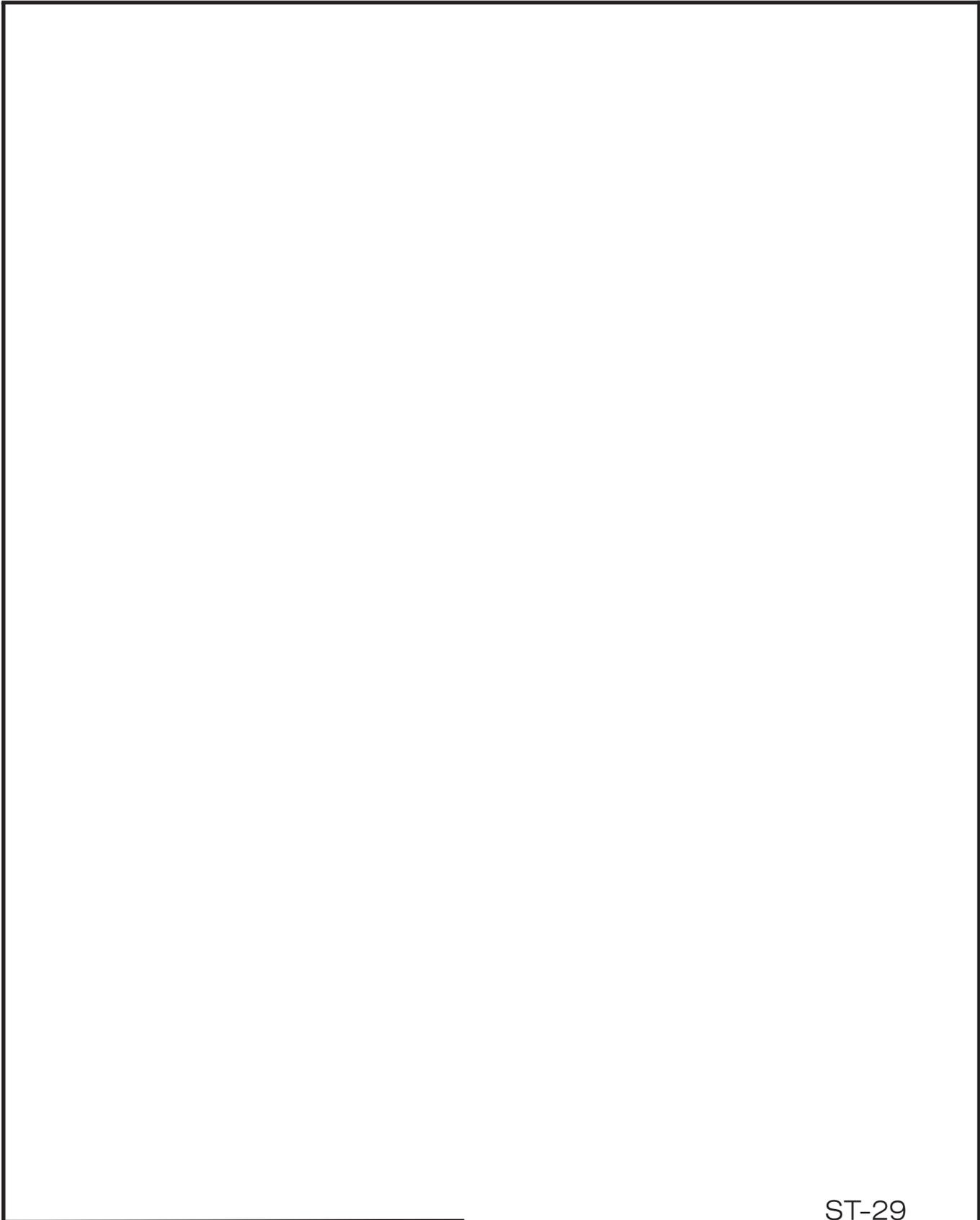


JANBU

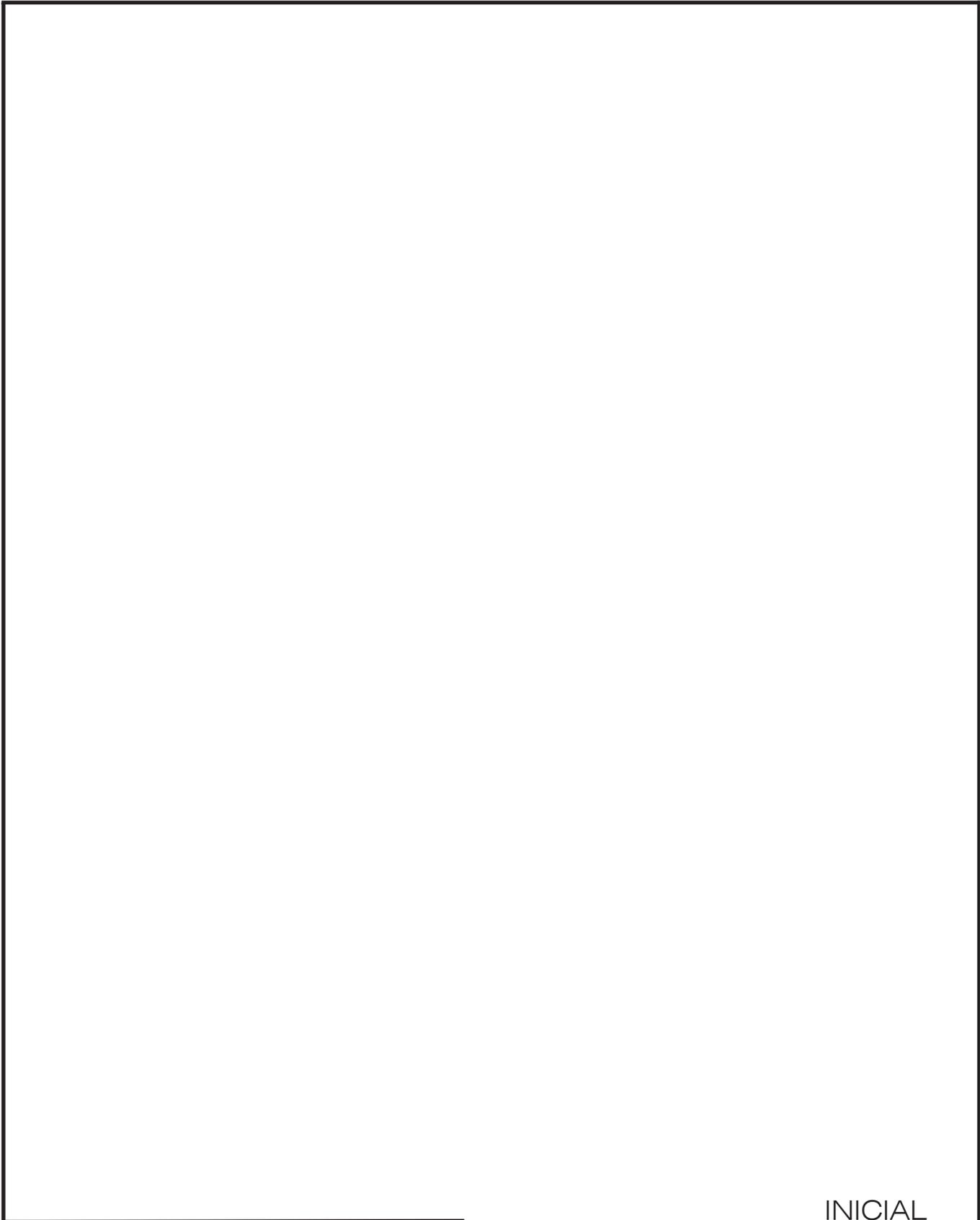


MORGENSTERN Y PRICE



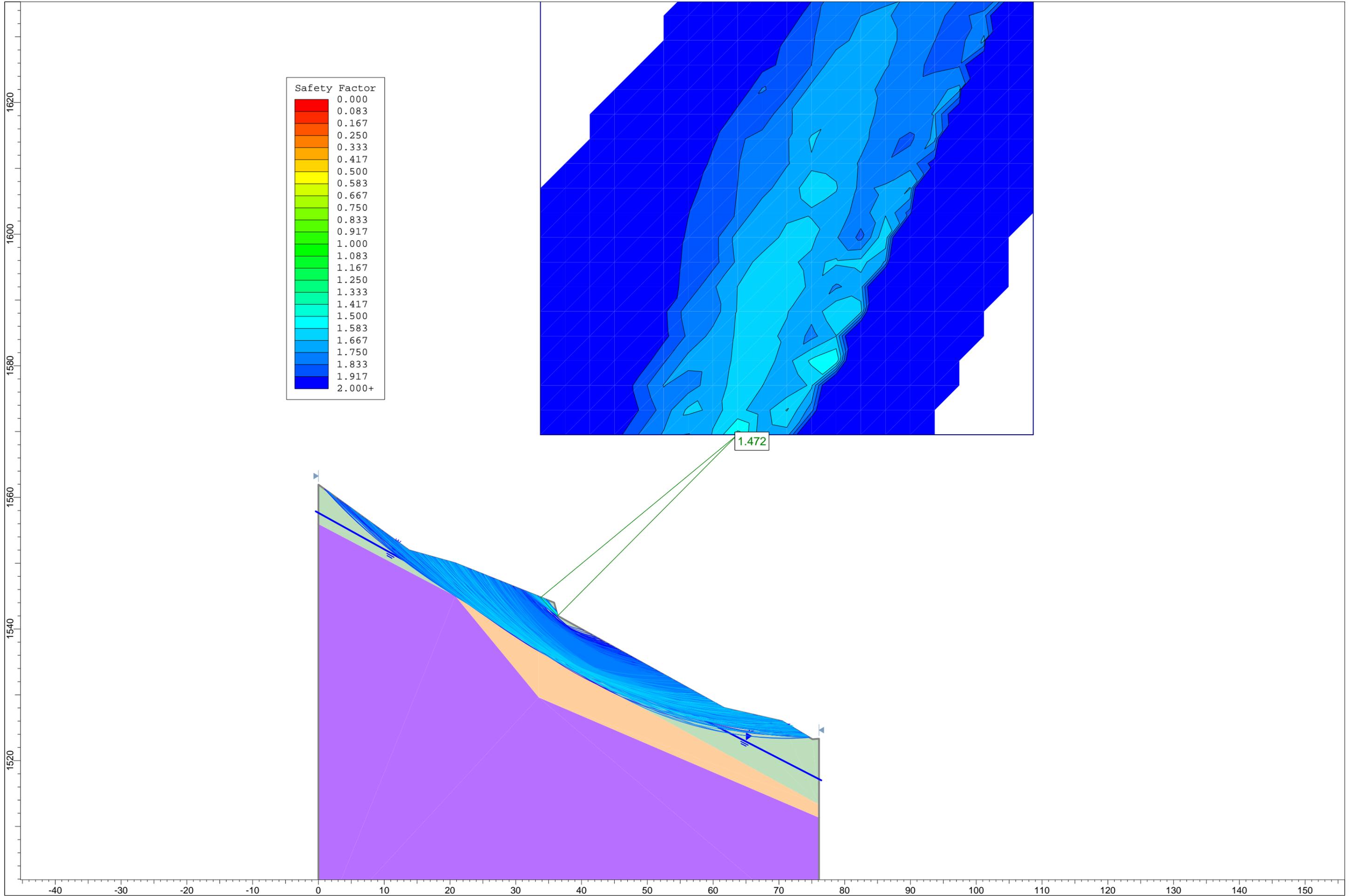


ST-29

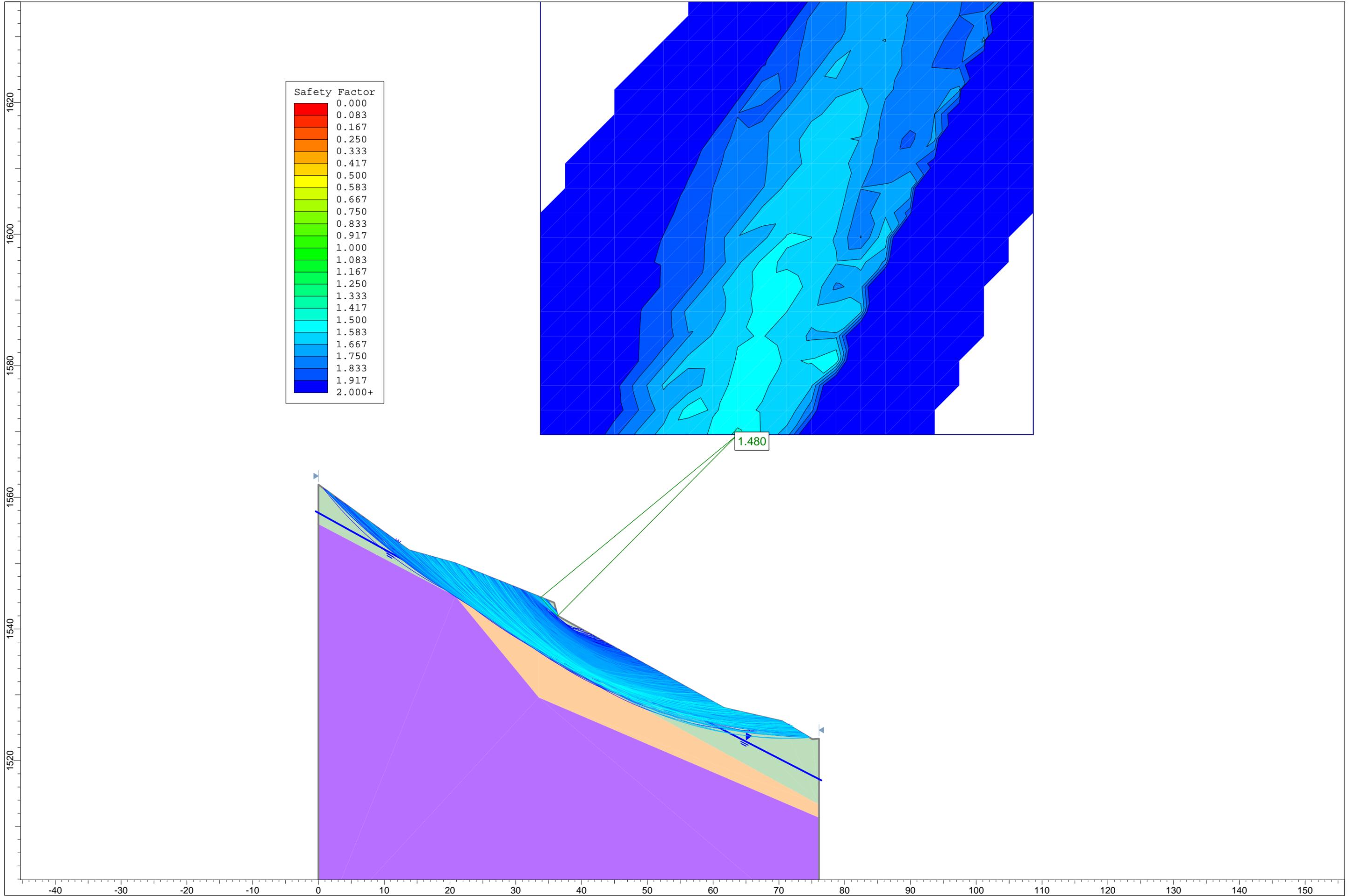


INICIAL

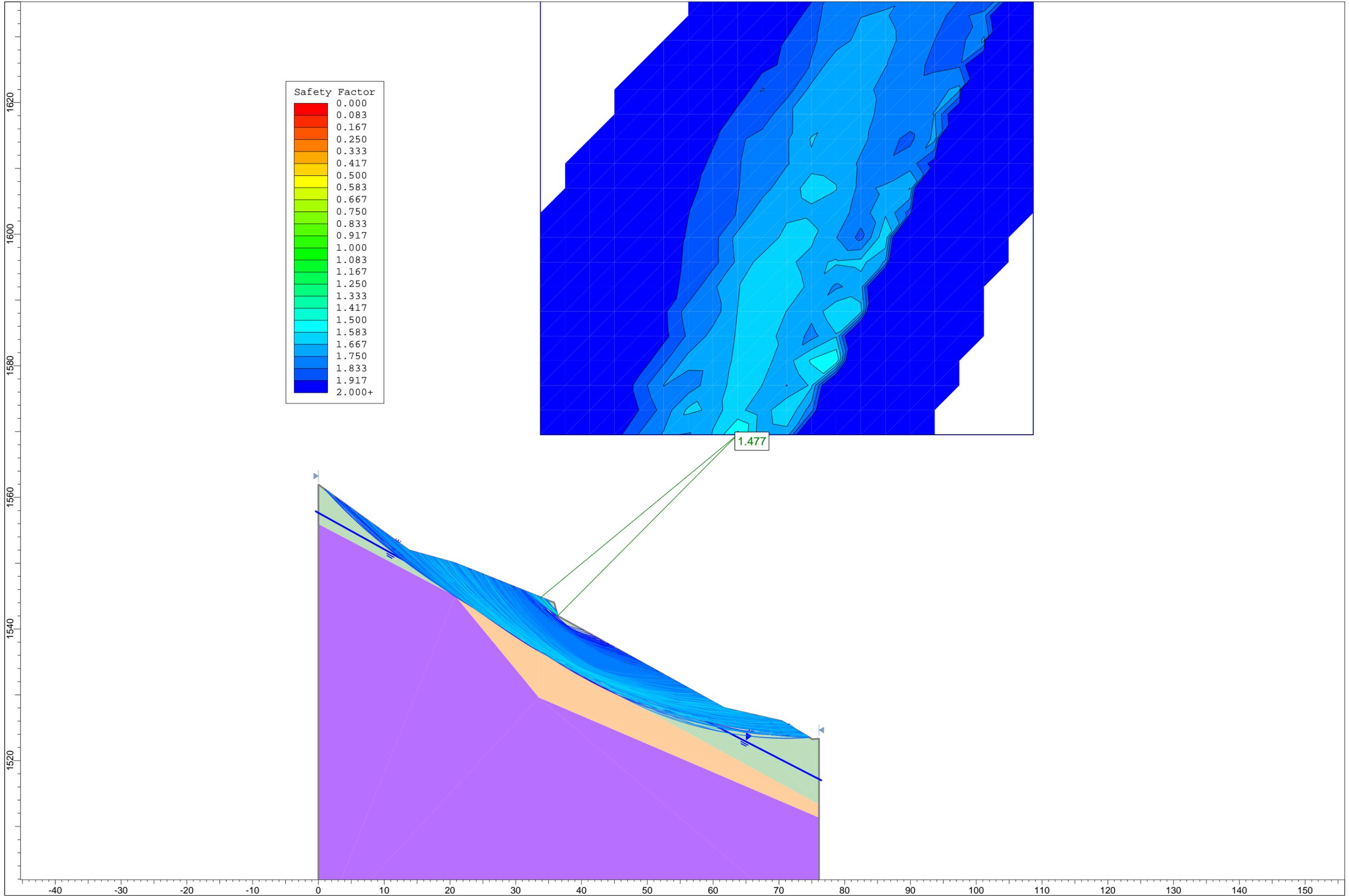
BISHOP



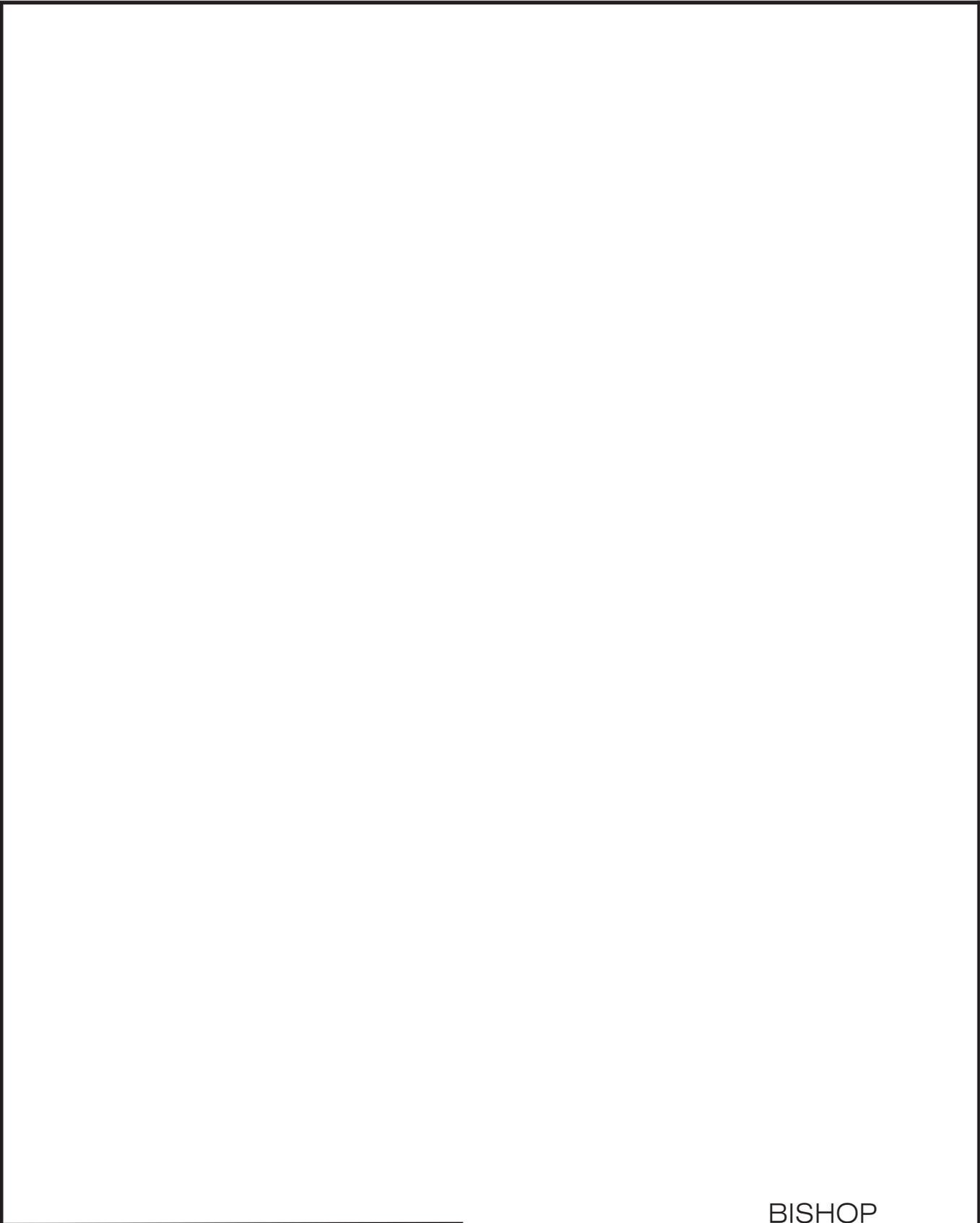
JANBU



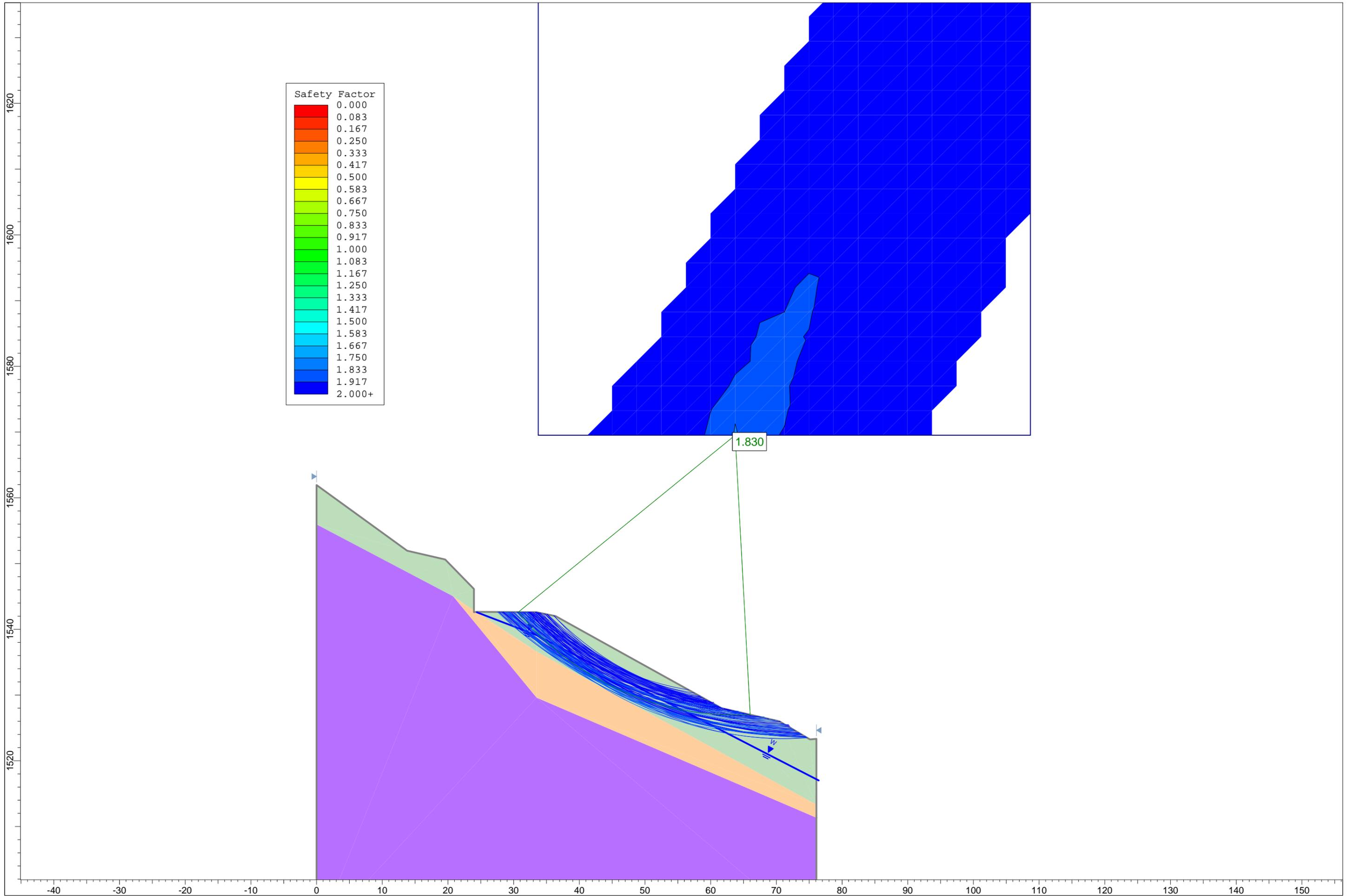
MORGENSTERN Y PRICE



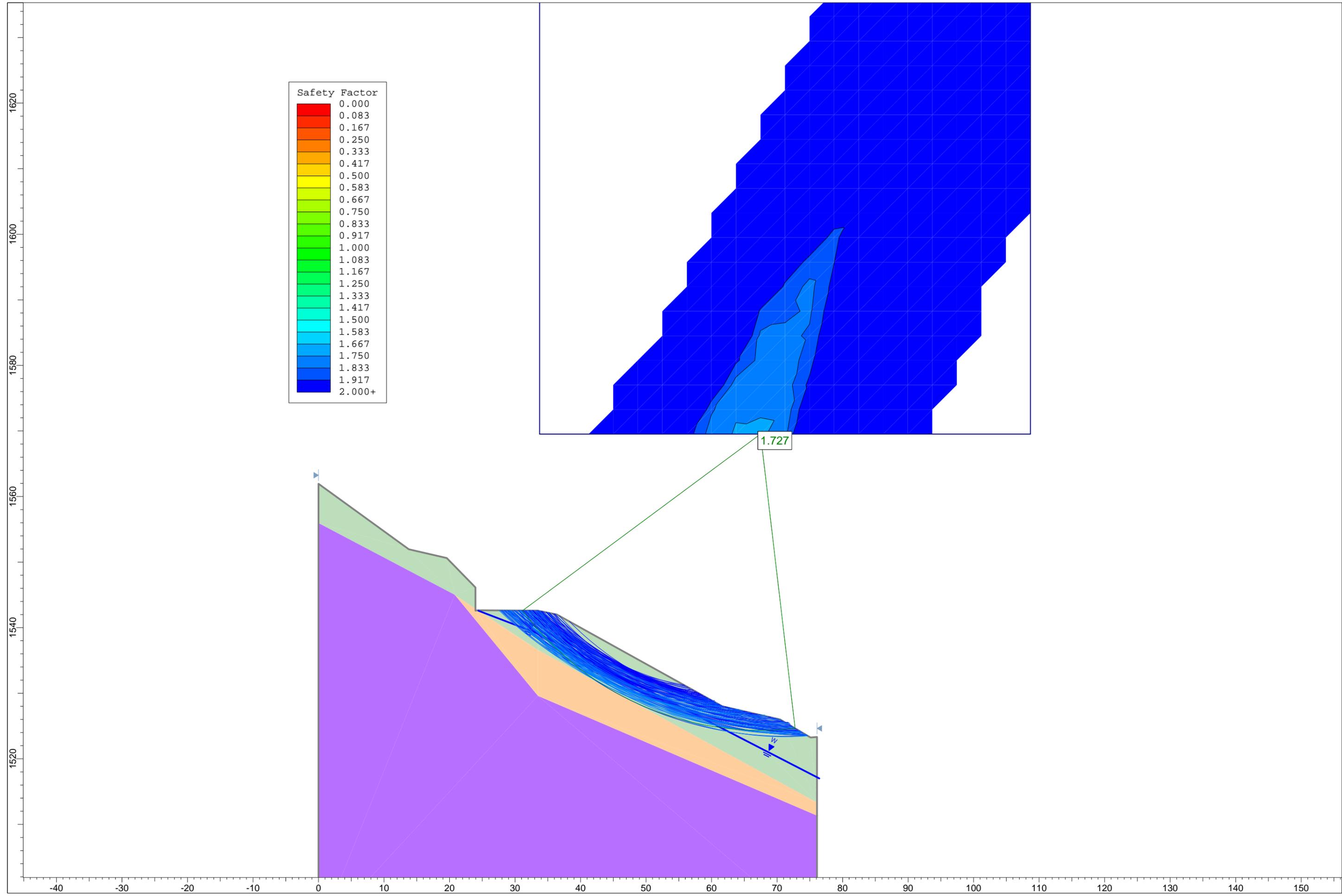
URBANIZACIÓN



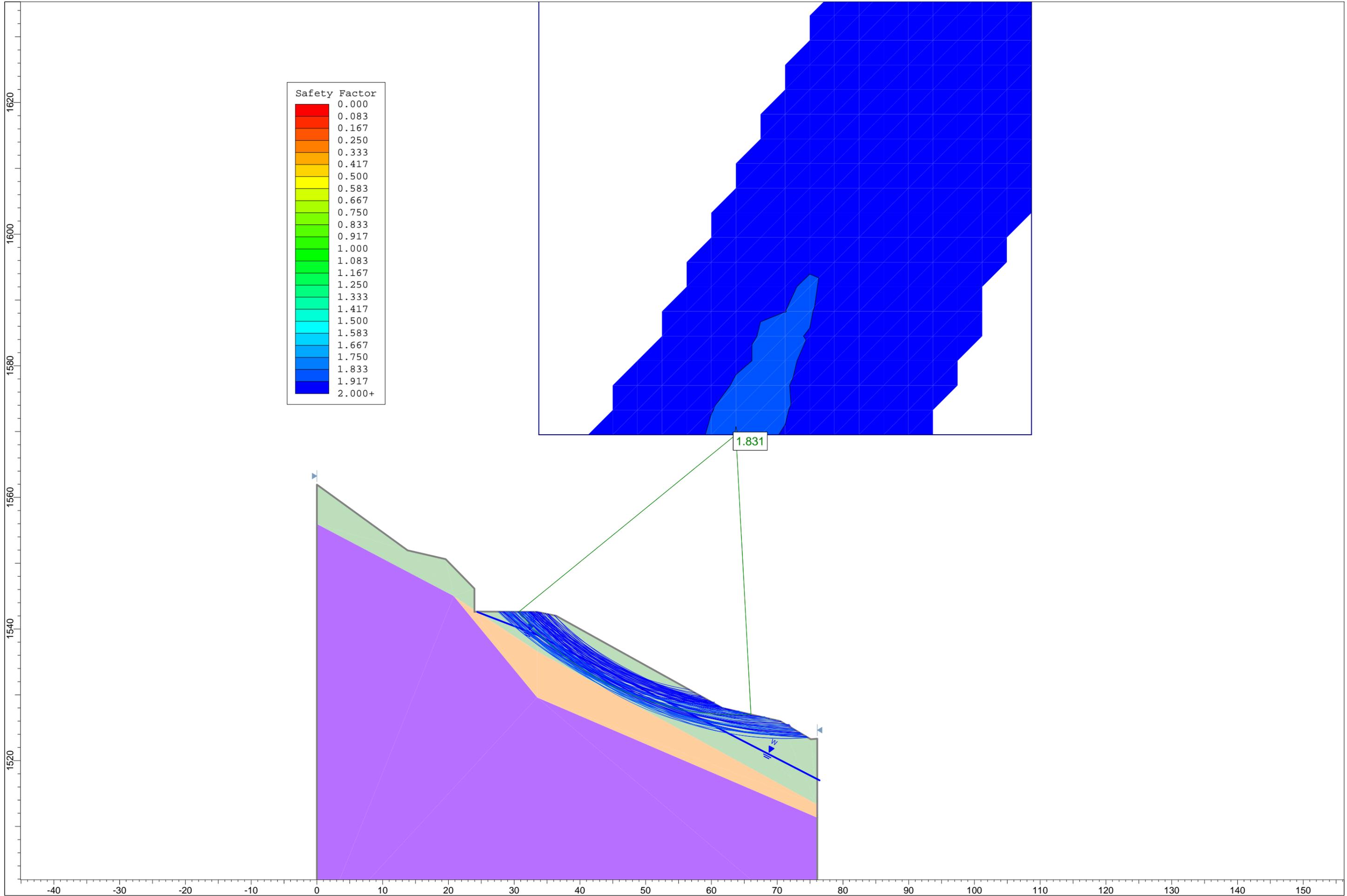
BISHOP



JANBU

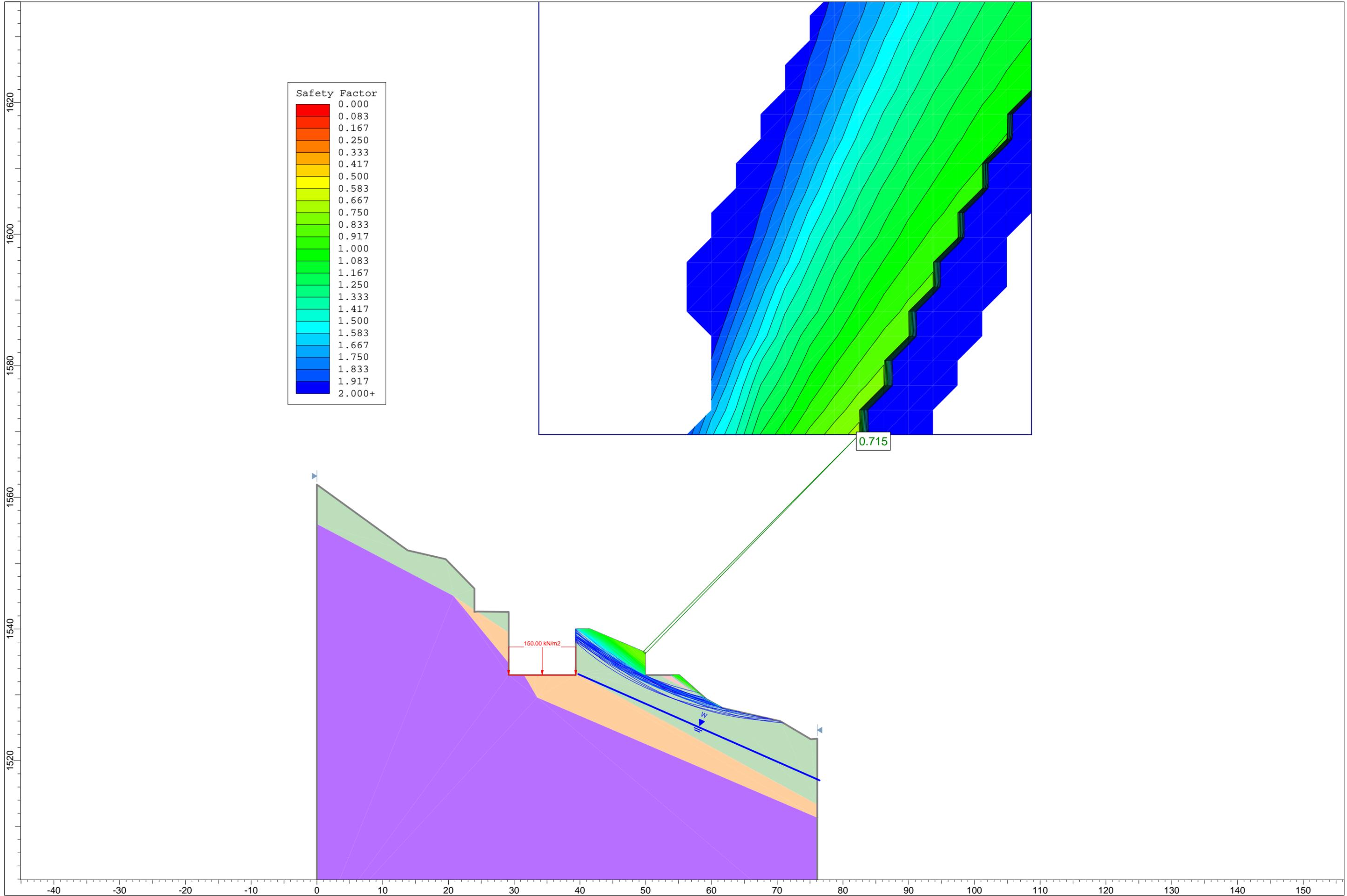


MORGENSTERN Y PRICE

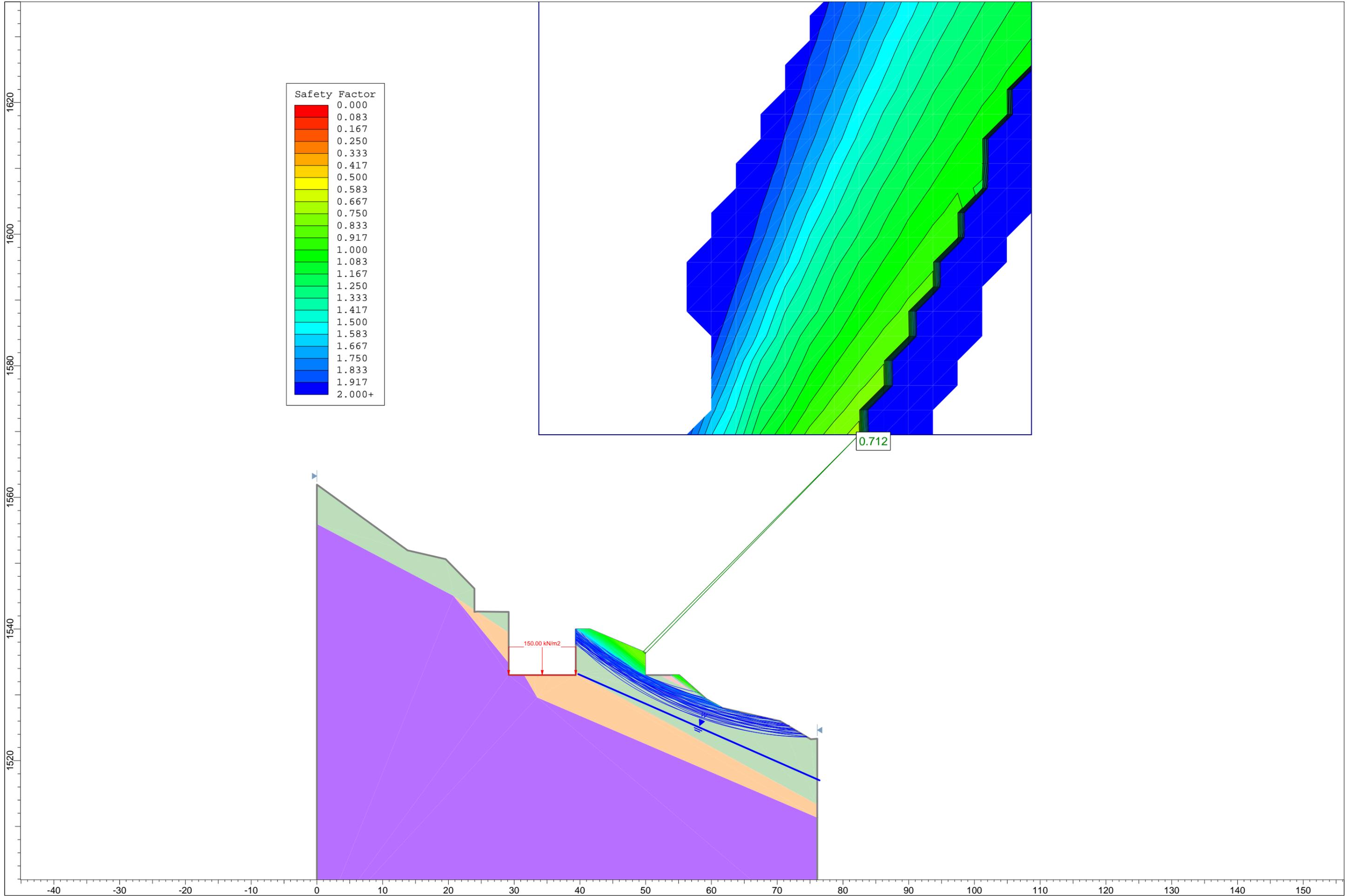


FINAL

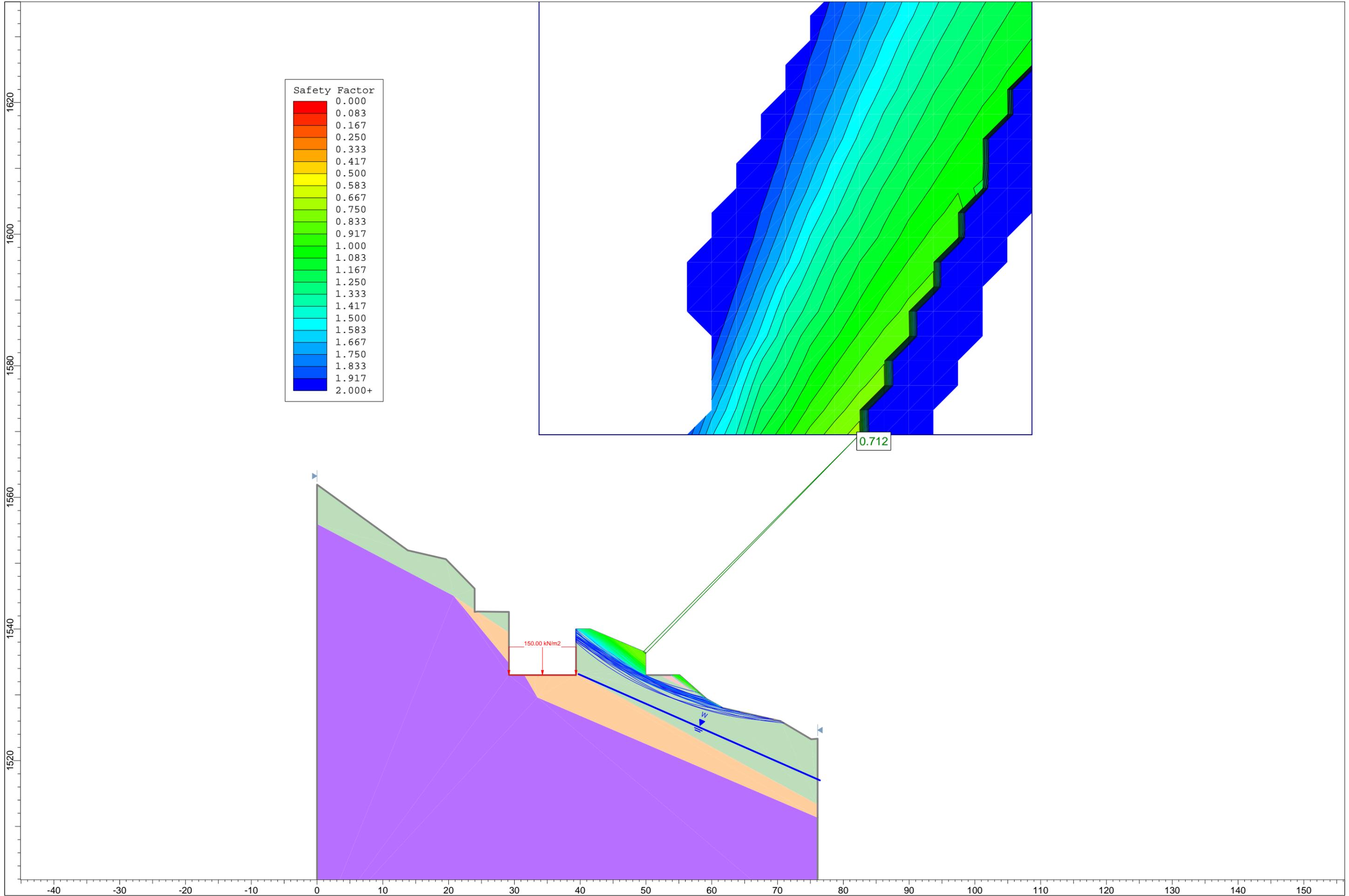
BISHOP



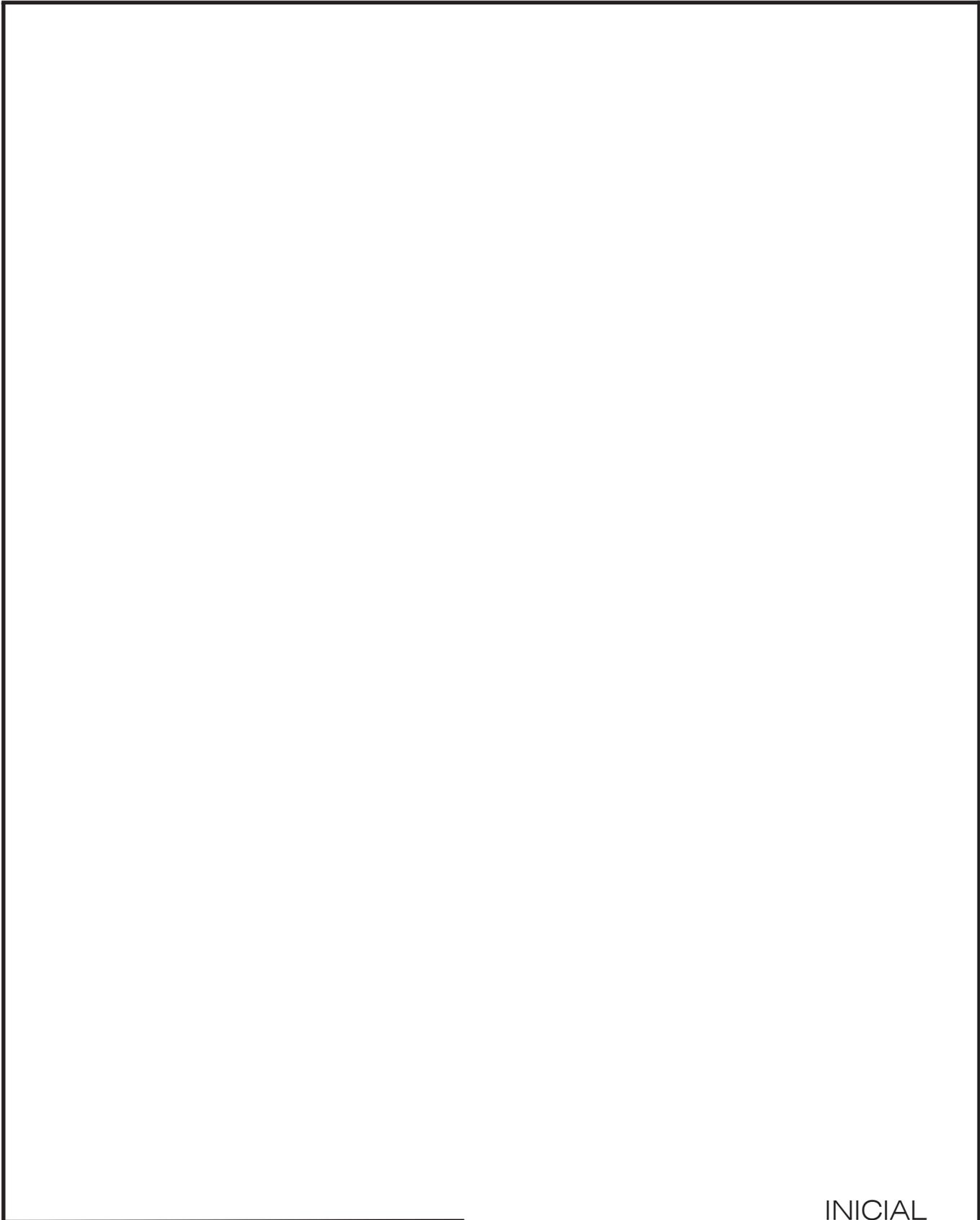
JANBU



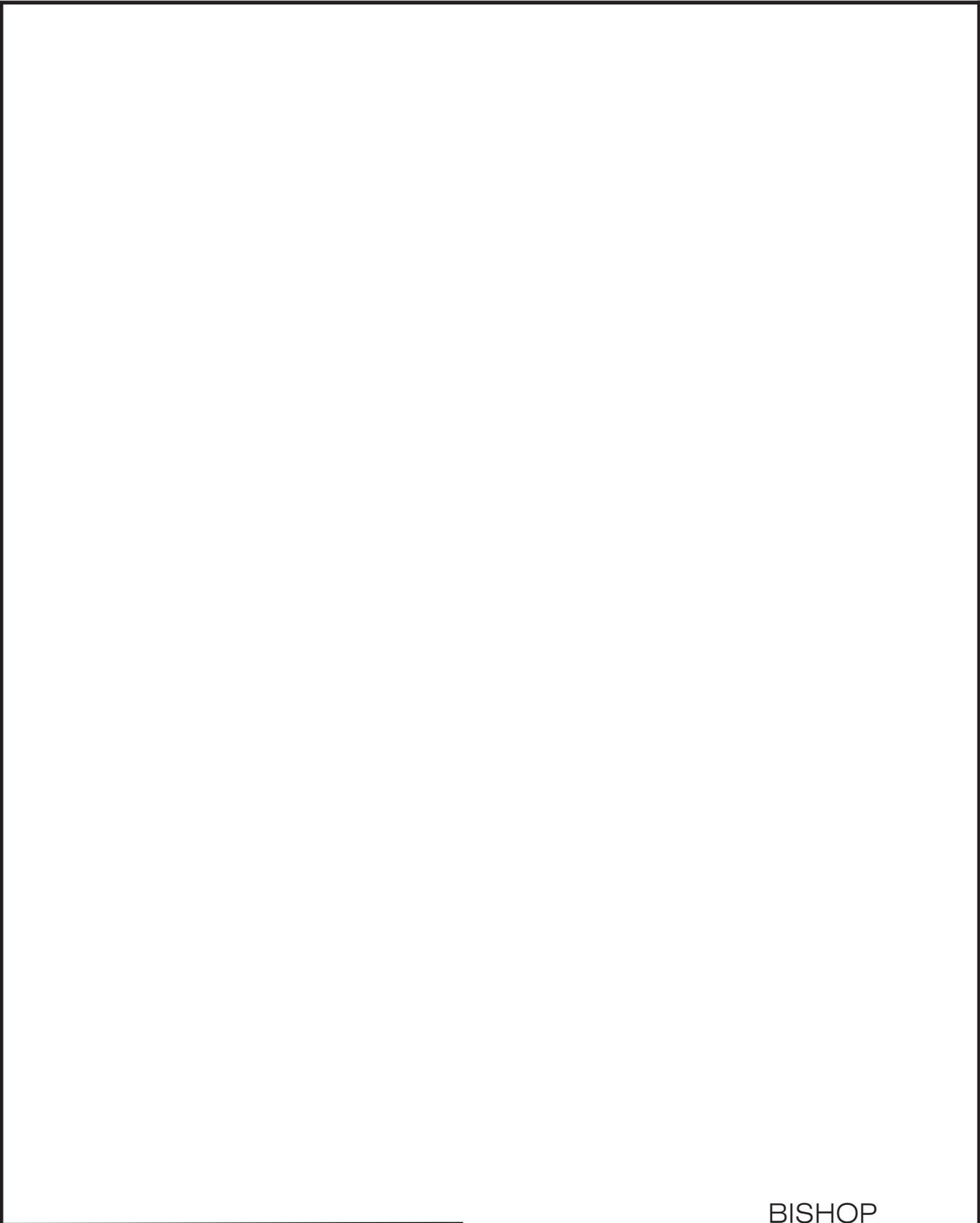
MORGENSTERN Y PRICE



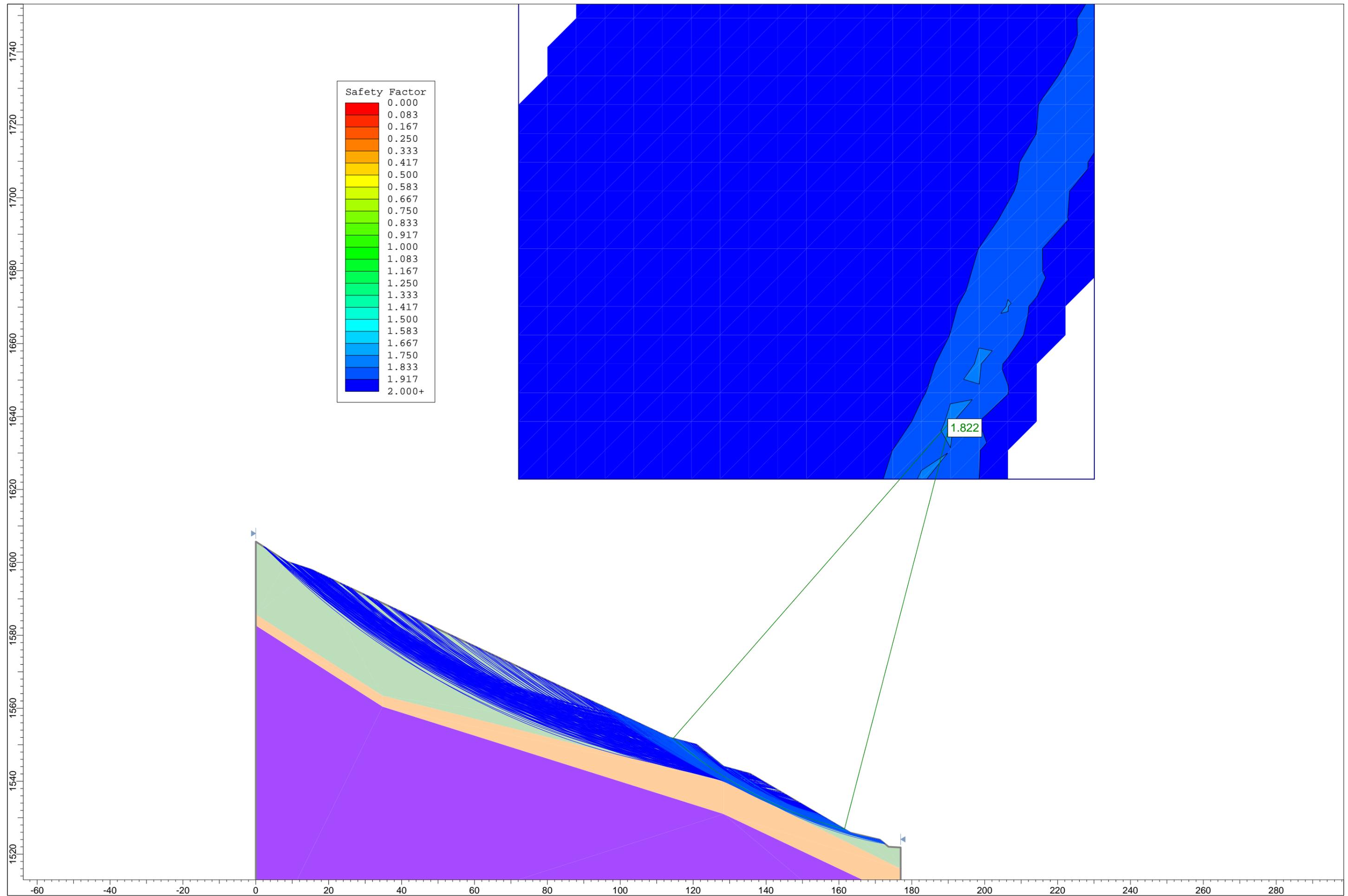
ST-30



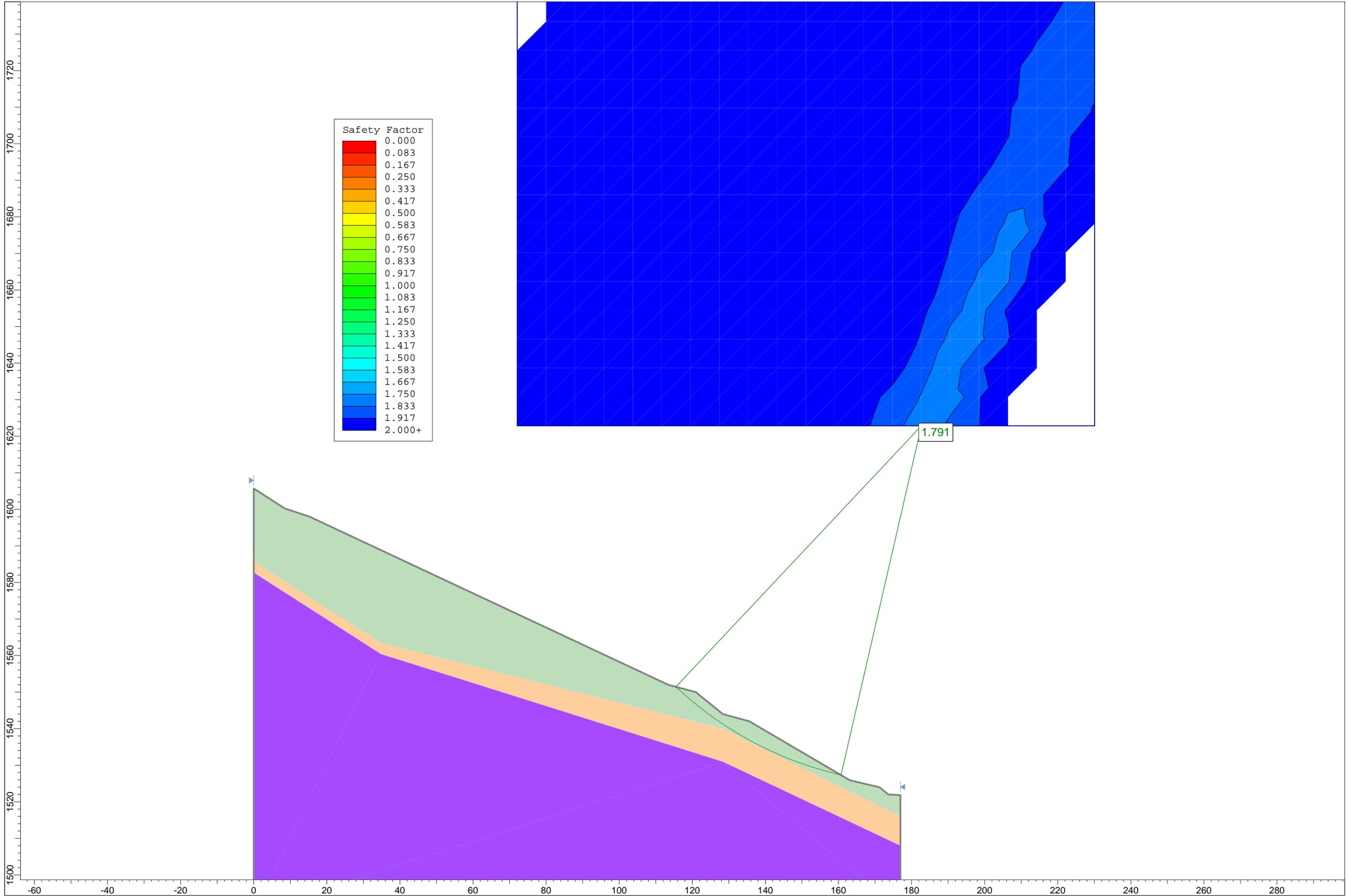
INICIAL



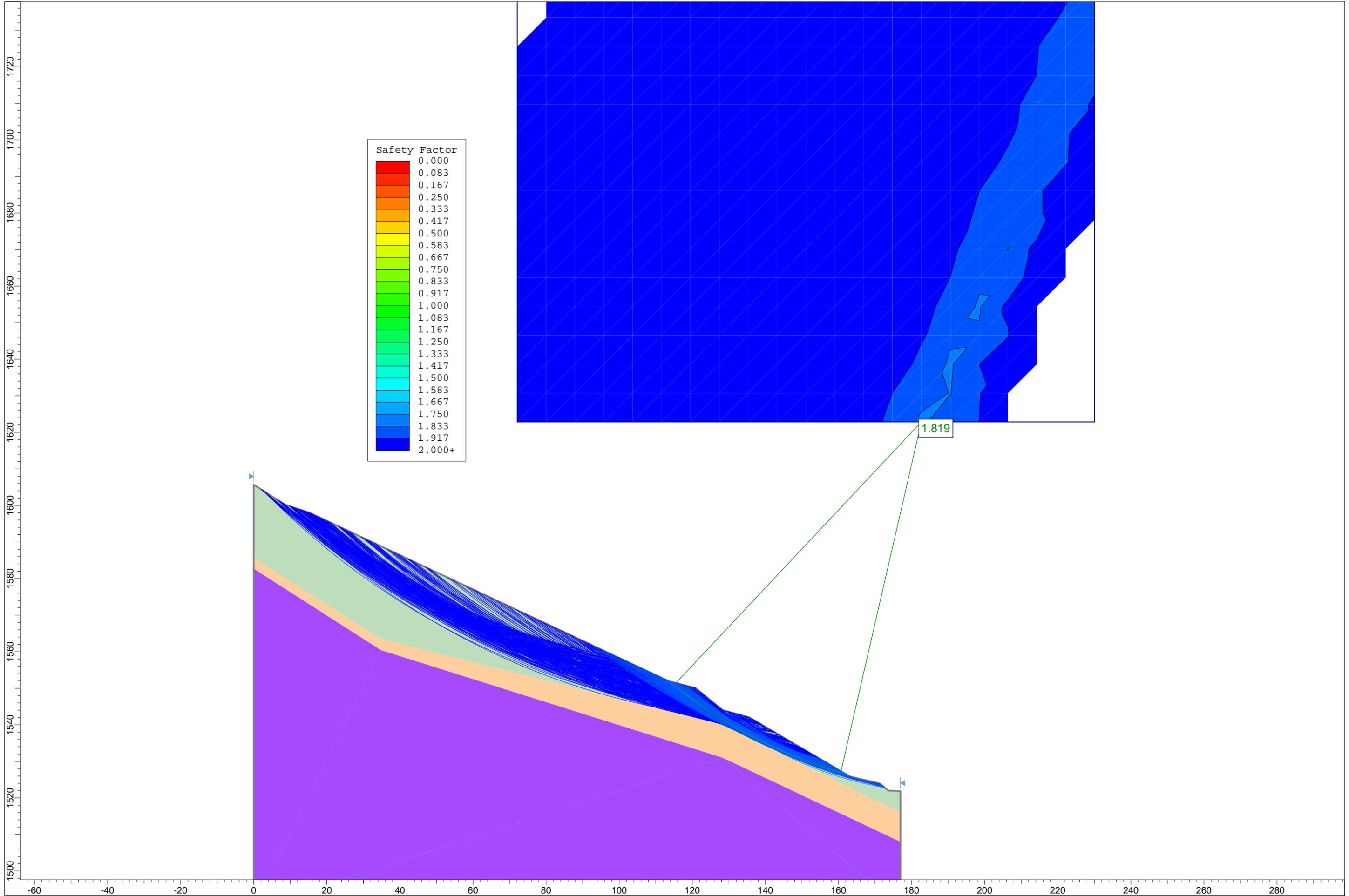
BISHOP



JANBU

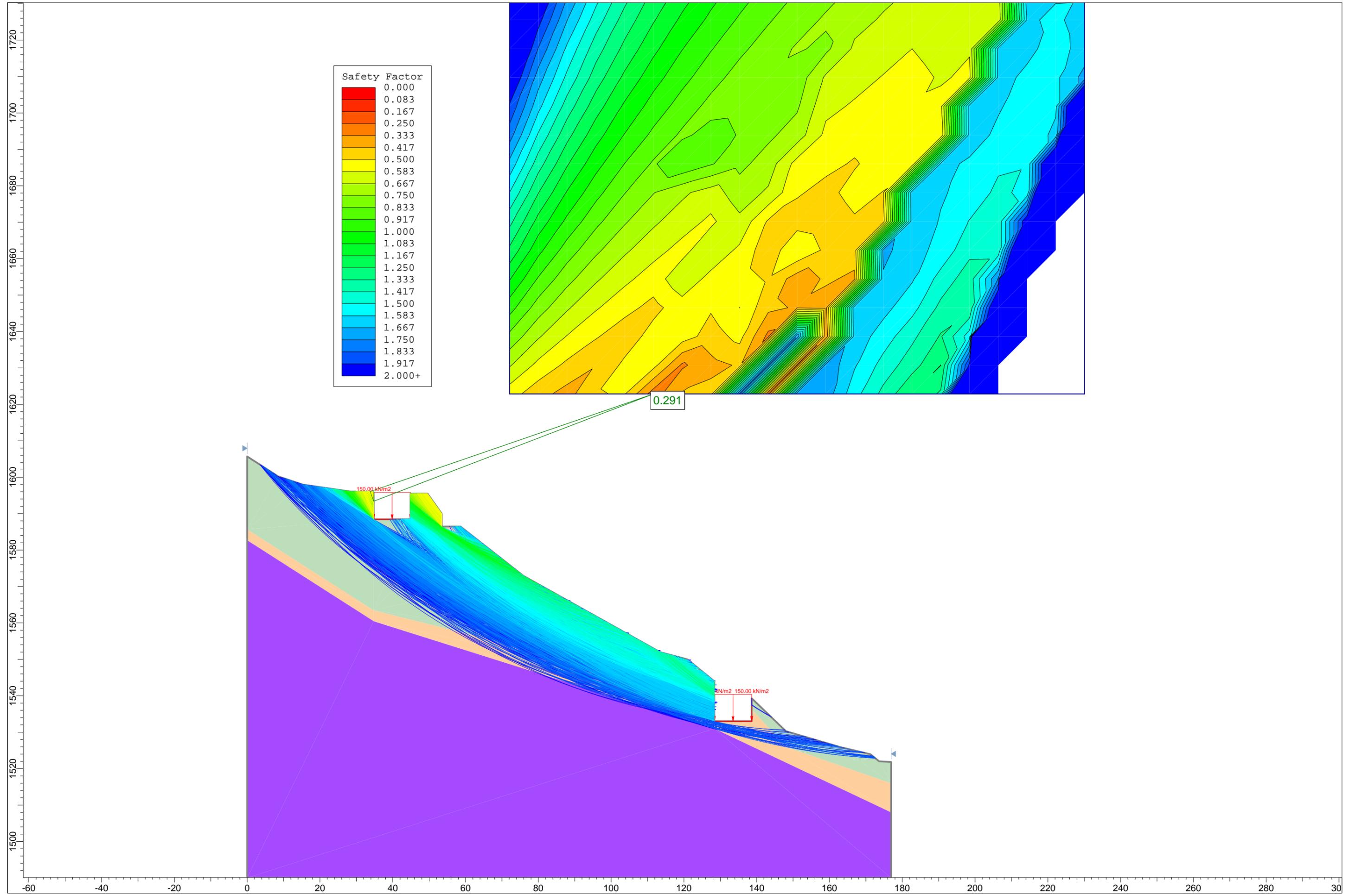


MORGENSTERN Y PRICE

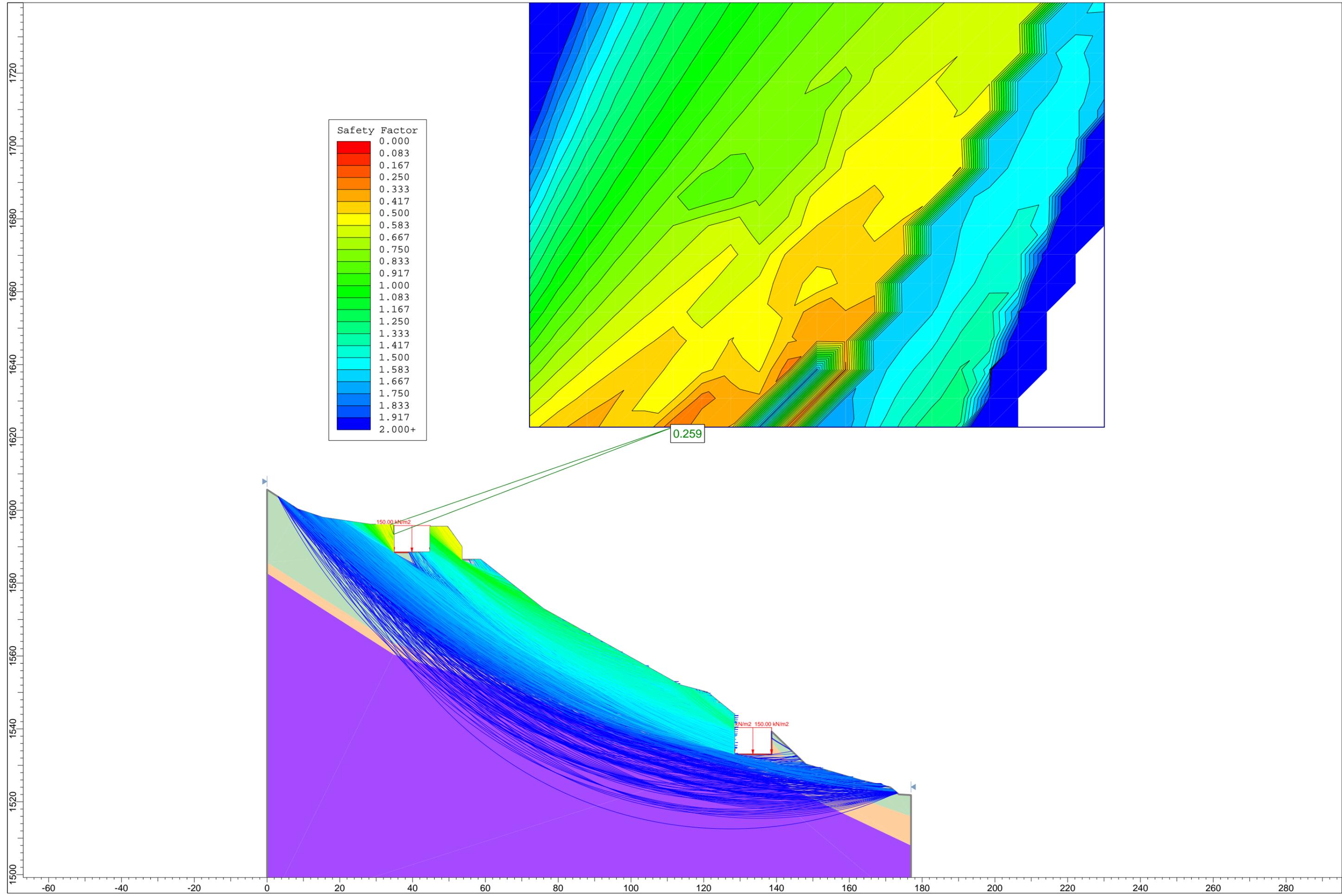


FINAL

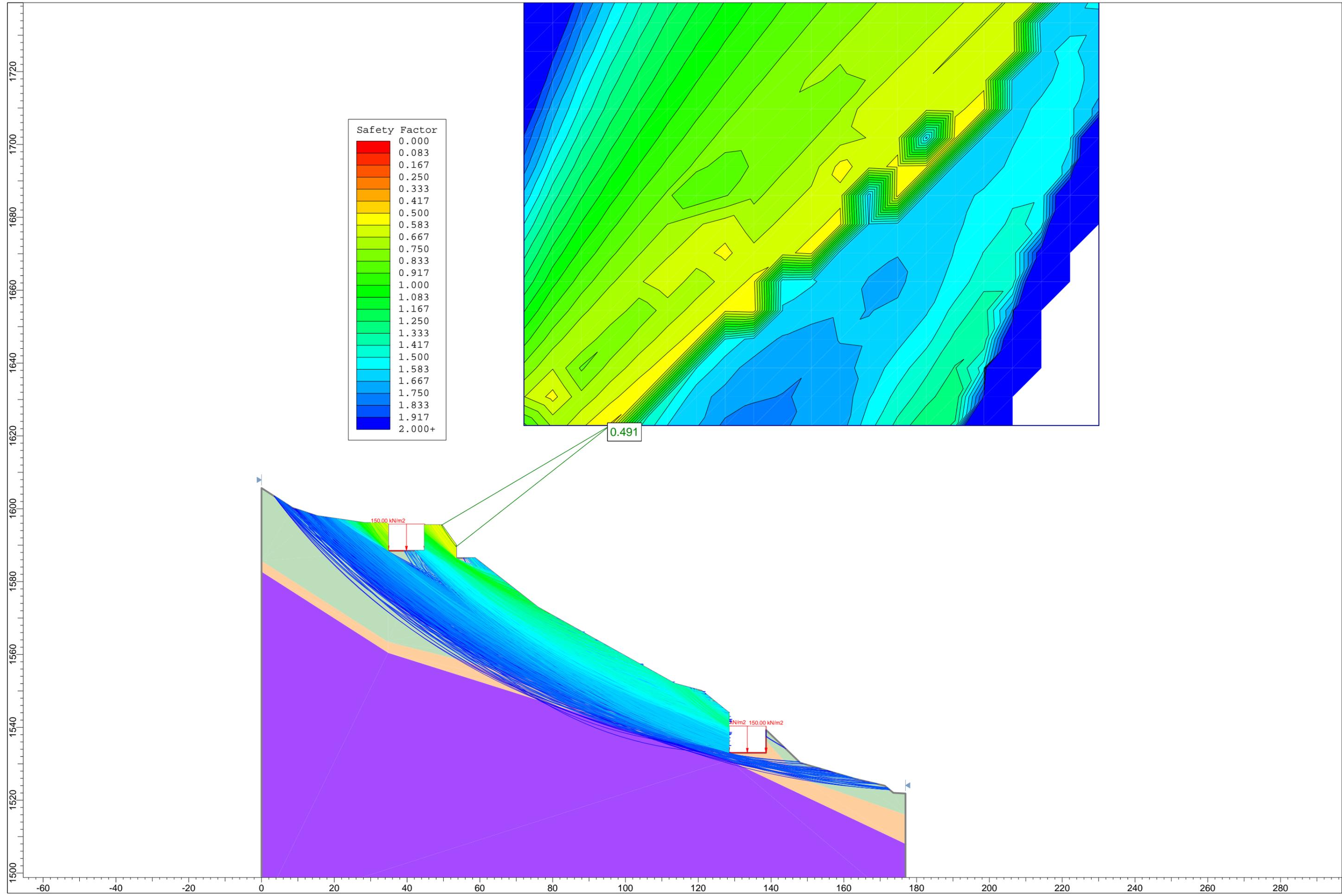
BISHOP

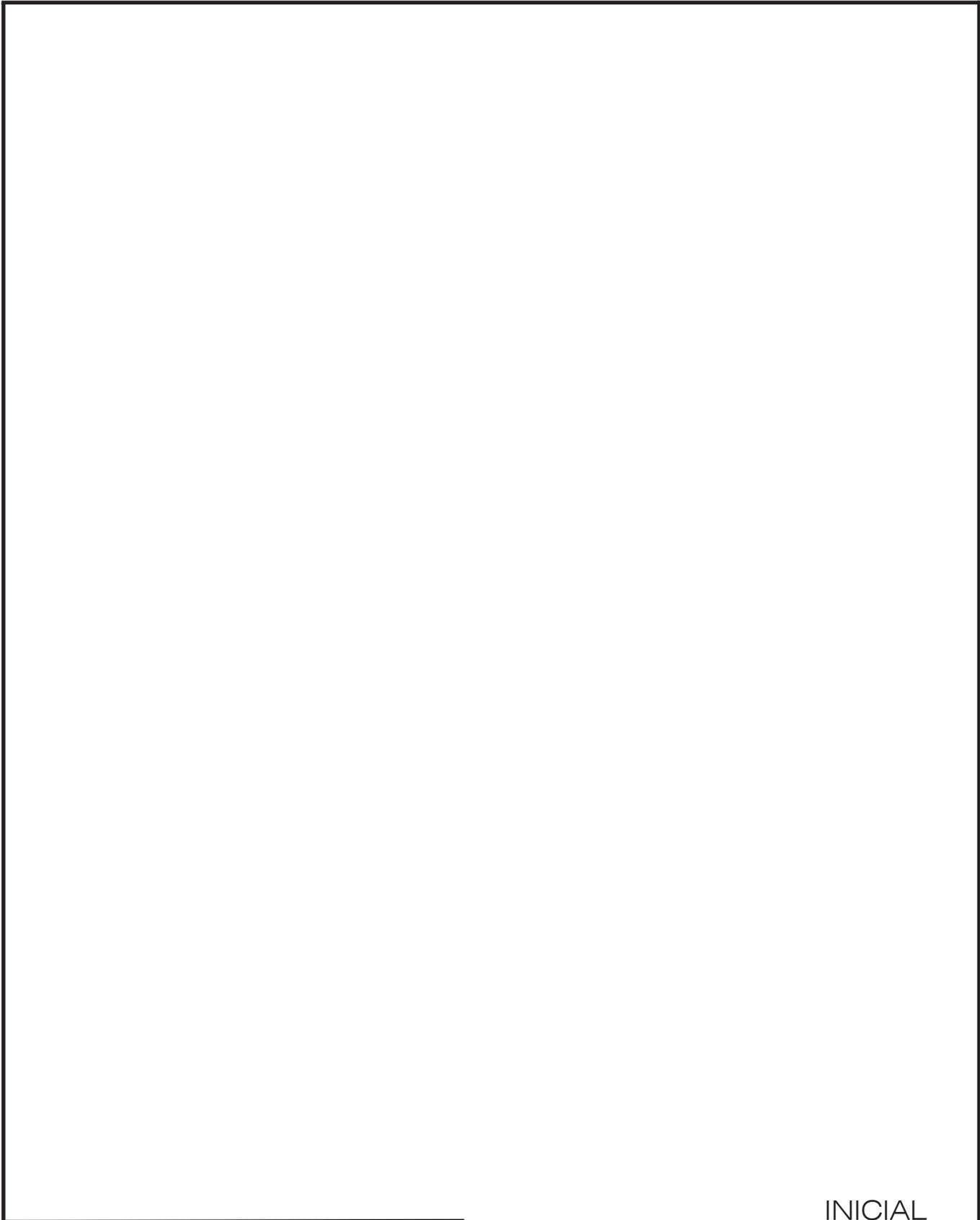


JANBU



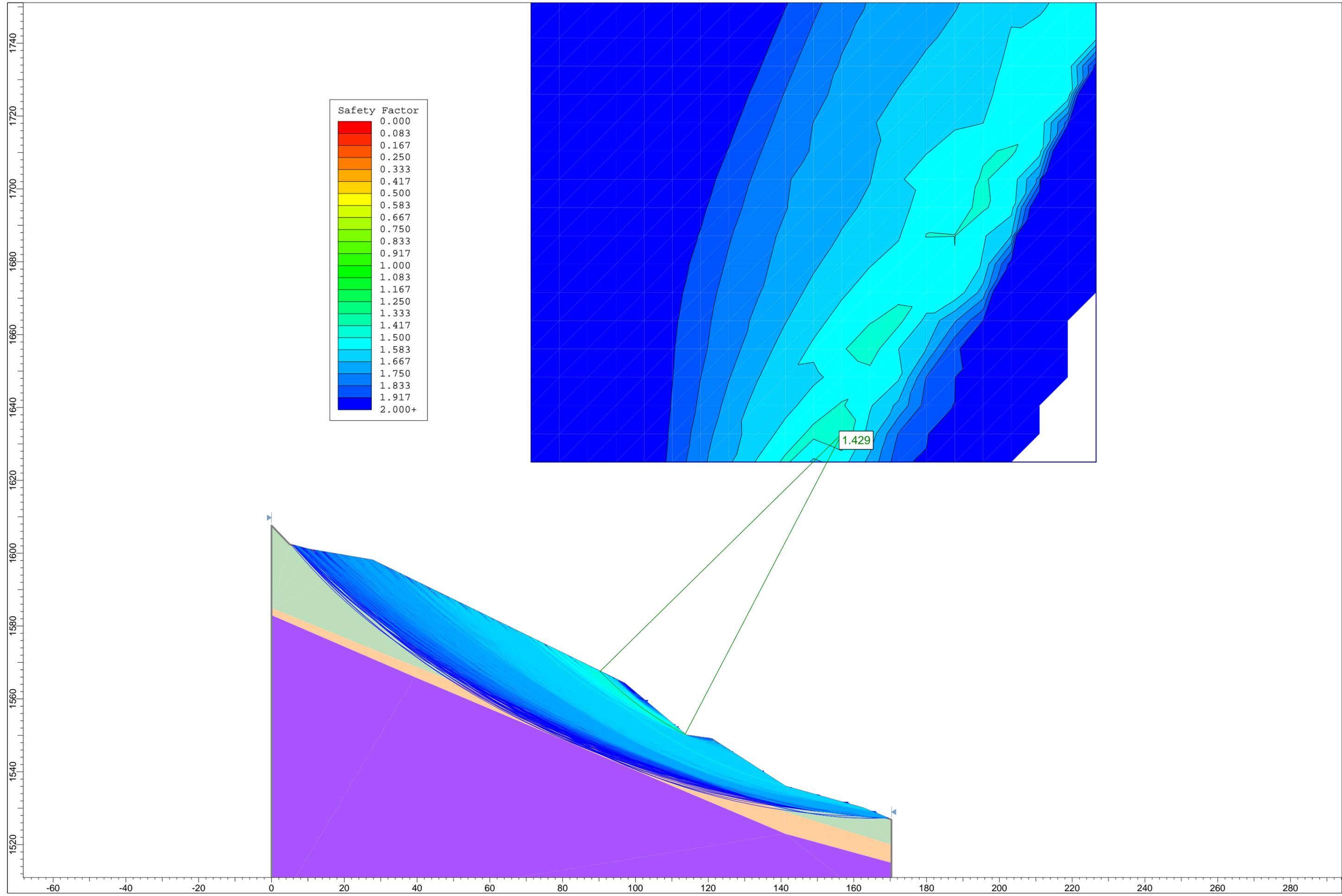
MORGENSTERN Y PRICE



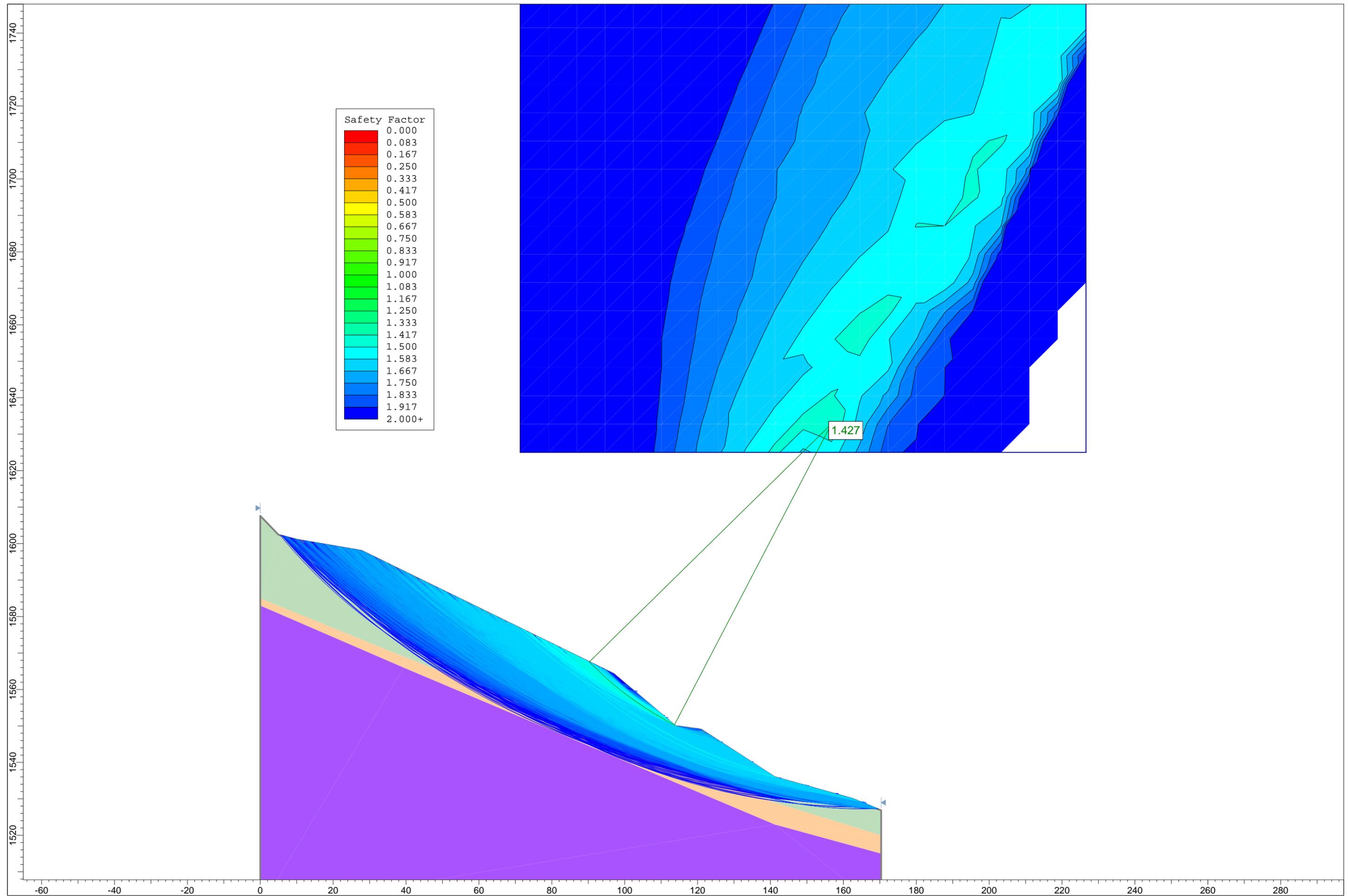


INICIAL

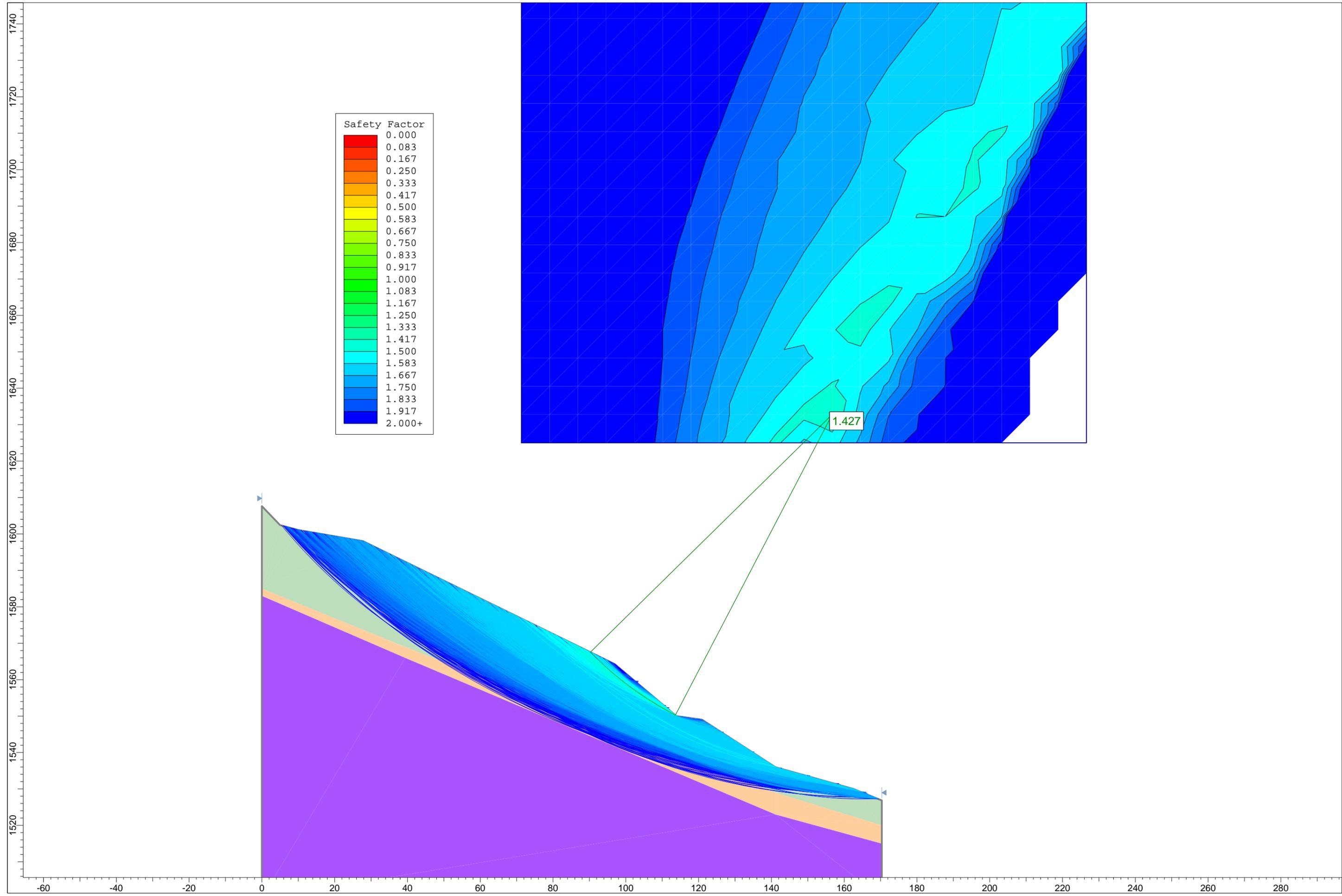
BISHOP



JANBU

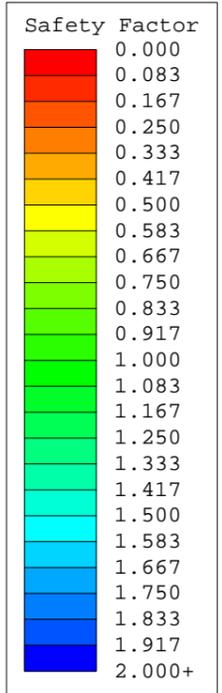
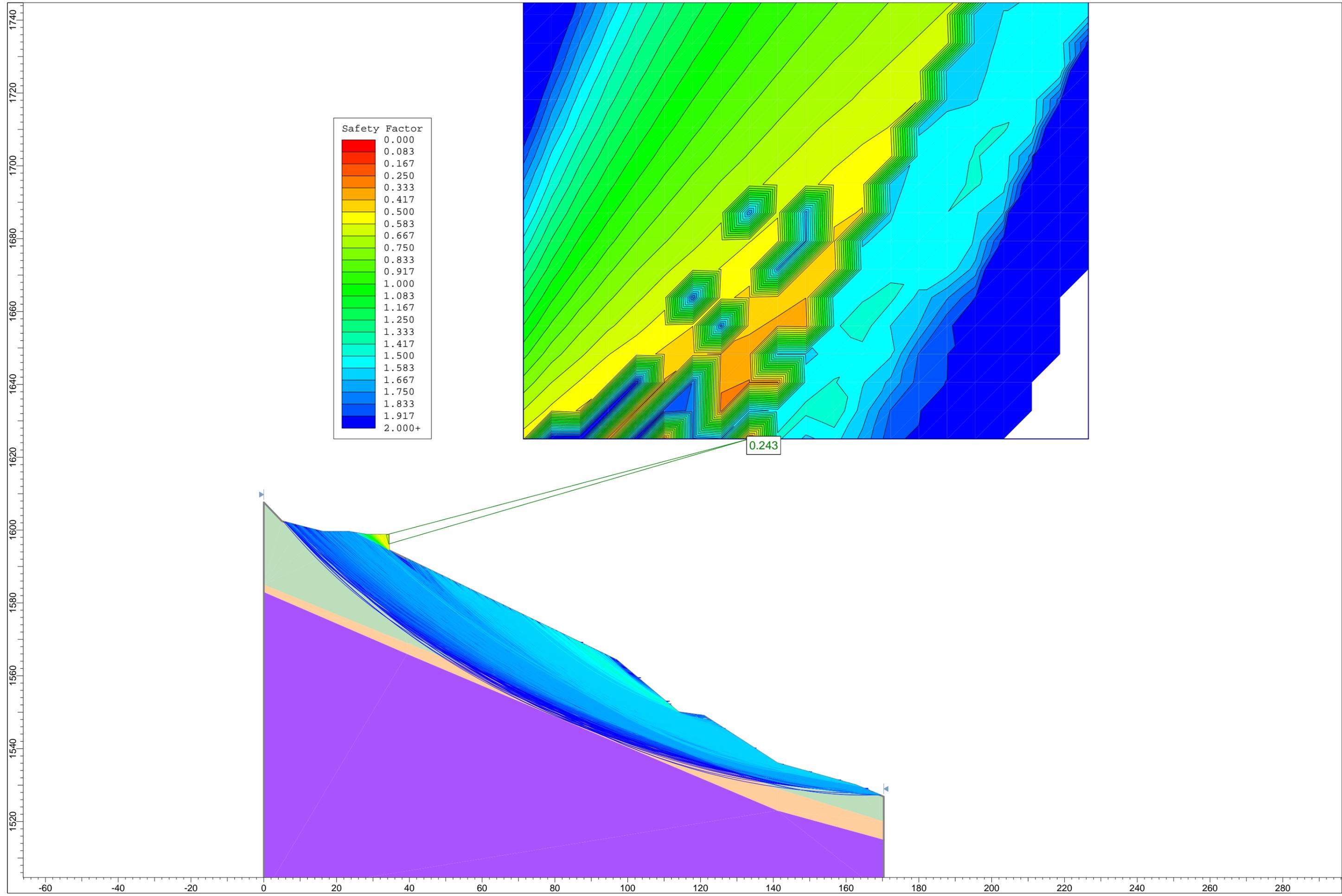


MORGENSTERN Y PRICE



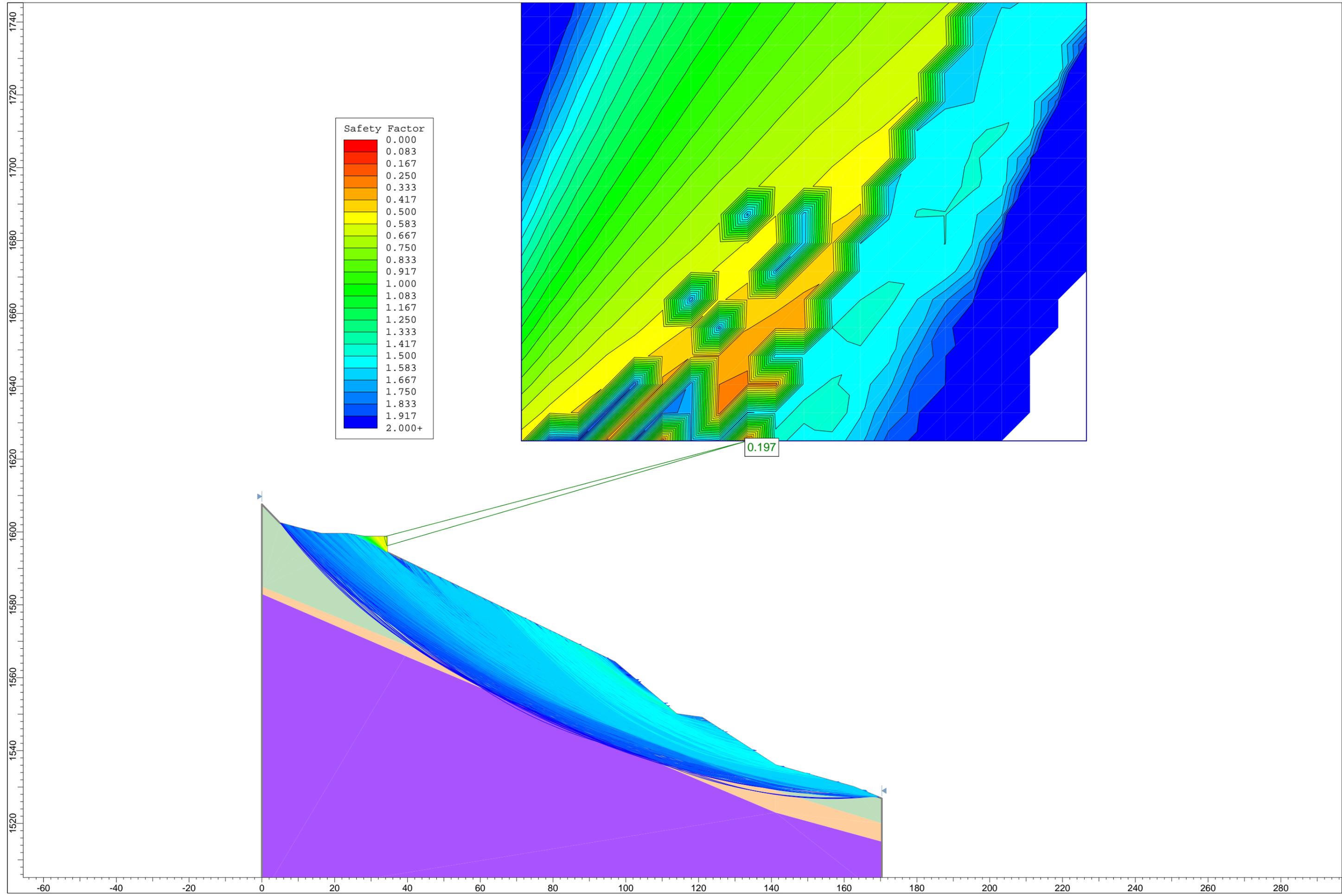
URBANIZACIÓN

BISHOP

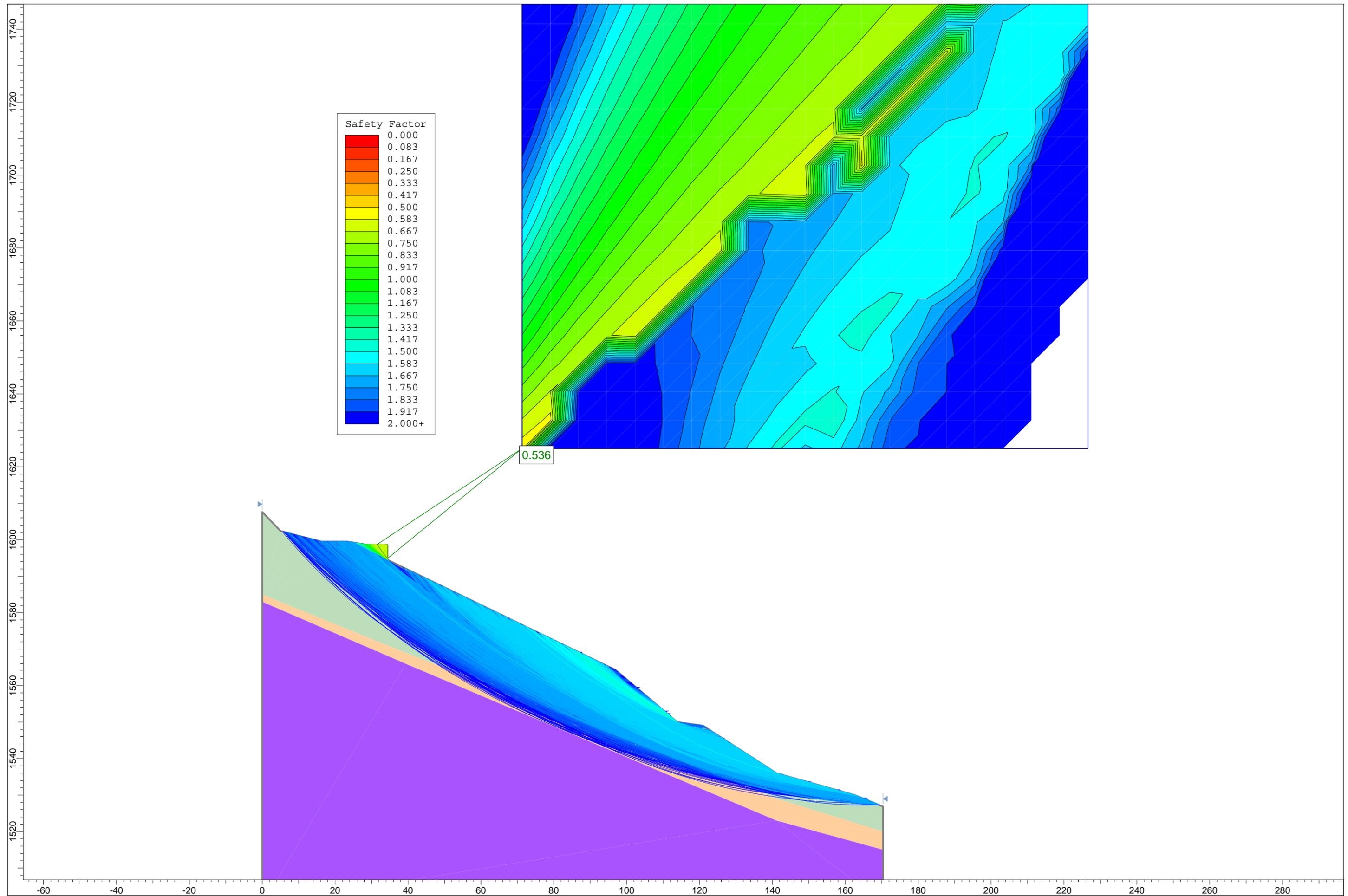


0.243

JANBU

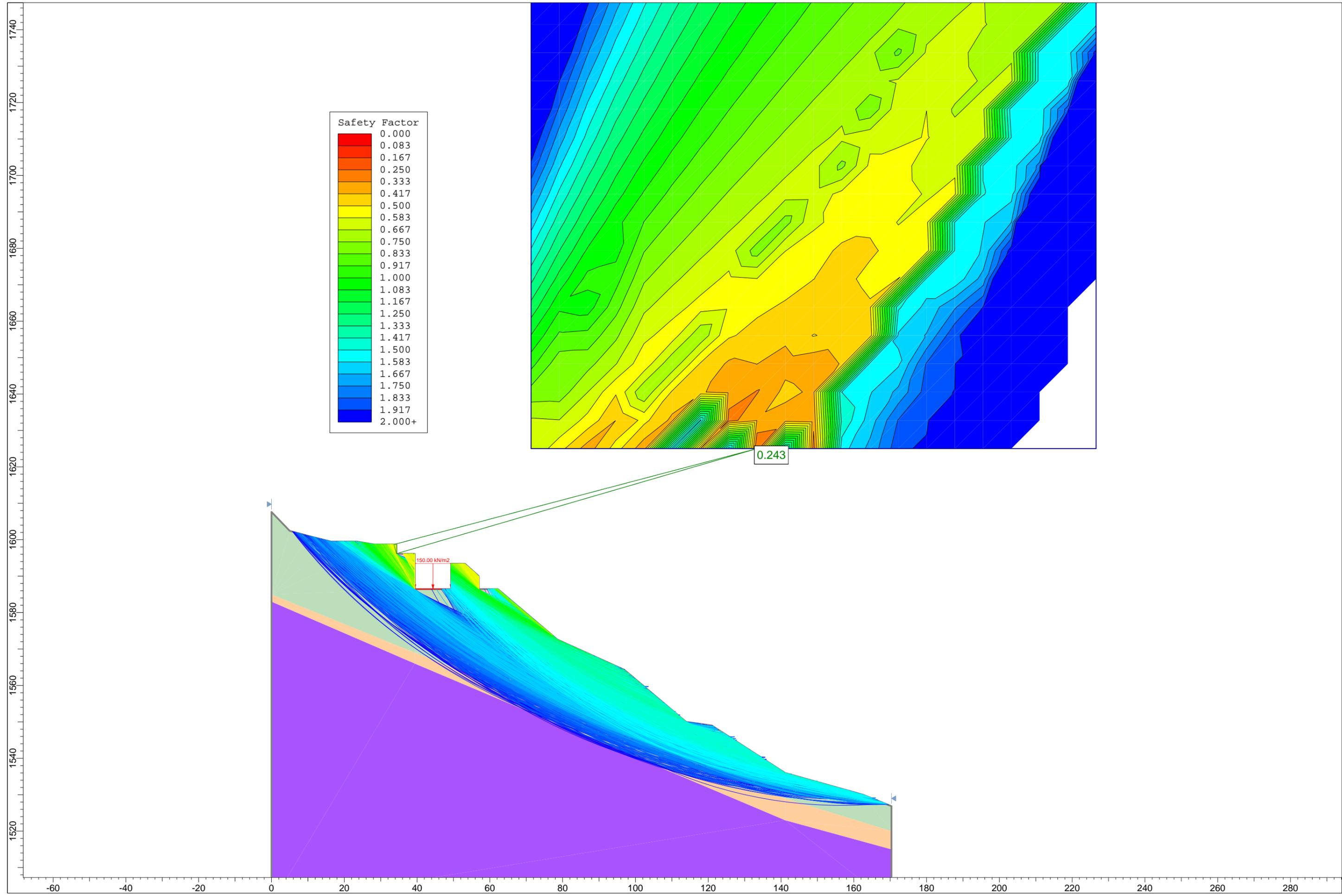


MORGENSTERN Y PRICE

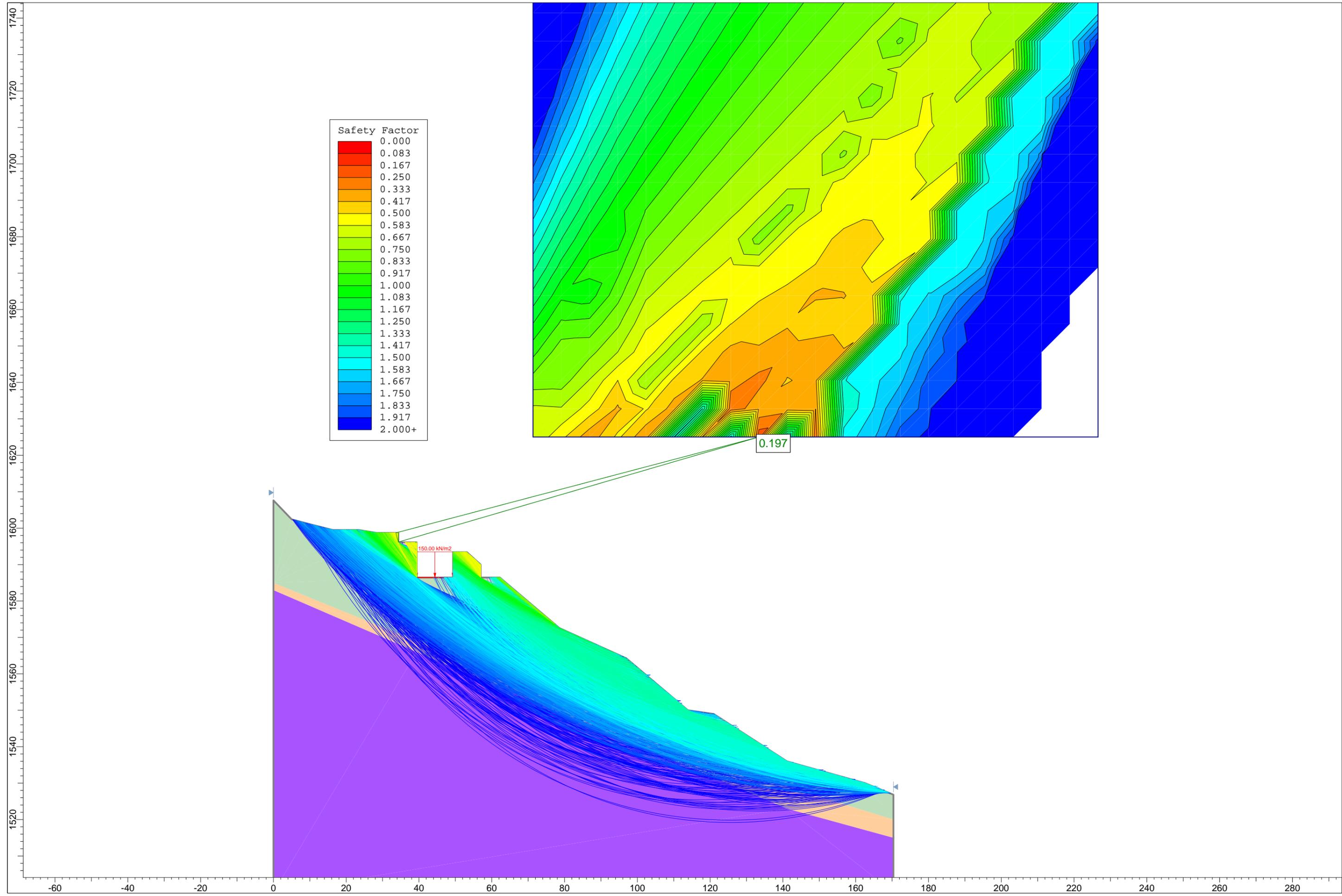


FINAL

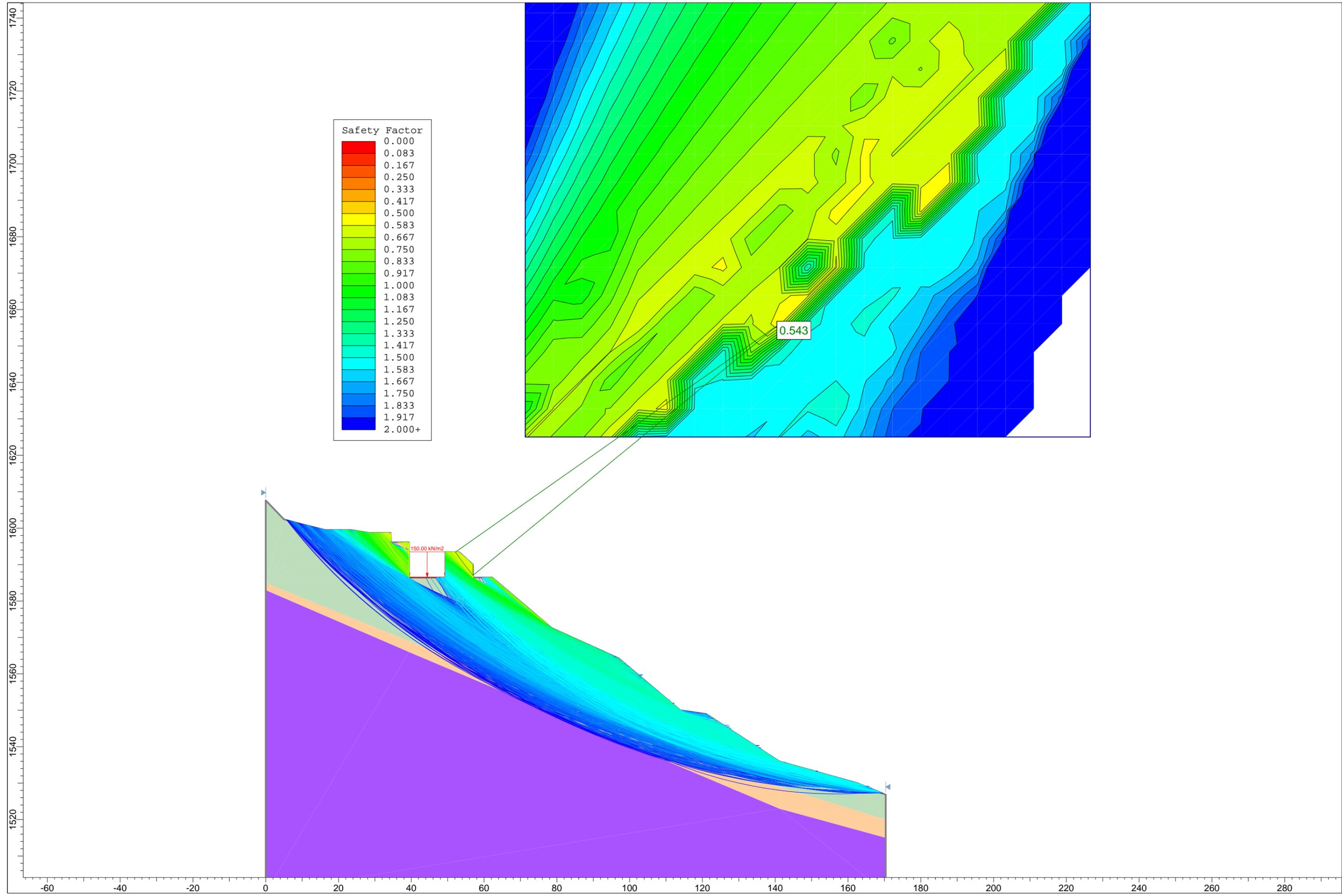
BISHOP



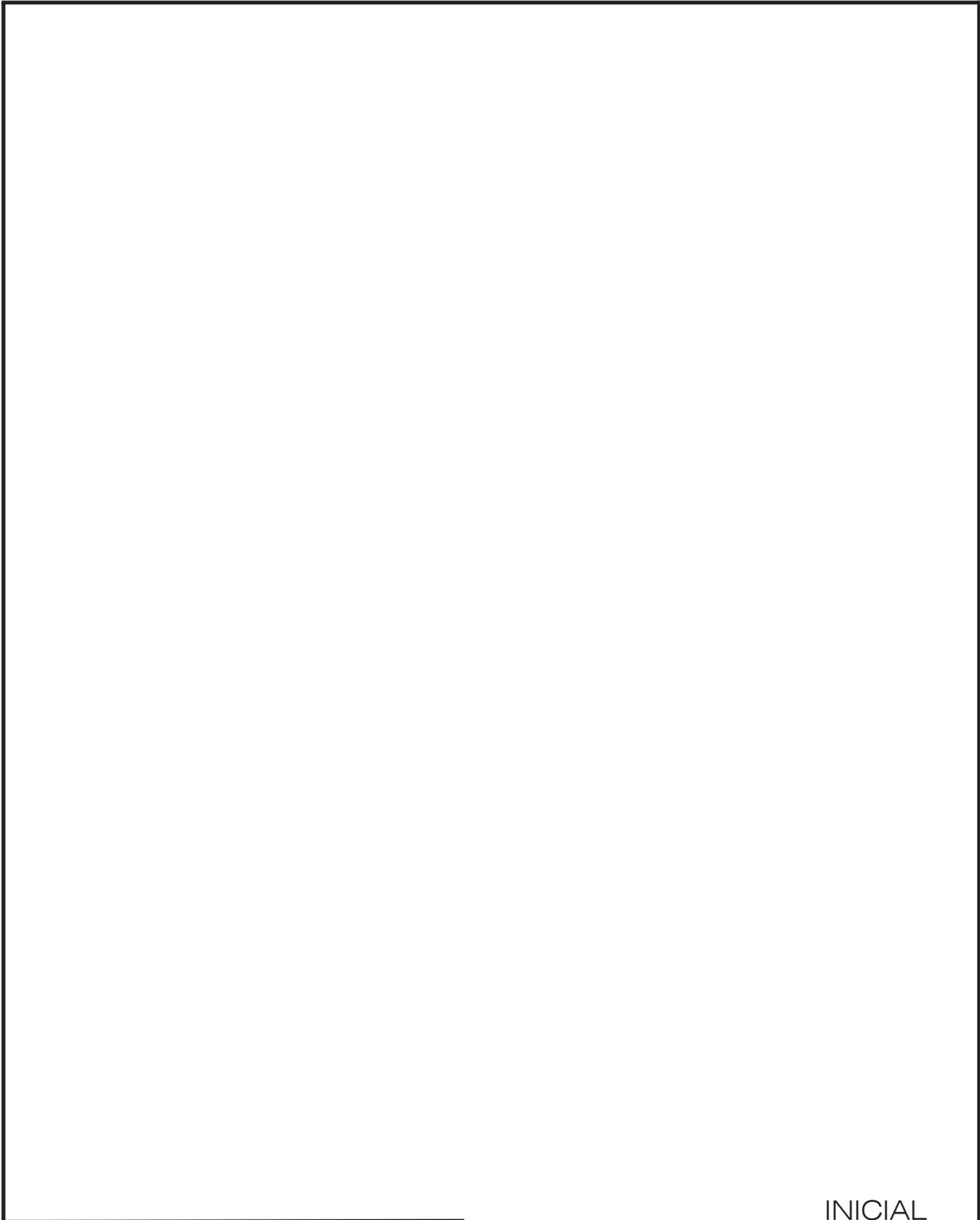
JANBU



MORGENSTERN Y PRICE

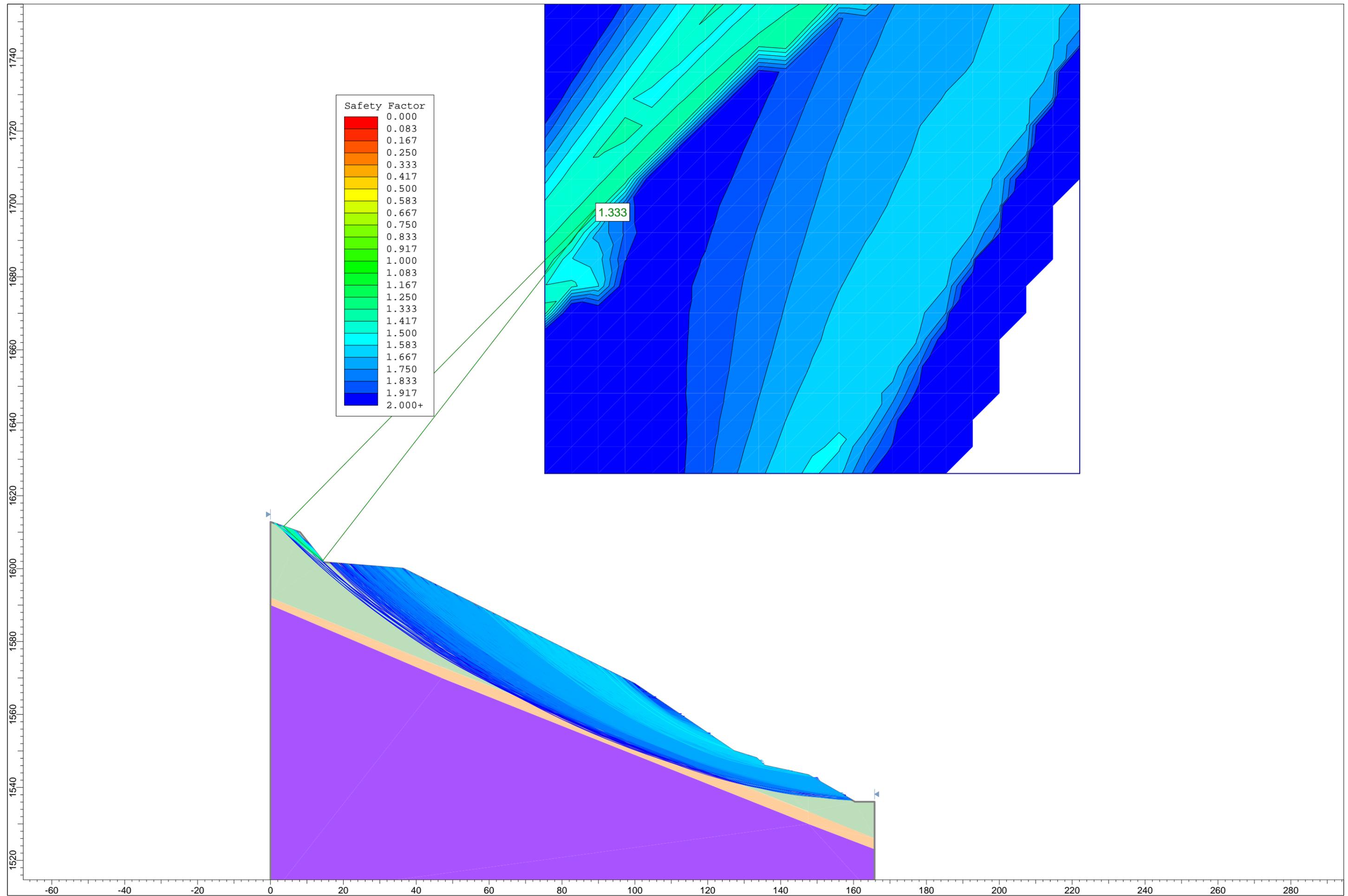


ST-34

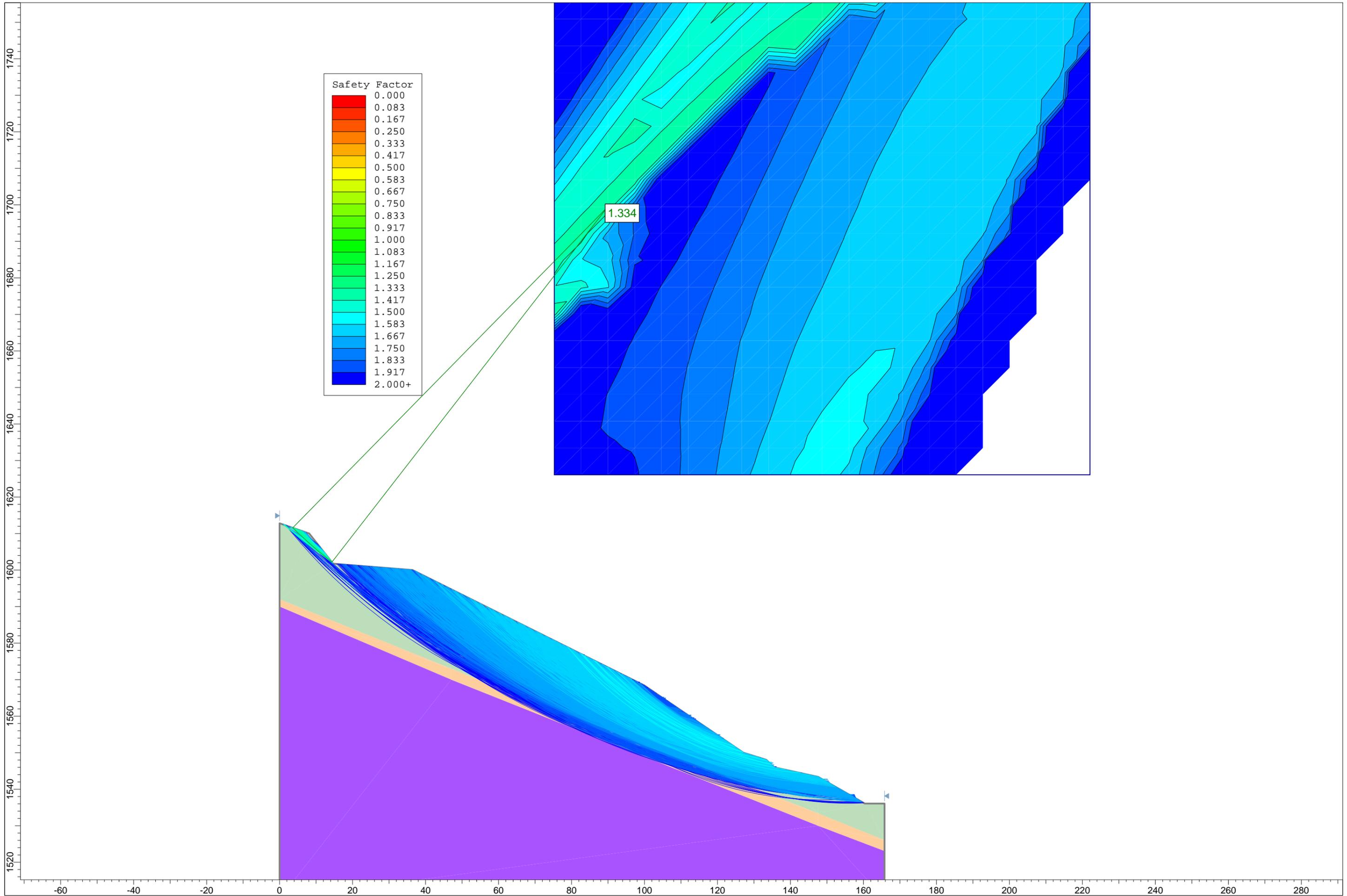


INICIAL

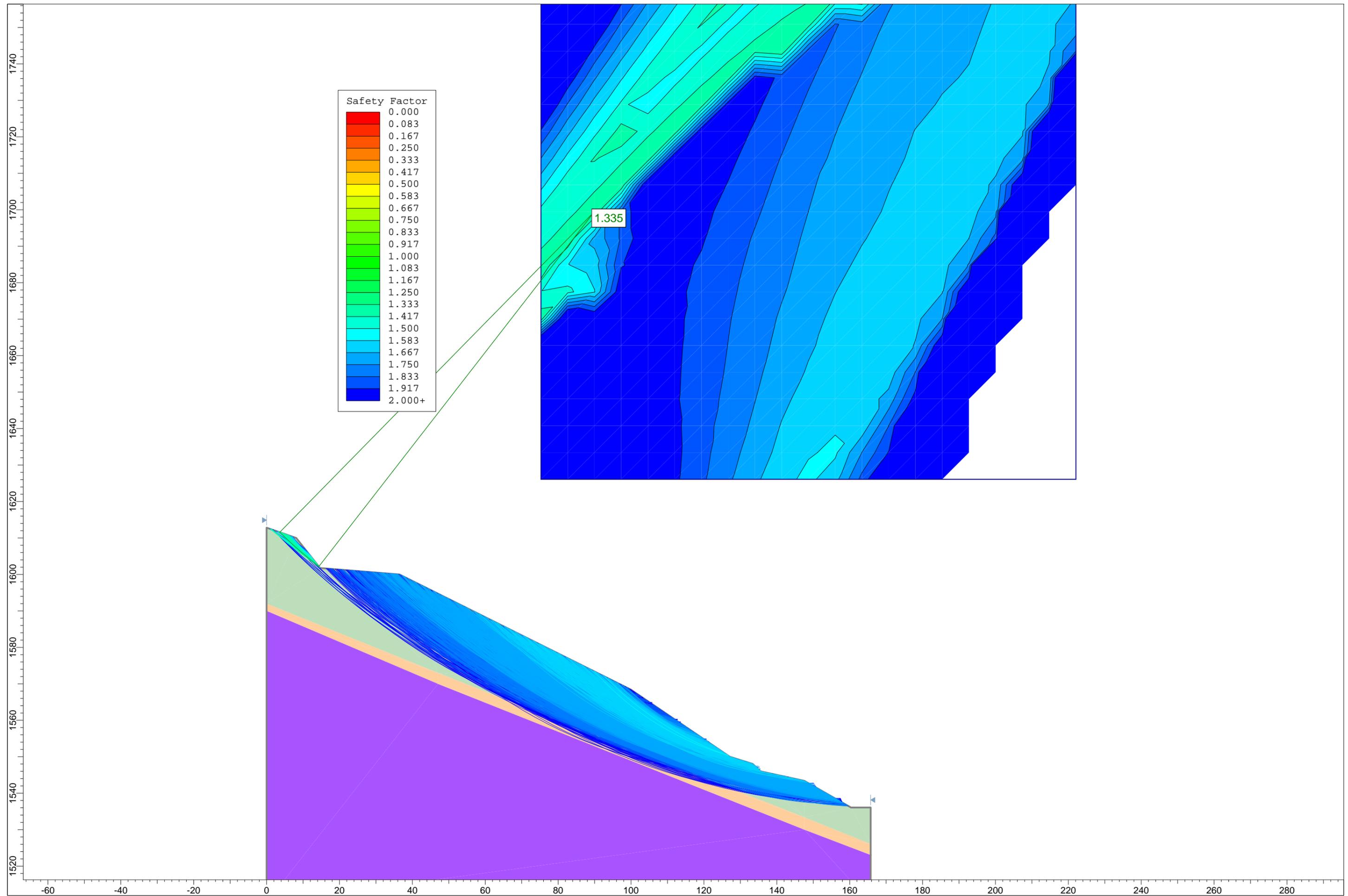
BISHOP



JANBU

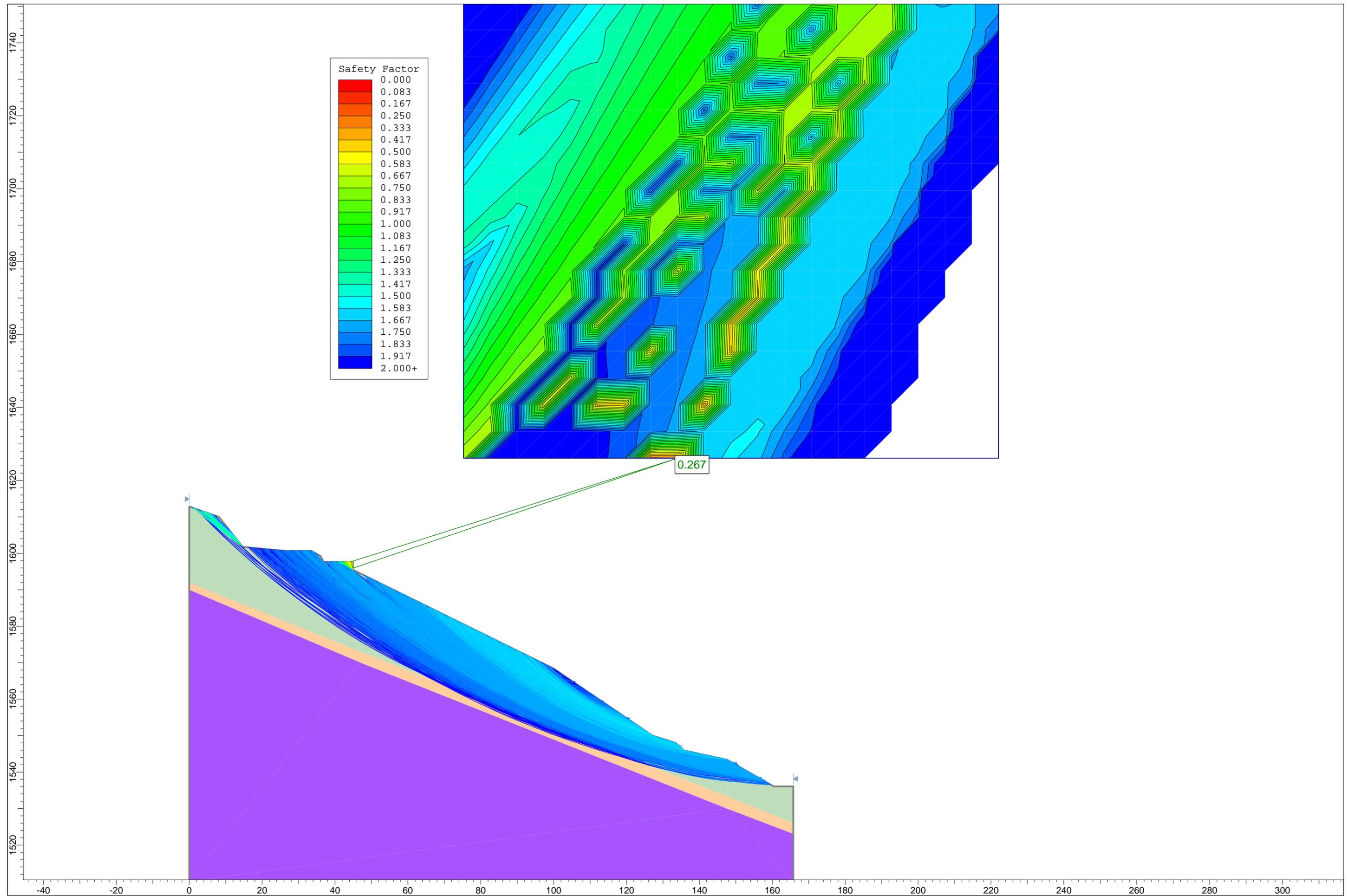


MORGENSTERN Y PRICE

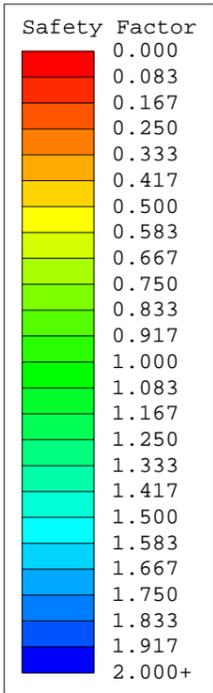
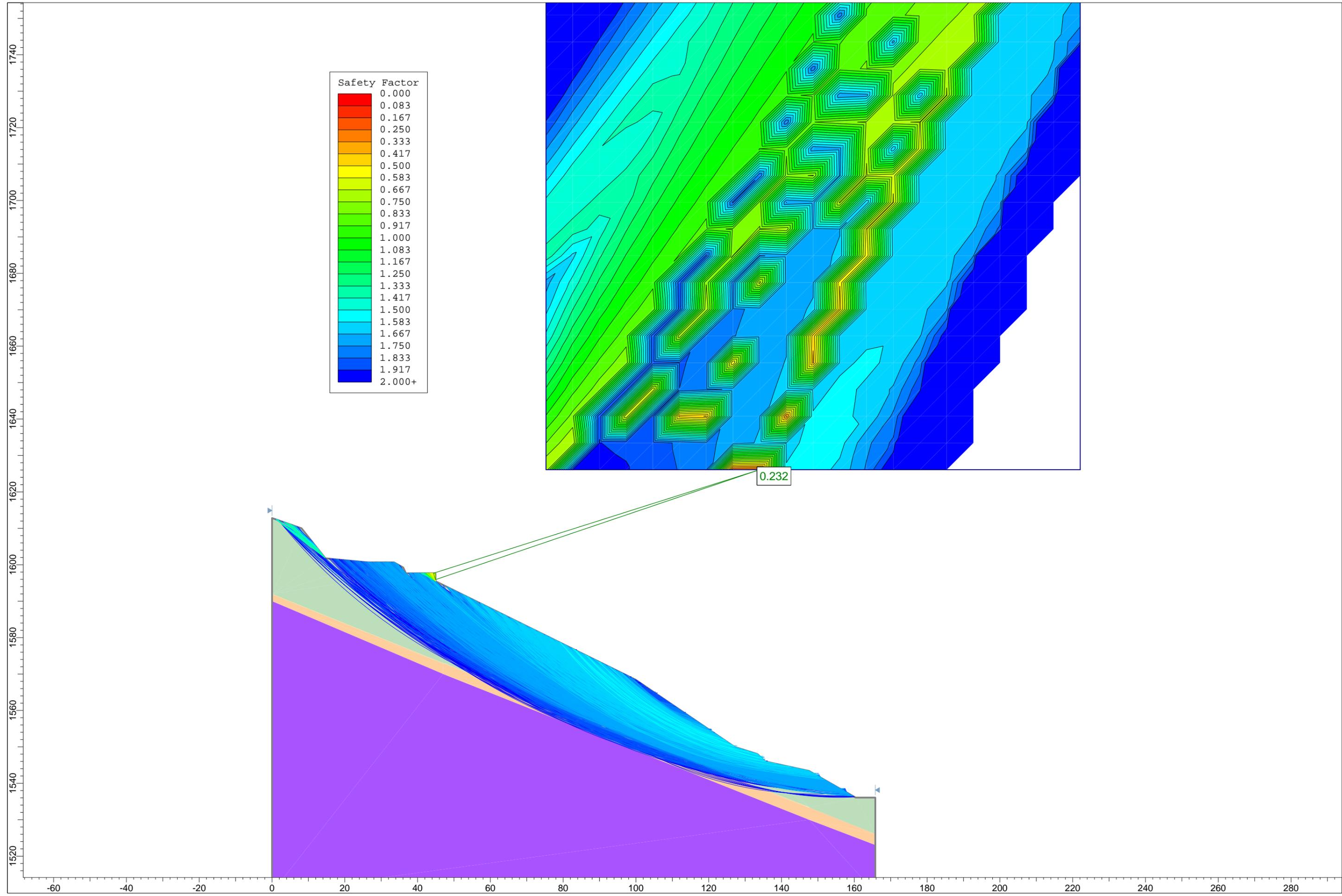


URBANIZACIÓN

BISHOP

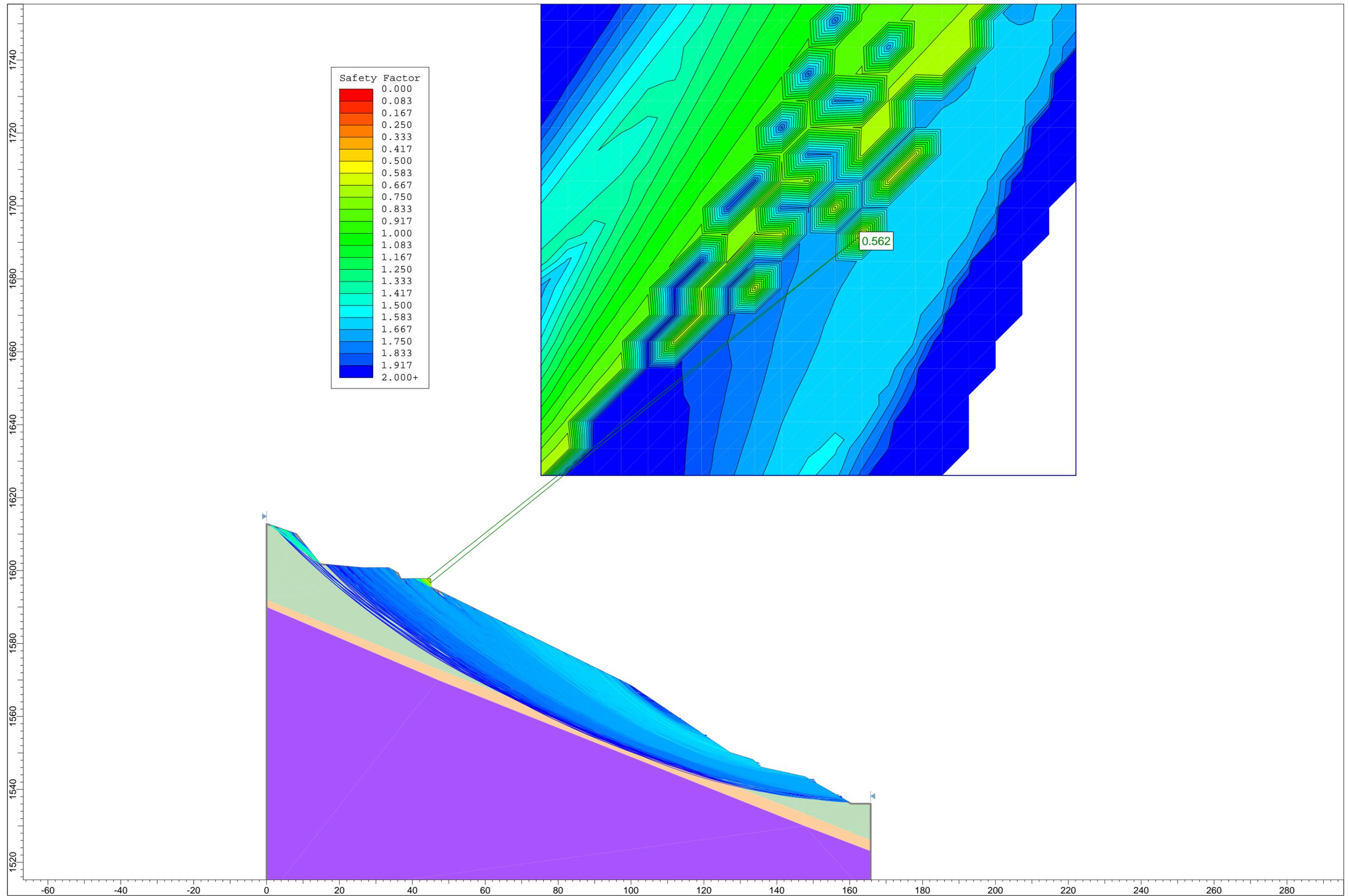


JANBU

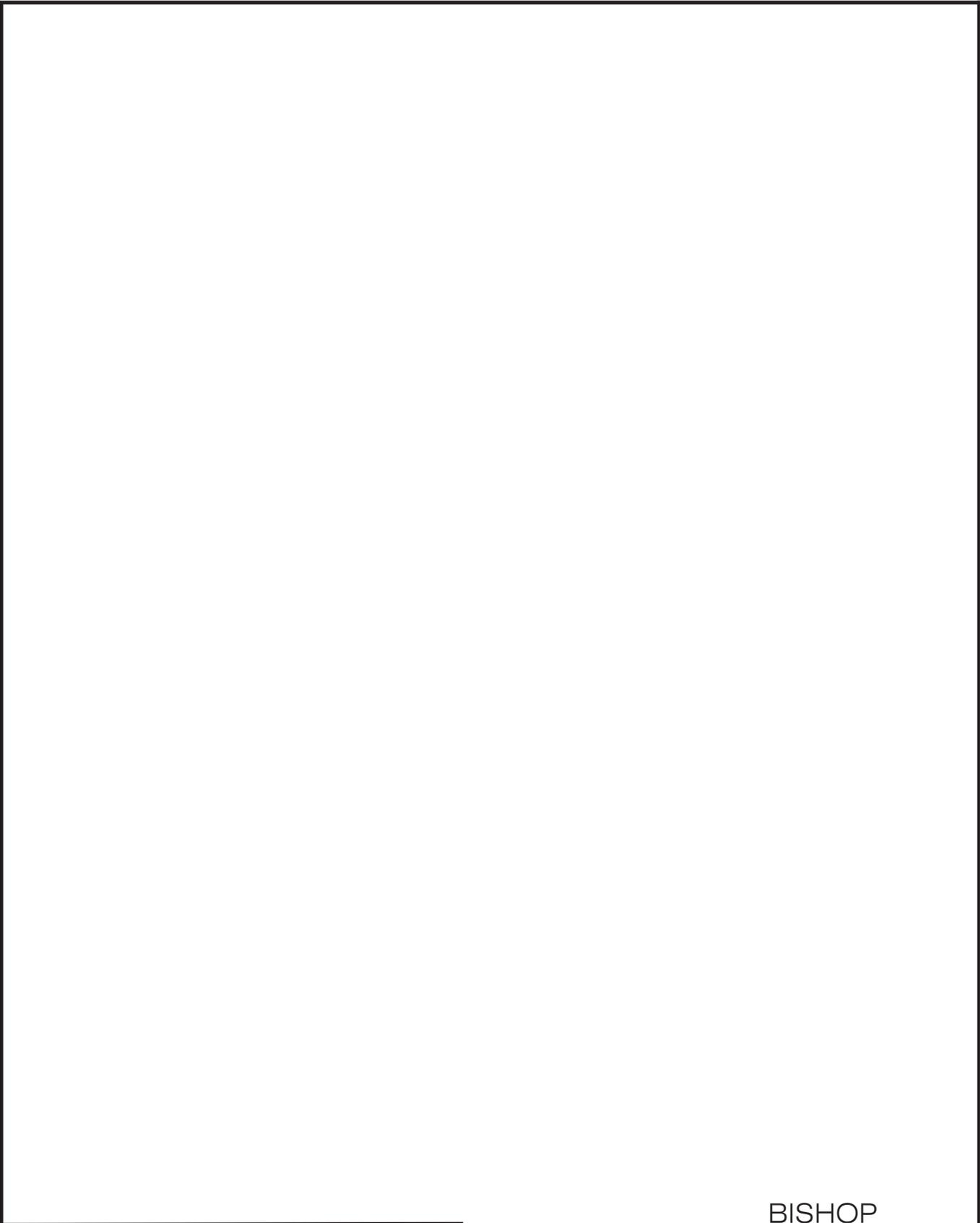


0.232

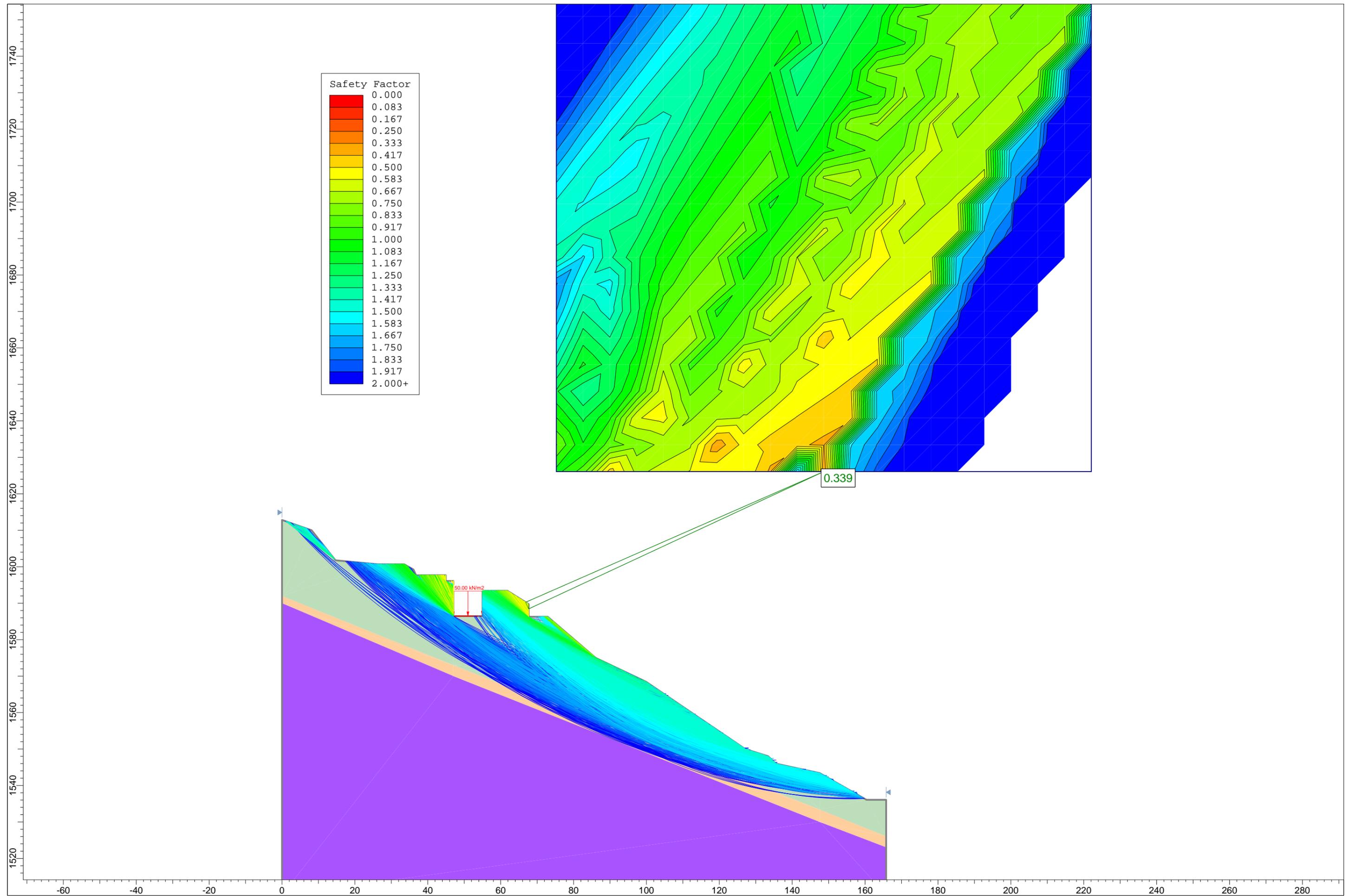
MORGENSTERN Y PRICE



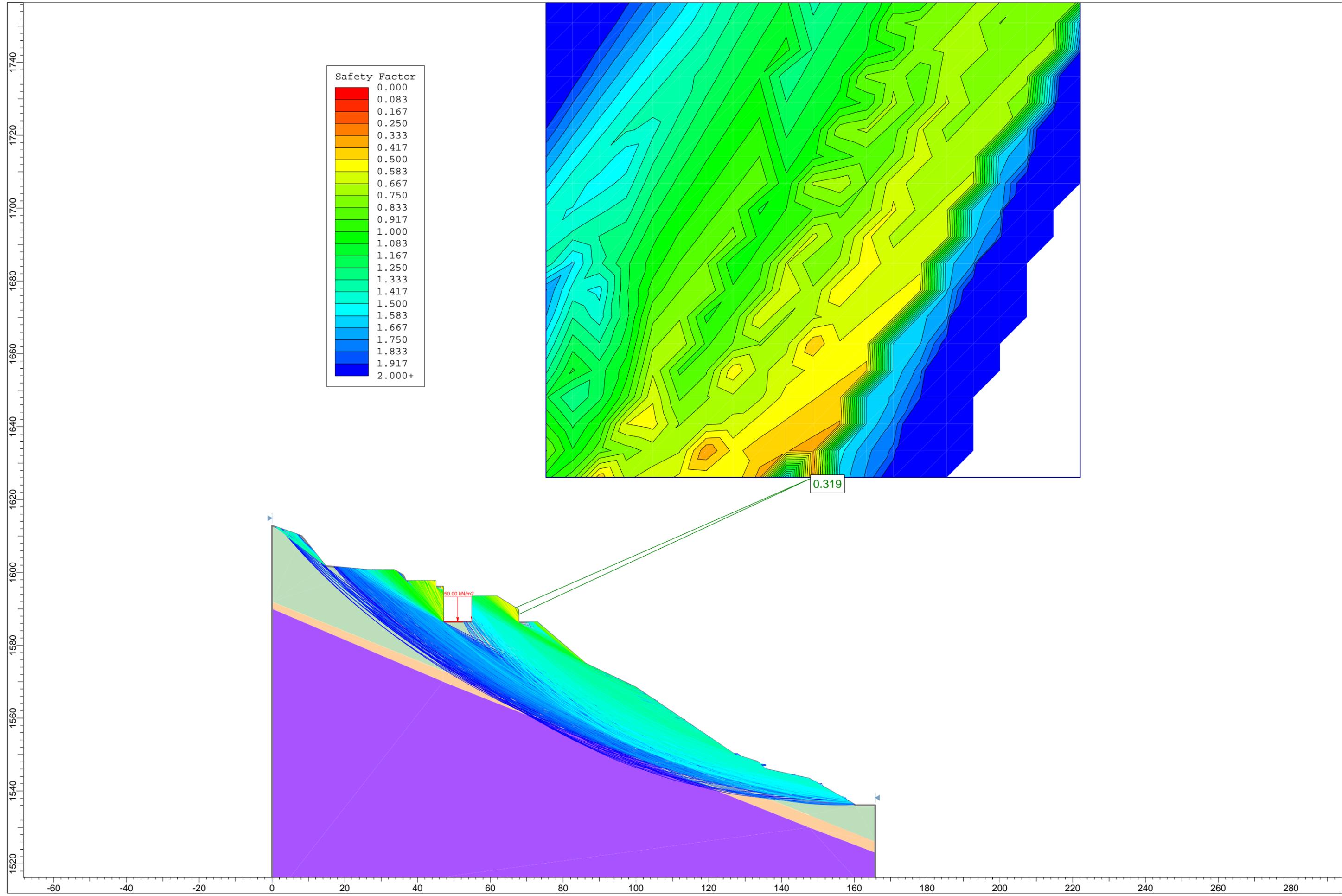
FINAL



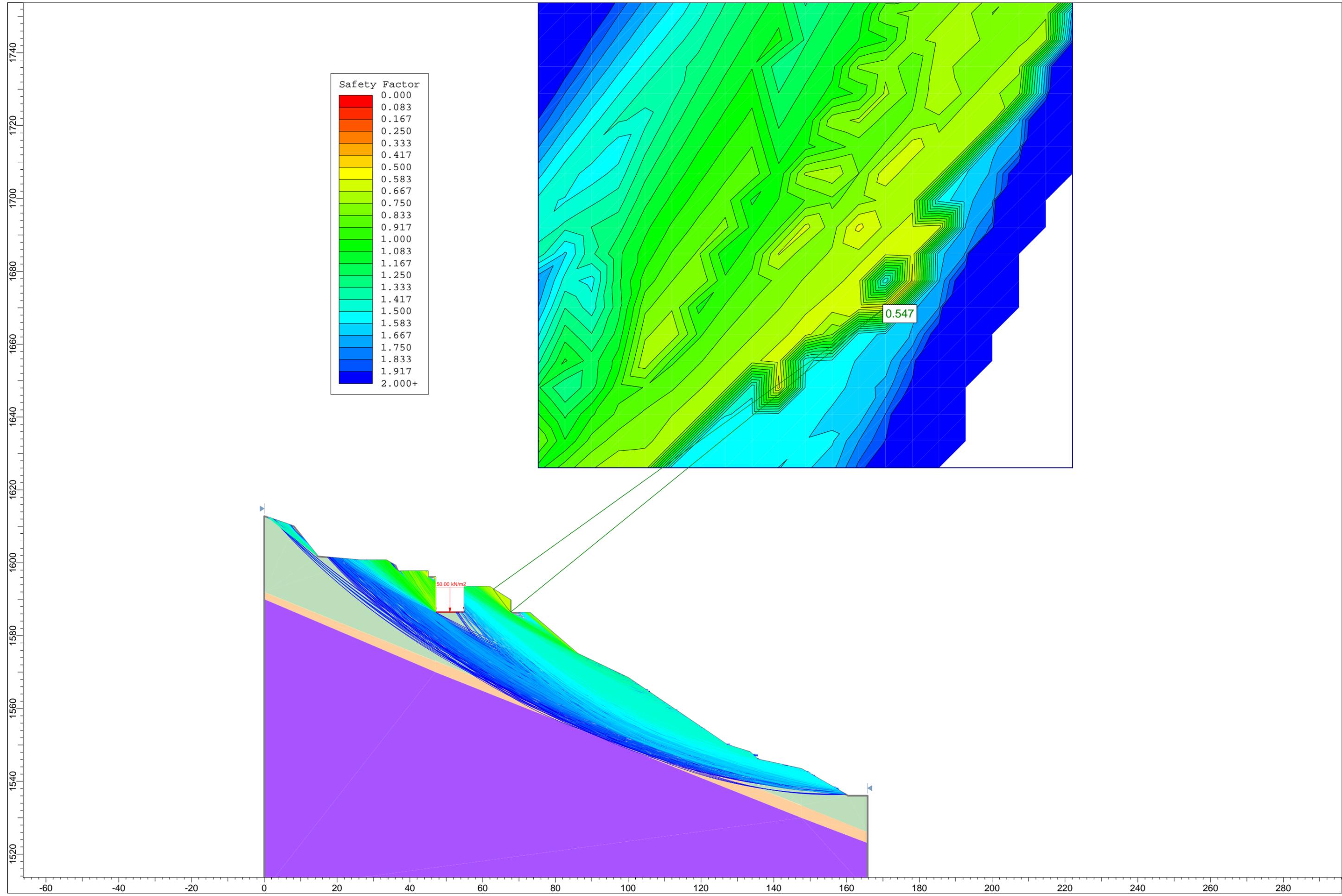
BISHOP



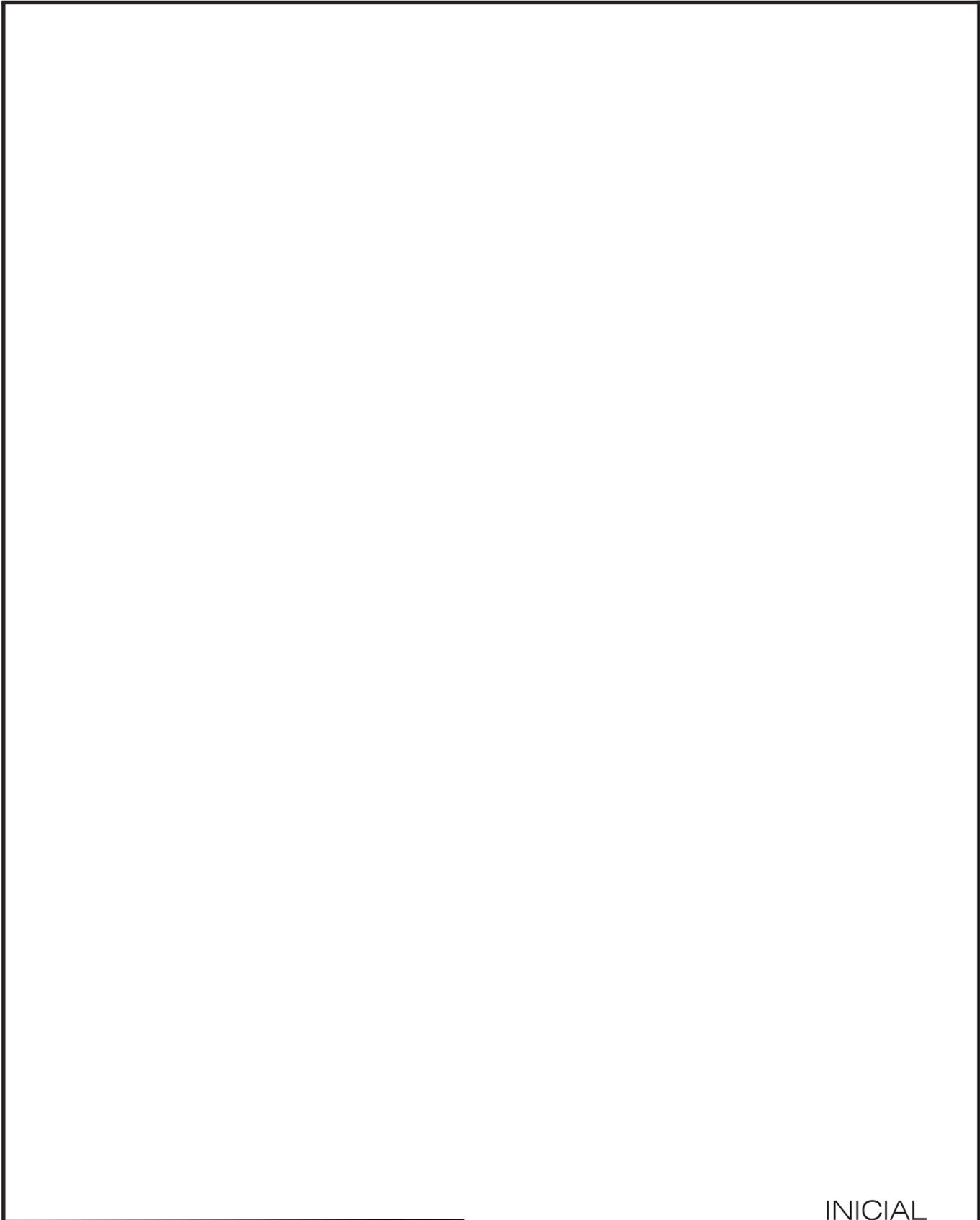
JANBU



MORGENSTERN Y PRICE

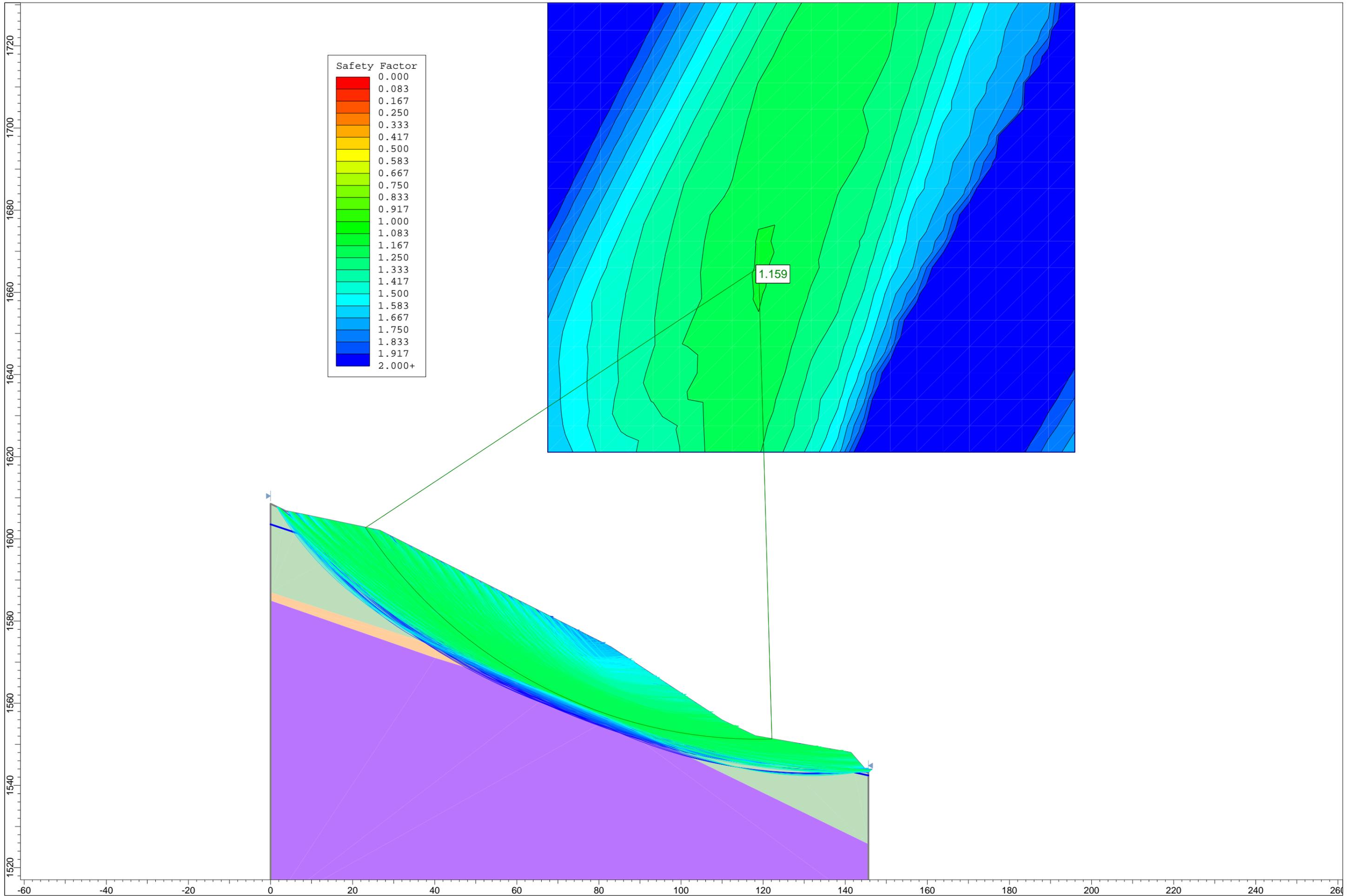


ST-36

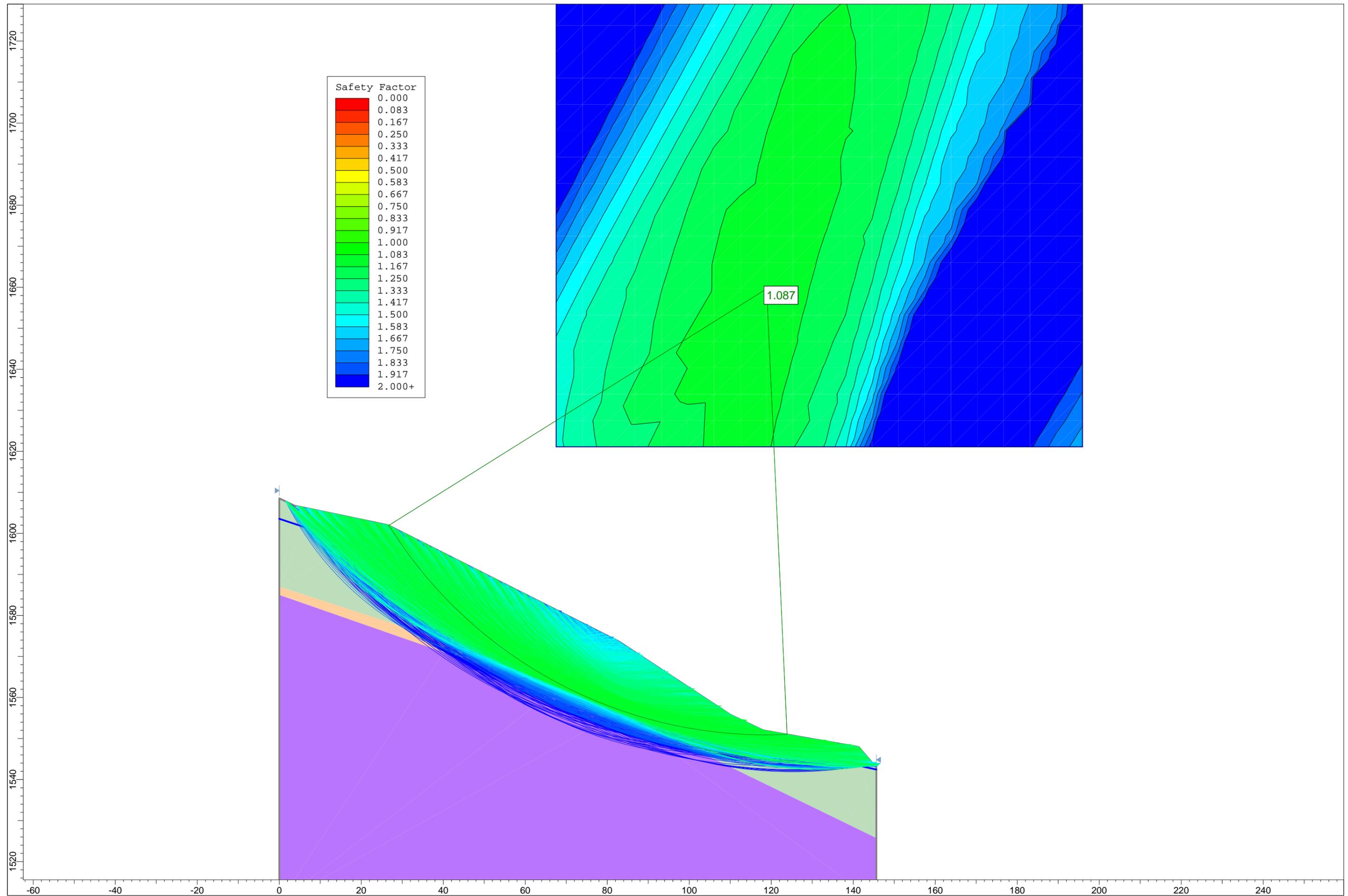


INICIAL

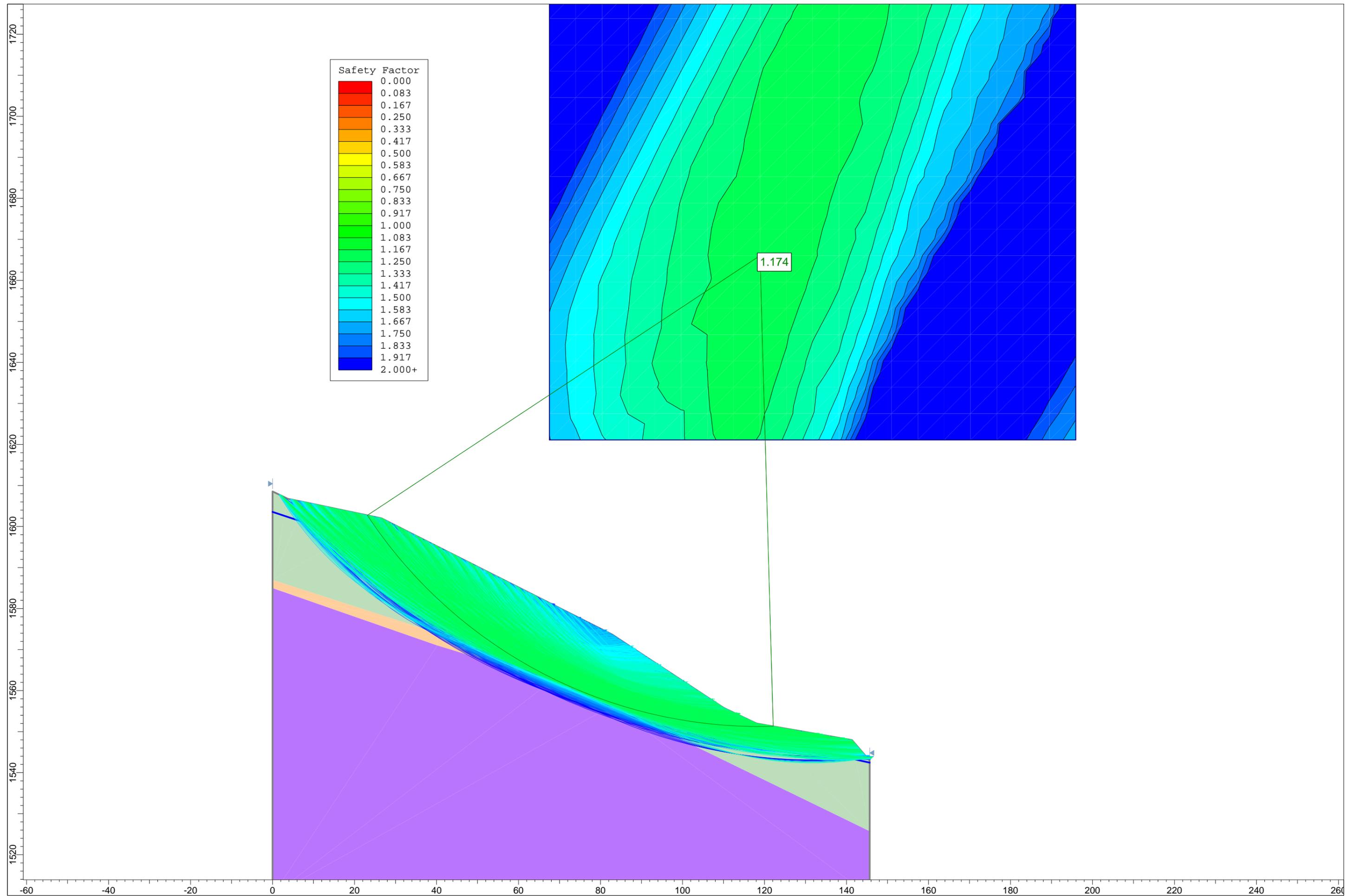
BISHOP



JANBU

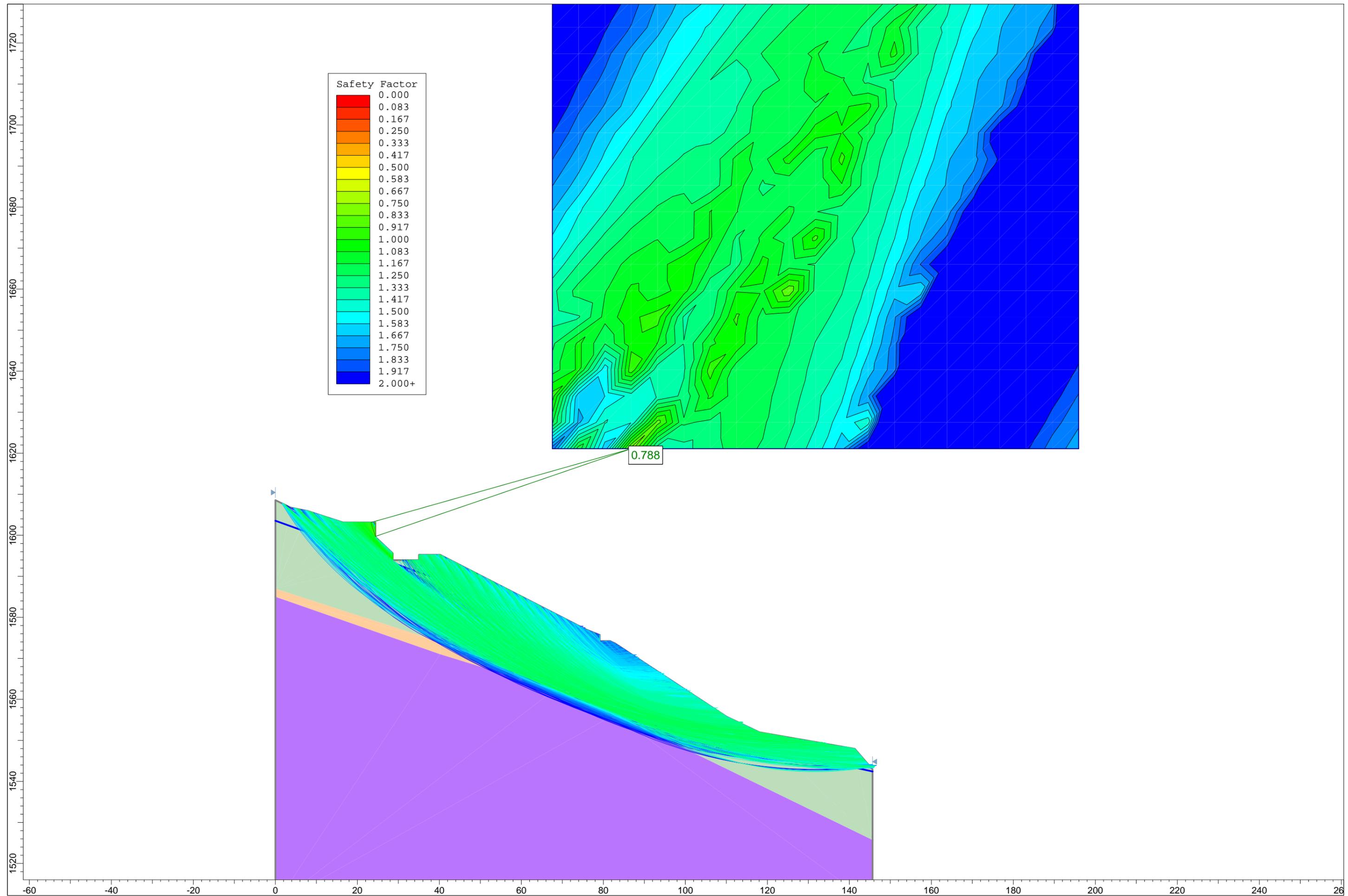


MORGENSTERN Y PRICE



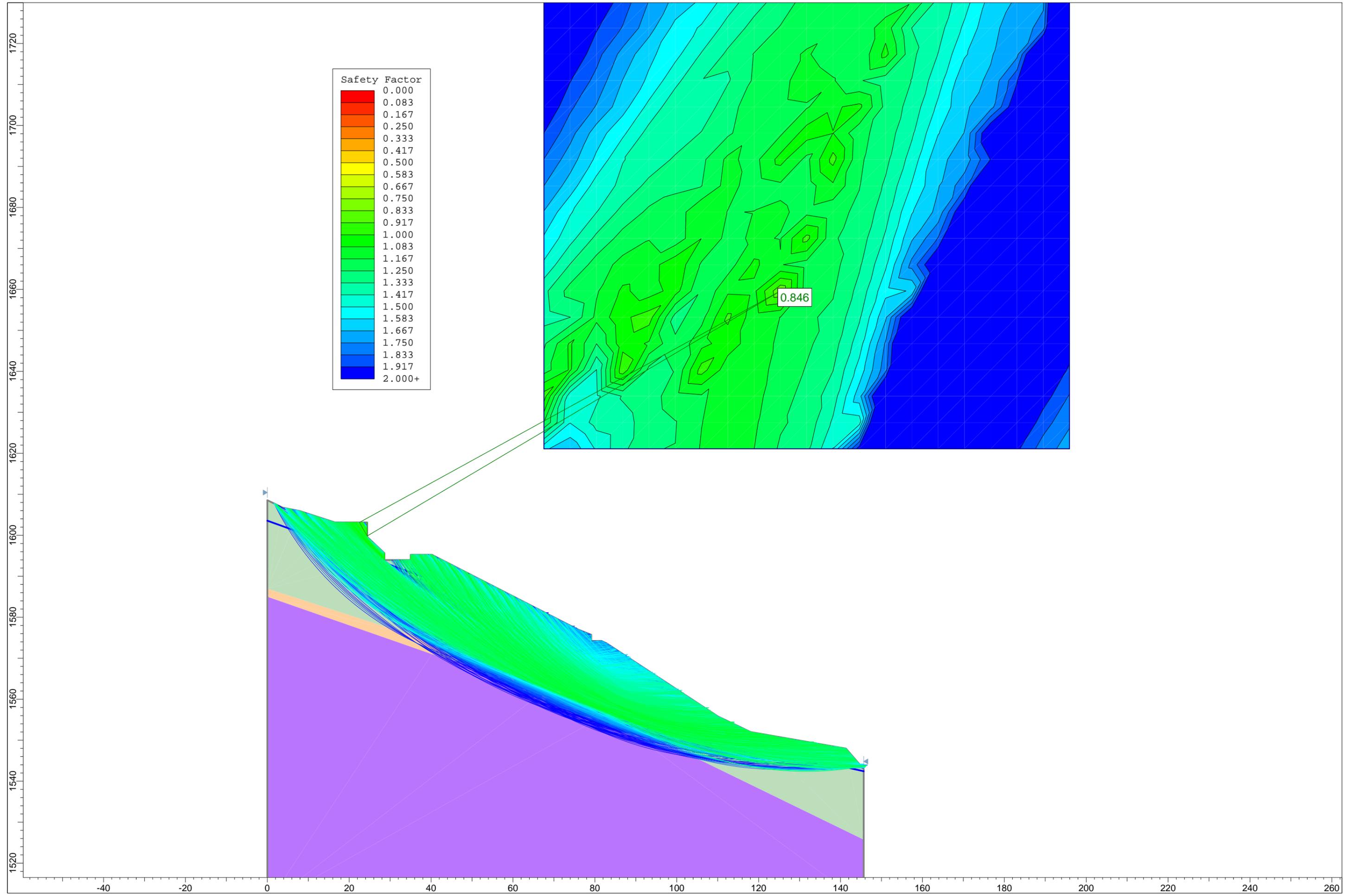
URBANIZACIÓN

BISHOP

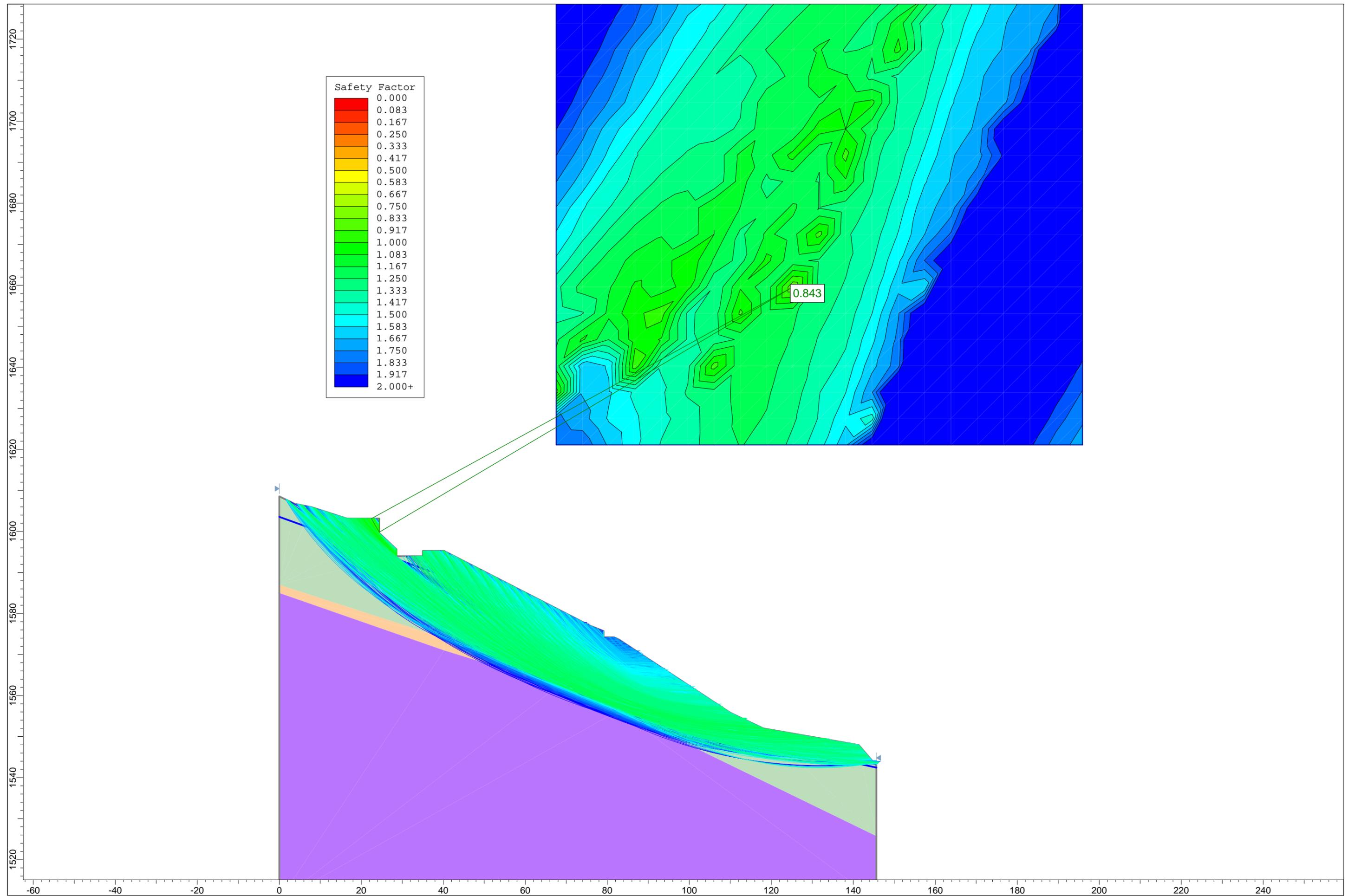


0.788

JANBU

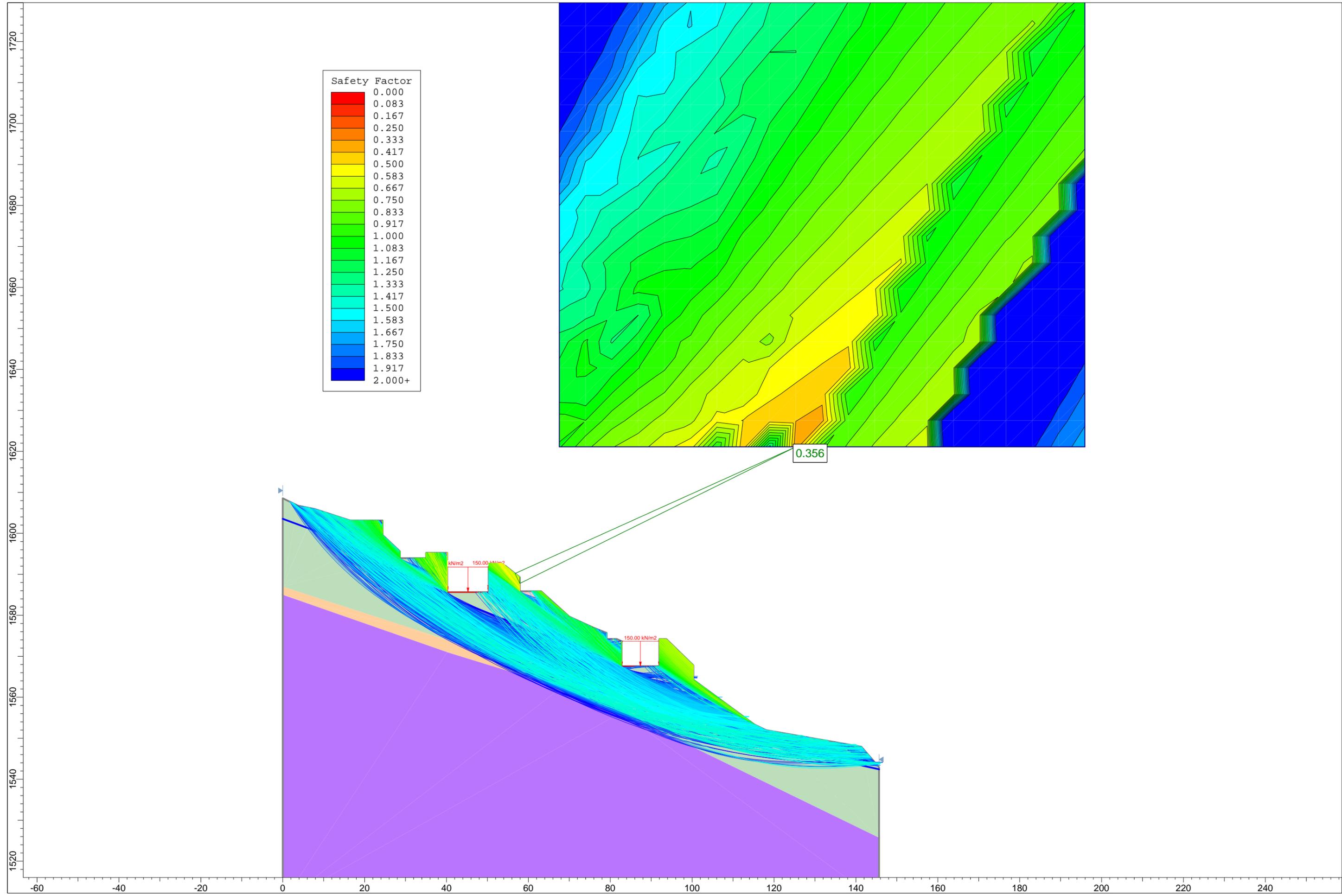


MORGENSTERN Y PRICE

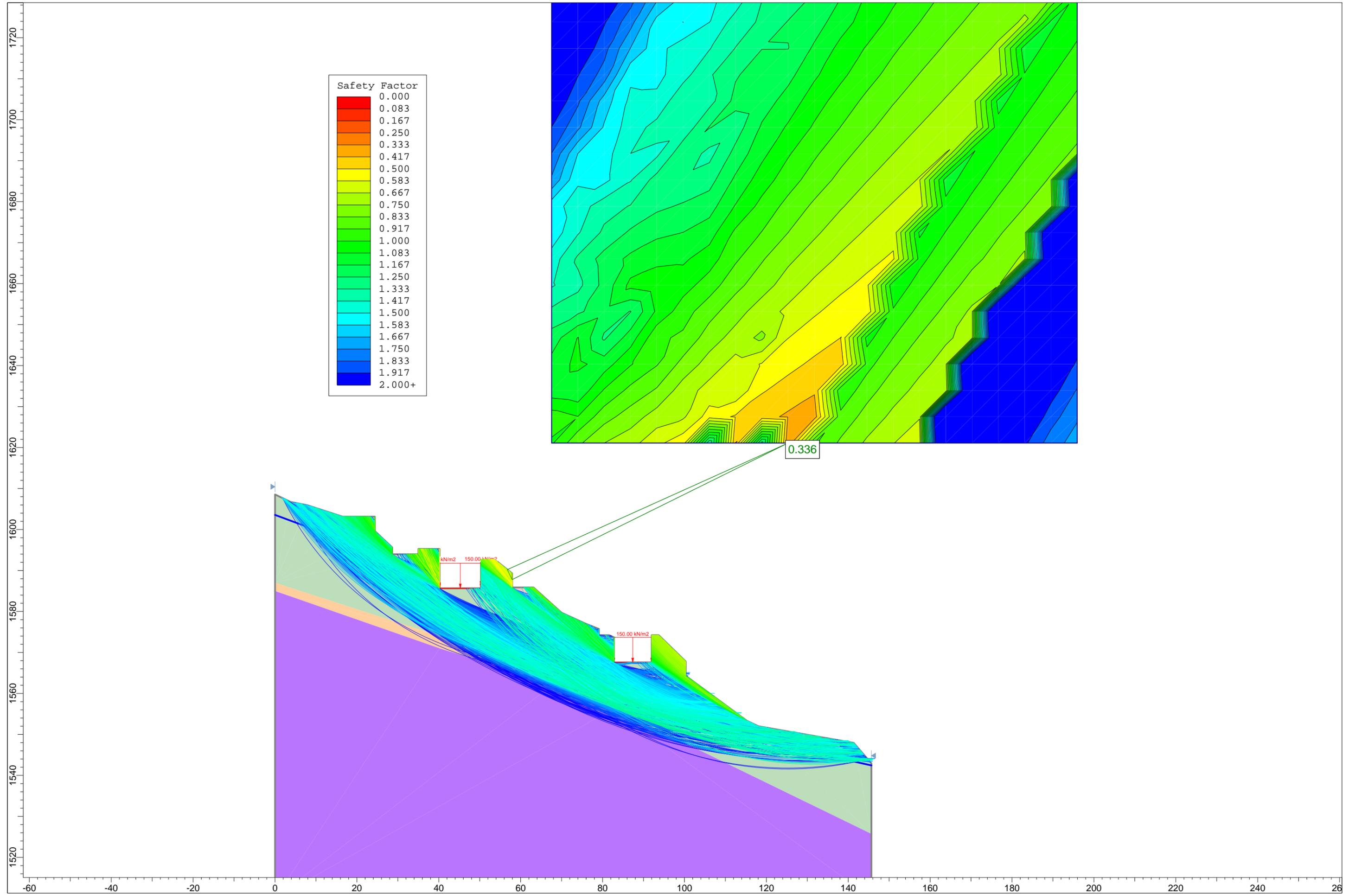


FINAL

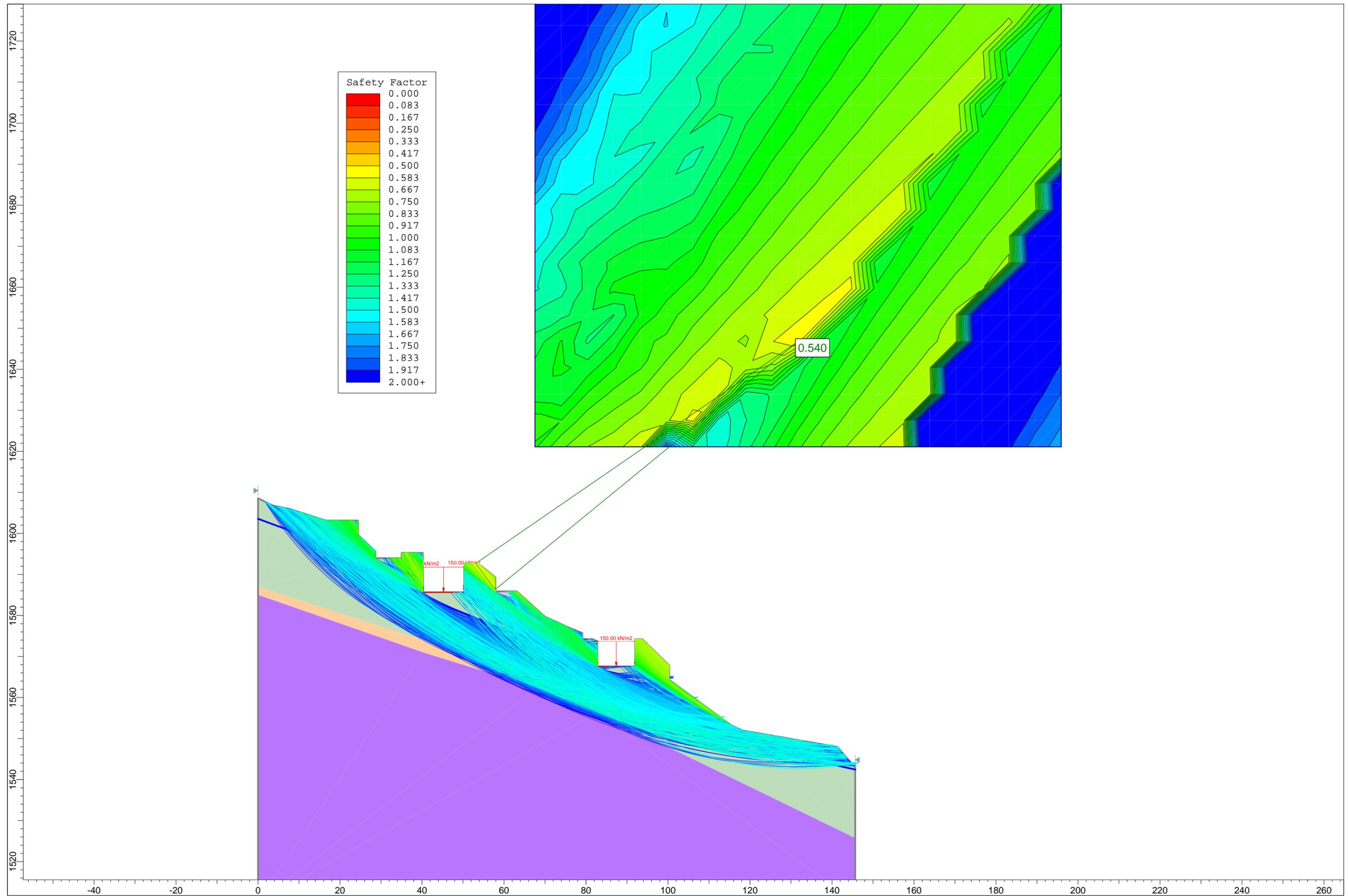
BISHOP

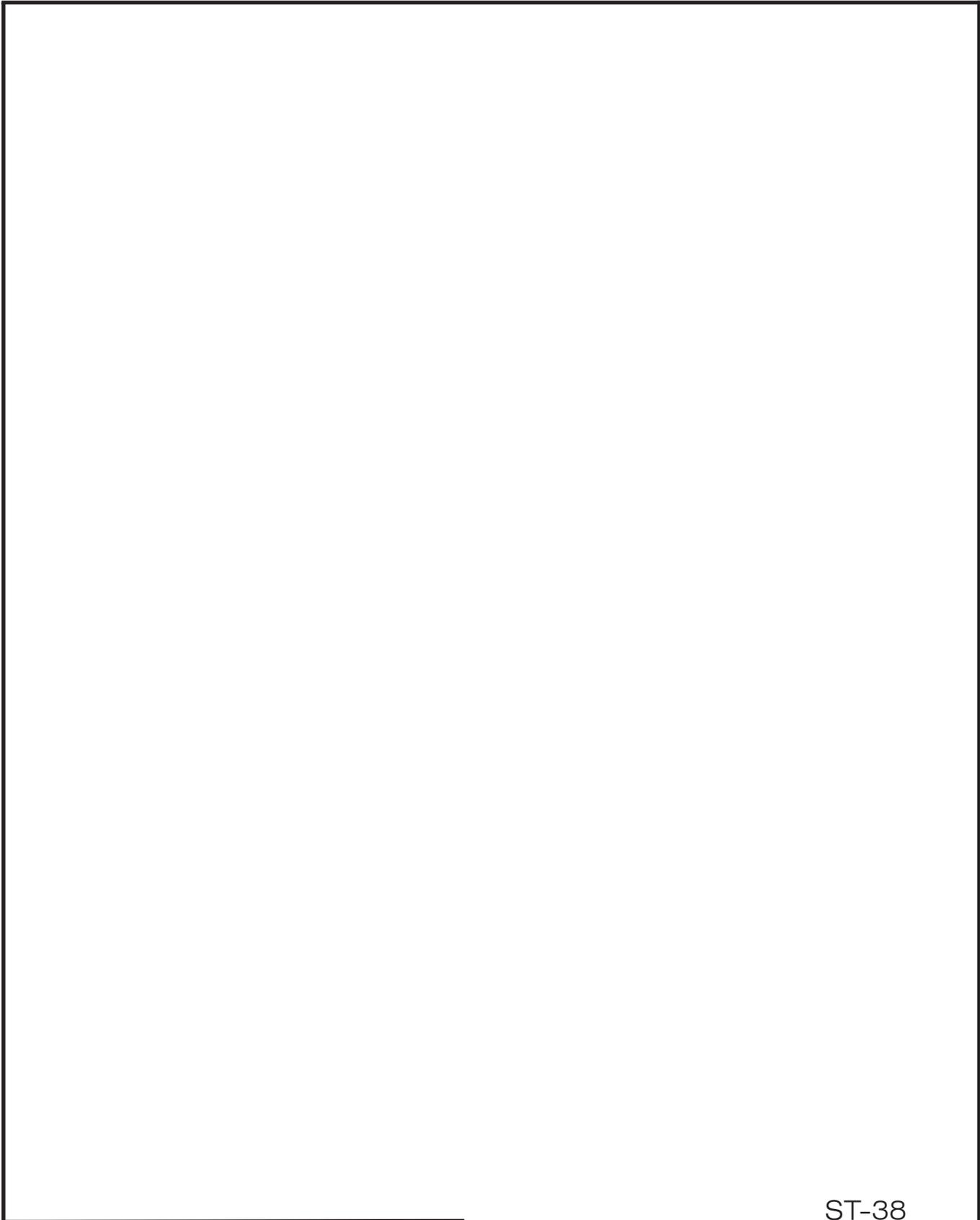


JANBU

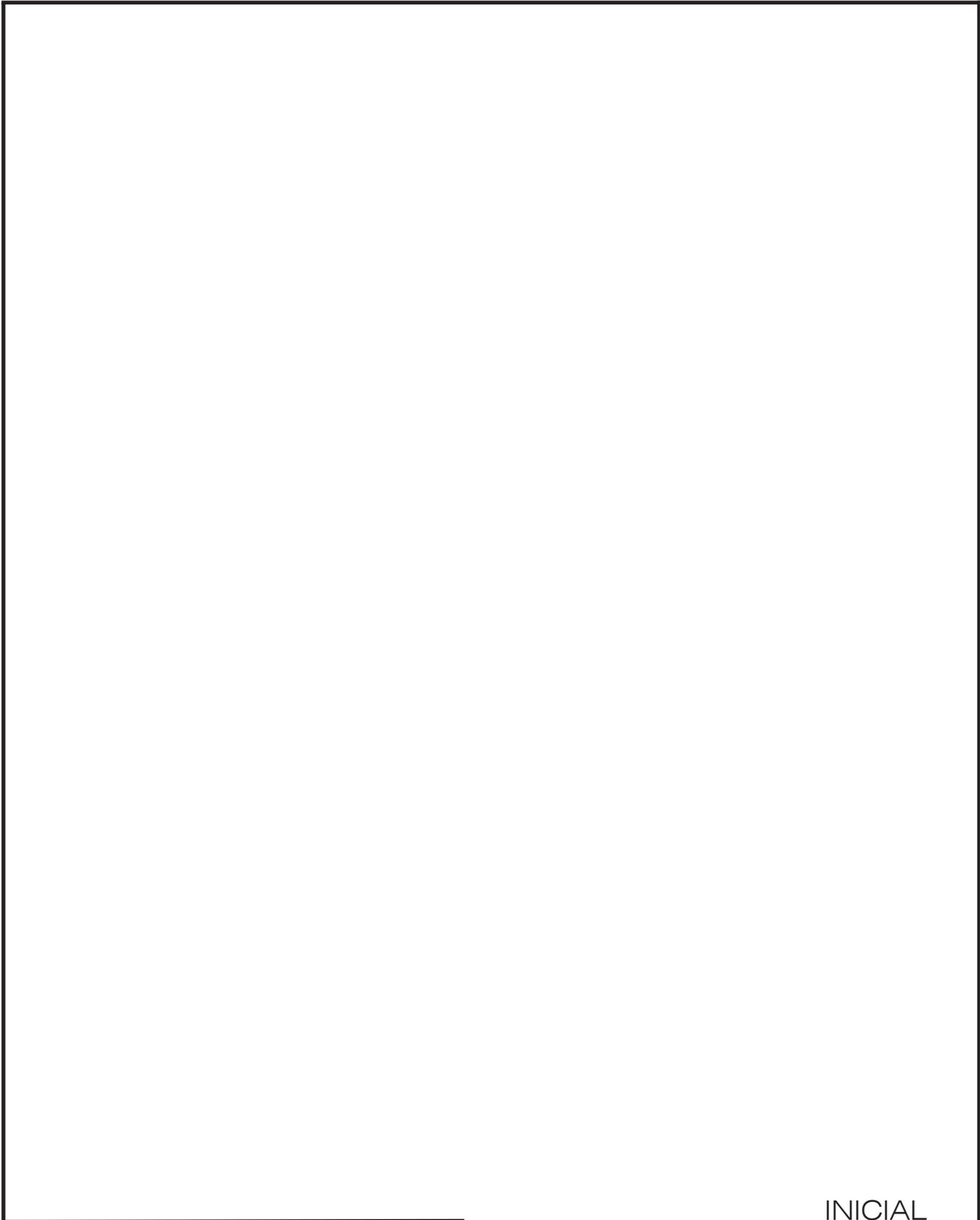


MORGENSTERN Y PRICE



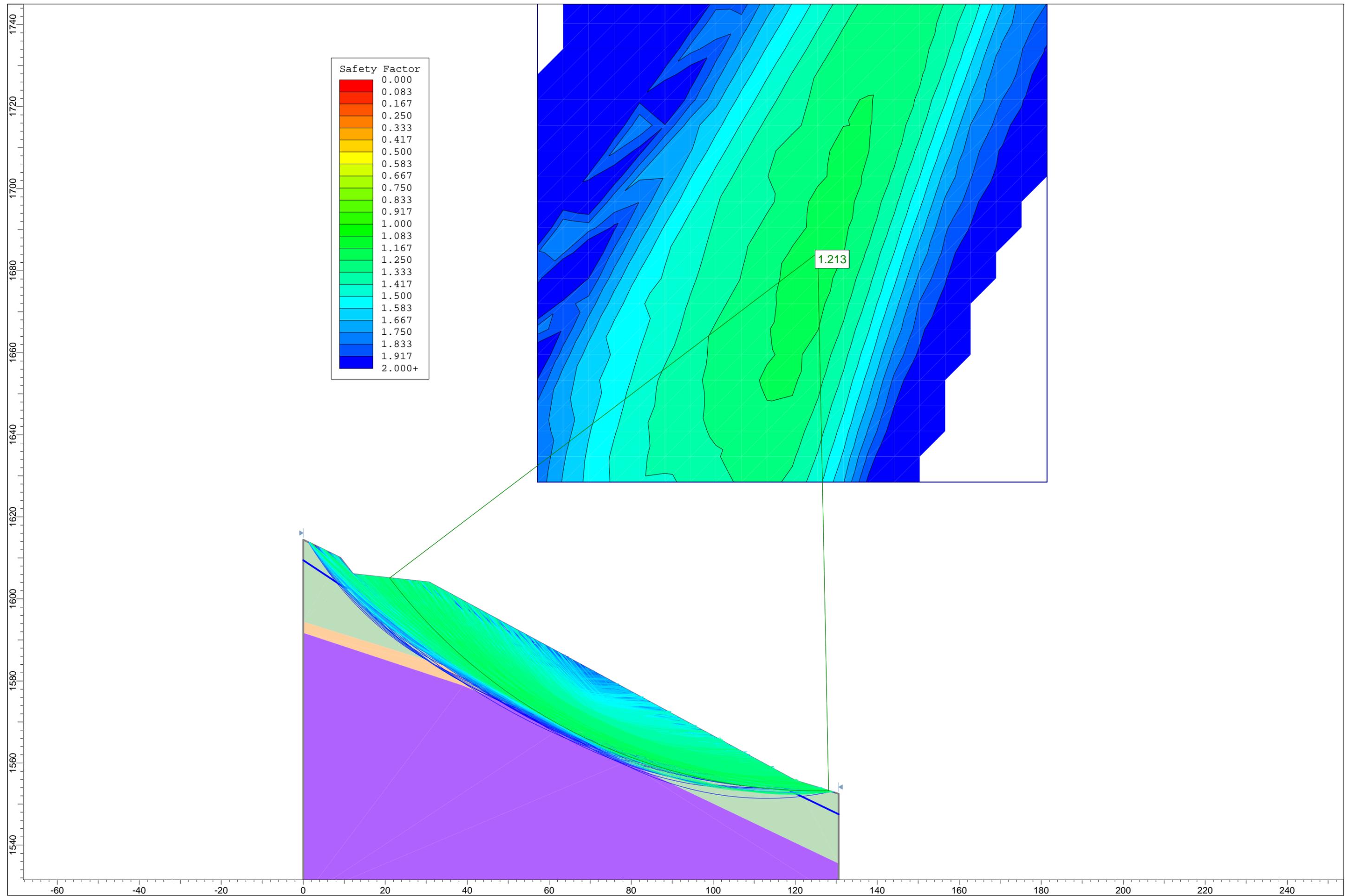


ST-38

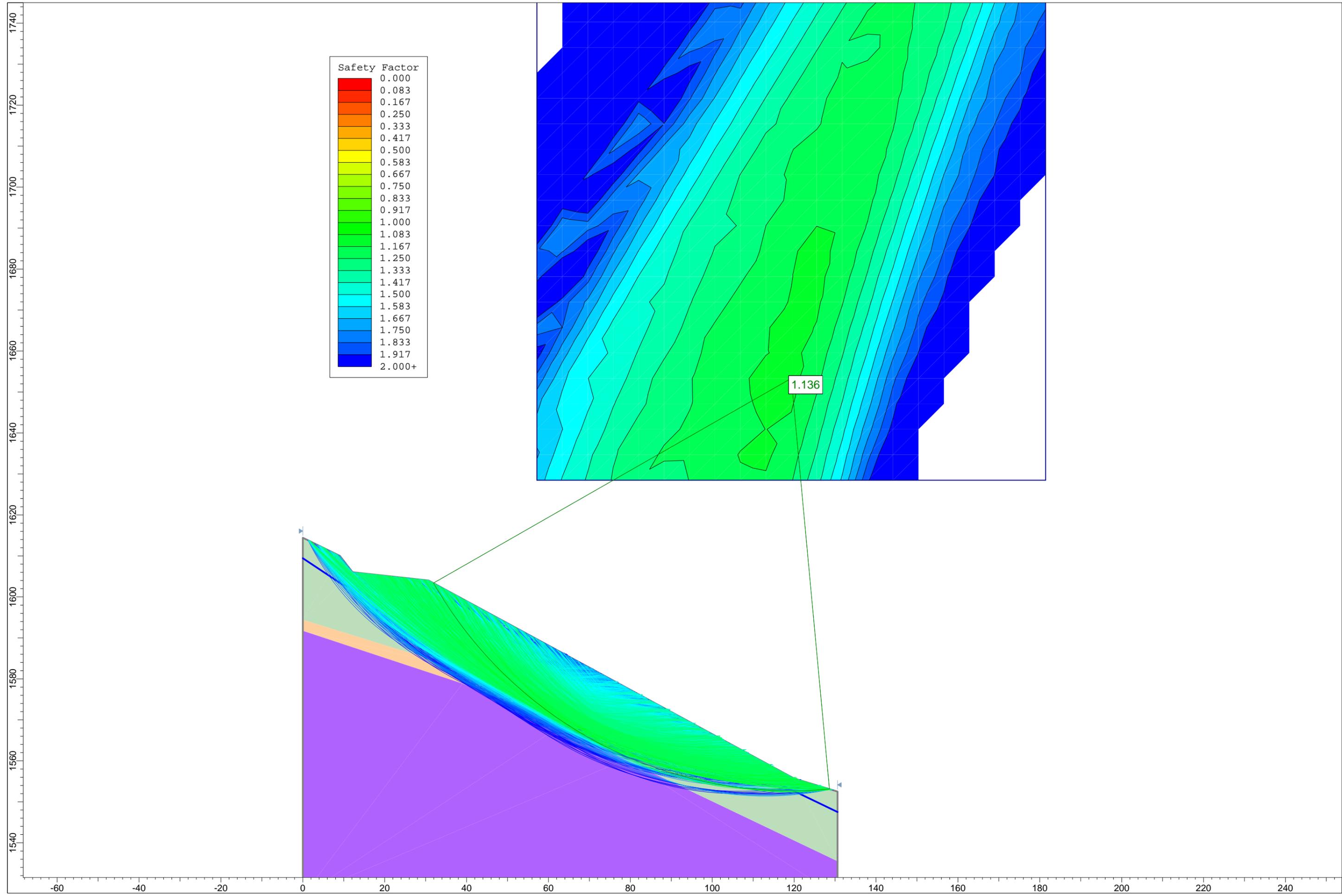


INICIAL

BISHOP

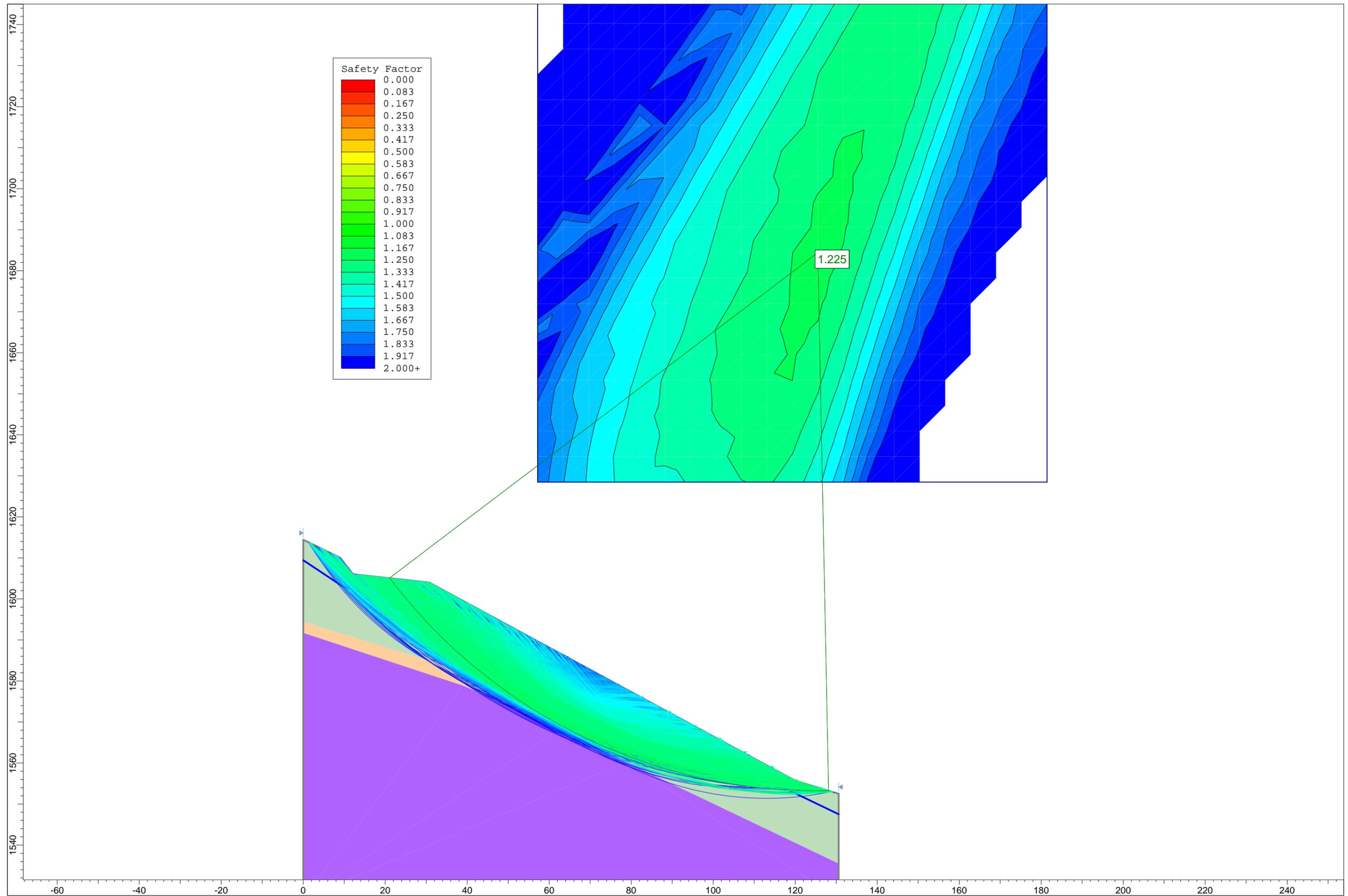


JANBU



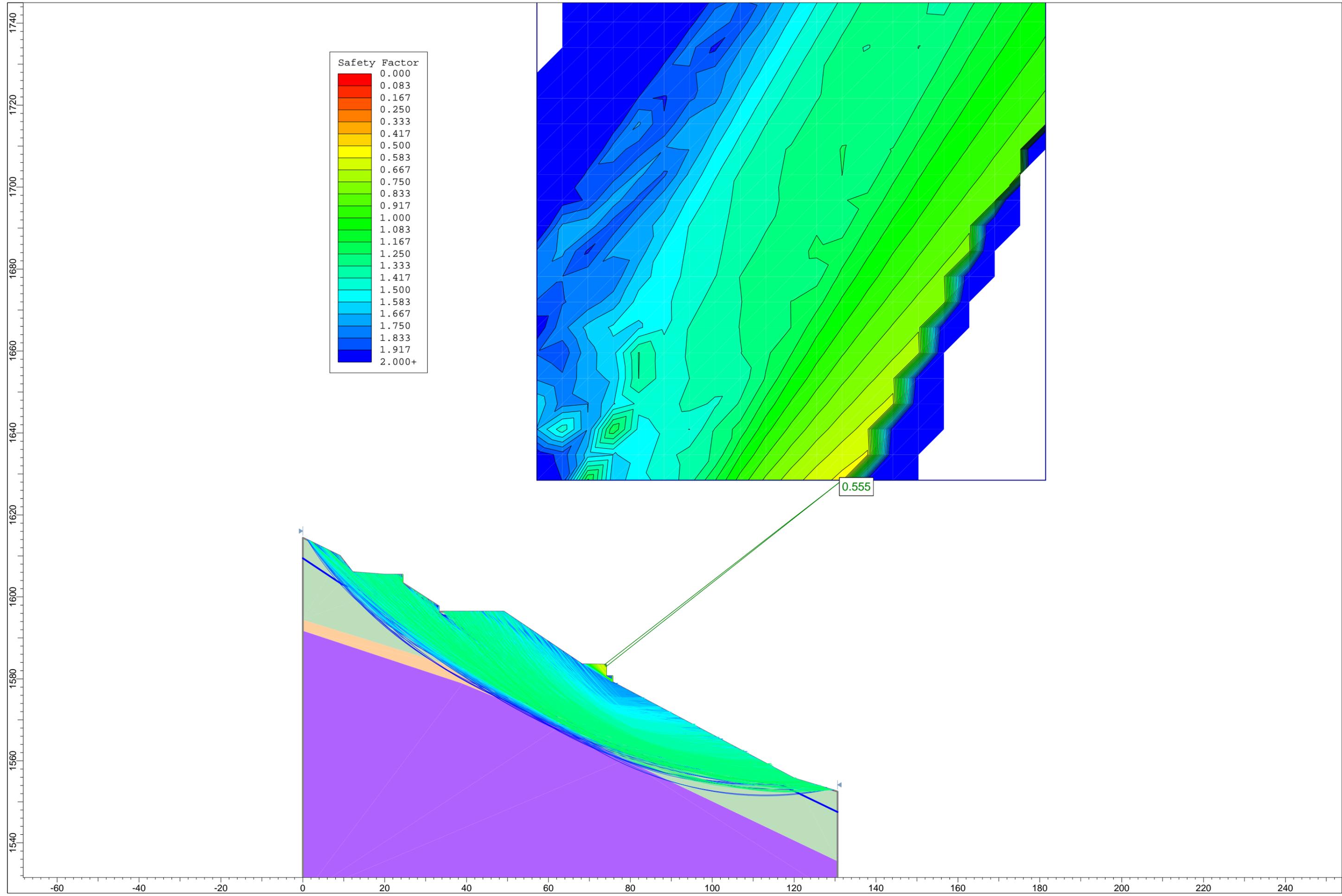
1.136

MORGENSTERN Y PRICE

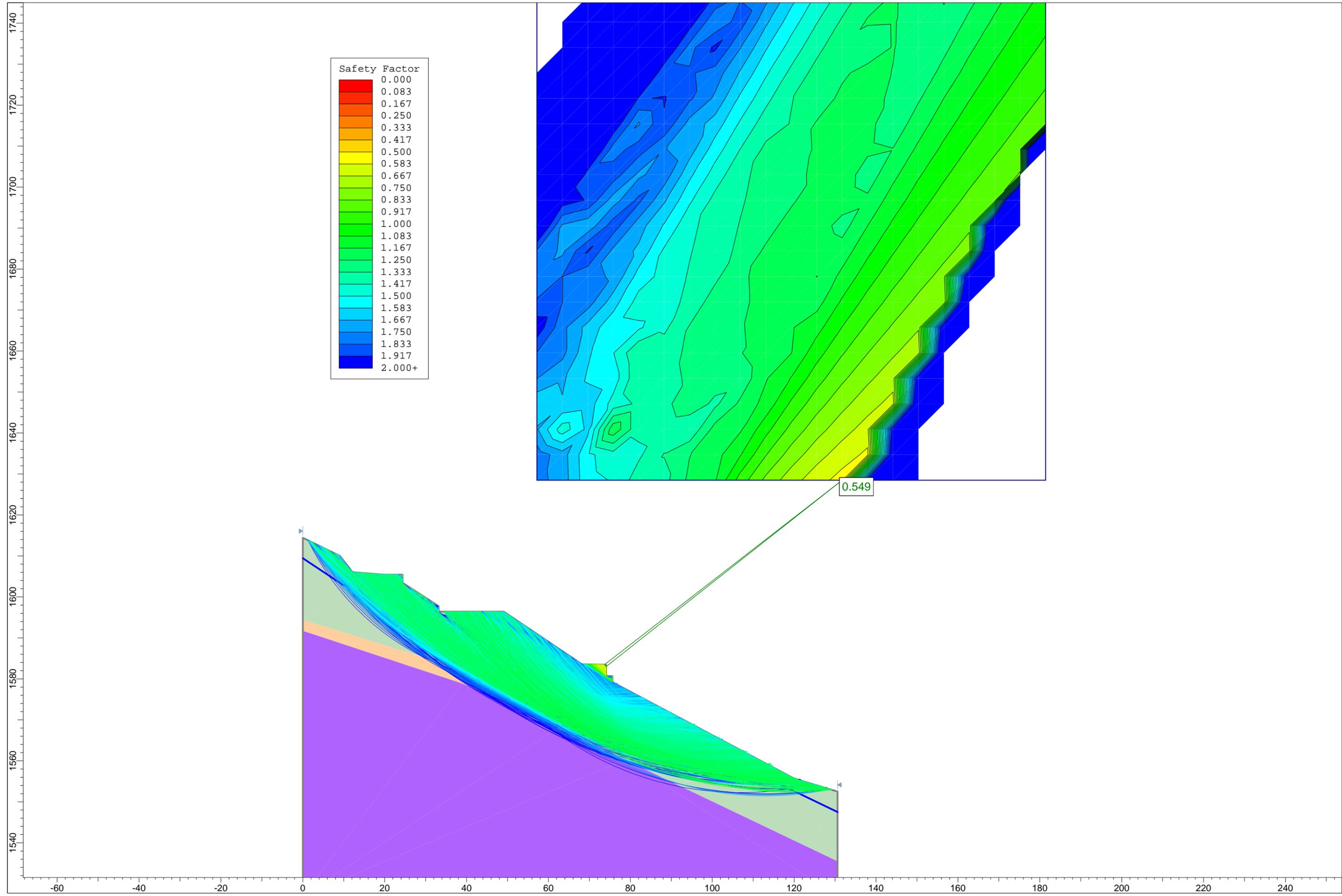


URBANIZACIÓN

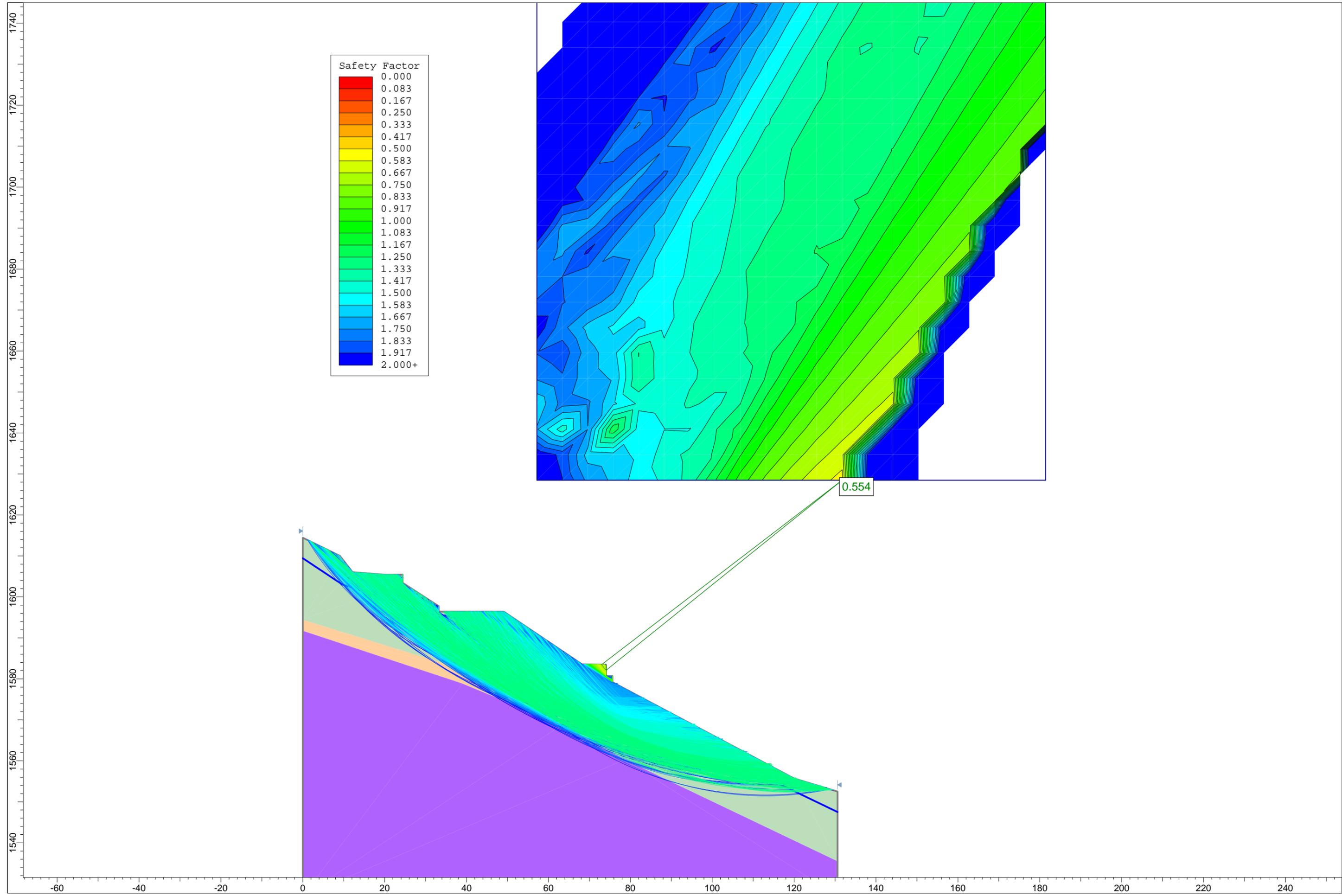
BISHOP



JANBU

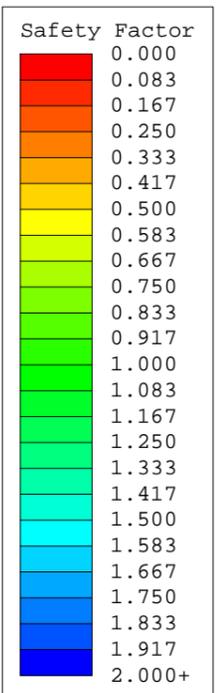
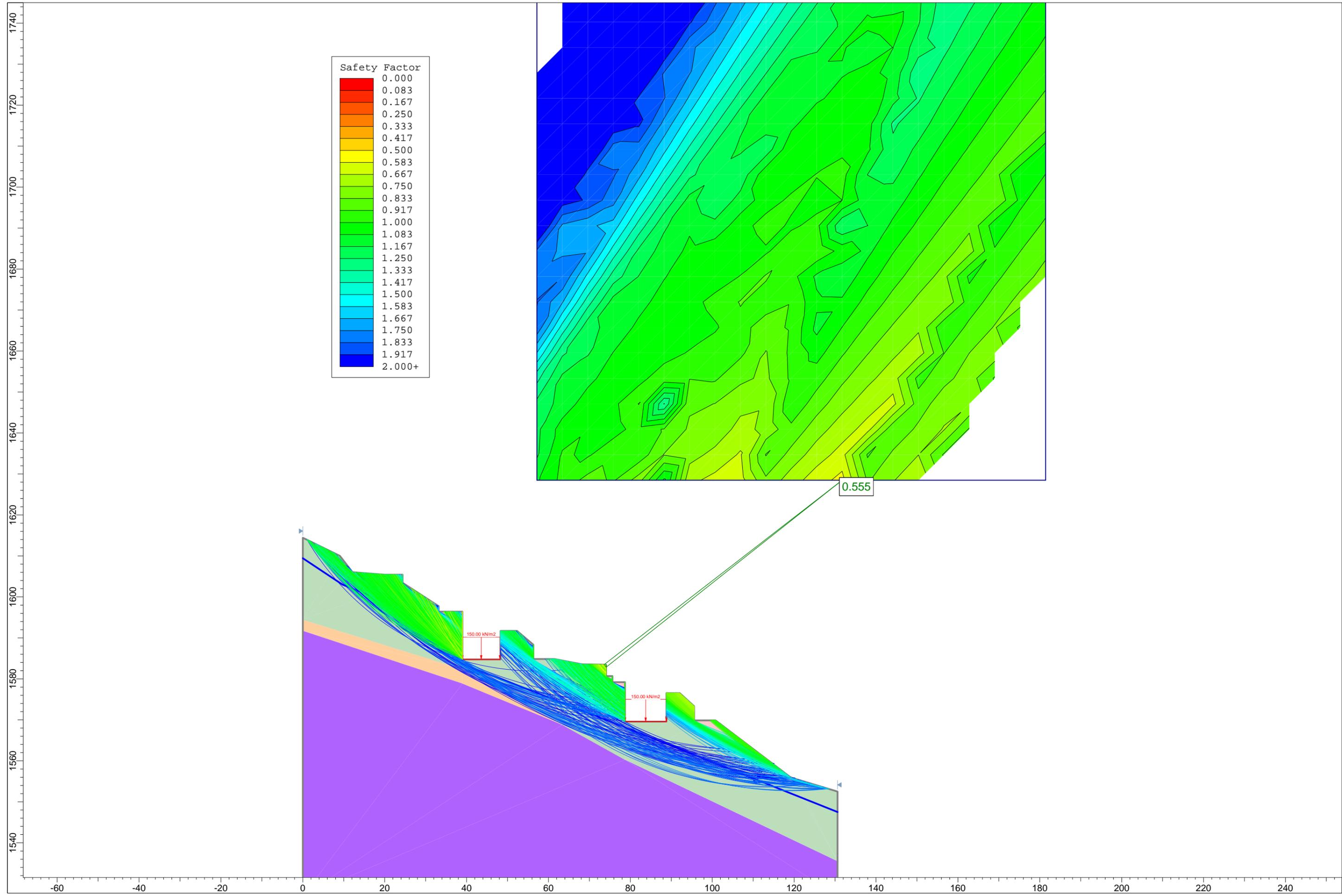


MORGENSTERN Y PRICE



FINAL

BISHOP

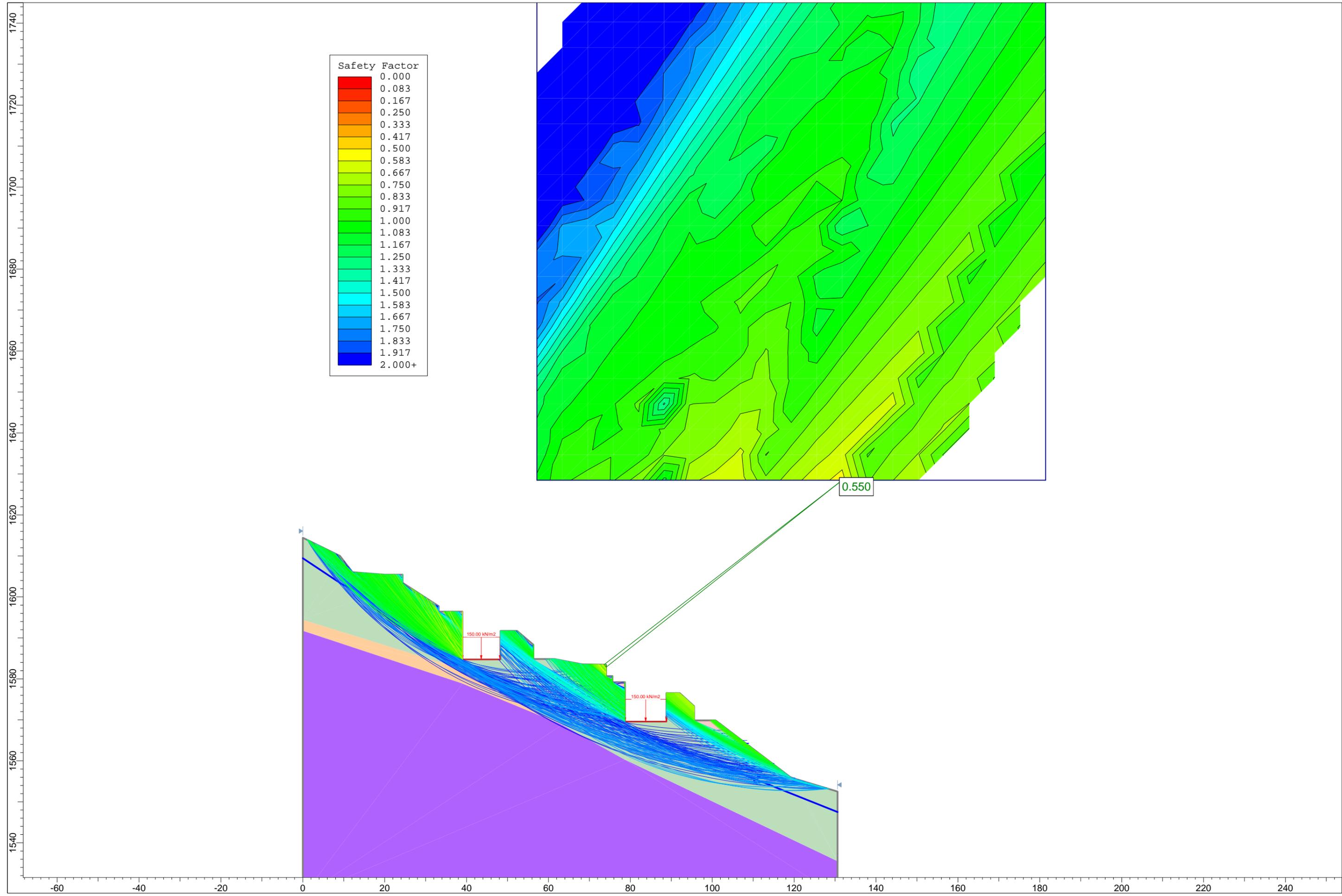


0.555

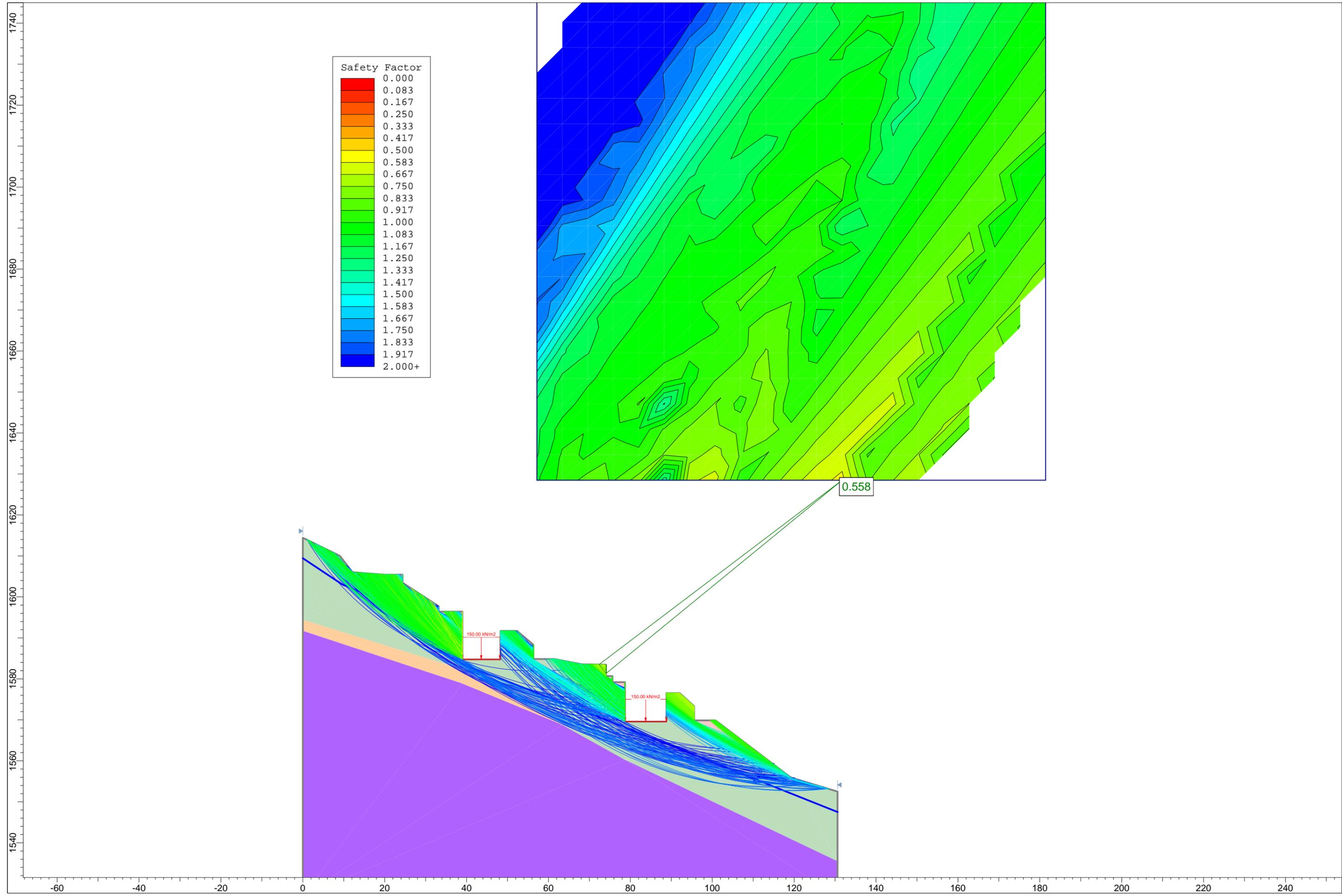
150.00 kNm²

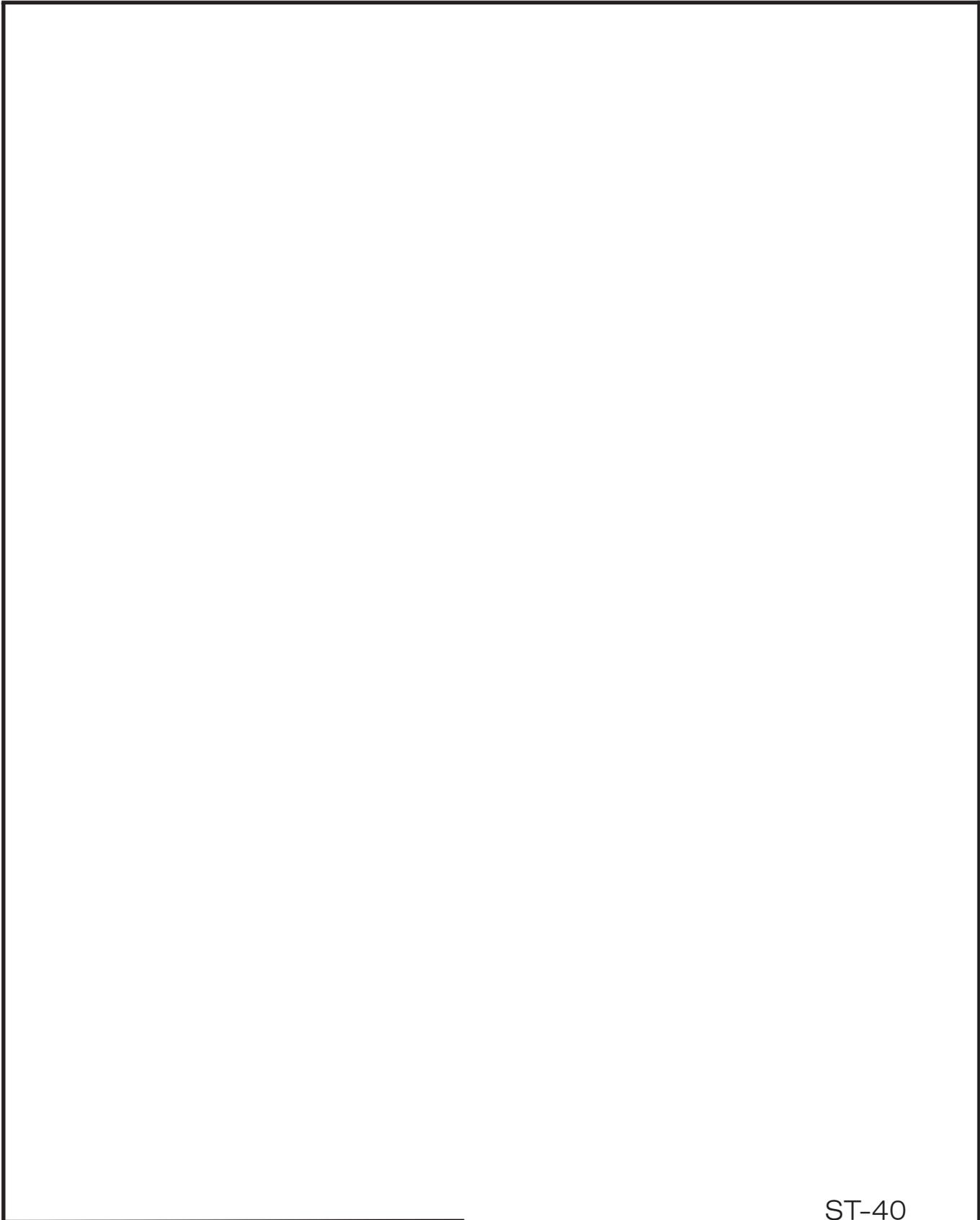
150.00 kNm²

JANBU

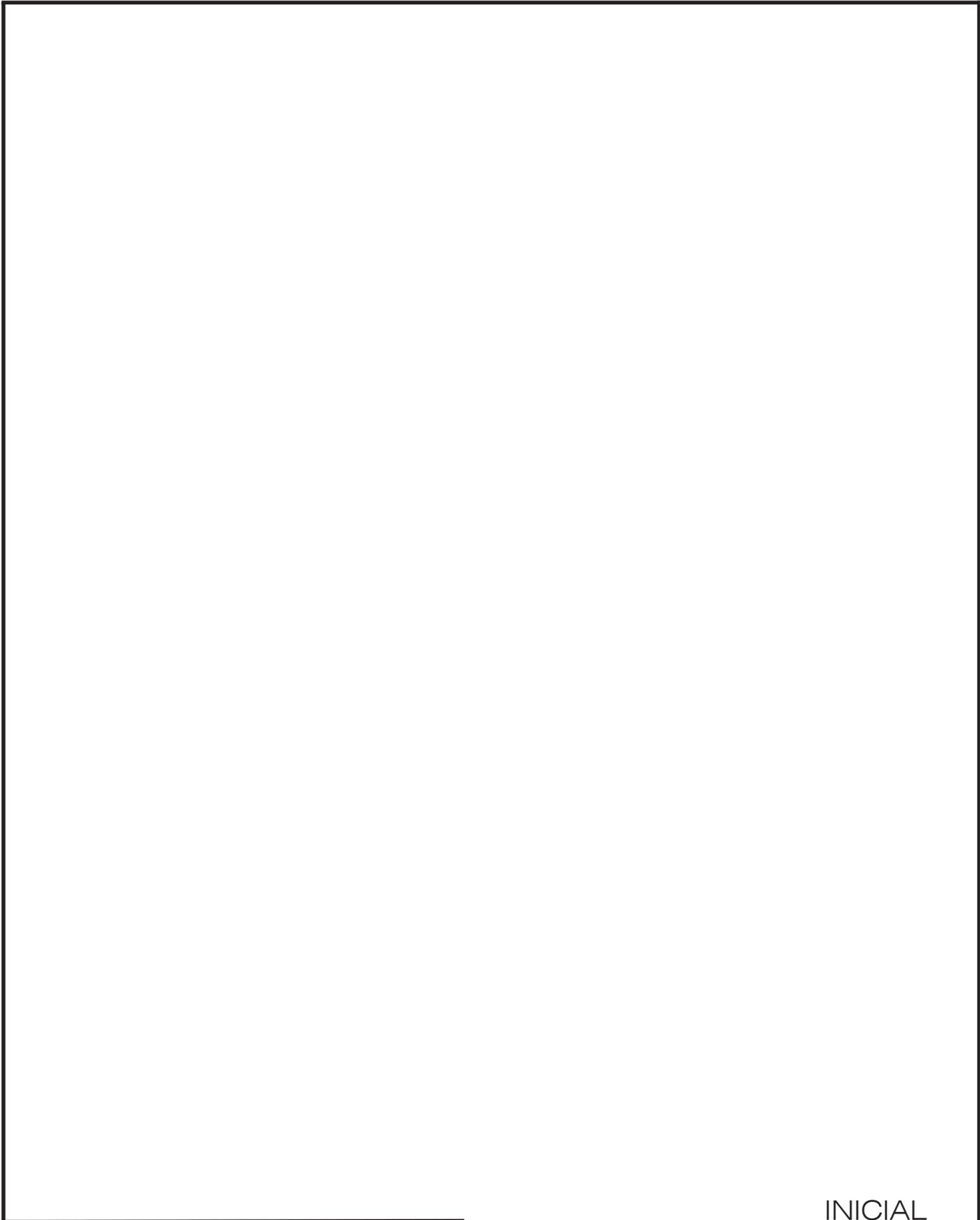


MORGENSTERN Y PRICE



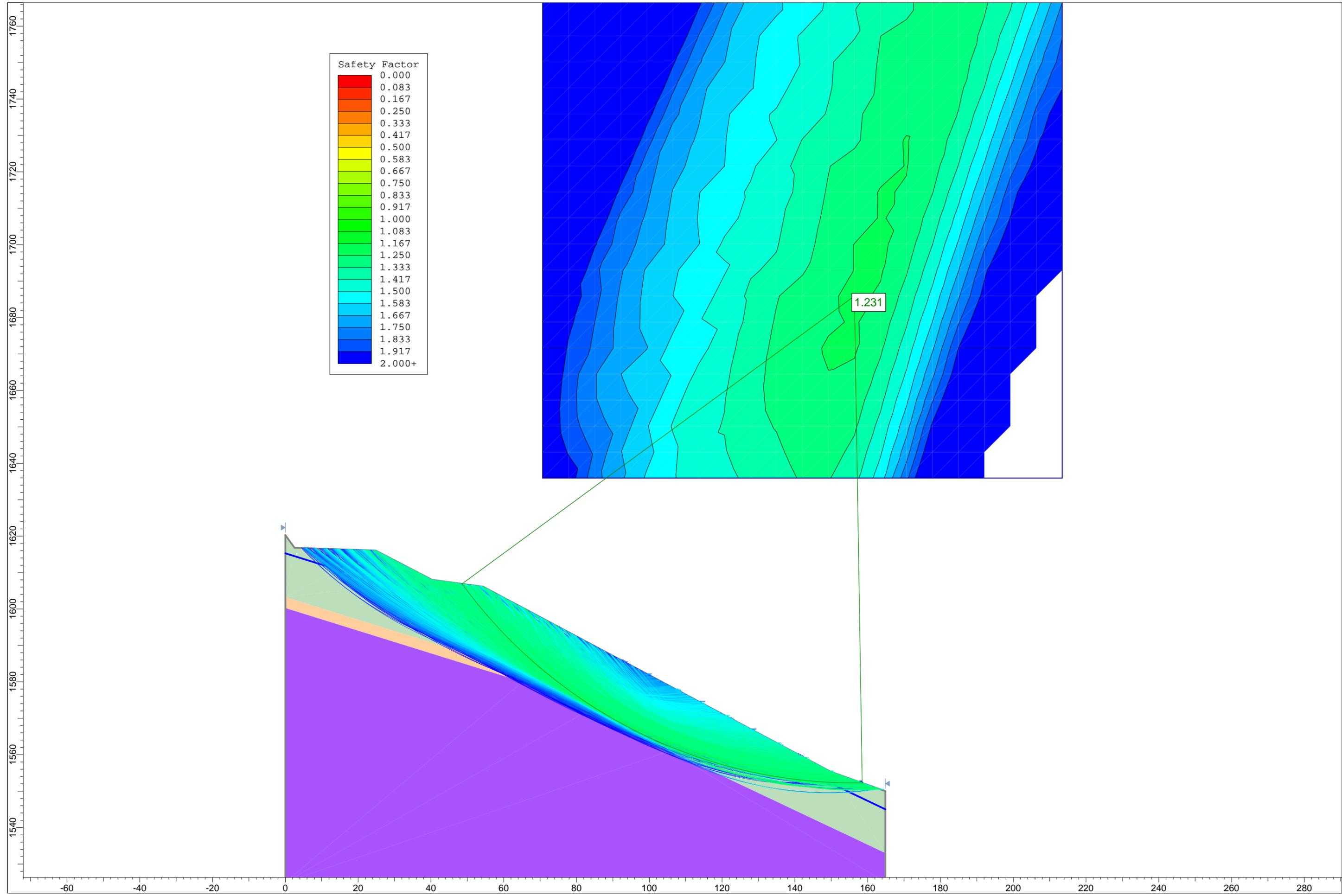


ST-40

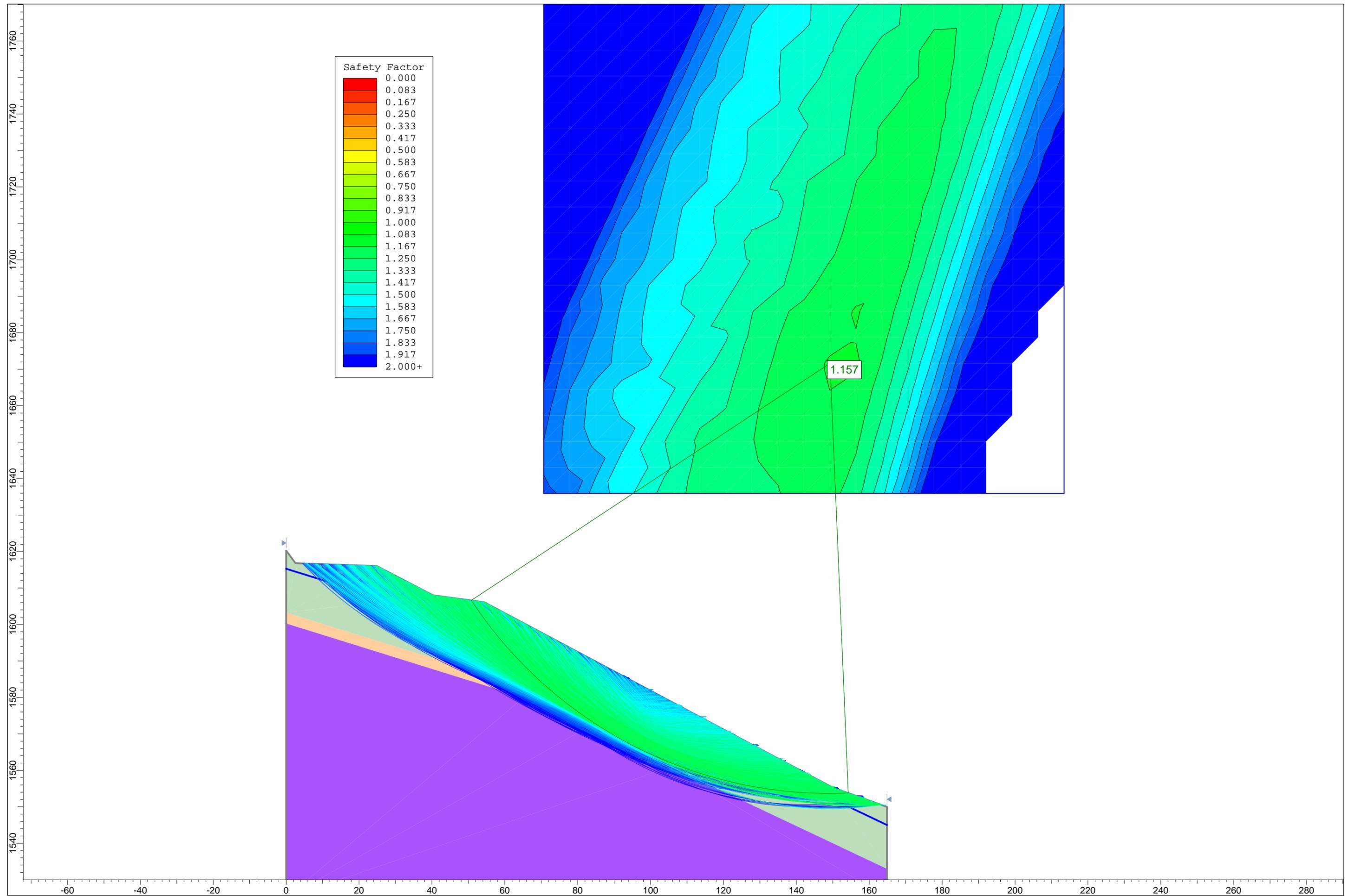


INICIAL

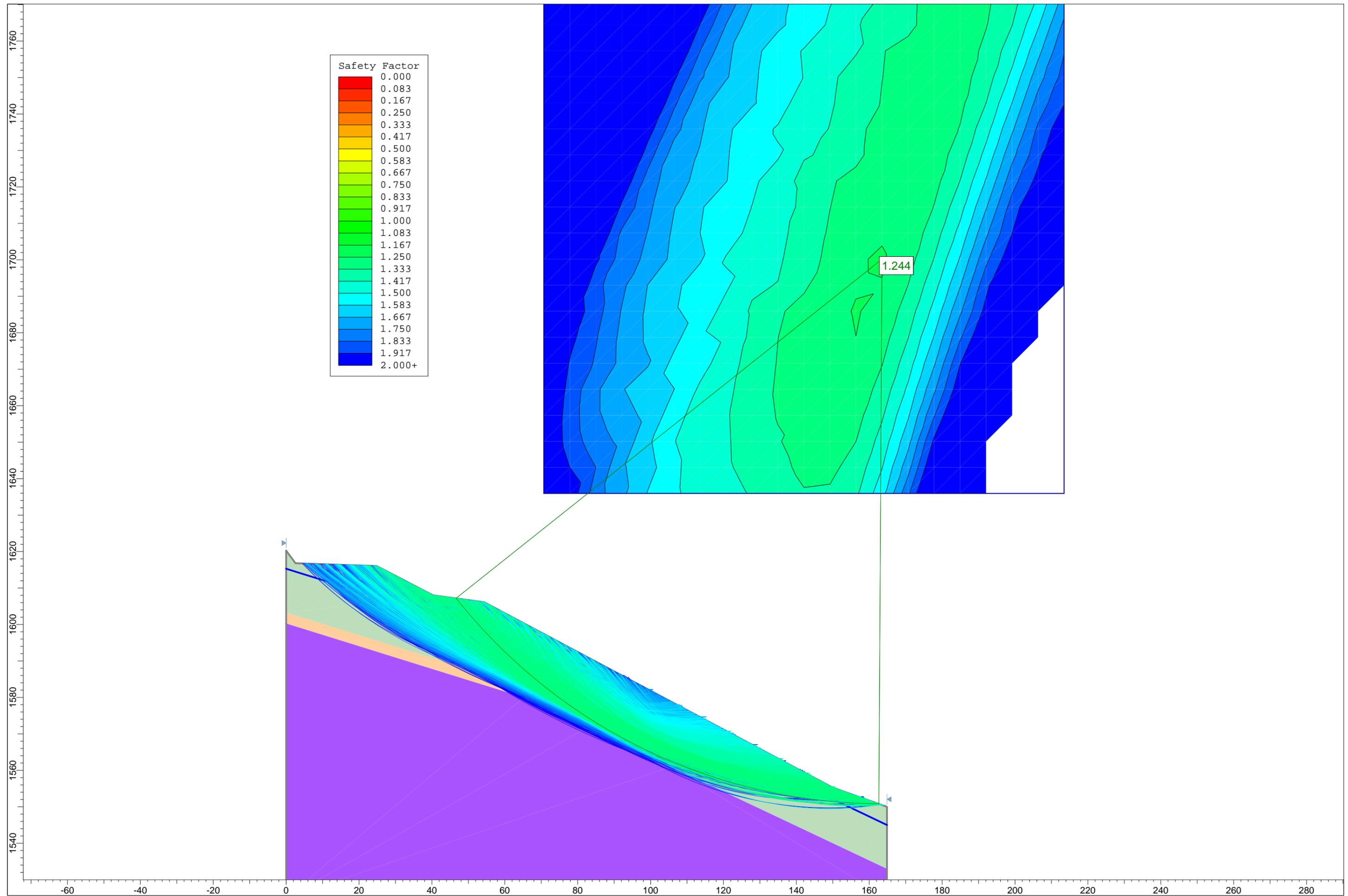
BISHOP



JANBU

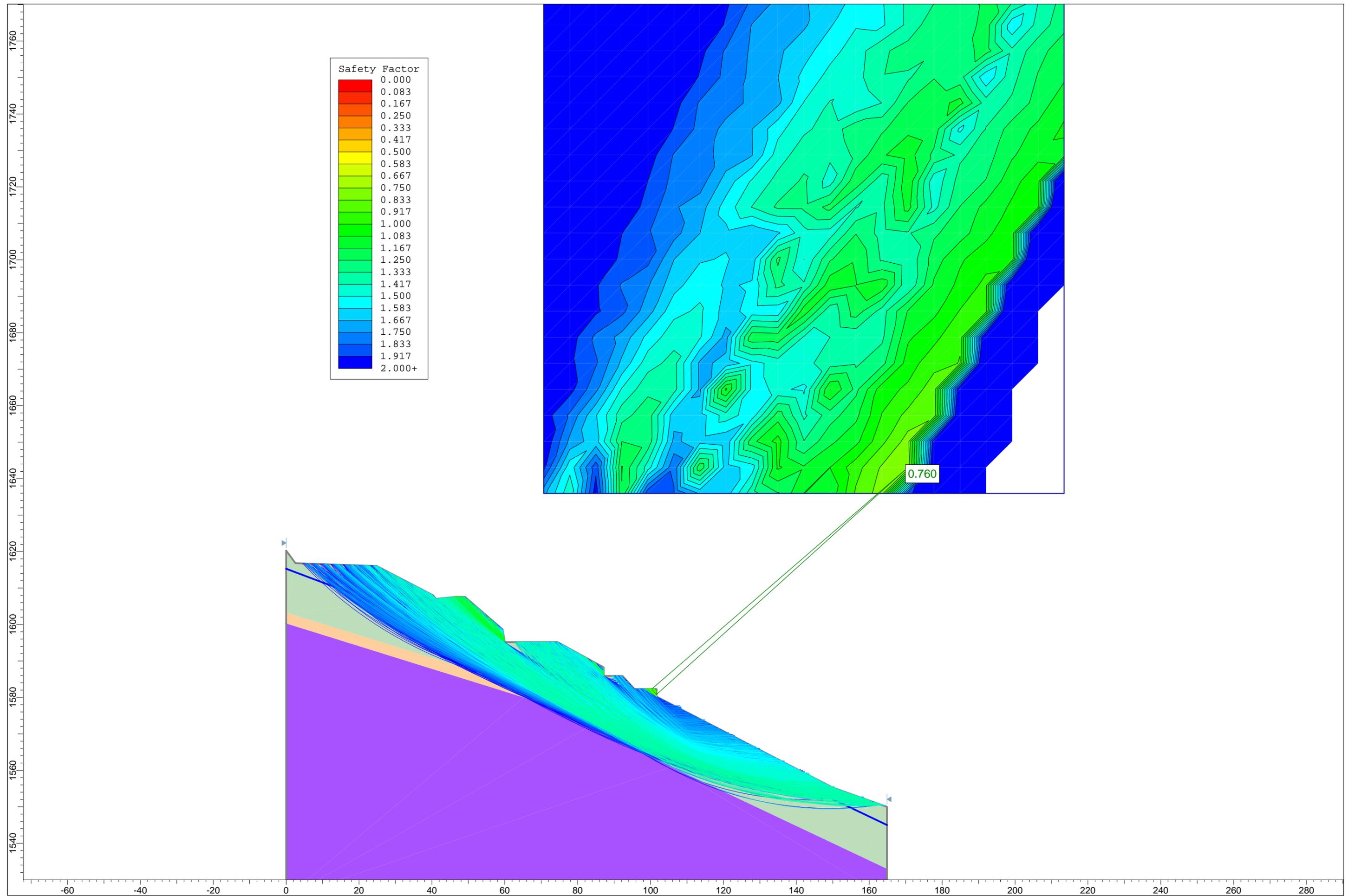


MORGENSTERN Y PRICE

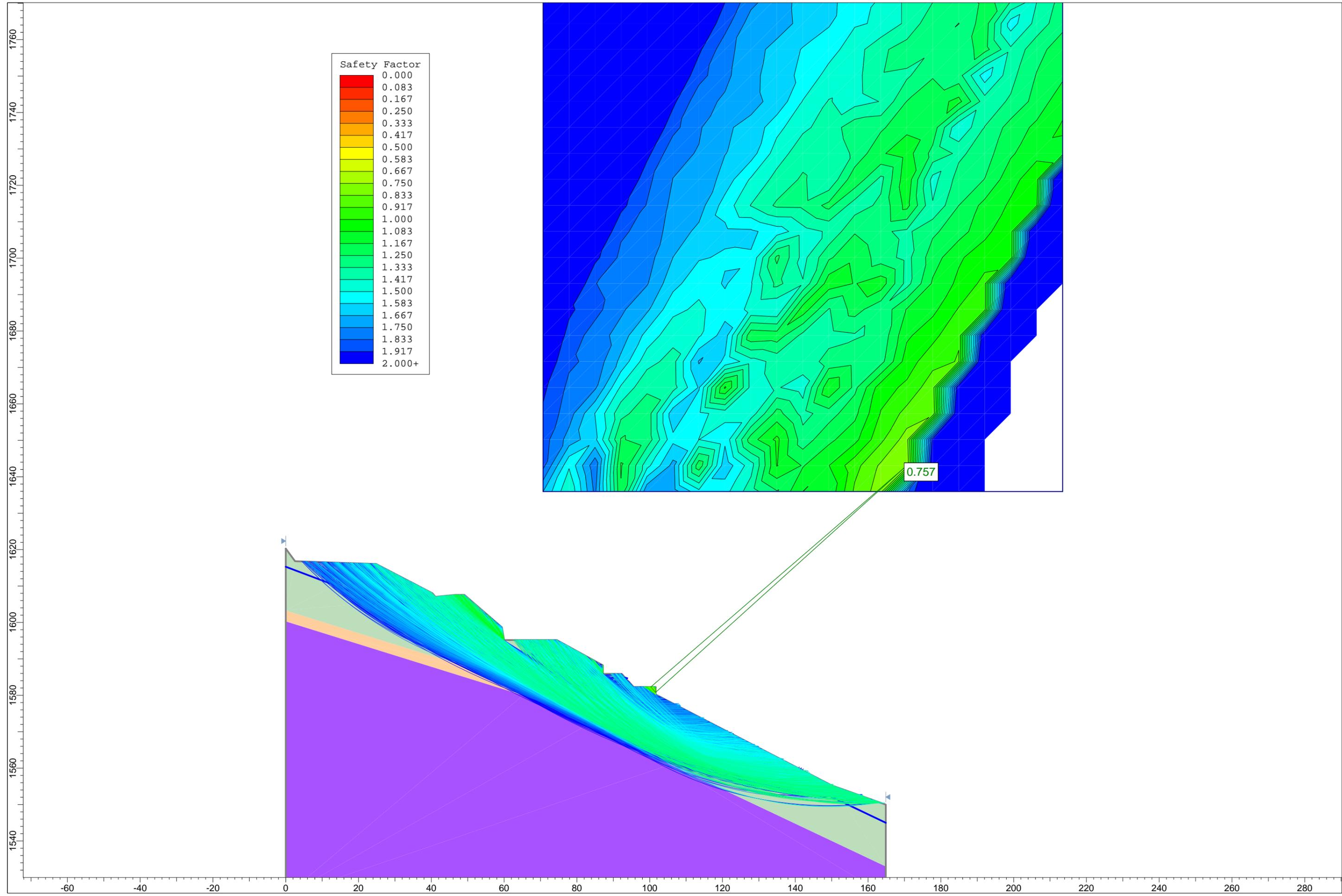


URBANIZACIÓN

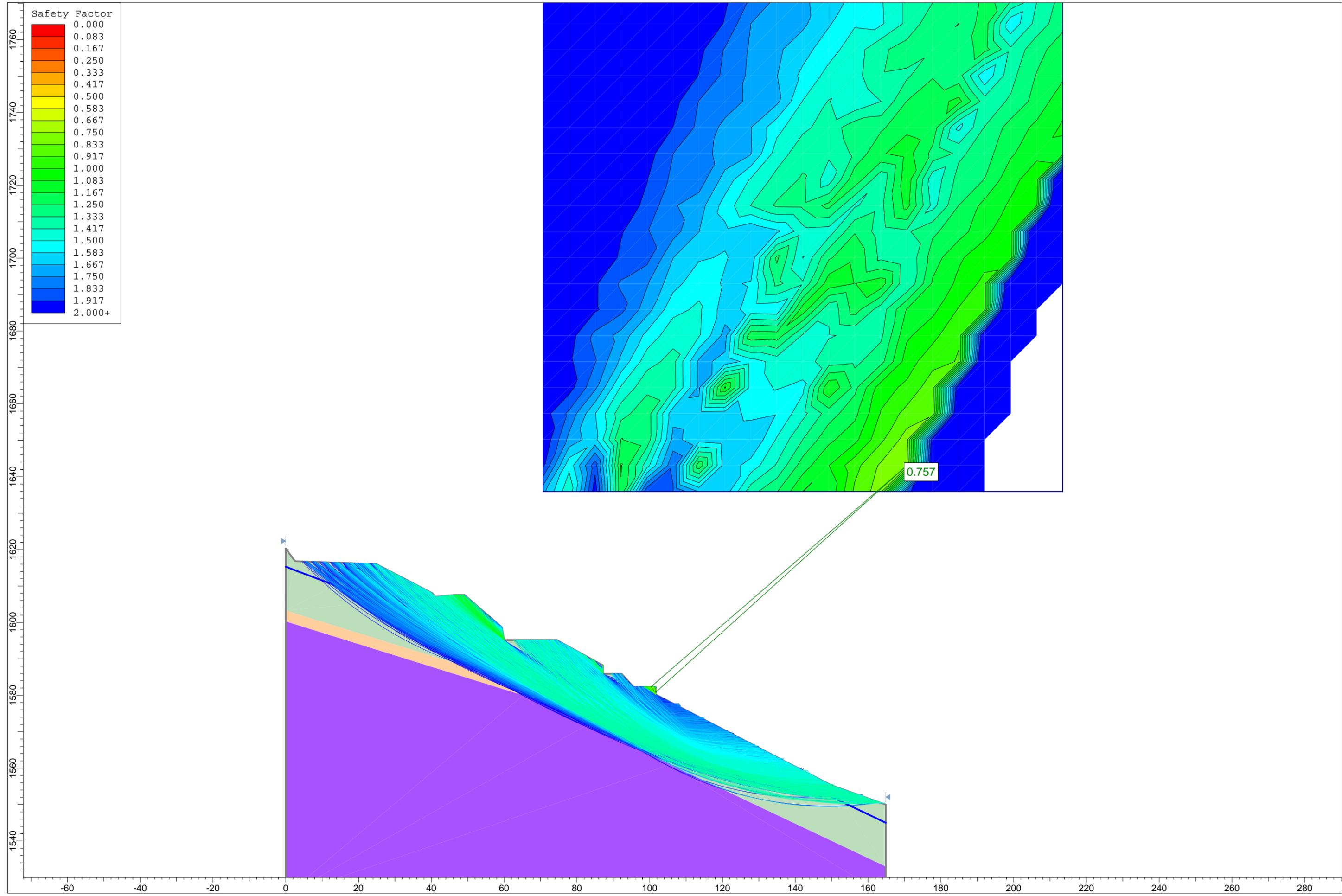
BISHOP



JANBU

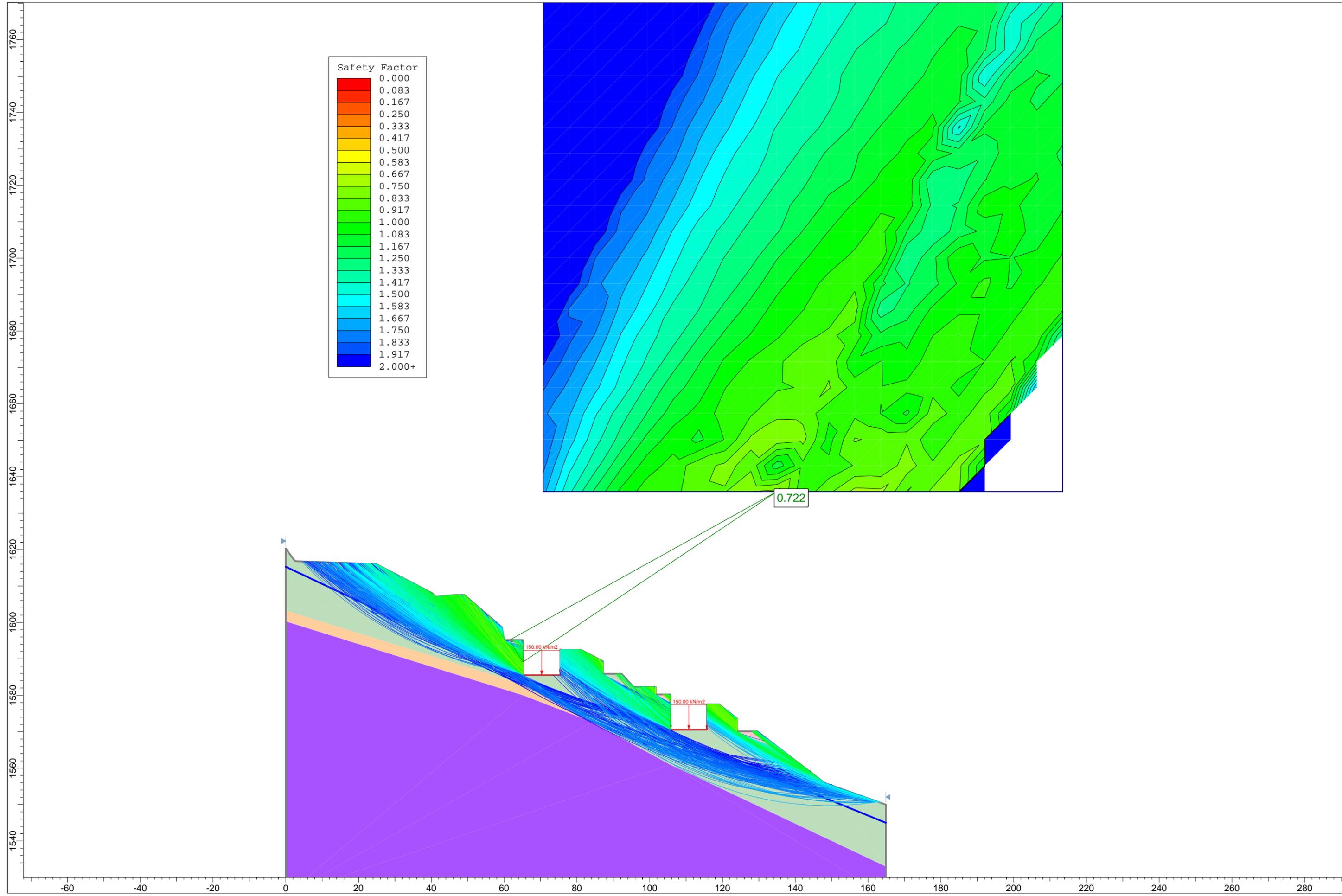


MORGENSTERN Y PRICE

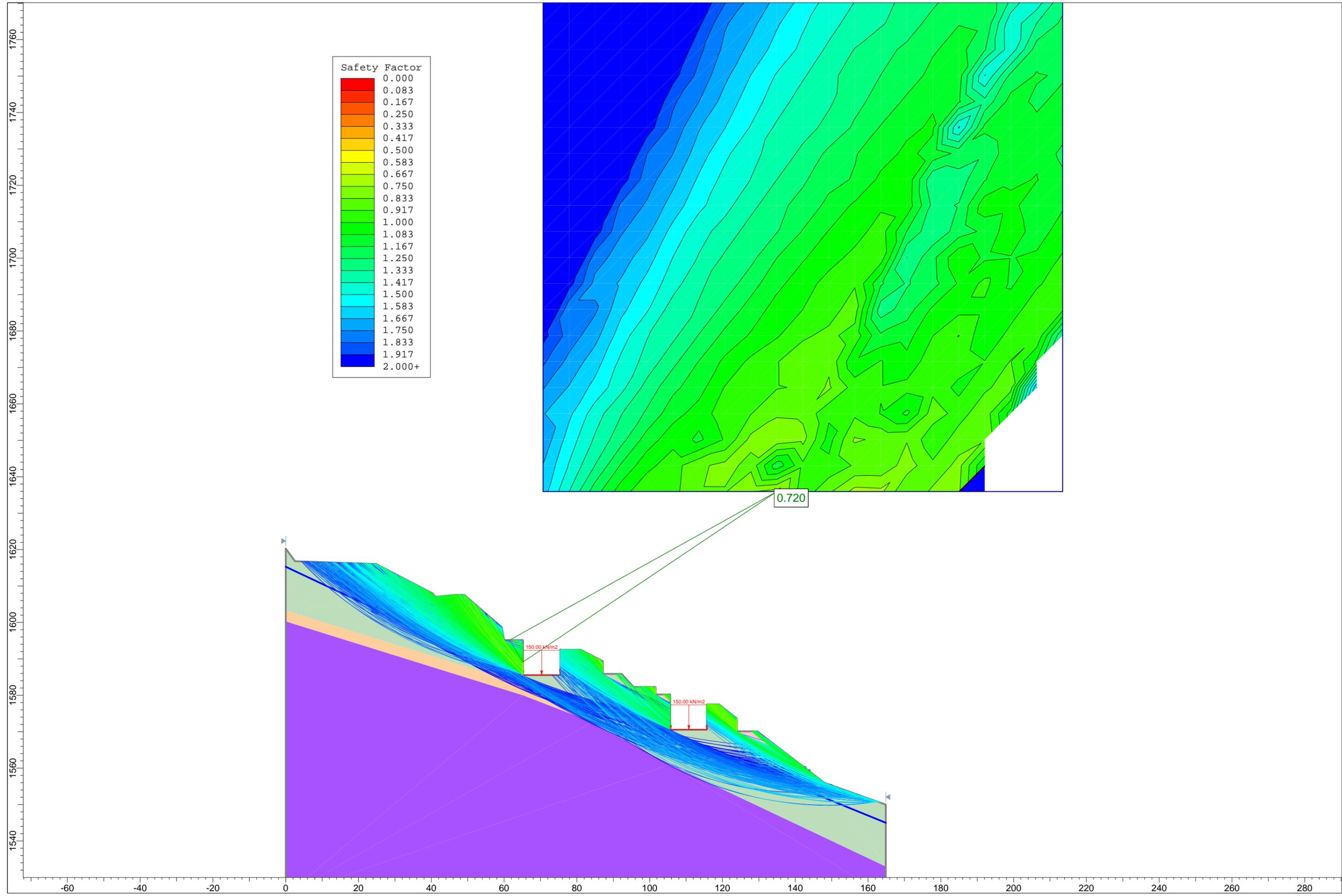


FINAL

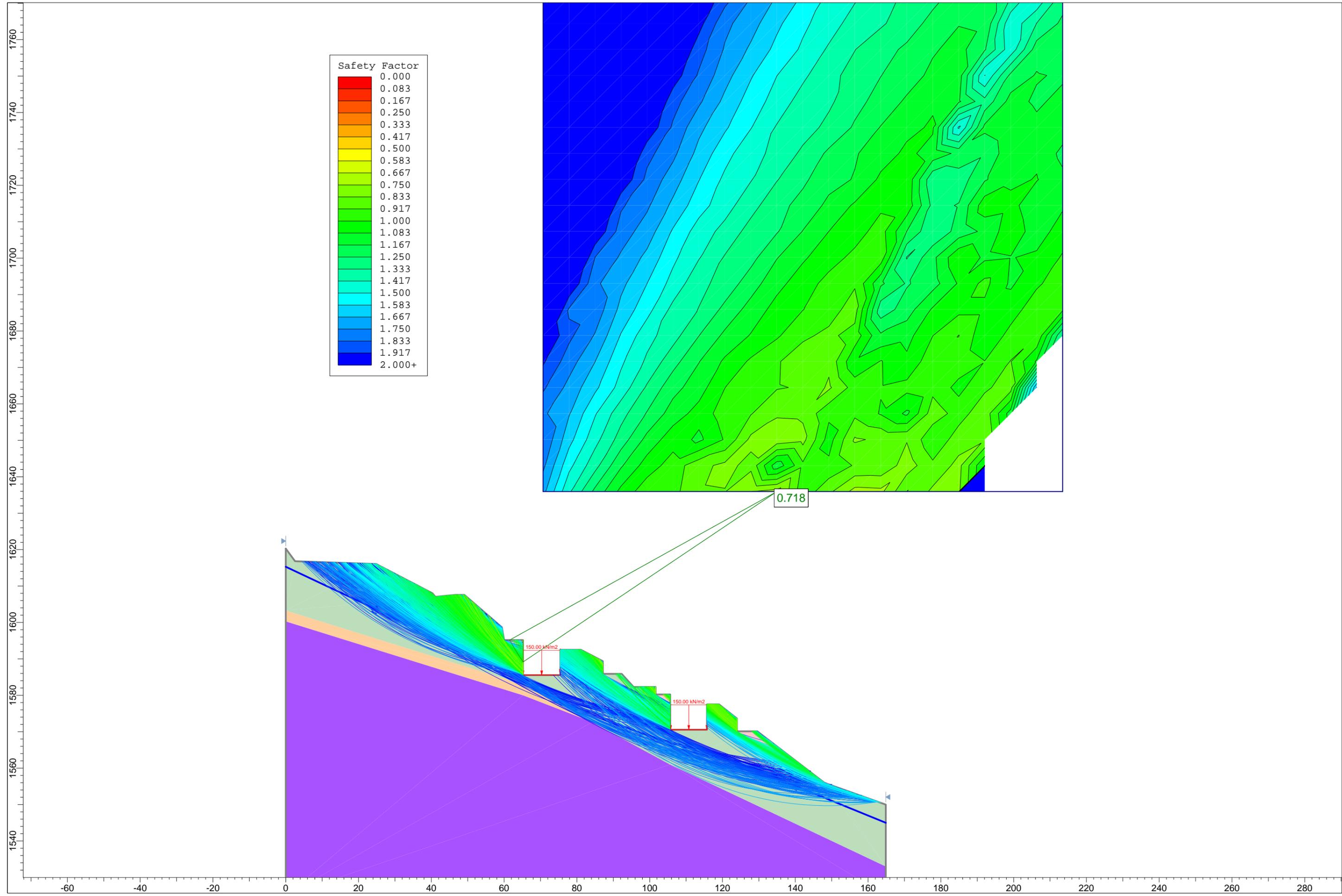
BISHOP



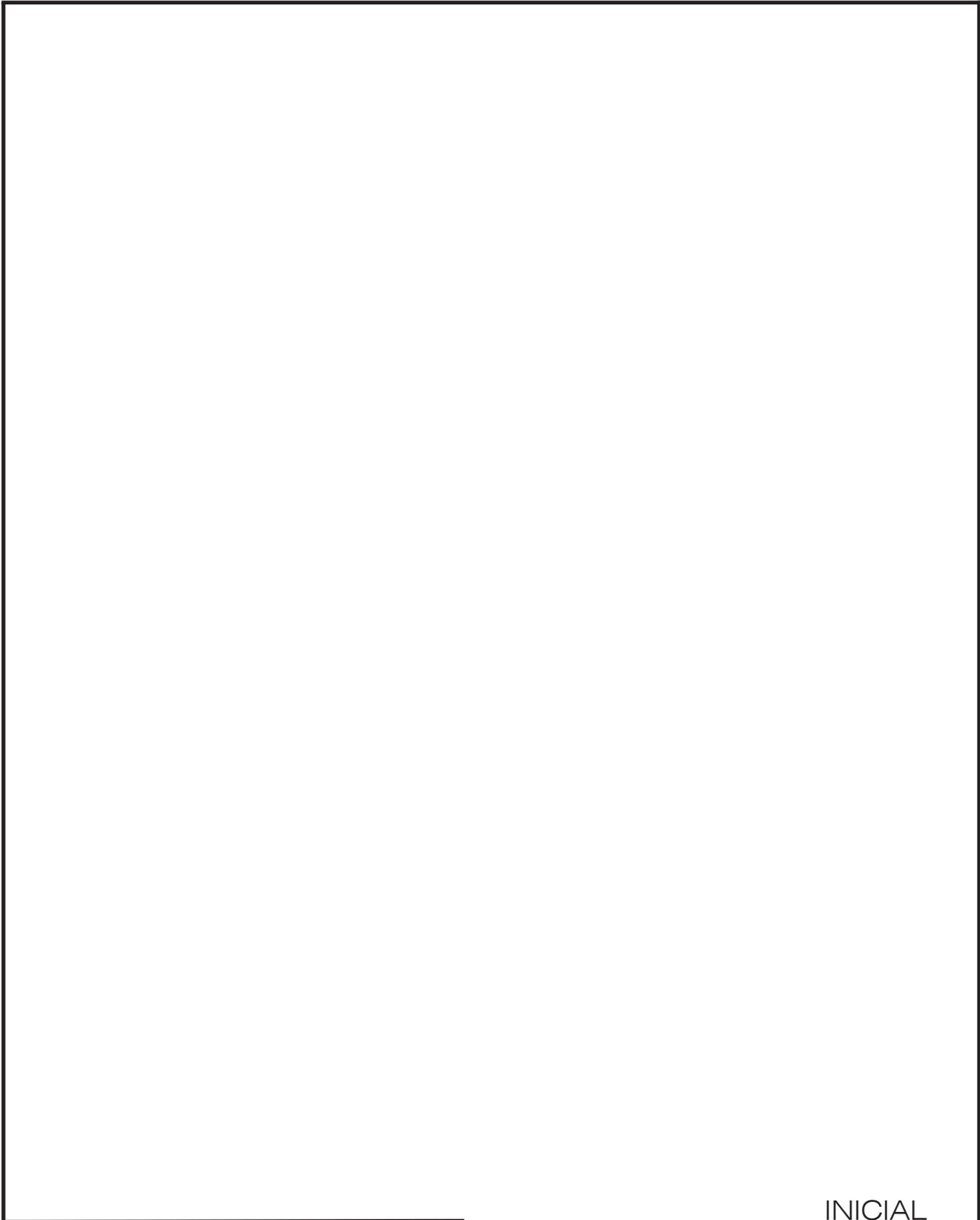
JANBU



MORGENSTERN Y PRICE

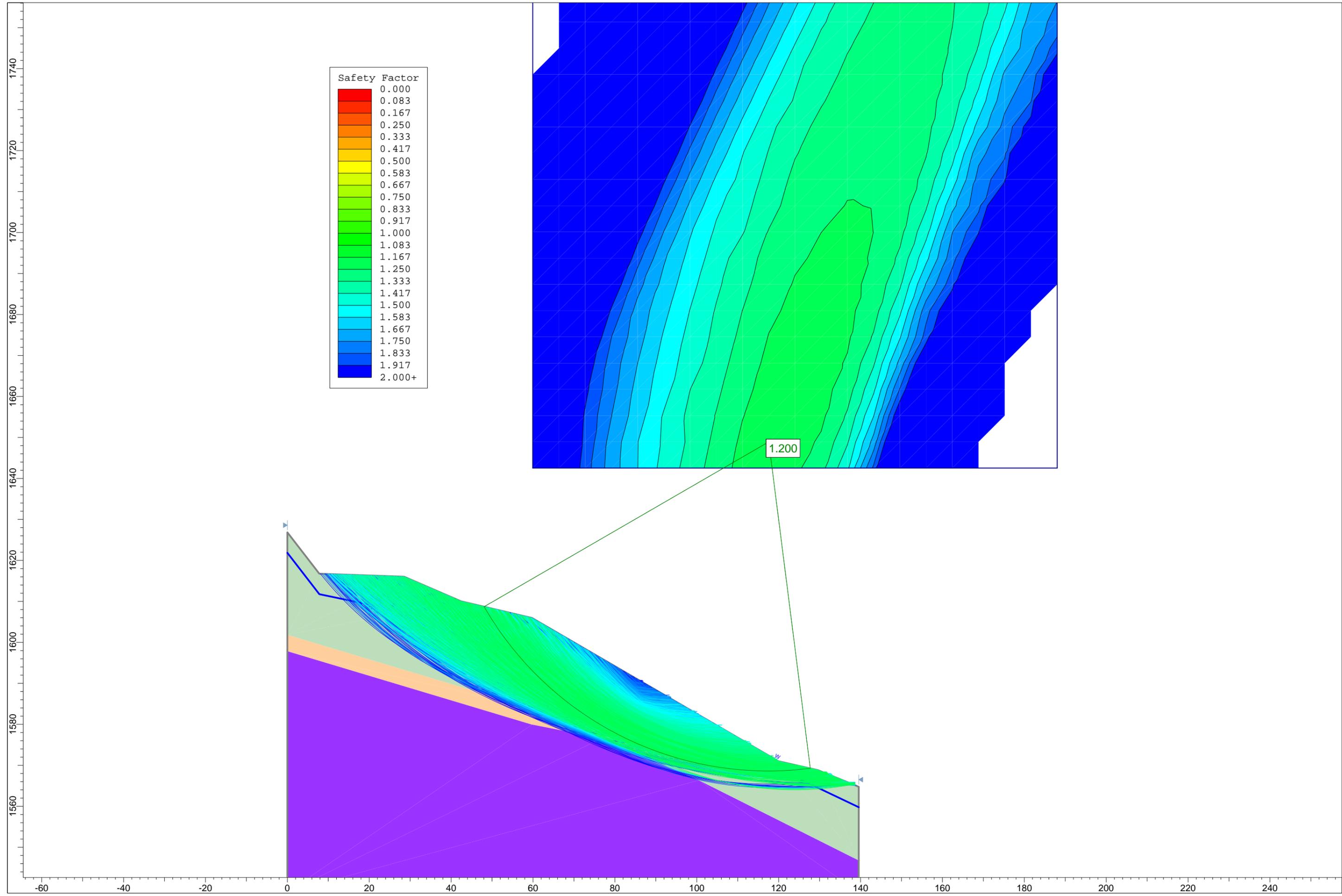


ST-41

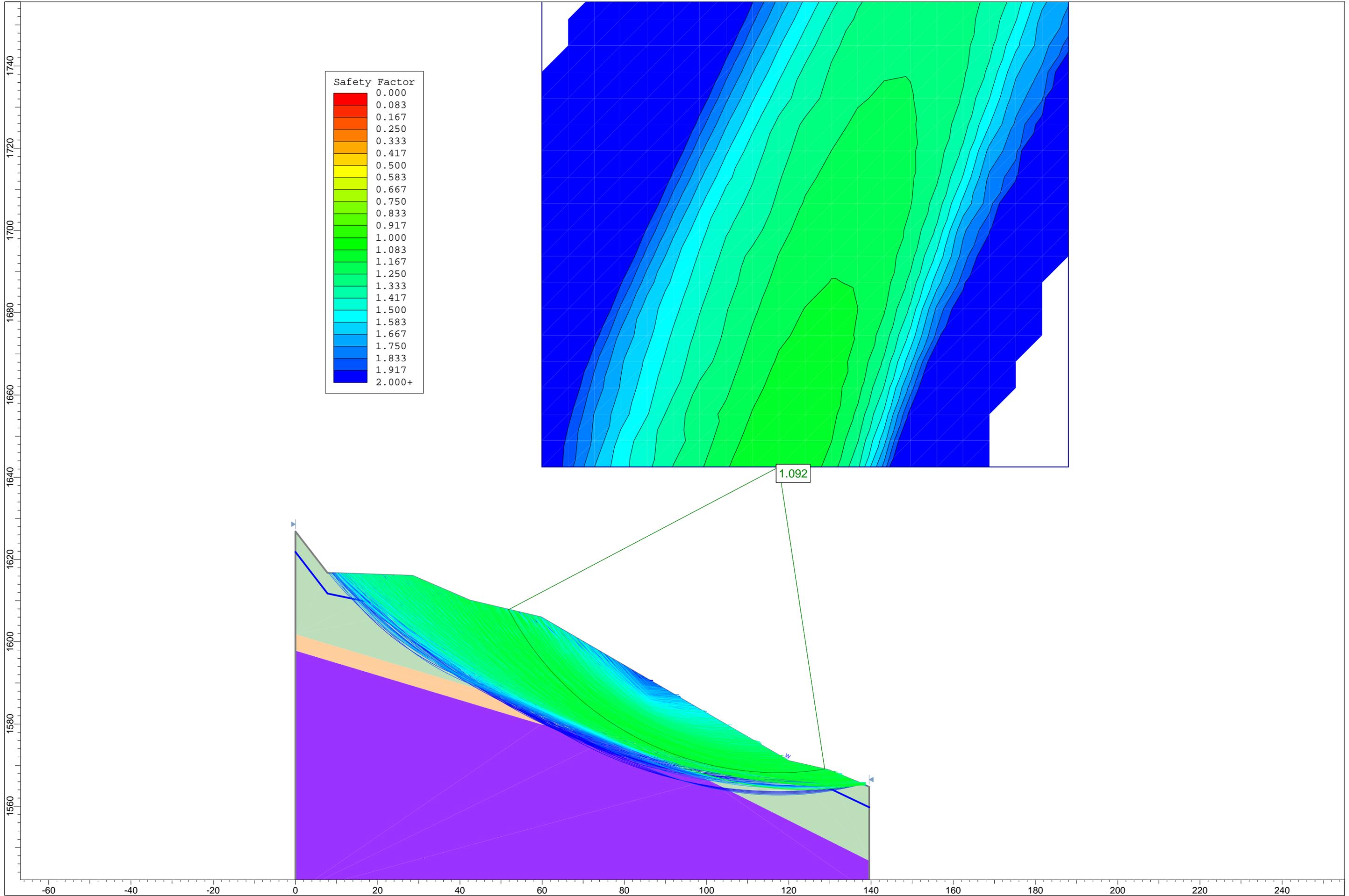


INICIAL

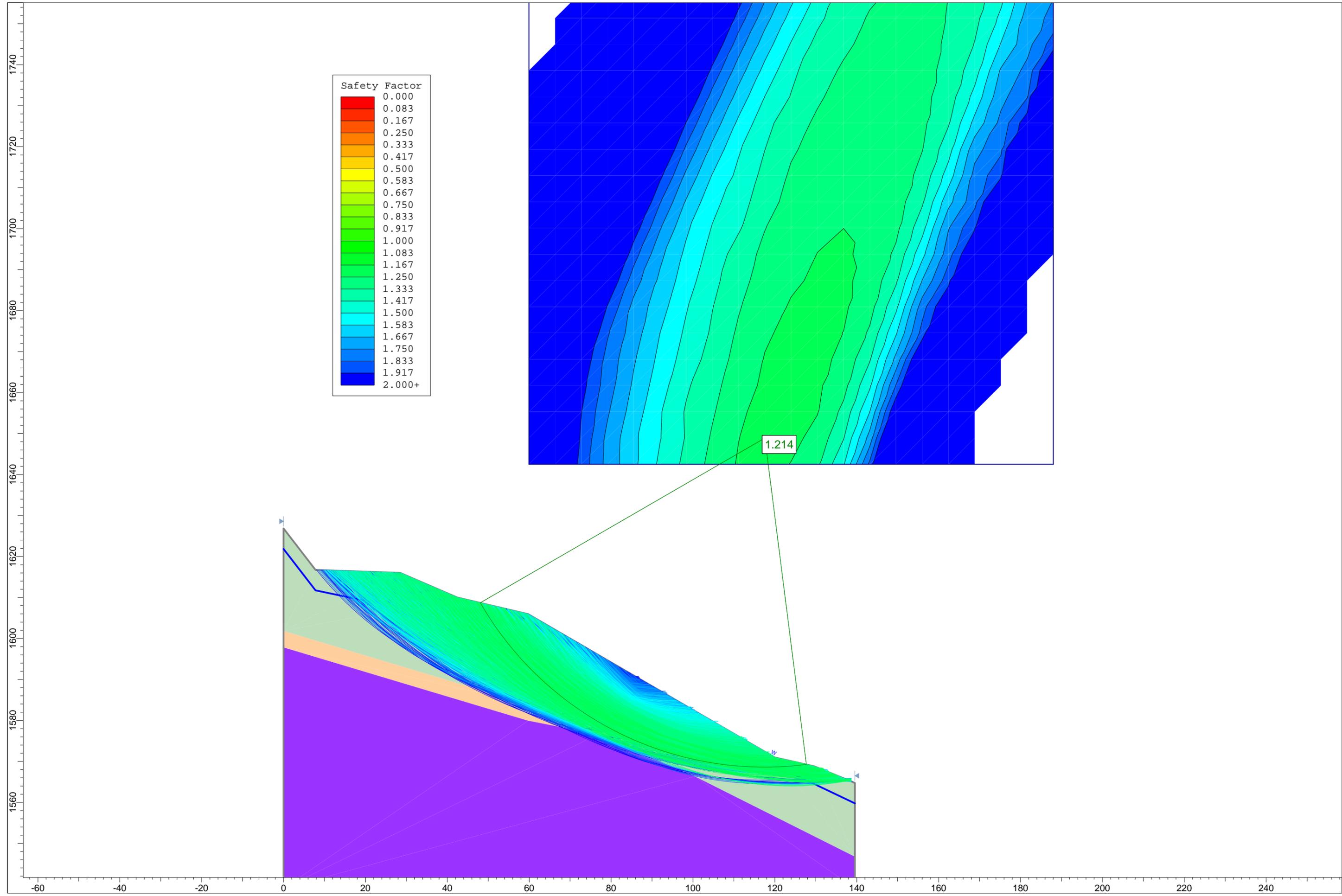
BISHOP



JANBU

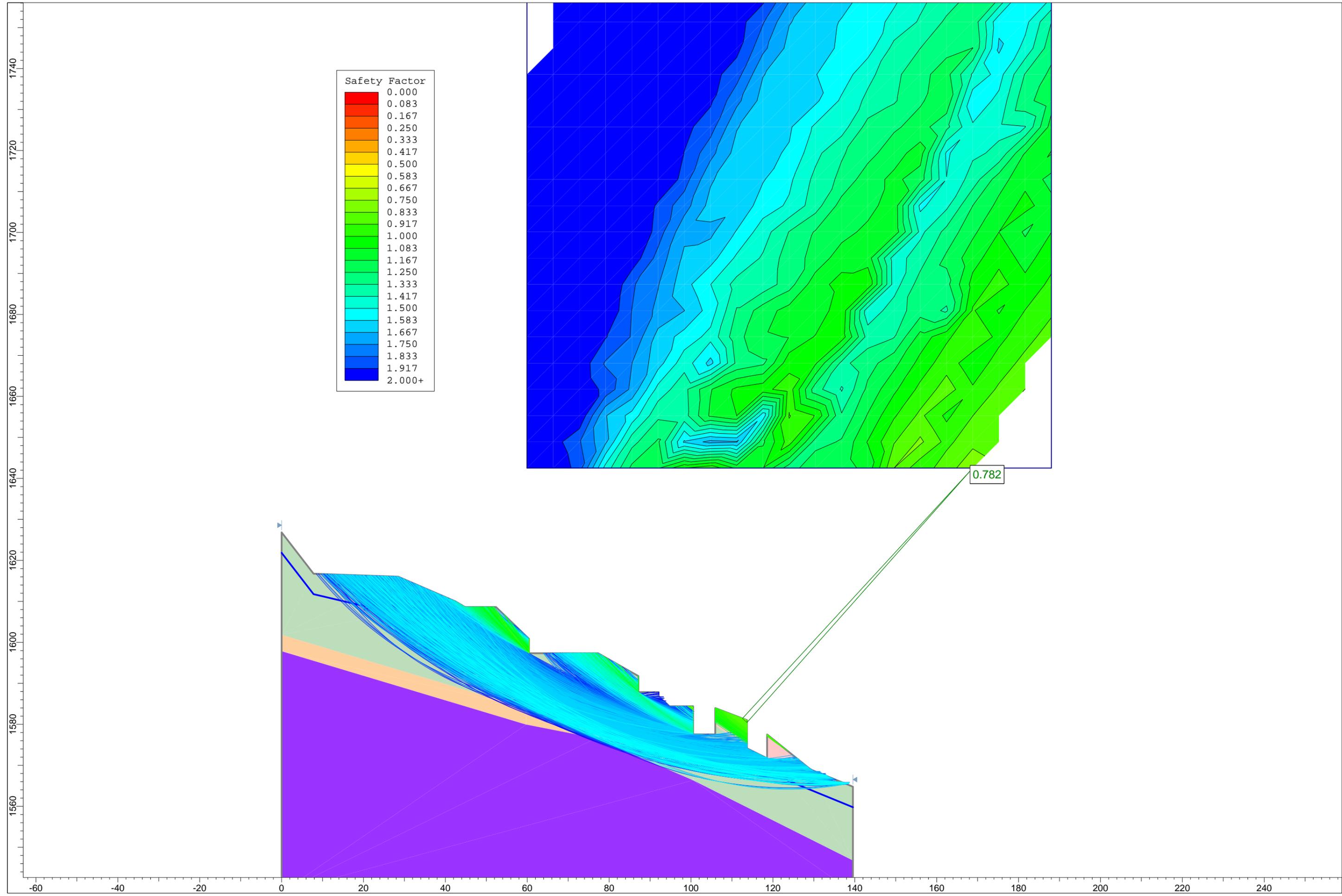


MORGENSTERN Y PRICE

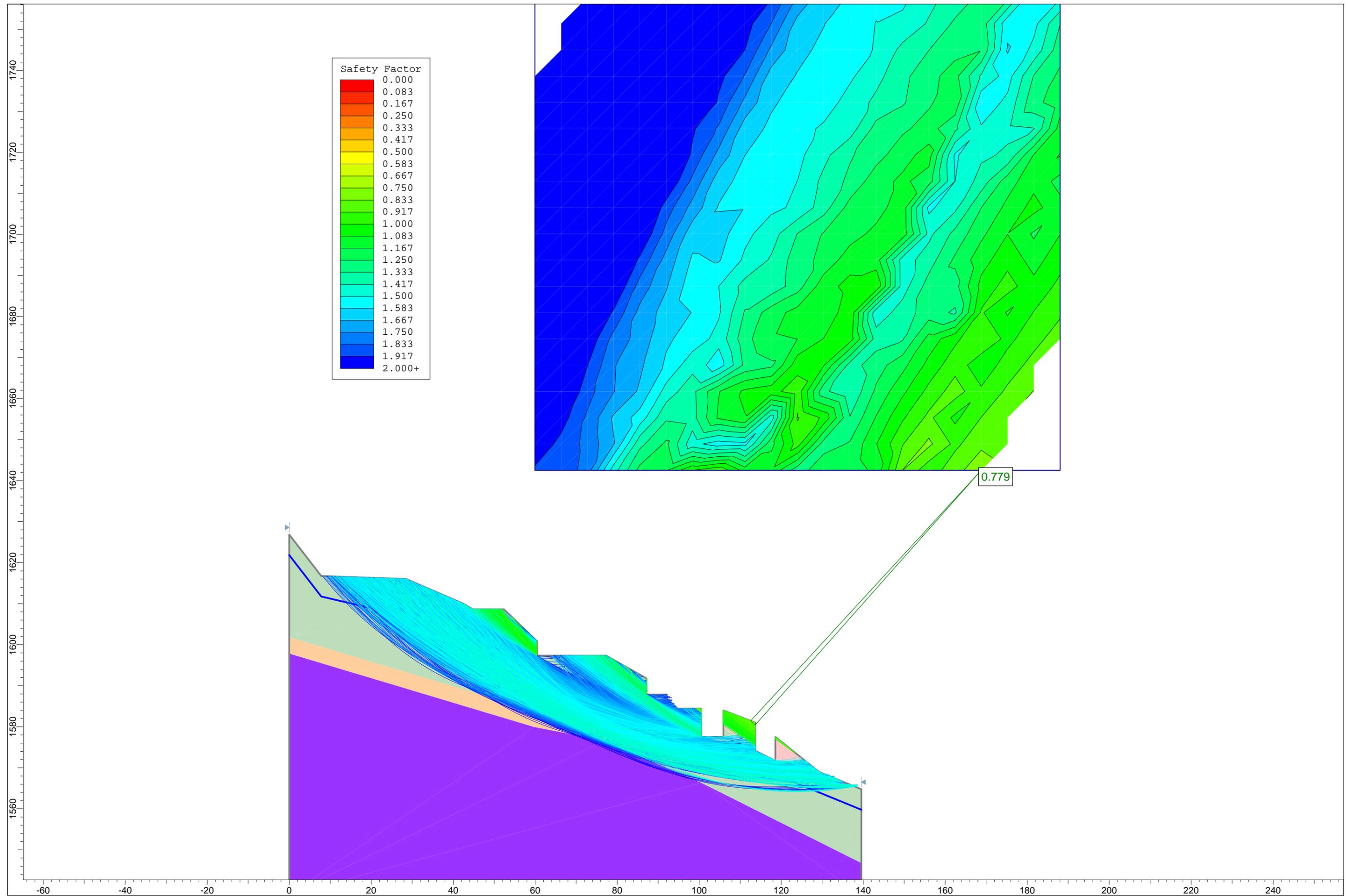


URBANIZACIÓN

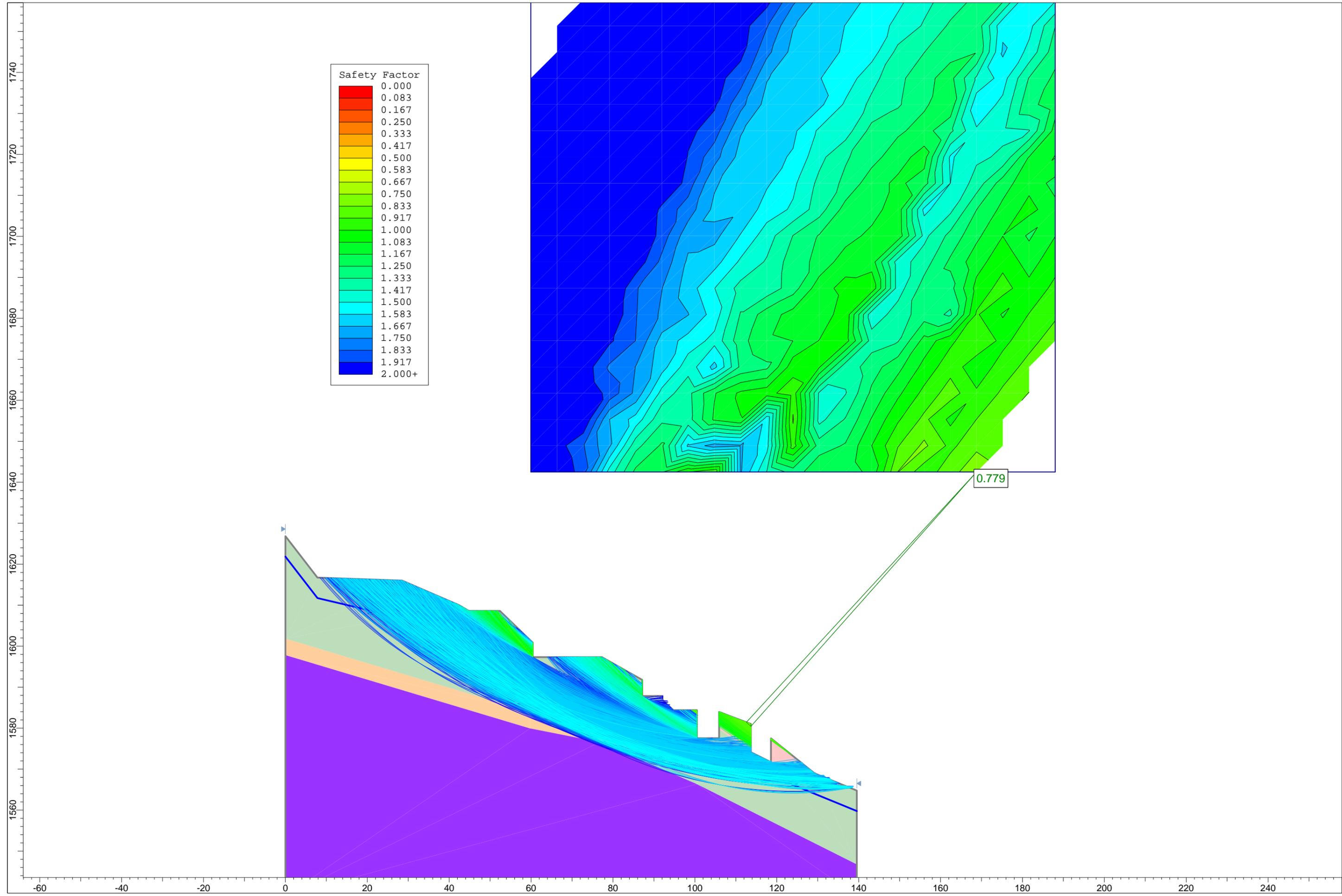
BISHOP



JANBU



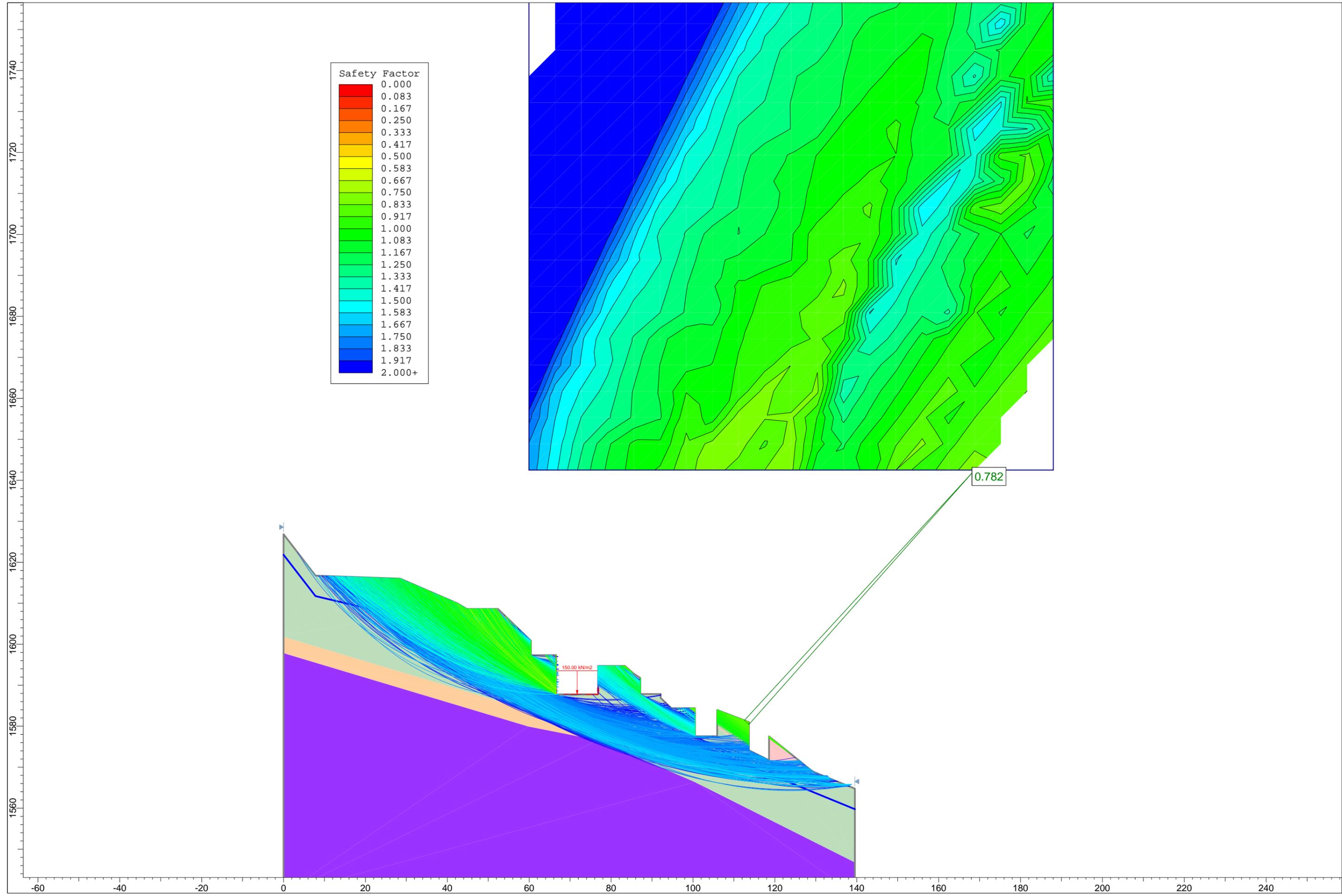
MORGENSTERN Y PRICE



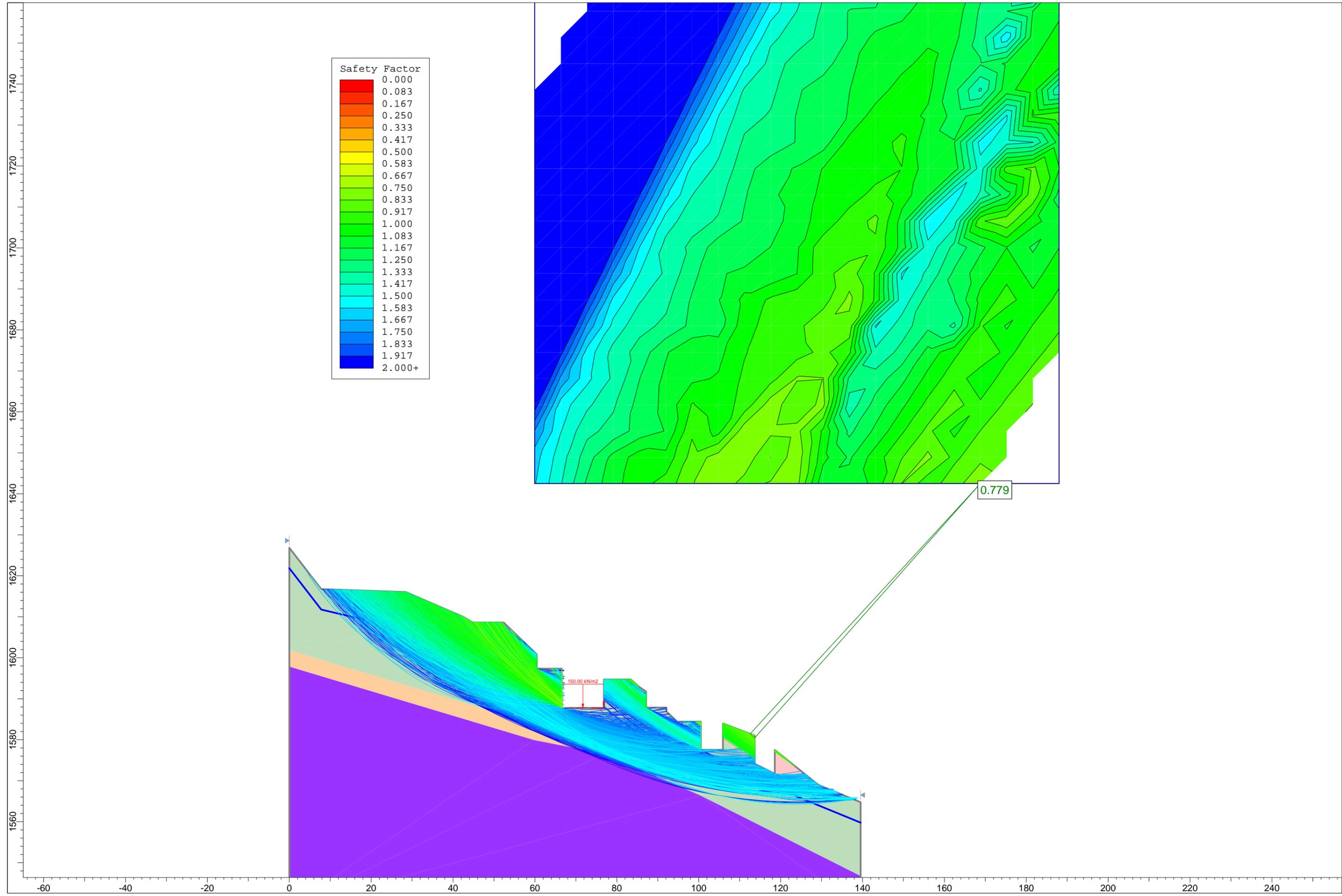
0.779

FINAL

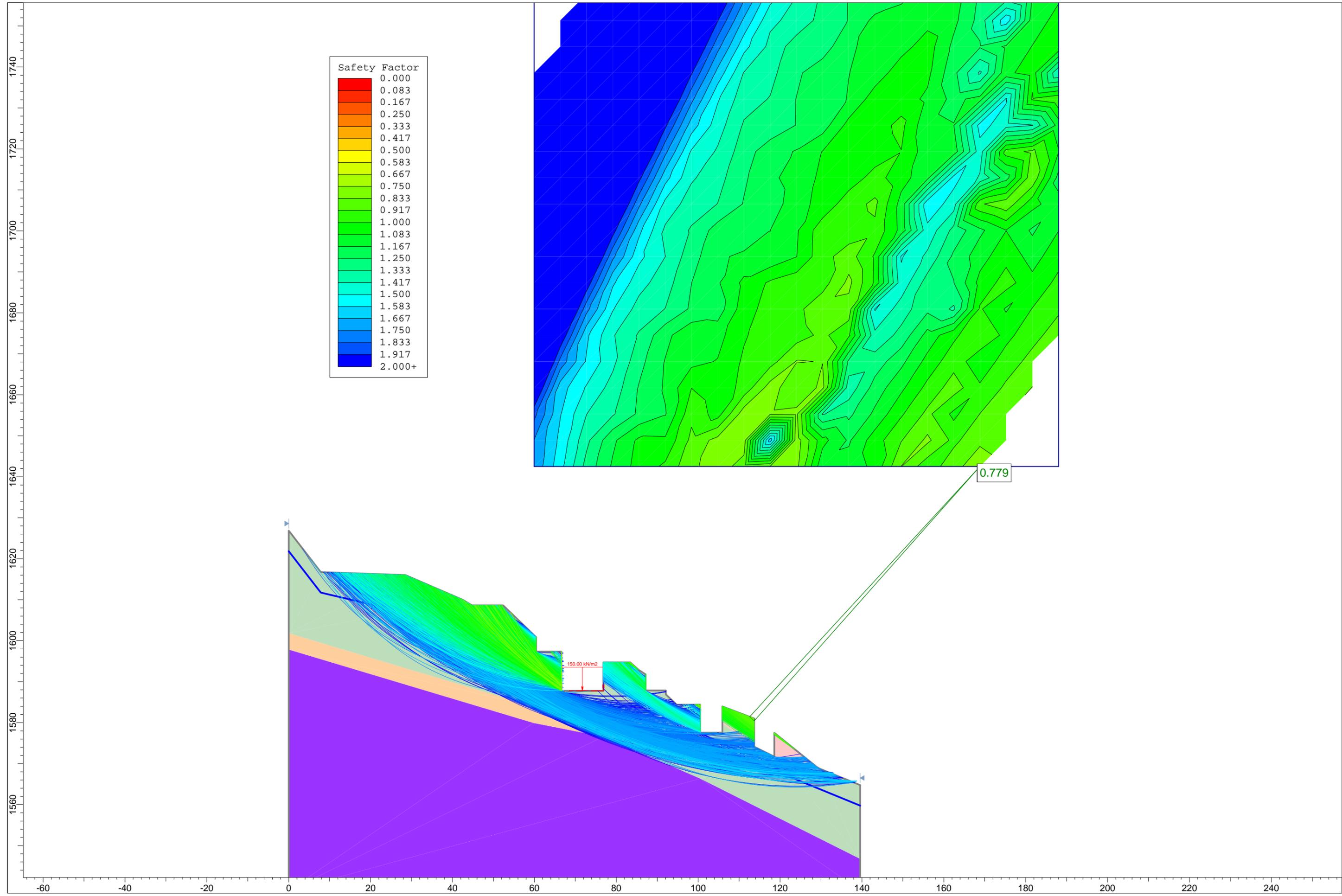
BISHOP

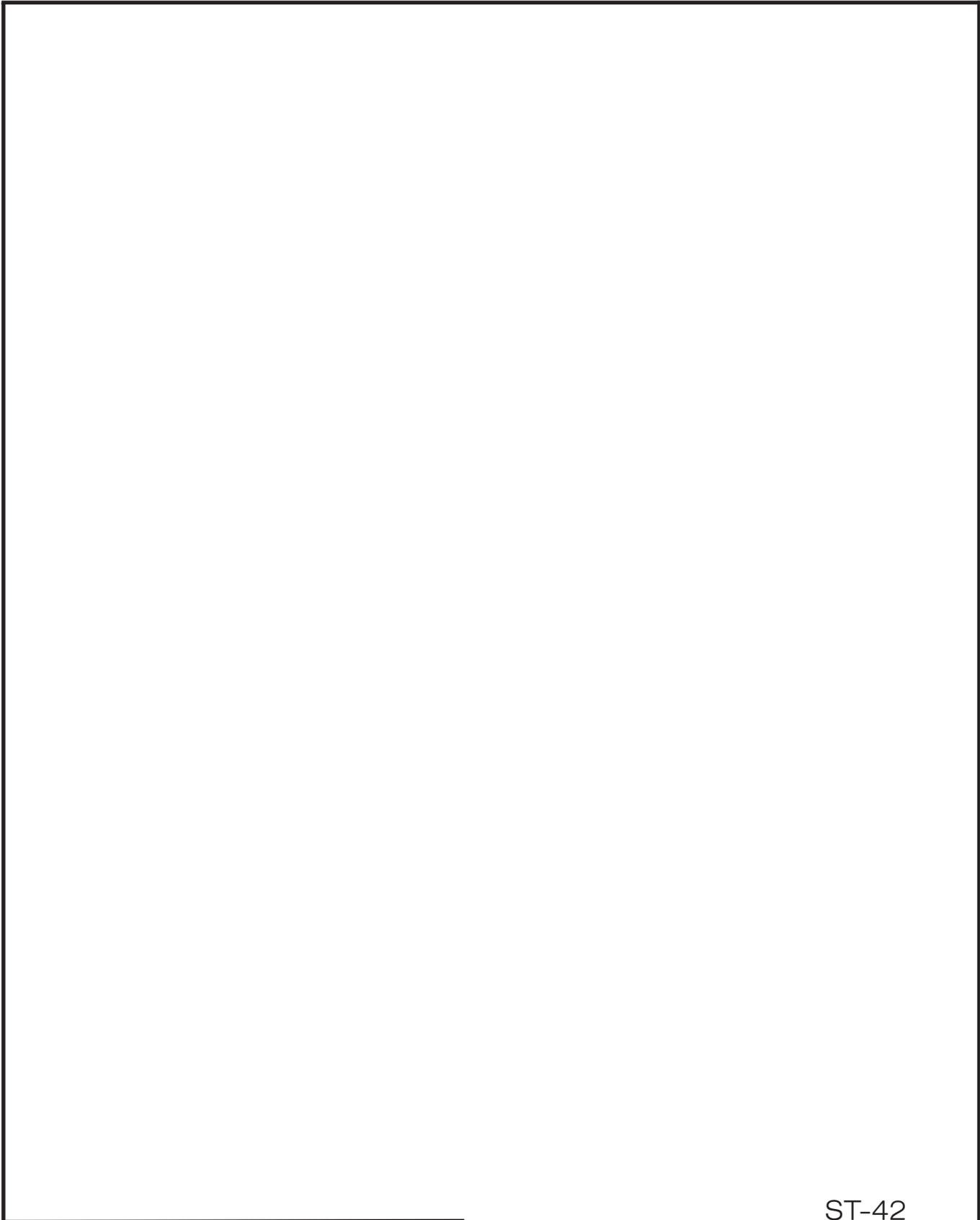


JANBU

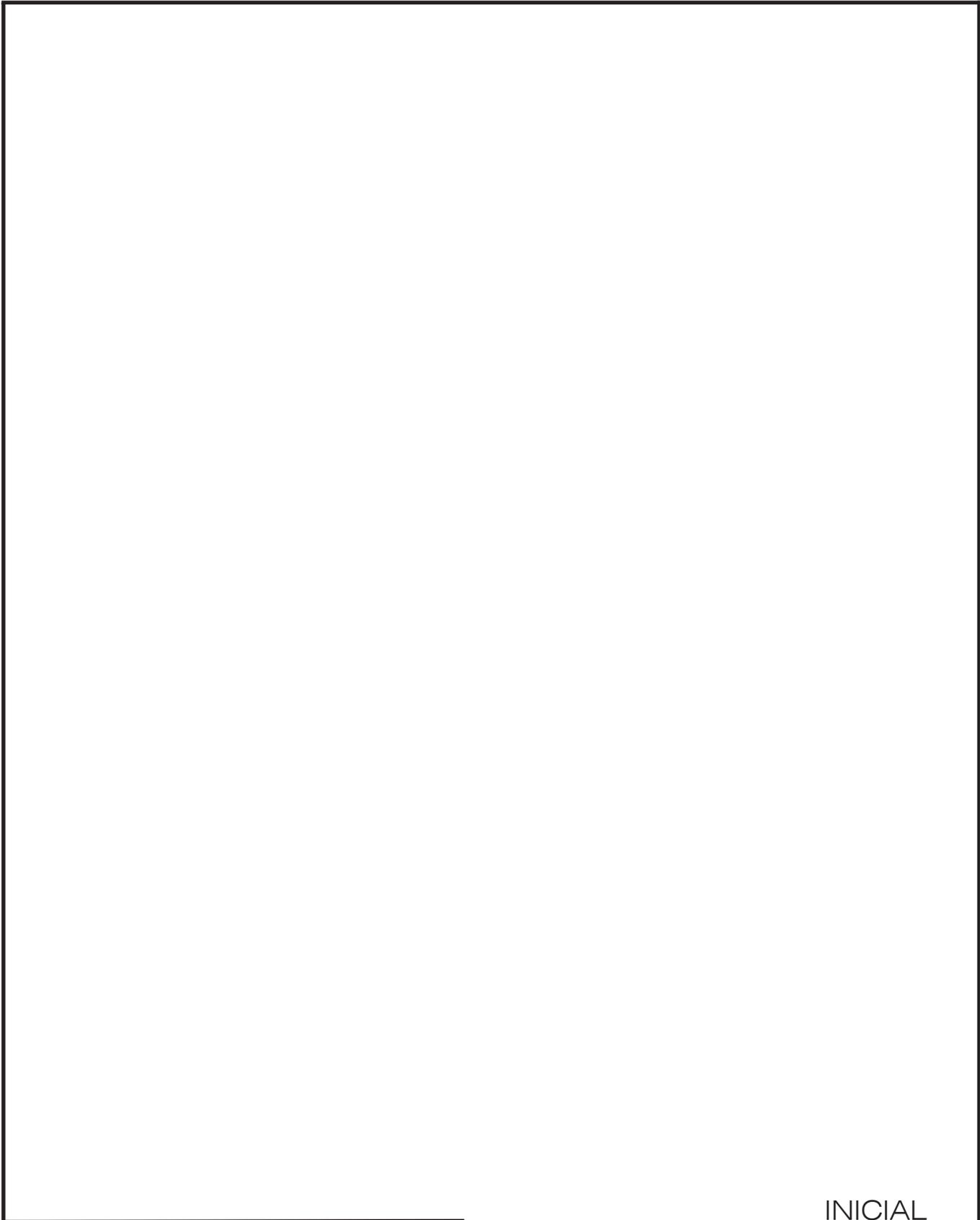


MORGENSTERN Y PRICE

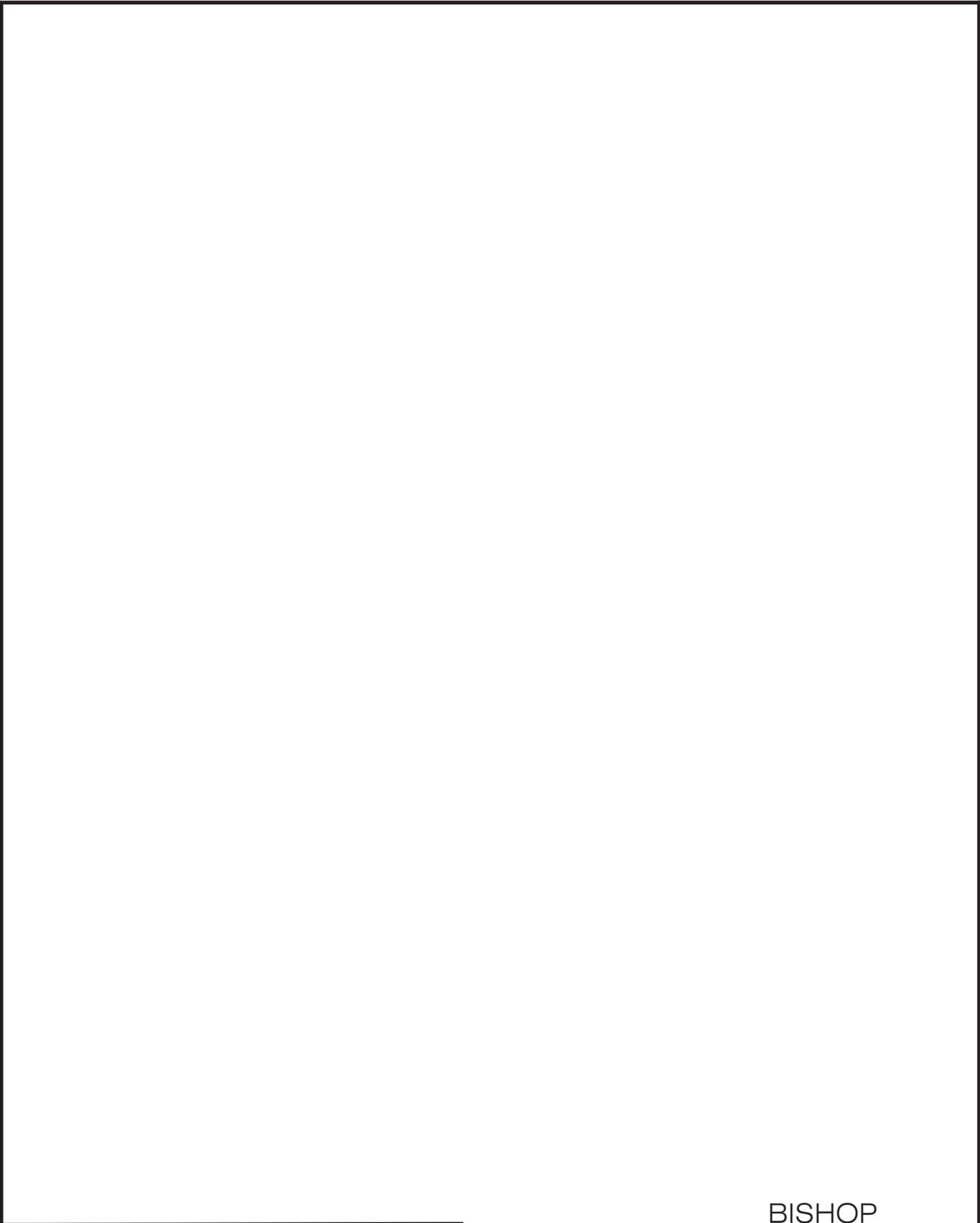




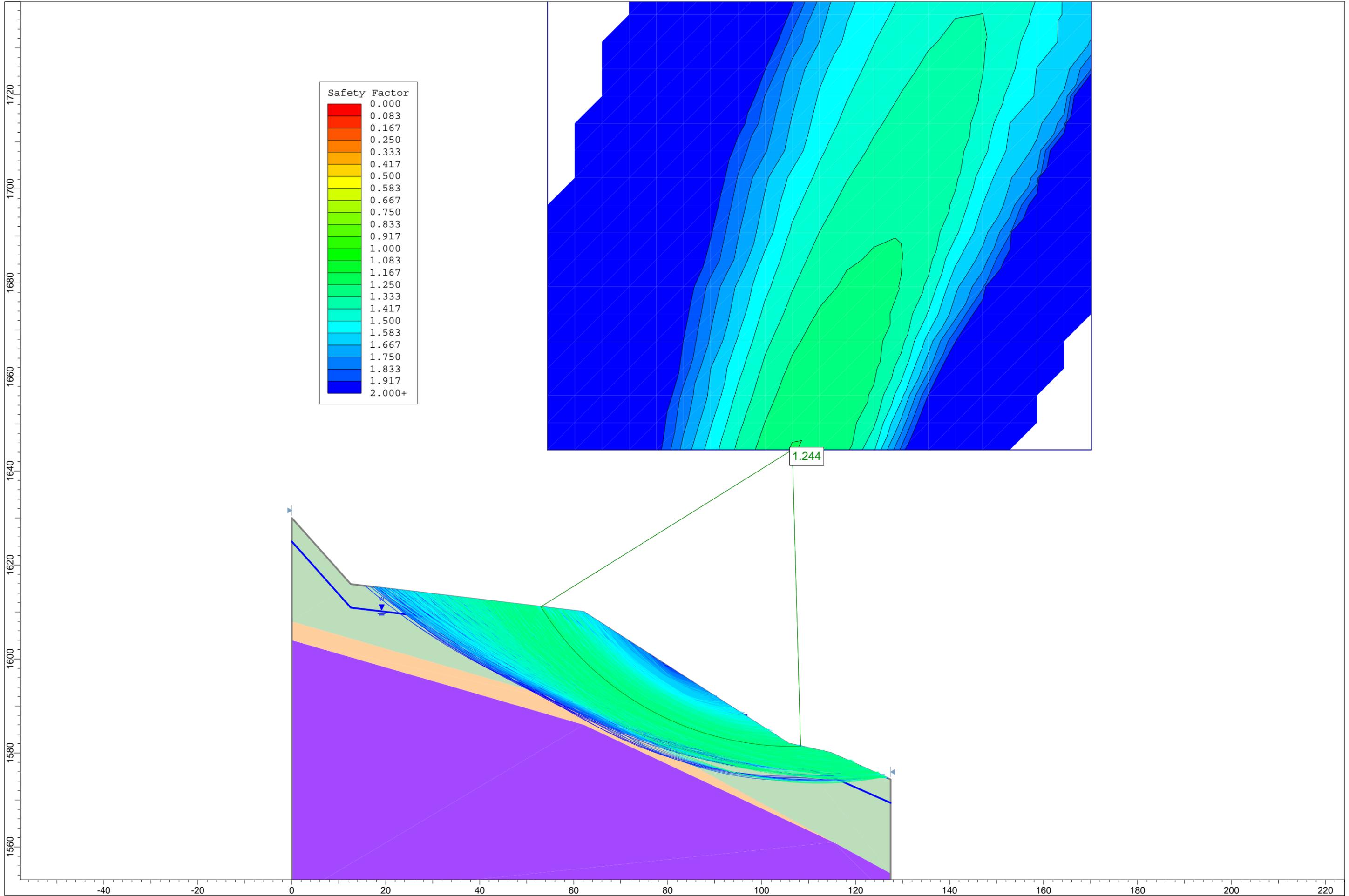
ST-42



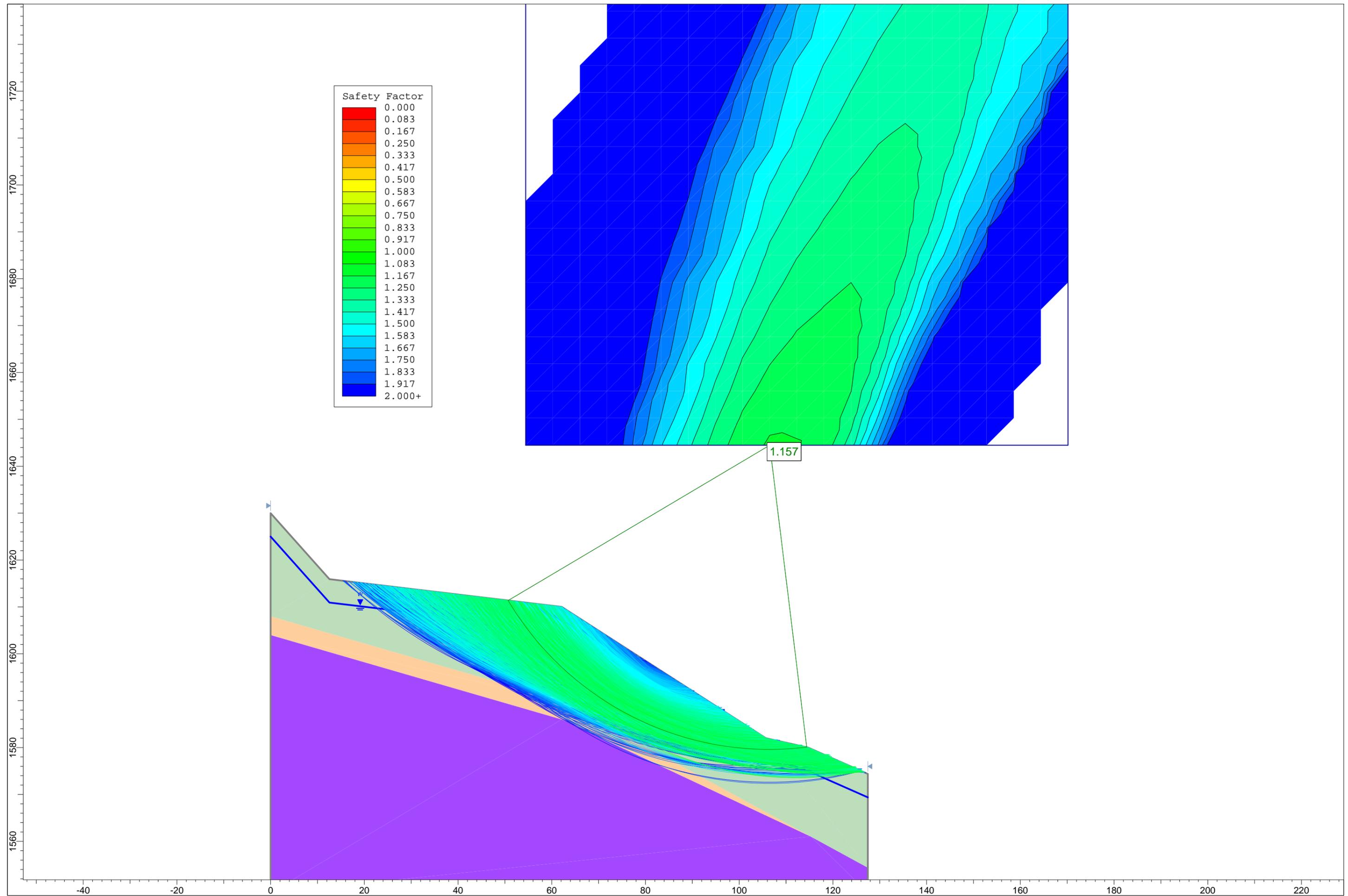
INICIAL



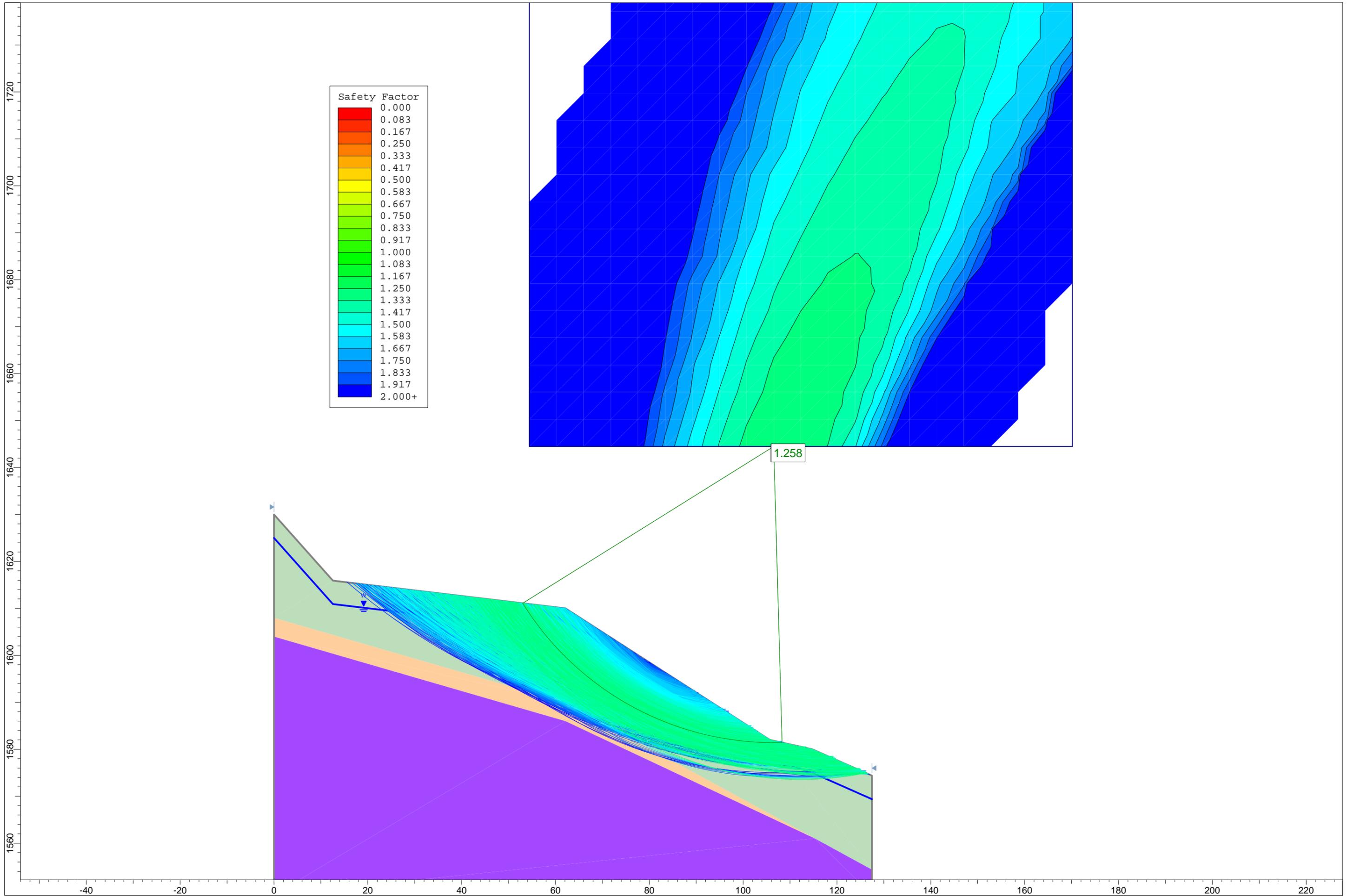
BISHOP



JANBU

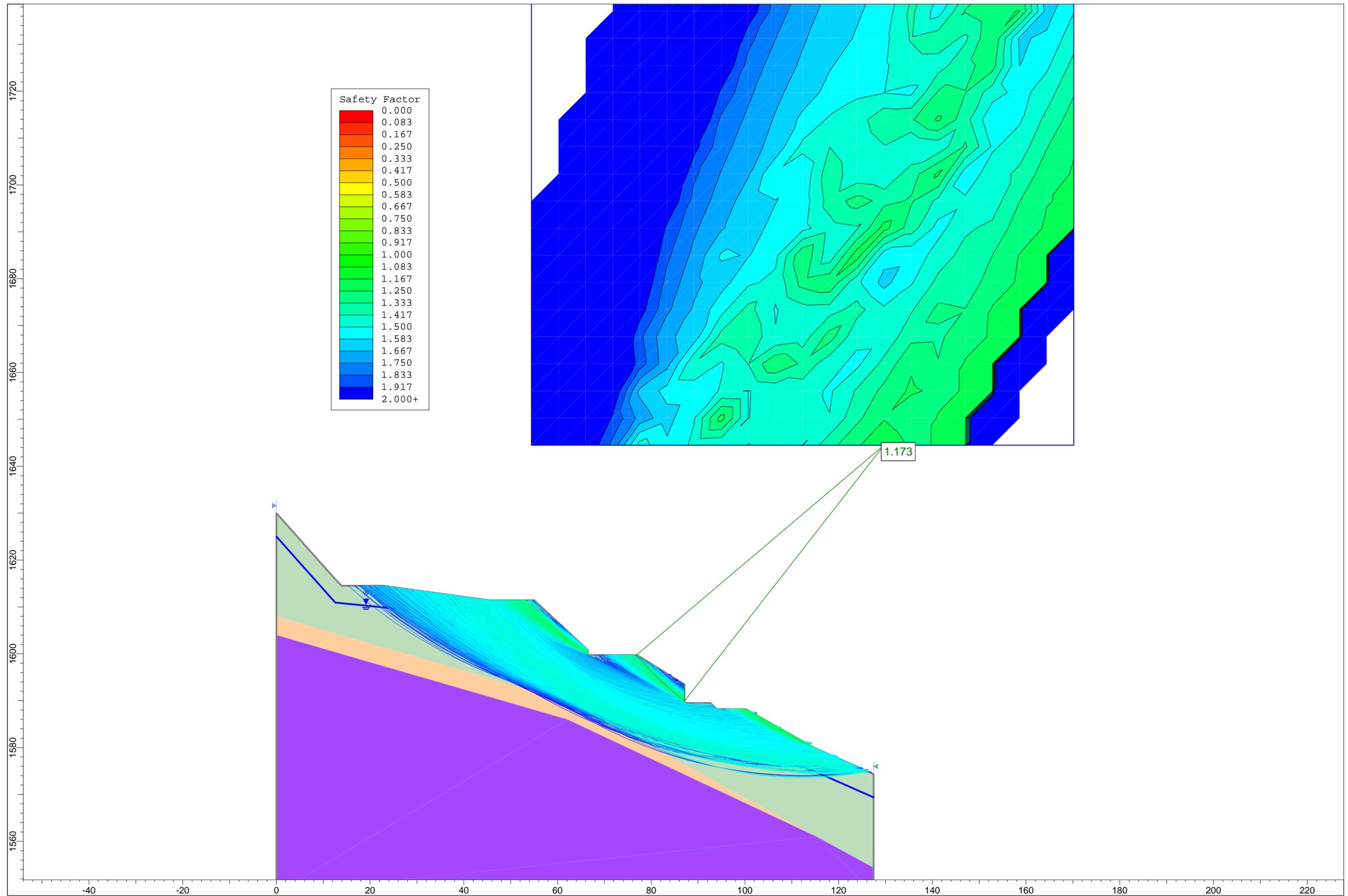


MORGENSTERN Y PRICE

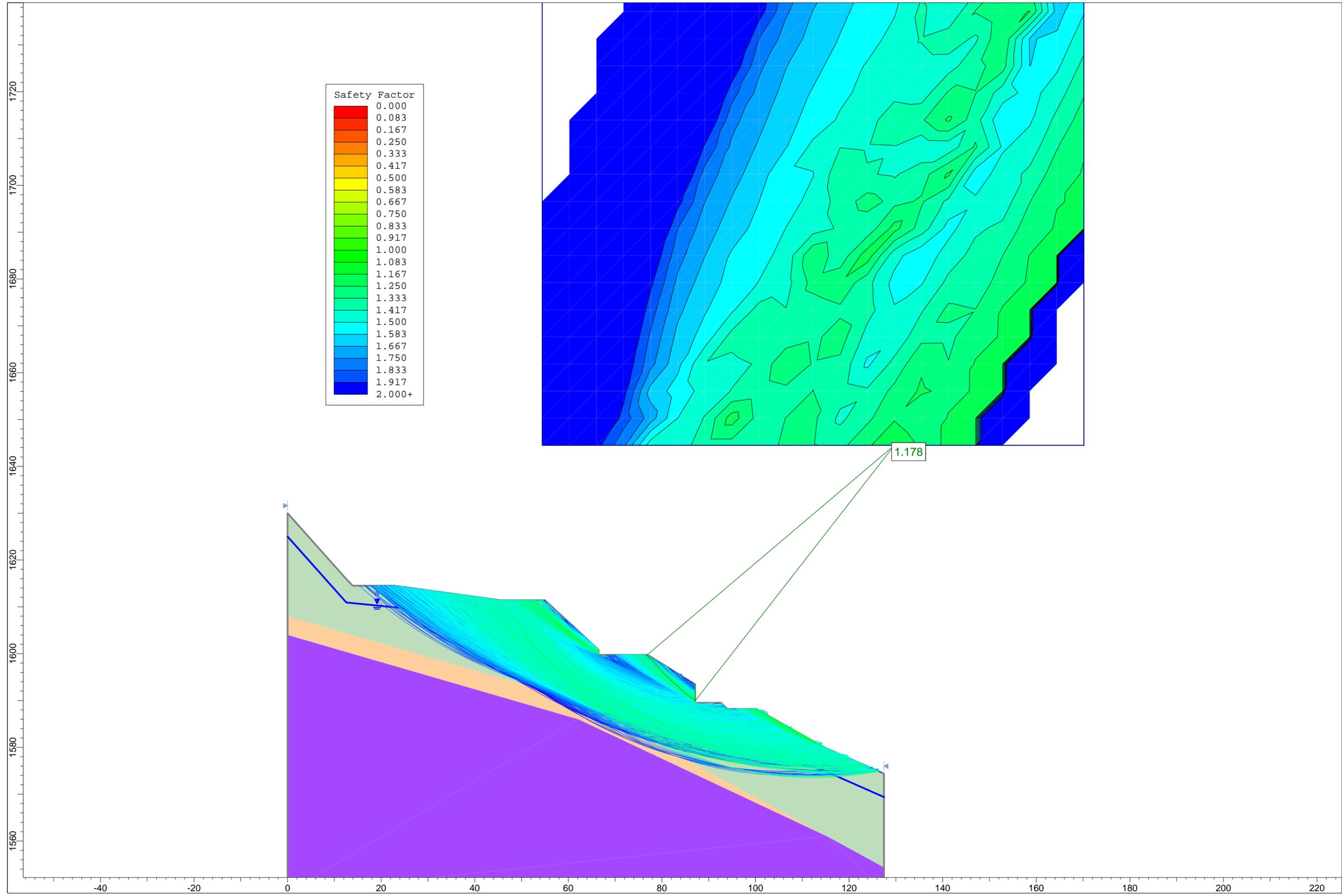


URBANIZACIÓN

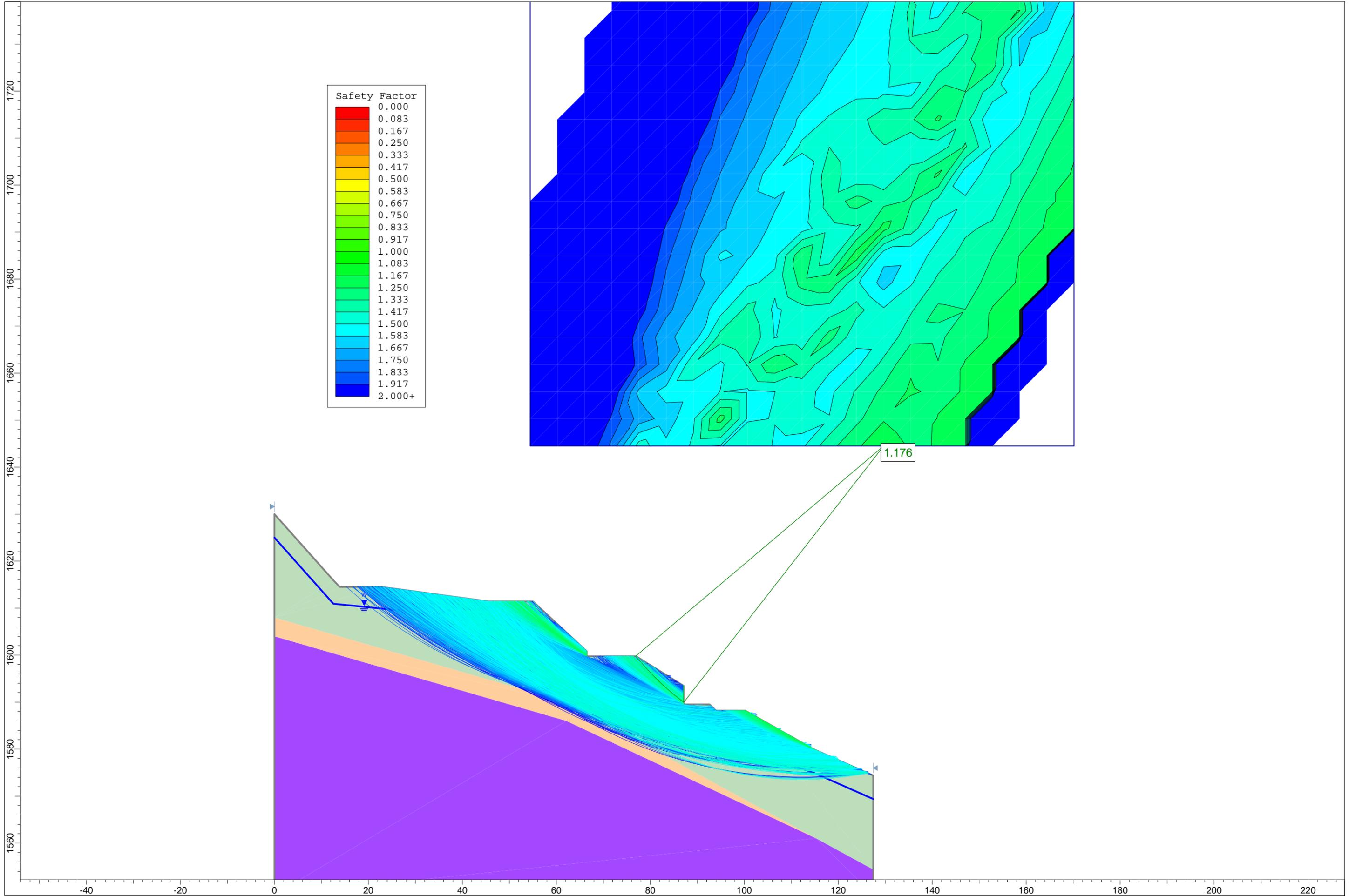
BISHOP



JANBU

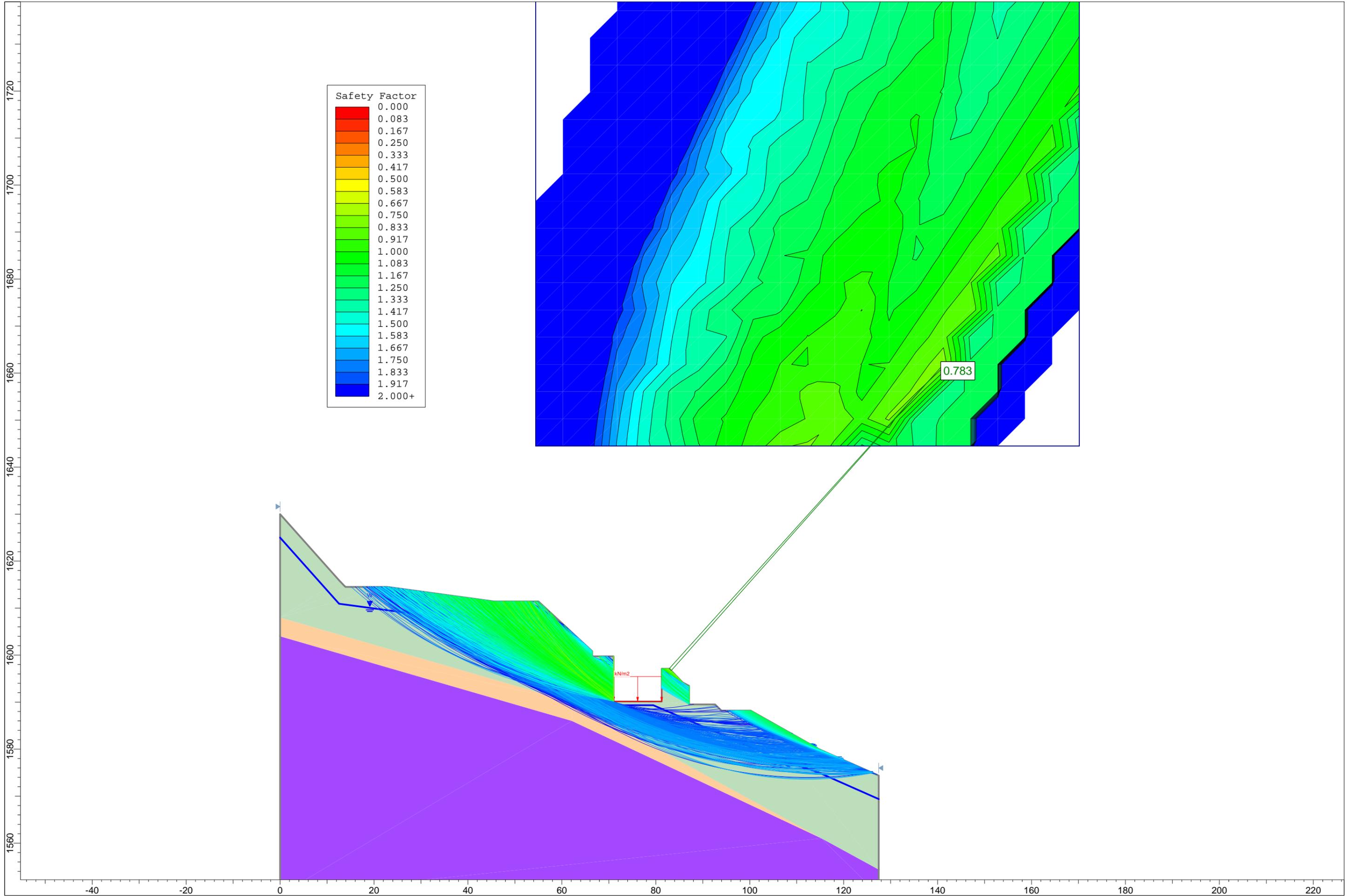


MORGENSTERN Y PRICE

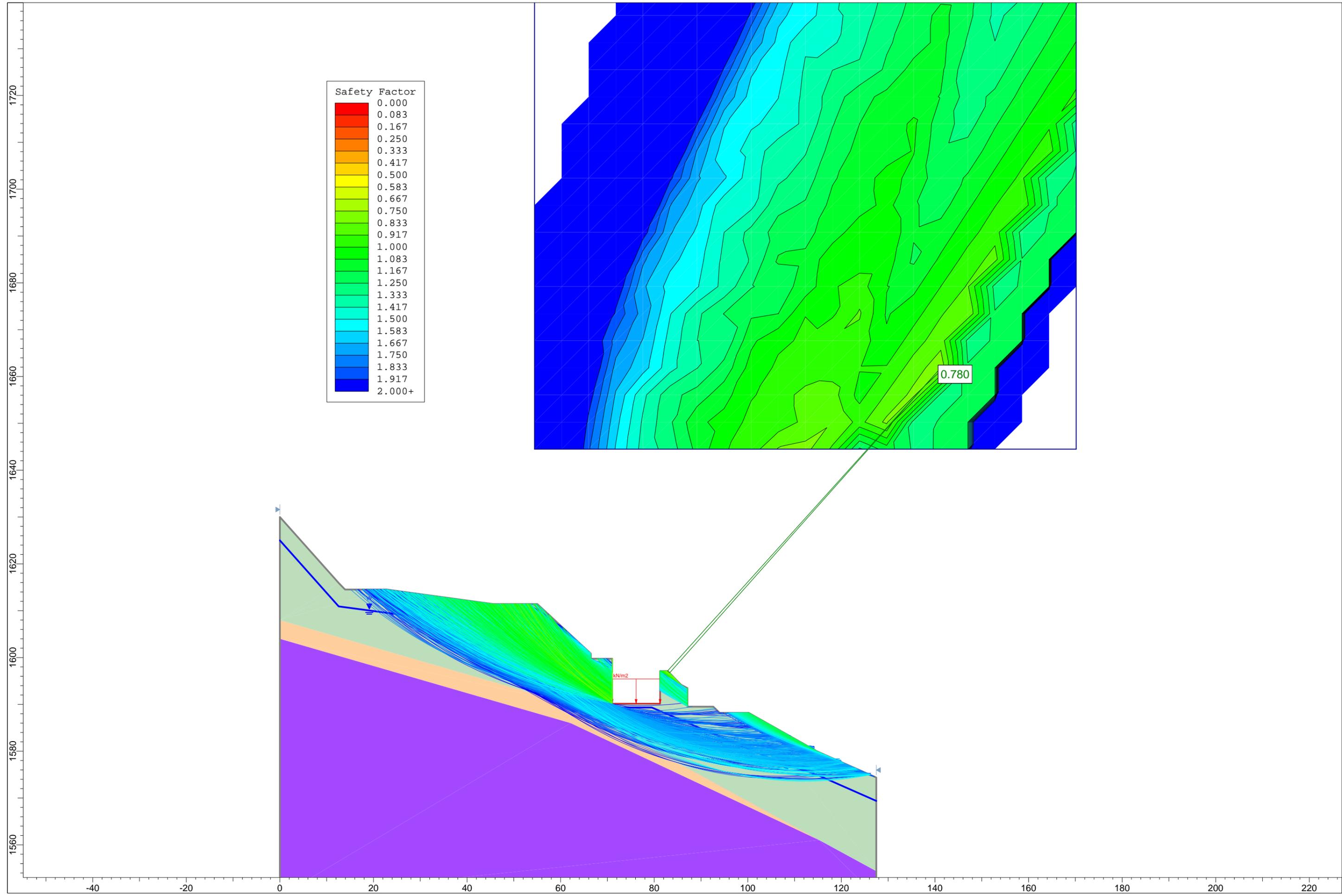


FINAL

BISHOP



JANBU



MORGENSTERN Y PRICE

