Trabalhando com superelevações

TUTORIAL TRIMBLE BUSINESS CENTER

Trimble.

Escritório corporativo:

Trimble Navigation Limited
Divisão de Engenharia e Construção
5475 Kellenburger Road
Dayton, Ohio 45424-1099
USA

Fone: +1-937-233-8921
Ligação gratuita (nos EUA): +1-800-538-7800
Fax: +1-937-233-9441

www.trimble.com

Direitos autorais e marcas registradas:

© 2005-2010, Trimble Navigation Limited. Todos os direitos reservados.

O logotipo Globe & Triangle e Trimble são marcas registradas da Trimble Navigation Limited. Todas as outras marcas registradas pertencem aos seus respectivos proprietários.

Sobre este tutorial

"Superelevação" é a inclinação de uma rodovia ao longo de uma curva horizontal para que os motoristas possam manobrar com segurança e conforto na curva às velocidades do projeto. Conforme as velocidades aumentam e as curvas horizontais se tornam mais apertadas, é necessária uma superelevação mais íngreme.

Neste tutorial, você definirá uma superelevação para um alinhamento usado para uma estrada curva. Agora você aplicará as propriedades de superelevação à estrada conforme as instruções do gabarito de corredor. Por fim, você definirá os parâmetros de deslocamento para a estrada para garantir que as diferenças de declive entre os segmentos (por exemplo, uma pista de rodagem e um acostamento em uma curva superelevada) sejam mantidas a um mínimo por questões de segurança e conforto à velocidade do projeto.

Observações:

- Para criar uma superelevação como descrito neste tutorial, você deve estar executando o software **Trimble Business Center** com a licença de produto ***Survey Advanced***. Para verificar a licença do produto para sua instalação, selecione **Help > About Trimble Business Center** e clique no botão **Licença**. Os recursos licenciados são exibidos na lista **Recursos**.
- Se você ainda não sabe como trabalhar com corredores e especificar instruções de gabarito de corredor, recomenda-se que você conclua o tutorial ***Trabalhando com corredores*** antes de continuar com este tutorial.
- Se você precisar de ajuda adicional em qualquer momento em que estiver usando o software, pressione **F1** para exibir para a ajuda online.

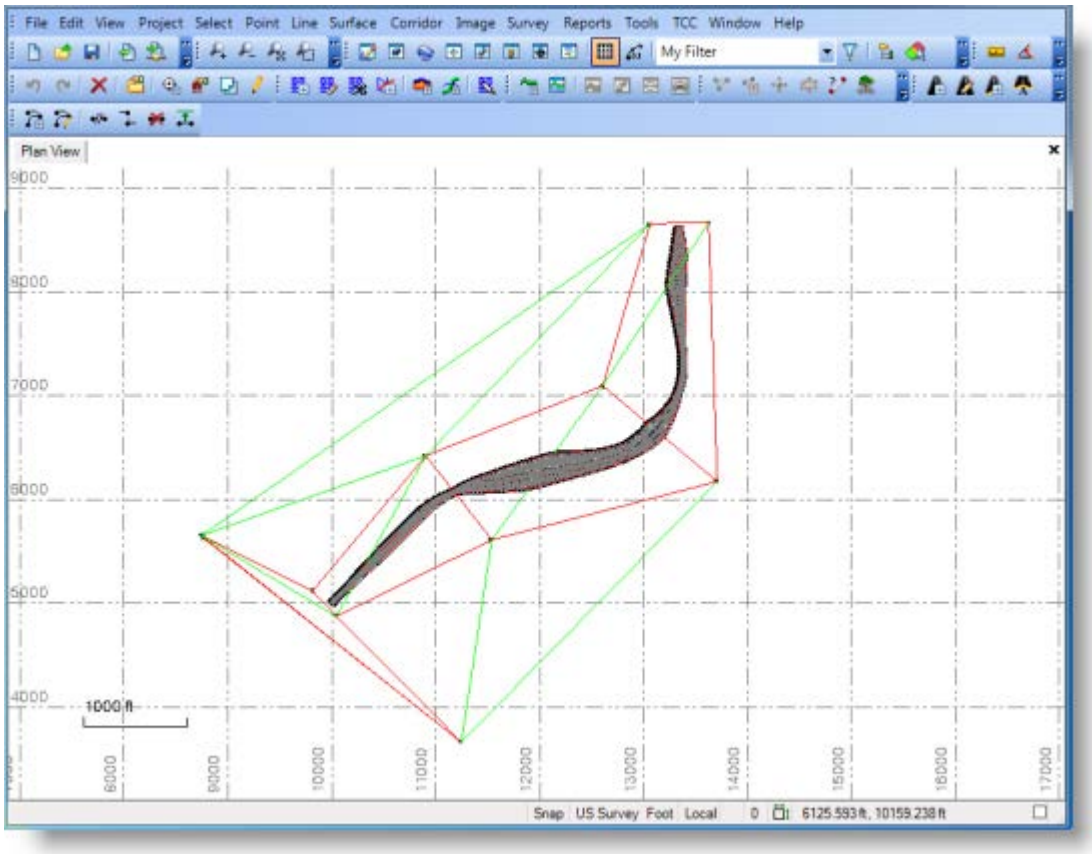
Etapa 1. Abra um projeto

Para esse tutorial, você usará o arquivo de projeto *Working with Superelevations.vce*. Esse projeto contém uma superfície, um alinhamento horizontal e vertical e um corredor.

1. Na barra de menu do **Trimble Business Center**, selecione **Arquivo > Abrir projeto**. Ou clique no ícone **Abrir projeto** na barra de ferramentas.
2. Na caixa de diálogo **Abrir arquivo**, navegue para ***C:\Trimble Tutorials\TBC\Projects\Working with Superelevations.vce*** e clique em **Abrir**.

   Se você instalou o tutorial em um local que não o padrão mostrado aqui, navegue para esse local.

O projeto abre na janela **Trimble Business Center**.



Observação: Esta figura mostra a **Visualização de plano** com um plano de fundo branco. Seu plano de fundo pode ser preto. Se desejar alterá-lo para branco, selecione **Ferramentas > Opções** e selecione **Cor do plano de fundo: Branco** na caixa de diálogo **Opções**.

O arquivo de projeto é somente leitura. Você pode realizar as etapas do tutorial sem salvar o arquivo do projeto. Entretanto, se você for interrompido enquanto estiver realizando o tutorial, pode salvá-lo selecionando **Arquivo > Salvar projeto como** e salvando em ***..\Meus documentos\Trimble Business Center***, que é o local típico para armazenar arquivos de projeto no seu computador. Então você pode reabrir o projeto para continuar o tutorial mais tarde.

Etapa 2. Aplicar superelevação ao alinhamento

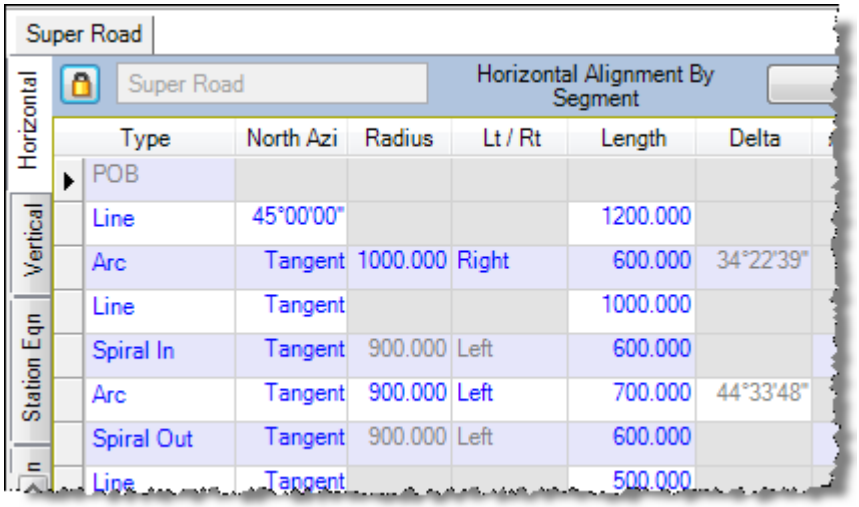
O alinhamento horizontal neste projeto inclui duas curvas em arco, uma das quais inclui uma espiral para dentro e uma espiral para fora. Para este tutorial, você começará aplicando uma superelevação às duas curvas para definir mudanças de declive (inclinação) através da curva. Mais tarde, você adicionará instruções de superelevação a um gabarito de corredor.

Observação: Para uma descrição mais detalhada de superelevações, consulte o tópico "Entendendo superelevações" na ajuda online.

1. Selecione **Visualizar > Explorador do Projeto**.

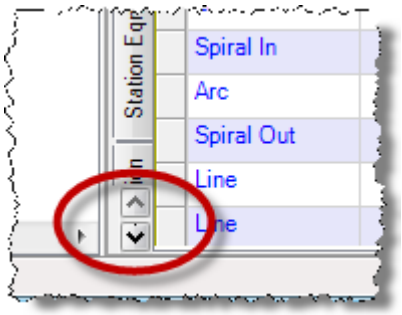
2. No **Explorador do projeto**, expanda o nó **Alinhamentos** . Então clique com o botão direito em *Superestrada* e selecione **Editar**.

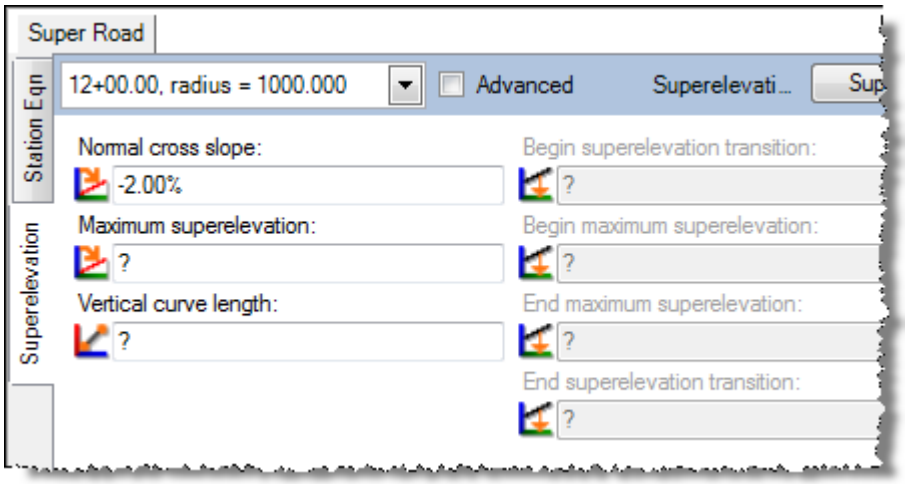
   O painel **Editor de alinhamento** é exibido na área inferior da janela.



3. Selecione a guia **Superelevação** à esquerda do **Editor de alinhamento**.

   Se necessário, use o controle de rolagem da guia para exibir a guia **Superelevação** para seleção.





A lista suspensa localizada na parte superior da guia permite selecionar cada curva no alinhamento horizontal de modo que você possa definir os parâmetros de superelevação para ela. Para cada curva, a estação inicial e o raio para a curva são exibidos.

Você começará definindo os parâmetros de superelevação para a primeira curva no alinhamento, que é uma curva em arco simples.

4. Na lista suspensa, selecione a primeira curva: *12+00,00, raio = 1000,000.* Então insira os seguintes parâmetros:

   a. No campo **Declive transversal normal**, certifique-se de que o valor é *-2,00%*.

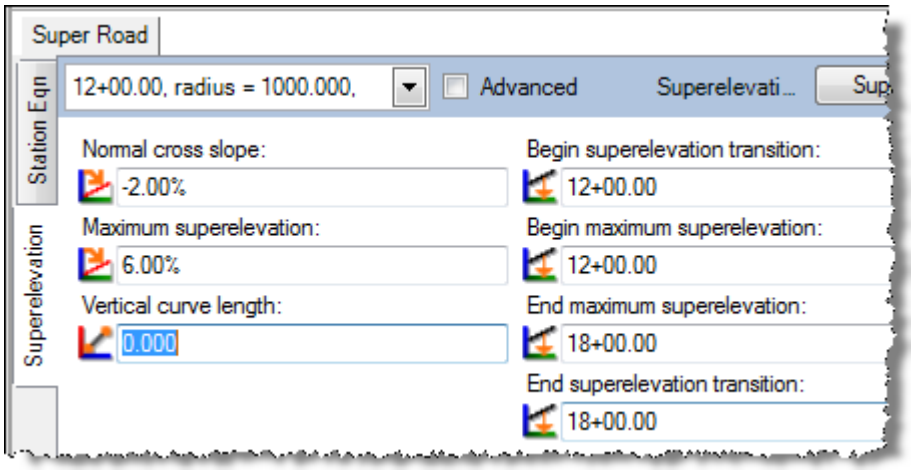
      Esse valor representa o declive transversal normal da estrada quando não na superelevação e é referido por todas as curvas superelevadas no alinhamento. Quaisquer alterações realizadas neste campo afetam todas as curvas superelevadas. Se você excluir a inclinação transversal normal, a superelevação é removida do alinhamento.

Observação: O valor da inclinação transversal normal inserido aqui é usado na visualização **Diagrama de superelevação**. O valor não substitui o valor da inclinação especificado nas instruções do gabarito de corredor.

   b. No campo **Superelevação máxima**, insira *6*.

      Quando você mover o cursor para outro campo ou pressionar a tecla **Tab**, o valor *6* muda para *6,00%*. Essa é a taxa máxima de superelevação da curva em termos de inclinação percentual.

      O programa automaticamente insere os valores para os campos no lado direito da guia com base em uma superelevação máxima de 6,00% e no fato de que é uma curva em arco simples. Porque o arco não possui espiral para dentro e espiral para fora, o programa usa os parâmetros de arco para as transições de superelevação. Isso significa que não há transição da lomba normal para superelevação completa e de volta para a lomba normal. A mudança é abrupta. Você corrigirá isso mais tarde.



   c. No campo **Comprimento da curva vertical**, insira *100*.

Esse valor especifica o comprimento da curva vertical parabólica que será aplicado a cada ponto de transição de estação inicial ou final na curva superelevada para suavizar a transição. O ponto de transição é a PVI (ponto de interseção vertical) para a curva vertical. O software também traça essas curvas verticais no diagrama de superelevação nesses pontos de transição.

Agora você está pronto para definir parâmetros para a segunda curva no alinhamento horizontal, que é uma curva em arco com uma espiral para dentro e uma espiral para fora.

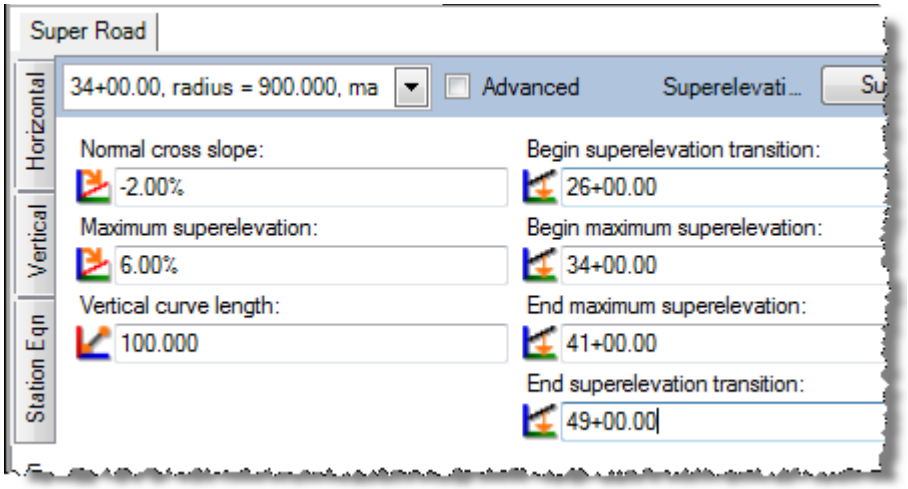
5. Na lista suspensa, selecione a segunda curva: *34+00,00, raio = 900,000.* Então insira os seguintes parâmetros:

   a. No campo **Declive transversal normal**, certifique-se de que o valor é *-2,00%*.

   b. No campo **Superelevação máxima**, insira *6*.

   c. No campo **Comprimento da curva vertical**, insira *100*.

   Os valores automaticamente inseridos nos campos no lado direito da guia são baseados em uma superelevação máxima de 6,00% e o fato de que essa é uma curva em arco com uma espiral para dentro e uma espiral para fora. O programa usa os valores de espiral para dentro, arco e espiral para fora para preencher os valores de estação de transição de superelevação.



   - **Início da transição da superelevação** especifica a estação na qual a transição da lomba normal para a superelevação máxima de declive de 6% começa.
   - **Início da superelevação máxima** especifica a estação na qual a superelevação máxima de declive de 6% começa.
   - **Fim da transição da superelevação** especifica a estação na qual a superelevação máxima de declive de 6% termina e a transição de volta à lomba normal começa.
   - **Fim da transição de superelevação** especifica o final da transição para a superelevação máxima de declive de 6% de volta para a lomba normal.

   As figuras a seguir mostram a transição da lomba normal para a superelevação máxima, e de volta para a lomba normal através de uma curva superelevada.

   Ao aproximar-se:

Inicie com lomba normal.

Faça a transição para onde a pista externa tem declive transversal zero (plano).

Faça a transição para onde a lomba foi removida.

Superelevação máxima.

Ao sair:

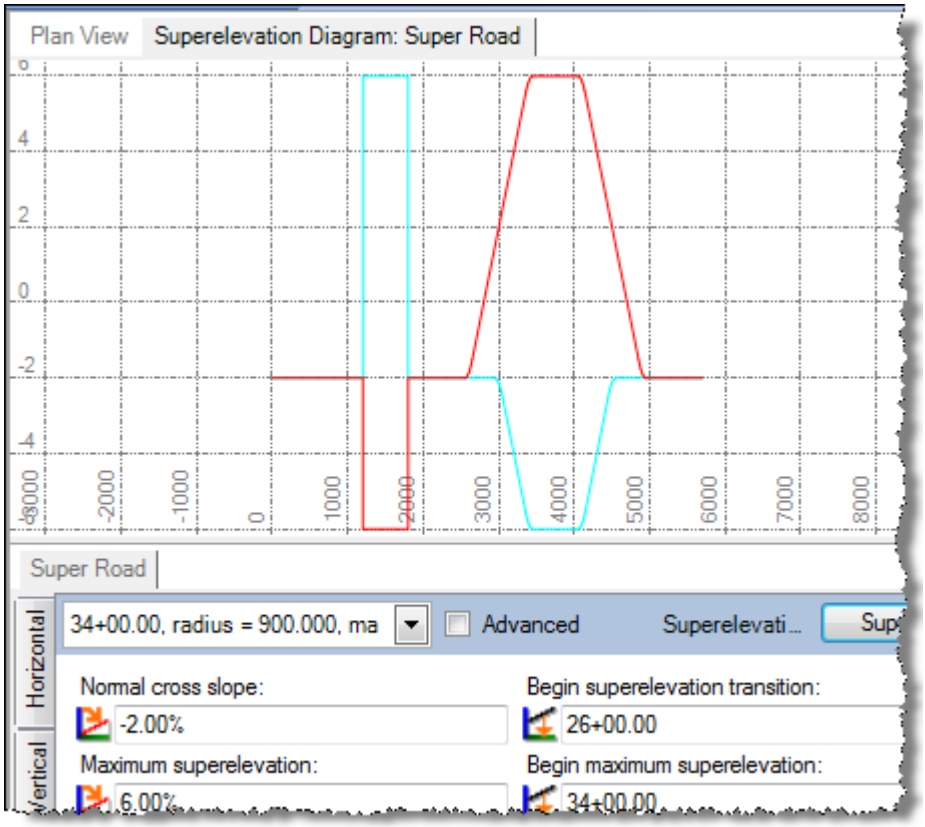
Faça a transição de volta a onde a lomba foi removida.

Faça a transição de volta para onde a pista externa tem declive transversal zero (plano).

Volte para lomba normal.

Agora você verá a superelevação que foi definida na visualização **Diagrama de superelevação**.

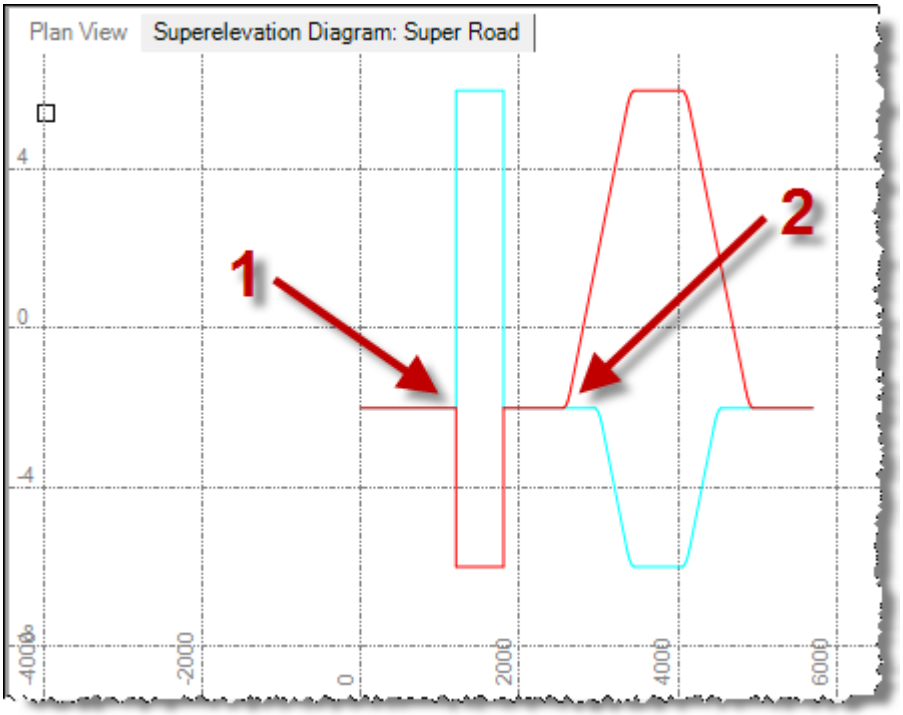
6. Clique no botão **Diagrama de superelevação** localizado na parte superior da guia **Superelevação**. Então clique com o botão direito na guia **Diagrama de superelevação** e selecione **Mover para o grupo de guias anterior**.



O diagrama inclui linhas de grade com relação às quais o perfil da superelevação é exibido. As linhas de grade verticais representam estações no alinhamento. As linhas de grade horizontais representam os graus da inclinação. As duas linhas coloridas, que compõem o perfil da superelevação, representam os limites interno e externo da rodovia. O diagrama é atualizado automaticamente conforme as alterações são feitas na guia **Superelevação**.

Observação: Você pode alterar a escala de plotagem e exagero vertical para o diagrama na caixa de diálogo **Configurações do projeto**.

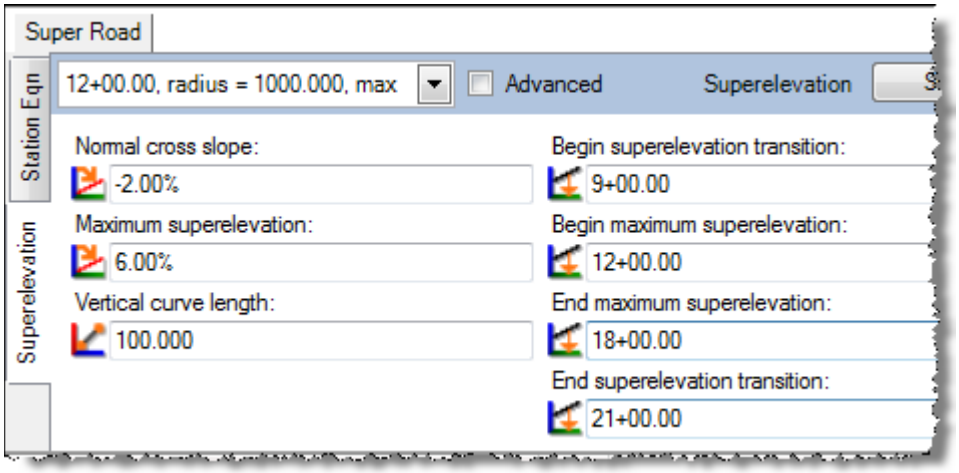
Você pode ver no diagrama que a segunda curva (2 na figura a seguir), que é um arco com uma espiral para dentro e uma espiral para fora, inclui uma transição da lomba normal para a superelevação máxima e de volta para a lomba normal. A primeira curva (1 na figura a seguir) não inclui espirais, então o programa não especifica transições para ela. Em vez disso, a curva muda abruptamente de lomba normal para superelevação máxima. Você corrigirá isso na próxima etapa.



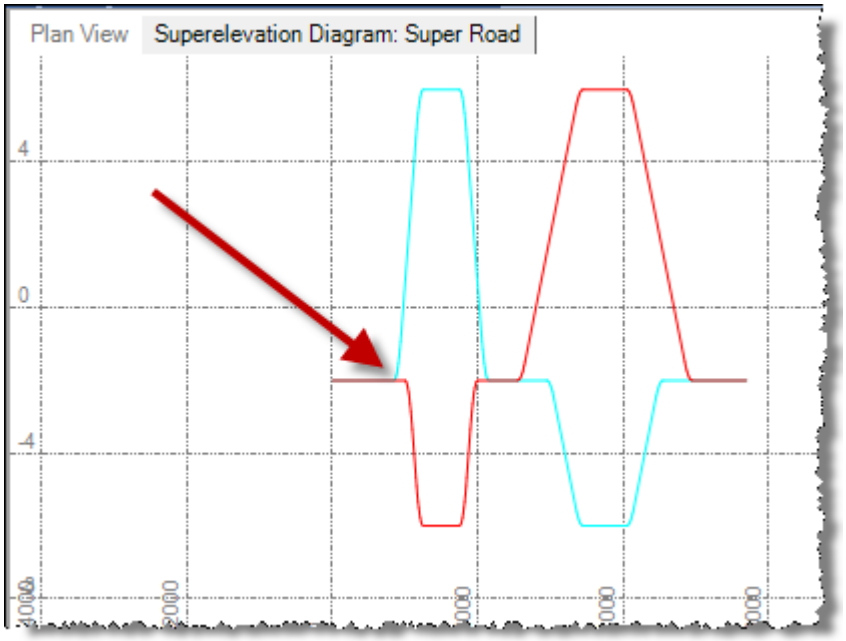
7. Na lista suspensa na guia **Superelevação**, selecione a primeira curva: *12+00,00, raio = 1000,000.* Então insira os seguintes parâmetros:

   a. No campo **Início da transição da superelevação**, insira *900*.

   b. No campo **Fim da transição da superelevação**, insira *2100*.



A primeira curva agora mostra uma transição da lomba normal para superelevação máxima e de volta para a lomba normal.

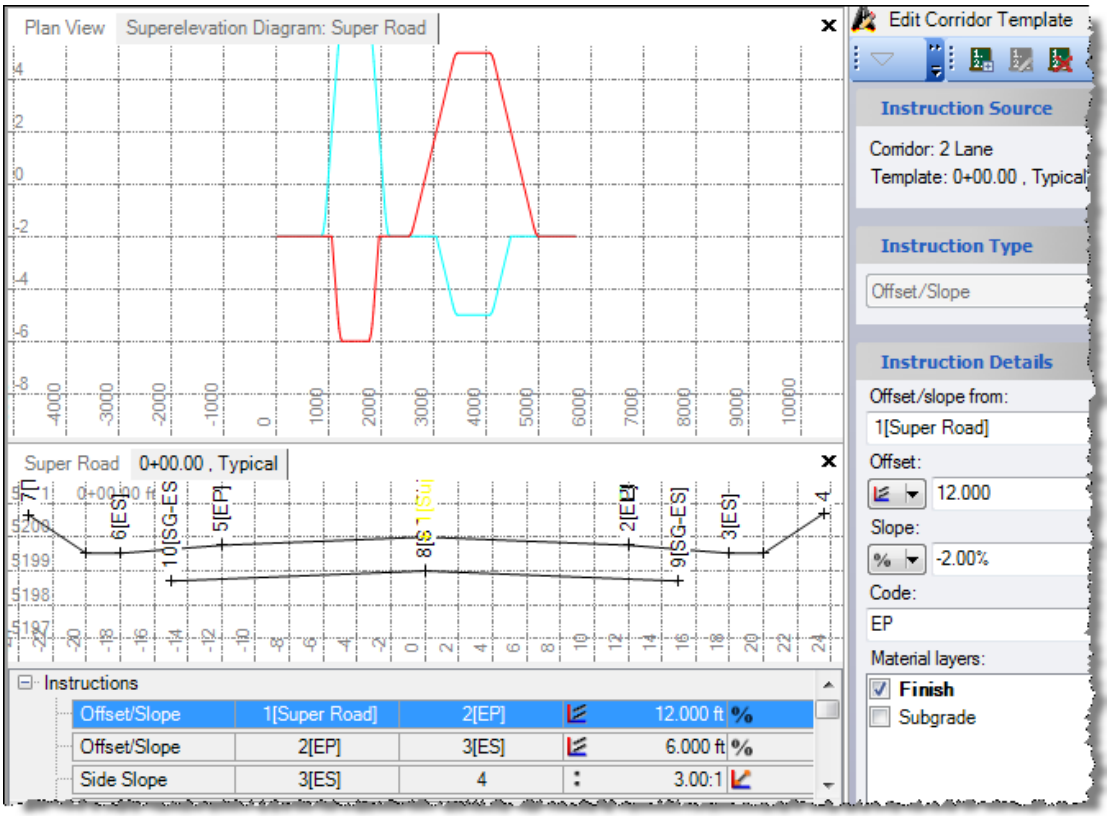


Você concluiu a aplicação de superelevação ao alinhamento horizontal. A seguir, você adicionará instruções de superelevação a um gabarito de corredor.

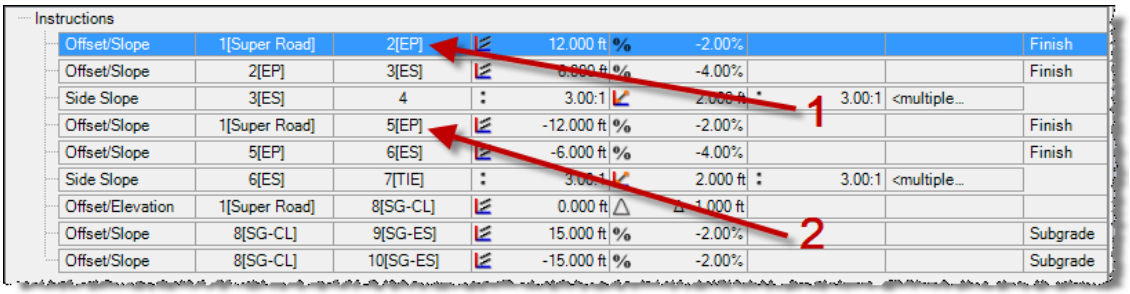
Etapa 3. Adicionar instruções de superelevação a um gabarito de corredor.

1. No **Explorador do projeto**, expanda o nó **Corredores** e o nó *2 Pista*. Então clique com o botão direito em *0+000, Típico* e selecione **Editar**.

O painel **Editar gabarito de corredor** é exibido.



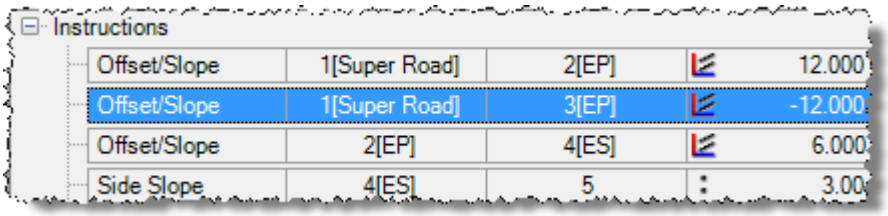
O gabarito inclui nove instruções que definem nós para as camadas de material Encerrar e Revestimento.



Os nós *2[EP]* (1 acima) e *5[EP]* (2 acima), que são os nós de margem do pavimento direito e esquerdo para a camada Encerrar, precisam ser superelevados. Portanto, uma instrução de Superelevação deve ser inserida na lista **Instruções** imediatamente a após as duas instruções que definem esses nós. Então, para começar, você moverá a instrução que define o nó *5[EP]* diretamente para baixo da instrução que define o nó *2[EP]*.

2. Na lista **Instruções**, clique e arraste a instrução que define o nó *5[EP]* diretamente para baixo da instrução que define o nó *2[EP].*

Observe que o nome do nó muda de *5[EP]* para *3[EP]*.



Agora você pode inserir uma nova instrução de Superelevação imediatamente após a instrução que define o nó 3*[EP].*

3. Para inserir uma instrução de superelevação para a camada Encerrar, faça o seguinte:

   a. Selecione a instrução que define o nó *3[EP]* na lista **Instruções**.

   b. Clique no ícone **Adicionar instrução** localizado na parte superior do painel **Editar gabarito do corredor**.

   c. Na lista suspensa **Tipo de instrução**, selecione **Superelevação**.

   d. Na lista **Nó da lomba**, selecione *1[Superestrada]*.

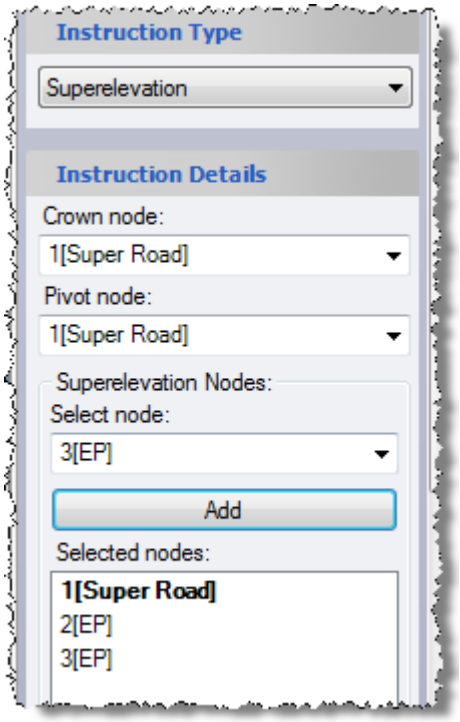
   e. Na lista **Nó do pivô**, selecione *1[Superestrada]*.

      Esse é o nó sobre o qual o declive superelevado irá girar. Esse nó é automaticamente adicionado à lista **Nós selecionados**.

   f. Na lista suspensa **Nó selecionado**, selecione *2[EP]* e clique no botão **Adicionar** para adicioná-lo à lista de nós **Selecionados**.

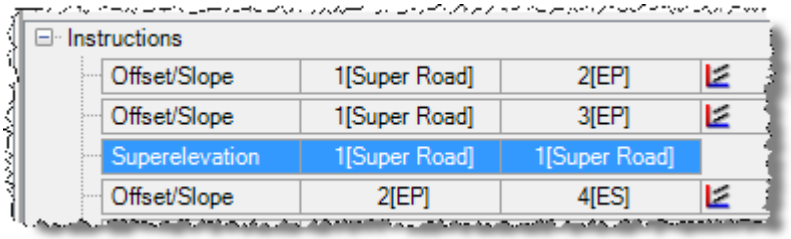
      Opcionalmente, clique no campo **Nó selecionado** e depois selecione o nó *2[EP]* na visualização gráfica do gabarito.

a. Na lista suspensa **Nó selecionado**, selecione *3[EP]* e clique no botão **Adicionar** localizado diretamente abaixo na lista.



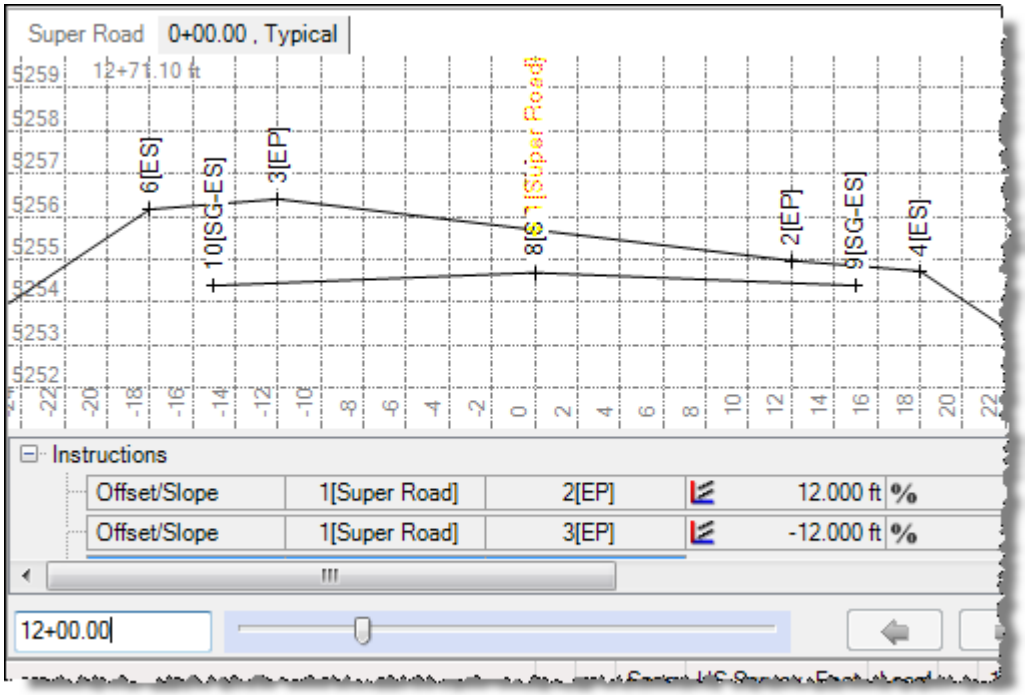
b. Na parte inferior do painel **Editar gabarito do corredor**, clique no botão **Adicionar**.

A nova instrução de Superelevação é inserida na lista **Instruções**.

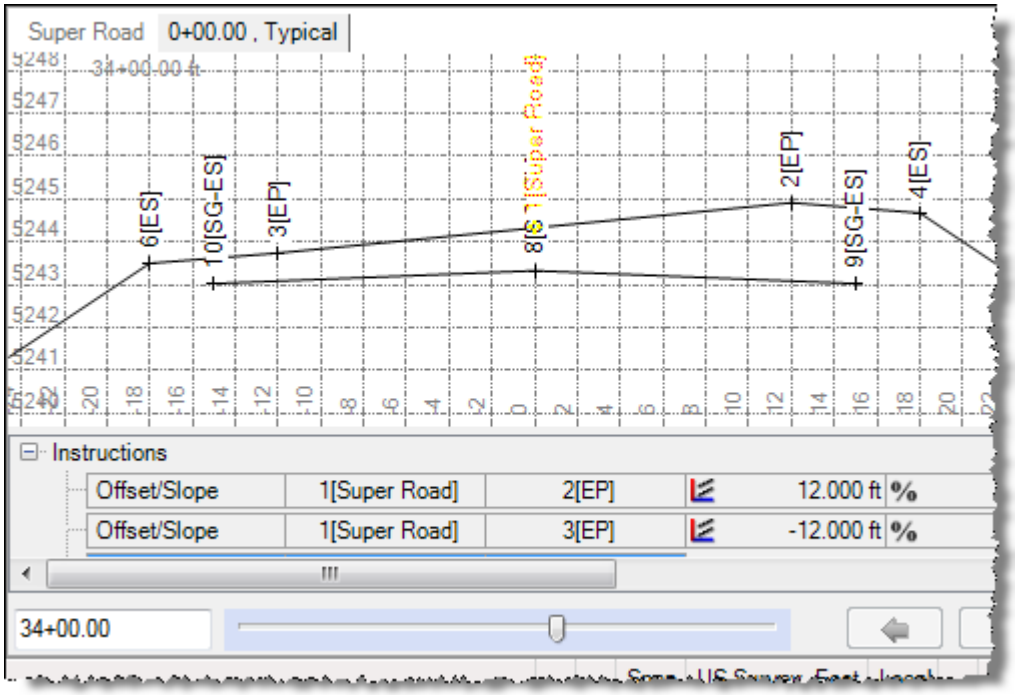


4. O controle deslizante localizado abaixo da lista **Instruções** para visualizar o gabarito ao longo do comprimento do alinhamento.

Na estação 9+00,00, a transição em direção à superelevação máxima para a primeira curva inicia. A superelevação máxima é atingida na estação 12+00,00.



Na estação 21+00,00, o gabarito retorna à lomba normal. Na estação 25+60,00, a transição em direção à superelevação máxima para a segunda curva inicia. a superelevação máxima para a segunda curva é atingida na estação 34+00,00.



A inclinação Final do gabarito foi superelevada com sucesso. A seguir, você aplicará superelevação à camada Revestimento.

5. Para inserir uma instrução de superelevação para a camada Revestimento, faça o seguinte:

   a. Na lista **Instruções**, clique duas vezes na última instrução na lista (a instrução que define o nó *10[SG-ES]*).

   b. Clique no ícone **Adicionar instrução** localizado na parte superior do painel **Editar gabarito do corredor**.

   c. Na lista suspensa **Tipo de instrução**, selecione **Superelevação**.

   d. Na lista **Nó da lomba**, selecione *8[SG-CL]*.

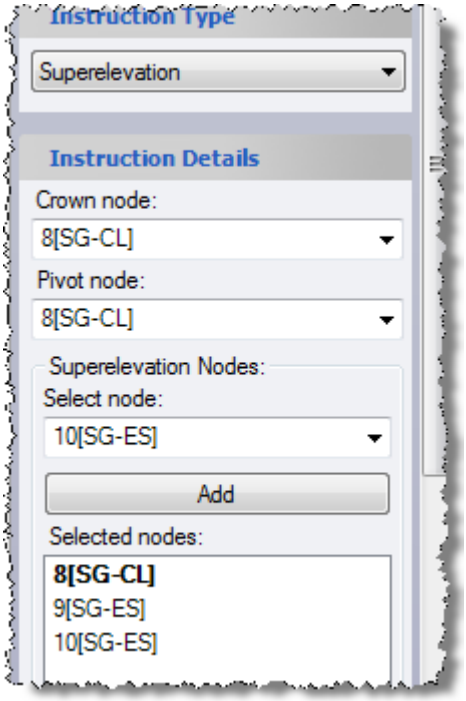
   e. Na lista **Nó do pivô**, selecione *8[SG-CL]*.

      Esse nó é automaticamente adicionado à lista **Nós selecionados**.

   f. Na lista suspensa **Nó selecionado**, selecione *9[SG-ES]* e clique no botão **Adicionar** para adicioná-lo à lista de nós **Selecionados**.

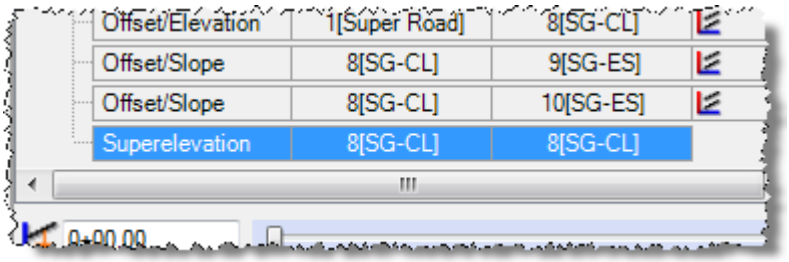
   g. Na lista **Selecionar nó**, selecione *10[SG-ES]* e clique no botão **Adicionar**.

   h. Na lista **Nós selecionados**, clique com o botão direito em *1[Superestrada]* e selecione **Excluir** para removê-lo da lista.



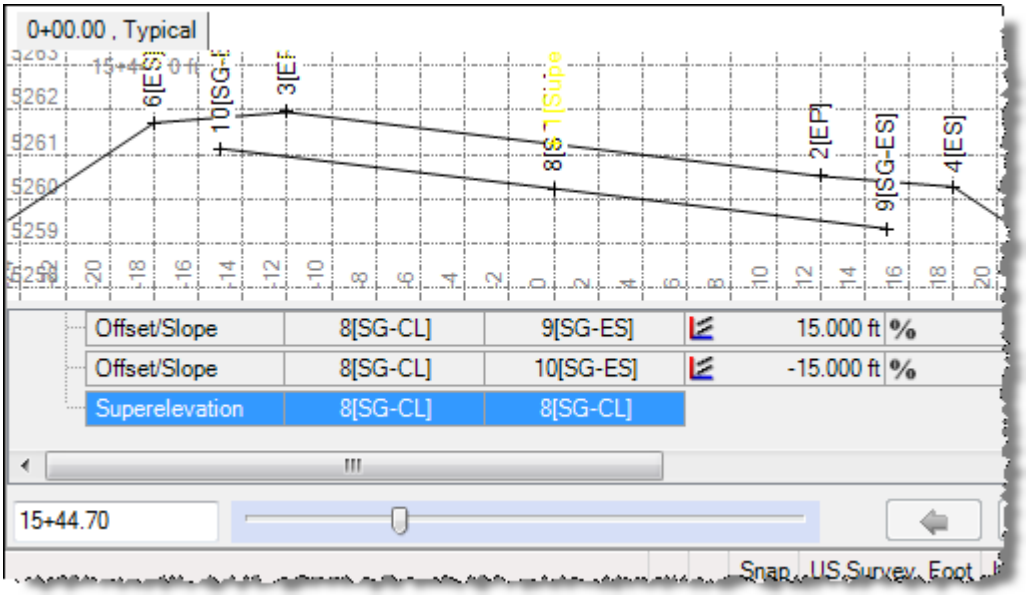
   i. Na parte inferior do painel **Editar gabarito do corredor**, clique no botão **Adicionar**.

A nova instrução de Superelevação é inserida na lista **Instruções**.



6. O controle deslizante localizado abaixo da lista **Instruções** para visualizar o gabarito ao longo do comprimento do alinhamento.

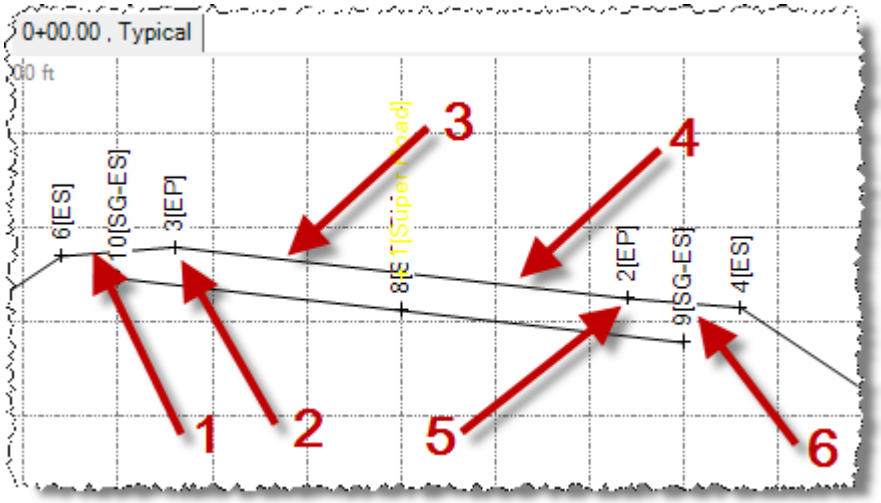
   Observe que o declive superelevado da camada Revestimento agora corresponde àquele da camada Encerrar.



Agora você está pronto para definir os parâmetros de deslocamento para a estrada para garantir que as diferenças de declive entre as pistas de rodagem e acostamentos em curvas superelevadas sejam mantidas a um mínimo por questões de segurança e conforto à velocidade do projeto. Para mais informações sobre os parâmetros de deslocamento, consulte "Exemplos de parâmetros de deslocamento" na ajuda online.

Etapa 4. Definir parâmetros de deslocamento

Como mostrado na figura a seguir, quando a estrada está à superelevação máxima na primeira curva, há uma diferença de 10% de declive entre a pista esquerda (a pista externa na curva) e o acostamento esquerdo. Há uma diferença de 2% entre a pista direita (a pista interna na curva) e o acostamento direito.

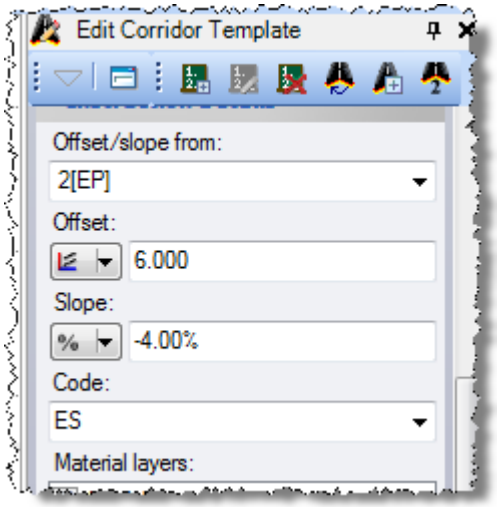


Legenda:
1. -4% acostamento
2. 10% delta
3. 6% superpista esquerda
4. -6% superpista direita
5. 2% delta
6. -4% acostamento

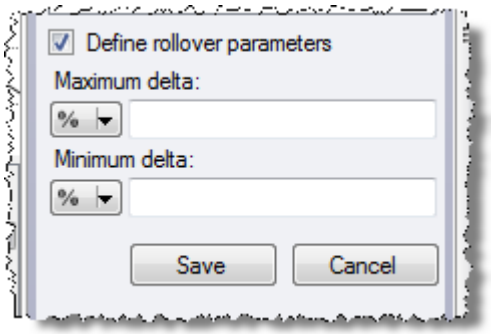
Ambas as diferenças de declive são muito extremas para a velocidade do projeto. Assim, você especificará um delta máximo e mínimo que se aplica ao corredor que alterará essas diferenças de declive. Você começará definindo as diferenças máxima e mínima de declive permitidas para a pista de rodagem direita e acostamento.

1. Na lista **Instruções**, clique duas vezes na instrução que define o nó *4[ES]*. Ou clique com o botão direito na instrução e selecione **Editar**.

Esse nó define o acostamento direito. As propriedades para a instrução são exibidas no modo de edição.



2. Clique na caixa de seleção **Definir parâmetros de deslocamento**.

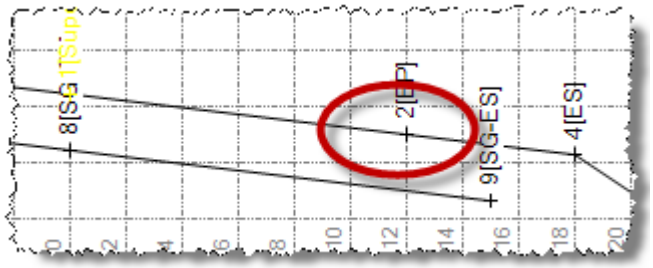


O valor de **Delta máximo** especifica a diferença máxima de declive permitida entre a pista de rodagem e o acostamento na parte externa de uma curva. O valor de **Delta mínimo** especifica a diferença mínima de declive entre a pista de rodagem e o acostamento na parte interna da curva. Observe que para esta estrada a pista direita é a pista interna na primeira curva e a pista externa na segunda curva. O valor de **Delta máximo** será aplicado à pista direita e acostamento na segunda curva. O valor **Delta mínimo** será aplicado à pista direita e acostamento na primeira curva.

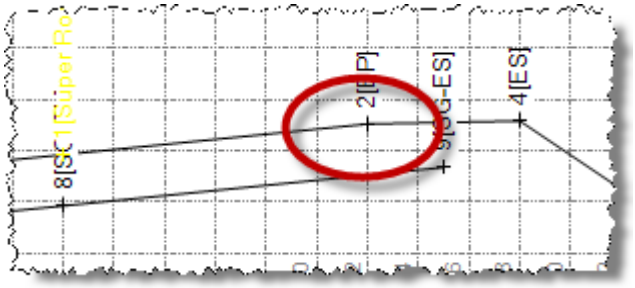
3. No campo **Delta máximo**, insira *4%*. No campo **Delta mínimo**, insira *0%*. Então clique no botão **Salvar**.

4. O controle deslizante localizado abaixo da lista **Instruções** para visualizar o gabarito ao longo do comprimento do alinhamento.

Observe que quando você alcançar a superelevação máxima para a primeira curva, a diferença entre a pista direita (interna) e o acostamento direito será agora de *0%*, com base no *0%* **de Delta mínimo** especificado.

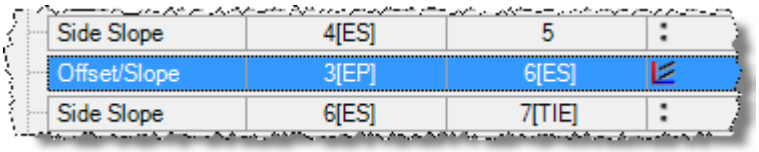


Quando você alcançar a superelevação máxima para a segunda curva, a diferença entre a pista direita (externa) e o acostamento direito será agora de *4%*, com base nos *4%* **de Delta máximo** especificados.



Agora você está pronto para definir os parâmetros de deslocamento para a pista esquerda e o acostamento. Para esta estrada, a pista esquerda é a pista externa na primeira curva e a pista interna na segunda curva.

5. Na lista **Instruções**, clique duas vezes na instrução que define o nó 6*[ES]*. Ou clique com o botão direito na instrução e selecione **Editar**.



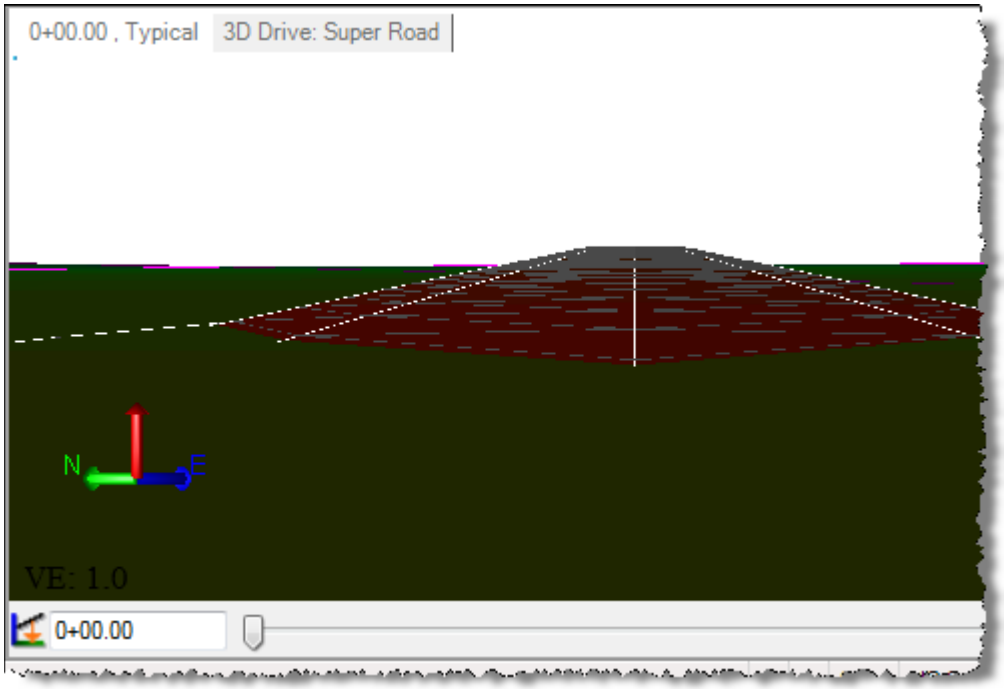
Side Slope	4[ES]	5	:
Offset/Slope	3[EP]	6[ES]	
Side Slope	6[ES]	7[TIE]	:

6. Clique na caixa de seleção **Definir parâmetros de deslocamento**.
7. No campo **Delta máximo**, insira 4%. No campo **Delta mínimo**, insira 0%. Então clique no botão **Salvar**.
8. O controle deslizante localizado abaixo da lista **Instruções** para visualizar o gabarito ao longo do comprimento do alinhamento para ver os parâmetros de deslocamento.

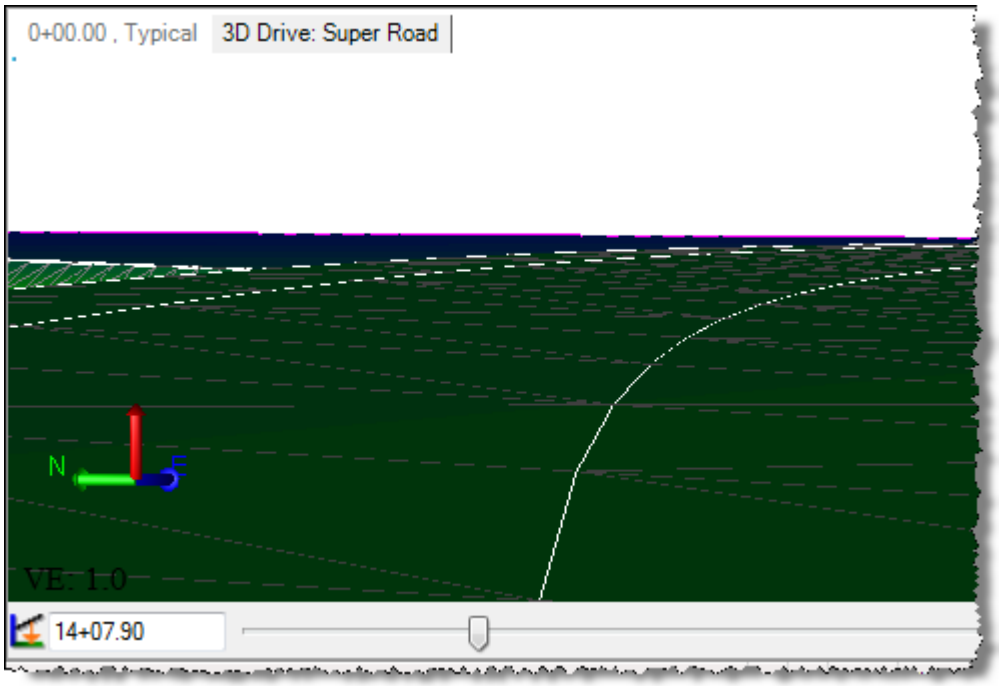
Etapa 5. Visualizar o alinhamento na Visualização da Trajetória 3D

Para ver a simulação de uma trajetória ao longo da rodovia recém superelevada, siga estas etapas:

1. Na janela **Trimble Business Center**, selecione **Visualizar > Alinhamento > Visualização da Nova Trajetória 3D**.



2. Use o controle deslizante localizado ao longo da guia para visualizar a rodovia ao longo do comprimento do alinhamento.



Você conclui o trabalho com superelevações e agora pode fechar o projeto.

3. Selecione **Arquivo > Fechar projeto**.

A caixa de diálogo **Salvar alterações** é exibida. Se você salvou o projeto em um novo local ou com um novo nome, pode clicar em **Sim**. Caso contrário, clique em **Não**.