UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

MANUAL PARA LA MODELACIÓN EN CIVIL 3D DE TALUDES DE CORTE EN SECCIONES TRANSVERSALES DE VÍAS, CON LA UTILIZACIÓN DEL MÓDULO AUTODESK SUBASSEMBLY COMPOSER

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles

AUTORES: Pablo Daniel Del Castillo Gallegos
Bryan Wladimir Mena Guerrero

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador
2022

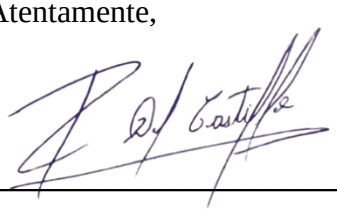
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Pablo Daniel Del Castillo Gallegos con documento de identificación N° 1753465747 y Bryan Wladimir Mena Guerrero con documento de identificación N° 1715708663; manifestamos que:

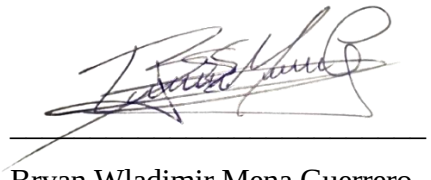
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 03 de agosto del 2022

Atentamente,



Pablo Daniel Del Castillo Gallegos
1753465747



Bryan Wladimir Mena Guerrero
1715708663

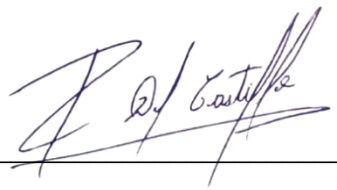
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Pablo Daniel Del Castillo Gallegos con documento de identificación N° 1753465747 y Bryan Wladimir Mena Guerrero con documento de identificación N° 1715708663; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Manual para la Modelación en Civil 3D de Taludes de Corte en Secciones Transversales de Vías, con la Utilización del Módulo Autodesk Subassembly Composer", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

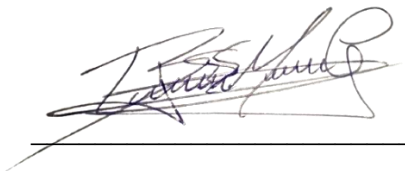
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad PolitécnicaSalesiana.

Quito, 03 de agosto del 2022

Atentamente,



Pablo Daniel Del Castillo Gallegos
1753465747



Bryan Wladimir Mena Guerrero
1715708663

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: MANUAL PARA LA MODELACIÓN EN CIVIL 3D DE TALUDES DE CORTE EN SECCIONES TRANSVERSALES DE VÍAS, CON LA UTILIZACIÓN DEL MÓDULO AUTODESK SUBASSEMBLY COMPOSER, realizado por Pablo Daniel Del Castillo Gallegos con documento de identificación N° 1753465747 y por Bryan Wladimir Mena Guerrero con documento de identificación N° 1715708663, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 03 de agosto del 2022

Atentamente,

Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a mis padres Franklin Mena y Omayra Guerrero, quienes son a quienes más admiro, respeto y amo en este mundo. También, es dedicado en memoria de mi querido abuelito Elías Guerrero quien dejo este mundo, pero vive atreves de sus seres amados y que no mira, guía desde el cielo a quien respeté y quise con mucho cariño, sin olvidarme de mi abuelita y mi hermana quienes también son una parte fundamental de mi vida.

Esto es la demostración del esfuerzo y sacrifico mío como de mis familiares ya que, sin su apoyo moral, anímico y económico, no hubiera logrado llegar a este punto de mi vida y dedicarles estas palabras. Se lo dedica a quienes también creyeron en que lograría alcanzar esta meta mis familiares, mis amigos y compañeros de universidad.

Bryan Mena

AGRADECIMIENTO

El siguiente agradecimiento es dedicado a Dios en primer lugar, a mis padres, hermana, cada miembro de mi familia que creyeron en mi para logara culminar esta gran etapa llamada universidad. También, agradecer a mis compañeros de universidad y amigos en especial a Pablo y Kevin con quienes viví grandes momentos de alegría, estrés, etc. Fue un camino largo a recorrer, pero he llegado al final de una etapa y el comienzo de una nueva como profesional con estas palabras solo me queda decirles gracias a todos.

Bryan Mena

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y el título de Ingeniero Civil a Dios por guiar mi vida y permitirme terminar la carrera y conseguir esta meta, a mis padres Oscar y Mónica por ser el pilar fundamente y soporte que con cariño me educo, inculcando en mí valores como el esfuerzo, valentía y sacrificio, a mis hermanos David y Erik que con su ejemplo que me ha impulsado a convertirme en mejor hombre cada día y futuro profesional.

También a mi novia amada Ana Paula que con ternura y amor me ha comprendido, apoyado y ha sido un gran soporte y fuente de felicidad para mí en todo momento durante mi vida universitaria.

Pablo Del Castillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios a mis padres, hermanos, novia y familia por ser la Fuente: de inspiración, motivación y apoyo para conseguir tan prestigioso logro, a mis futuros colegas por los momentos vividos en las aulas de clases y fuera de ellas. Por ultimo agradezco a mis docentes y tutor que junto a la universidad han conseguido formar el profesional que soy ahora.

Pablo Del Castillo

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO l **1**
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES **1**
1.1. Introducción 1
1.2. Problema de estudio 1
1.3. Justificación 2
1.4. Grupo Objetivo 2
1.5. Objetivos 3
1.5.1. Objetivo General 3
1.5.2. Objetivo Específicos 3
CAPÍTULO ll **4**
MARCO TEÓRICO **4**
2.1. Carretera 4
2.2. Diseño Vial 4
2.3. Taludes de Corte 5
2.4. Tipos de taludes 5
2.4.1. Taludes Naturales 5
2.4.2. Taludes Artificiales 5
2.5. Partes de un Talud 5
2.5.1. Cabeza o Cresta 5
2.5.2. Pie o Base 6
2.5.3. Altura 6
2.5.4. Pendiente 6
2.5.5. Altura del Nivel Freático 6
2.6. Tipos de Fallas de un Talud de Corte 7
2.6.1. Fallas superficiales 8
2.6.1.1. Deslizamiento superficial 8
2.6.1.2. Movimiento del cuerpo del talud 8
2.6.1.3. Flujo 9
2.7. Estabilidad de taludes 9
2.8. Civil 3D 10
2.9. Subassembly Composer 10
CAPÍTULO lll **12**
METODOLOGÍA **12**
3.1. Tipo de investigación 12

3.2. Método 12
3.3. Técnica de recopilación de información 12
3.4. Proceso técnico de Ingeniería Civil 13
3.4.1. Descripción de taludes más concurrentes en nuestro entorno 13
3.4.1.1. Antecedentes de obras civiles viales en el medio 14
3.4.1.2. Reconocimiento de taludes de corte en obras viales del medio 22
3.4.1.3. Elección de tres tipos de secciones de corte más utilizadas 37
CAPÍTULO lV 41
MODELACIÓN DE TALUDES EN EL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER 41
4.1. Conceptos generales del módulo 41
4.1.1. Recopilación de taludes en Civil 3D 41
4.2. Descripción de los comandos de las ventanas del Modulo 56
4.2.1. Funciones de comandos en el módulo Subassembly Composer 56
4.2.1.1. Caja de herramientas o Tool Box 56
4.2.1.2. Diagrama de Flujo o Flowchart 57
4.2.1.3. Vista Previa 58
4.2.1.4. Propiedades o Properties 58
4.2.1.5. Ventanas de trabajo 59
4.2.1.5.1. Packet Settings 59
4.2.1.5.2. Input/Output Parameters 59
4.2.1.5.3. Target Parameters 59
4.2.1.5.4. Superelevation 59
4.2.1.5.5. Event Viewer 59
4.3. Desarrollo de un talud tipo en el módulo 59
4.4. Elaboración de los tres taludes más utilizados 98
4.5. Exportación de la sección de talud a civil 3D 103
4.5.1. Indicaciones del proceso de guardado en formato PKT 103
4.5.2. Exportación de archivo PKT a Civil 3D 104
4.5.3. Acoplamiento de Talud a un Diseño Vial Existente 107
4.6. Cálculo y modelamiento de movimientos de tierra 117
CONCLUSIONES 126
RECOMENDACIONES 128
REFERENCIAS 129
ANEXOS 132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 19
Tabla 2 20
Tabla 3 21
Tabla 4 23
Tabla 5 26
Tabla 6 27
Tabla 7 28
Tabla 8 29
Tabla 9 30
Tabla 10 31
Tabla 11 32
Tabla 12 33
Tabla 13 35
Tabla 14 35
Tabla 15 36
Tabla 16 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 7
Figura 2 7
Figura 3 16
Figura 4 18
Figura 5 19
Figura 6 21
Figura 7 38
Figura 8 39
Figura 9 40
Figura 10 41
Figura 11 42
Figura 12 43
Figura 13 44
Figura 14 45
Figura 15 46
Figura 16 47
Figura 17 48
Figura 18 49
Figura 19 50
Figura 20 51
Figura 21 52
Figura 22 53
Figura 23 54
Figura 24 54
Figura 25 55
Figura 26 56
Figura 27 57
Figura 28 57
Figura 29 58
Figura 30 58
Figura 31 59
Figura 32 61
Figura 33 61
Figura 34 62
Figura 35 63
Figura 36 64
Figura 37 65
Figura 38 65
Figura 39 66
Figura 40 67
Figura 41 67
Figura 42 68
Figura 43 69
Figura 44 70

Figura 45 70
Figura 46 71
Figura 47 72
Figura 48 73
Figura 49 73
Figura 50 74
Figura 51 75
Figura 52 76
Figura 53 77
Figura 54 77
Figura 55 78
Figura 56 79
Figura 57 80
Figura 58 81
Figura 59 82
Figura 60 82
Figura 61 83
Figura 62 84
Figura 63 84
Figura 64 85
Figura 65 86
Figura 66 86
Figura 67 87
Figura 68 88
Figura 69 89
Figura 70 90
Figura 71 90
Figura 72 91
Figura 73 92
Figura 74 93
Figura 75 94
Figura 76 95
Figura 77 96
Figura 78 97
Figura 79 98
Figura 80 99
Figura 81 99
Figura 82 100
Figura 83 101
Figura 84 101
Figura 85 102
Figura 86 102
Figura 87 103
Figura 88 104
Figura 89 104
Figura 90 105
Figura 91 105

Figura 92 106
Figura 93 106
Figura 94 107
Figura 95 107
Figura 96 108
Figura 97 109
Figura 98 109
Figura 99 110
Figura 100 111
Figura 101 112
Figura 102 112
Figura 103 113
Figura 104 114
Figura 105 114
Figura 106 115
Figura 107 116
Figura 108 116
Figura 109 117
Figura 110 118
Figura 111 119
Figura 112 119
Figura 113 120
Figura 114 121
Figura 115 121
Figura 116 122
Figura 117 122
Figura 118 123
Figura 119 123
Figura 120 124
Figura 121 125

RESUMEN

En presente documento se analiza los diferentes tipos de taludes implementados en los proyectos de viabilidad de la región, en los cuales se destacan tipos de diseños de taludes más concurrentes en su geometría. Esto permite desarrollar tres tipos de taludes, los cuales serán elaborados en el módulo Subassembly Composer.

Esto se lo realiza de manera explicativa y descriptiva de cada procedimiento a seguir para desarrollar los diferentes parámetros que componen la sección de la vía y los taludes de corte de acuerdo las geometrías analizadas con anterioridad. Una vez concluido los procesos realizados en el módulo Subassembly Composer, se procede a realizar la incorporación en Civil 3D, teniendo como base un diseño longitudinal y vertical donde incluye superficie, alineamiento y la rasante del eje vial. Se incorpora el Subassembly personalizado al corredor vial, donde se obtiene la tabla donde se identifican las secciones de corte y volúmenes de materiales.

Palabras Claves: Subassembly, Taludes, Parámetros, Modelación, Sección.

ABSTRACT

This document analyzes the different types of slopes implemented in the feasibility projects of the region, in which the most concurrent types of slope designs in their geometry stand out. This allows developing three types of slopes, which will be elaborated in the Subassembly Composer module.

This is done in an explanatory and descriptive manner of each procedure to be followed to develop the different parameters that make up the section of the road and the cut slopes according to the geometries analyzed previously. Once the processes carried out in the Subassembly Composer module have been completed, the incorporation in Civil 3D is carried out, based on a longitudinal and vertical design which includes surface, alignment and the grade of the road axis. The customized Subassembly is incorporated into the road corridor, where the table is obtained where the cut sections and volumes of materials are identified.

Keywords: Subassembly, Slopes, Parameters, Modeling, Section.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. Introducción

En el estudio de estructuras viales en el Ecuador existen la necesidad de implementar taludes de corte debido a la ubicación geográfica del país, la cual es atravesada por la Cordillera de los Andes generando cambios de pendientes, siendo esta la región montañosa y donde predominaran los taludes de corte en las vías.

Para la realización de las vías es necesario la utilización del programa Civil 3D, el cual permite desarrollar diseños viales, con la utilización de la topografía del sitio que requiera desarrollar, en esta se crea el alineamiento optimo y se procede a colocar las secciones de la vía con la utilización de Subassemblies.

El módulo Autodesk Subassembly Composer es un subprograma de Civil 3D en el cual se enfoca en la realización de Subassemblies personalizados, que no se encuentran en la plantilla principal del programa. Debido al poco conocimiento del manejo de este módulo y la necesidad de crear secciones con taludes de corte, este documento se enfoca en la explicación de funcionamiento del programa realizando las secciones típicas utilizadas en proyectos regionales donde se implementen dichos taludes de corte.

1.2. Problema de estudio

En la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, campus sur, en la carrera de ingeniería Civil no existe un manual enfocado a la creación de taludes de corte, utilizando el software Subassembly Composer Civil 3D. Por lo tanto, es necesario generar un manual práctico para el análisis y estudio del procedimiento de la creación y edición de dichos taludes.

El no contar con esta manual provoca que los estudiantes tengan vacíos en su aprendizaje y no tengan a dónde acudir para solventar sus dudas. Lo cual motivo a la creación de esta guía y es donde puedan ver aplicaciones de uso del este software.

1.3. Justificación

Como estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil al utilizar el programa Civil 3D para el diseño vial, se creó la necesidad de utilizar el módulo Subassembly Composer para la creación de secciones de taludes de corte. Al no tener un modelo de sección transversal en talud acorde con la topografía de la vialidad montañosa del Ecuador. Esto motivó a la elaboración de una guía práctica y sencilla, que contenga el procedimiento para crear y modificar secciones de taludes más específicos con la topografía de nuestra región. Los estudiantes y profesionales de la carrea de Ingeniería Civil contarán con un manual de procedimiento con información para la utilización del software Subassembly Composer.

Para la elaboración de esta guía práctica se cuenta con los conocimientos académicos propios de la carrera, con el programa que tiene la universidad en los laboratorios de cómputo, licencias autorizadas de Autodesk Civil 3D y con la experiencia en el manejo del programa en mención. Finalmente, esta guía se convertirá en un texto académico publicado por la editorial de la Universidad Politécnica Salesiana, de tal manera que sirva como Fuente: de consulta en la biblioteca universitaria.

1.4. Grupo Objetivo

Los beneficiarios de esta guía práctica no solo serán los estudiantes de la carrera si no también los profesionales que laboran en la consultoría vial. Los ingenieros diseñadores tendrán mayor eficiencia en la creación y mejoramiento de sus propuestas técnicas, con la implementación de una herramienta para el diseño de taludes de corte utilizando el software Subassembly Composer Civil 3D.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Elaborar un Manual Práctico, para la creación y edición de taludes de corte más utilizados en el diseño vial del medio. Mediante la explicación didáctica y técnica de la utilización del módulo AUTODESK SUBASSEMBLY COMPOSER CIVIL 3D.

1.5.2. Objetivo Específicos

- Realizar la descripción de los tipos de taludes de corte más concurrentes en la construcción de las vías de nuestro entorno, a través de la investigación documental para obtener un panorama más amplio de los tipos de taludes de corte más utilizados.
- Definir las funciones de comandos esenciales, mediante la explicación del proceso para la utilización del software SUBASSEMBLY COMPOSER CIVIL 3D.
- Detallar el procedimiento de la creación de los parámetros que constituyen la geometría de un talud, con los comandos y funciones correspondientes para esquematizar y formar las secciones del talud de corte.
- Elaboración de los tres tipos de taludes de corte más utilizados en el diseño vial de nuestro medio, mediante el módulo SUBASSEMBLY COMPOSER CIVIL 3D, para agilitar el proceso de creación de nuevos diseños viales.
- Describir el proceso de edición de los parámetros establecidos en un talud de corte, mediante la explicación de la exportación a una sección de un diseño vial, para agilitar la modelación de una vía en el programa Civil 3D.

CAPÍTULO ll

MARCO TEÓRICO

2.1. Carretera

Es un camino construido y nivelado que nos permite conectar diversos lugares. Según Alonso y Rodríguez (2005) afirman que hay diferentes formas para poder definir el concepto de una carretera en el cual se dice: “es un camino público, ancho y pavimentado dispuesto para el paso de vehículos”, o también, “es una vía de comunicación entre poblados, debidamente acondicionada y asfaltada destinada a la circulación de vehículos, personas o animales”. Sin embargo, una carretera es una infraestructura, que ayuda a la generación económica de los poblados aledaños y de la nación en general.

2.2. Diseño Vial

En síntesis, es un proceso técnico de ingeniería en el cual se realiza el trazado de una vía con la finalidad de unir dos puntos o destinos sobre una topografía, como postula Berardo et al. (2014) el diseño geométrico es “la forma del trazado en relación con el transito que se pretende servir, las dimensiones físicas de los elementos geométricos en relación con el entorno” (p. 68). Por lo que es necesario un levantamiento topográfico, procesamiento de la información con la ayuda de un software (Auto Cad, Auto Cad Civil 3D), en la cual se obtendrá un dibujo con las características topográficas del sitio.

Se utiliza la normativa MOP 2003 del ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador en la cual implica los parámetros para el alineamiento tanto vertical y horizontal, planteamiento de curvas horizontales y tangenciales verticales (principal característica la longitud y la pendiente), de una estructura vial. Esta define los tipos de carreteras según el trafico al cual son sometidas (TPDA).

2.3. Taludes de Corte

Los taludes de corte que son estructuras diseñadas para la contención de masas de tierras en laderas. Propensas al deslizamiento, debido a la pérdida de las propiedades mecánicas del suelo, así como también los factores ambientales externos que provocan estragos en el suelo.

Según German Portillo (2020) plante que existen fallas en la superficie terrestre por lo que se necesita hacer un análisis exhaustivo para poder realizar un diseño. Existen zonas altamente sísmicas donde se pueden producir sismos que destruyan o fracturen los taludes. Por lo cual es de vital importancia realizar adecuadas prácticas de diseño con el fin de garantizar su correcto comportamiento y vida útil.

2.4. Tipos de taludes

2.4.1. Taludes Naturales

German Portillo (2020) establece que estos son formados por agentes naturales y geológicos que actúan a lo largo del tiempo sobre los suelos y la roca madre.

2.4.2. Taludes Artificiales

German Portillo (2020) establece que son creados por necesidades del hombre, para poder la construcción de carreteras, presas, terraplenes, ferrocarriles, etc.

2.5. Partes de un Talud

2.5.1. Cabeza o Cresta

Es donde existe un cambio de pendiente abrupto que se encuentra en la parte superior del talud. Cuando la cresta es convexa se la denomina escarpe, ya que posee una pendiente semi vertical hacia abajo. Corrales, et al (2013).

2.5.2. Pie o Base

Es donde existe un cambio de pendiente abrupto que se encuentra en la parte inferior del talud que posee forma cóncava. Corrales, et al (2013).

2.5.3. Altura

Se encuentra ubicada entre el pie y cabeza del talud en sentido vertical. Esta es fácil de apreciar en taludes artificiales, pero es difícil diferenciar en laderas ya que los accidentes topográficos no son bien marcados. Corrales, et al (2013).

2.5.4. Pendiente

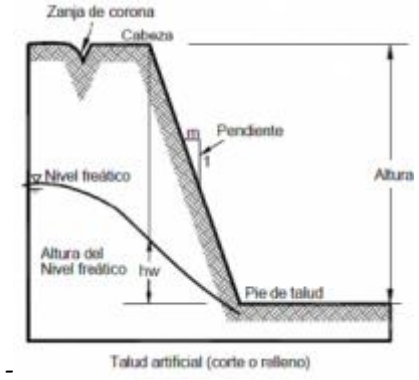
Es el ángulo de inclinación del talud con respecto a la horizontal que también puede ser medido en porcentaje y su relación distancia horizontal con respecto a una unidad vertical. Se puede encontrar suelos de mayor resistencia con mayores en comparación con otros materiales de baja resistencia las cuales tiene ángulos de inclinación menores. Corrales, et al (2013).

2.5.5. Altura del Nivel Freático

Es la altura tomada desde el pie del talud o base hasta el nivel de agua es decir es el lugar donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. Esta es importante analizar para su diseño, ya que puede provocar deslizamientos y volcamientos del talud. Corrales, et al (2013).

Figura 1

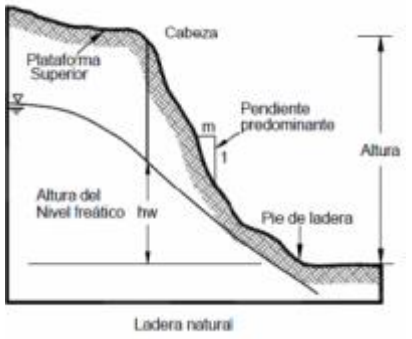
Talud Artificial



Nota. Partes de un talud artificial. Fuente: Corrales, et al (2013).

Figura 2

Talud Natural



Nota. Partes de un talud natural. Fuente: Corrales, et al (2013)

2.6. Tipos de Fallas de un Talud de Corte

Para los taludes existen fuerzas naturales que tienden a que sus partículas que se encuentran próximas a su pendiente tendrán el riesgo de deslizarse hacia abajo debido a la fuerza que ejerce la gravedad Según la asociación de carreteras del Japón define a las fallas, (1984)

Los estados anormales de taludes pueden dividirse en deslizamientos y fallas. Sin embargo, éstos no pueden definirse claramente, existiendo muchos estados

> intermedios que no pueden distinguirse entre ambos. Debido a esto, son llamados algunas veces fallas tipo deslizamiento o deslizamientos tipo falla. Por otro lado, los deslizamientos se clasifican bajo el punto de vista de la topografía, geología o forma de movimiento, pero se toman en cuenta especialmente las propiedades de las masas deslizantes con el objeto de seleccionar reconocimientos adecuados y medidas de protección. (p. 11)

Por lo tanto, se puede considerar fallas y deslizamientos en las afectaciones geológicas, mecánicas de los suelos, que afectan directamente a los taludes naturales o artificiales.

2.6.1. Fallas superficiales

Al formarse un talud de corte se podrá trabajar sobre diferentes tipos de sedimentos ya sean estos fácilmente erosionables, así como arena, arena no cohesiva, ceniza volcánica entre otros. Las fallas se producen por el intemperismo, agua superficial y filtración de la misma. También al trabajar con roca fisurada o expuestas a la intemperie ocurrirán desprendimientos del talud por vibraciones generadas con la remoción de material al generarse el corte.

2.6.1.1. Deslizamiento superficial

Este fenómeno se genera en la superficie de los taludes, generando movimientos de tierras de manera lenta de la masa inmóvil del talud. Conforme establece De Matteis (2003) el deslizamiento se refiere al proceso más o menos continuo, y por lo general lento, de deslizamiento ladera abajo que se presenta en la zona superficial de algunas laderas naturales.

2.6.1.2. Movimiento del cuerpo del talud

Es el movimiento brusco de toda la masa de suelo que conforma el talud, que se extiende a lo largo de la superficie al igual que en profundidad. Según De Matteis (2003) se considera que la superficie de falla se forma cuando en la zona de su futuro desarrollo actúan esfuerzos cortantes que sobrepasan la resistencia al corte del material. Este tipo de movimiento se genera por la falla rotacional, generada en forma curva a lo largo del talud, y la falla trasnacional, la cual ocurre a lo largo de las superficies débiles del talud.

2.6.1.3. Flujo

Es un movimiento de tierra fluido por la interacción del suelo y el agua en gran cantidad, provocando que se forme una masa más o menos liquida que se desprende del talud, arrastrando rocas, vegetación, etc. Esto se puede dar en forma de avalancha desplazándose rápidamente. Conforme manifiesta De Matteis (2003)

> La superficie de deslizamiento o no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve. Es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera sea una zona de flujo plástico.
>
> El material susceptible de fluir puede ser cualquier formación no consolidada, y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas; también son frecuentes los flujos en lodo. (p. 9)

Por lo tanto, este tipo de fallas afecta a grandes masas, las cuales suelen ser catastróficas, también se las puede asociar con movimiento de tierra producida por un sismo.

2.7. Estabilidad de taludes

Es el buscar un factor de seguridad que permita que la estructura se mantenga firme en el transcurso del tiempo, conforme señala Rojas (2015), “La estabilidad de taludes es la teoría que estudia la estabilidad o posible inestabilidad de un talud a la hora

de realizar un proyecto, o llevar a cabo una obra de construcción de Ingeniería Civil, siendo un aspecto directamente relacionado con la Geotecnia" (p, 20). En donde el estudio de la mecánica suelos y geotecnia son los pilares para el diseño del mismo, teniendo en cuenta los diferentes comportamientos del suelo como cohesivo y fraccionante. Para el cálculo de la estabilidad de taludes existen diferentes métodos que se han desarrollado a través de fórmulas, entre los que encontramos Método de Coulomb, Taylor, Fellenius, Bishop y los nomogramas.

2.8. Civil 3D

El software Civil 3D es una herramienta creada por la compañía Autodesk, esta es utilizada a nivel mundial en diferentes proyectos de diseño en el área de infraestructuras, en la que podemos desarrollar proyectos de transporte, urbanísticos y medioambientales. En el ámbito estructural, topográfico e hidráulico, en el cual se maneja una interfaz sencilla y eficiente. En este programa se puede realizar funciones como la importación de datos de puntos topográficos, generación de superficies, conformación de volúmenes, realización de perfiles longitudinales y transversales, elaboración de corredores o estructuras lineales, etc. (Instituto Didactia, 2019).

2.9. Subassembly Composer

El Subassembly Composer es un módulo que viene en el paquete de instalación en el Civil 3D. Este programa posee una gran versatilidad, se debe en gran medida a los complementos o herramientas específicas para la creación de determinados elementos como son el SUBASSEMBLY COMPOSER. Esta interfaz proporciona realizar y modificar subconjuntos complejos sin tener que realizar procesos de programación, permite la edición de secciones viales de una carretera, los cuales son importados a Civil 3D para realizar diseños viales eficientes. Las secciones pueden crear en este módulo nos

permiten realizar estructuras tales como: canales, parterres, cunetas, bermas, etc. (FDOT, 2018).

CAPÍTULO lll

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo a la problemática planteada y objetivos, la investigación será descriptiva, porque se orienta a desarrollar un manual práctico en el módulo Subassembly Composer. Según describe Mohammad Naghi Namakforoosh (2005), la investigación descriptiva "Consiste en la forma de estudio para saber quién, donde, cuando, cómo y porqué del sujeto del estudio. En otras palabras, la información obtenida en un estudio descriptivo, explica perfectamente a una organización, el consumidor, objetos, conceptos y cuentas" (p. 91). Lo que nos permitirá describir los diferentes componentes de módulo, de una forma explicativa el proceso con la utilización imágenes, para una comprensión más didáctica.

3.2. Método

El método a utilizarse será analítico ya que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas de forma particular, como postula Hurtado y Toro (2005), el método: "Consiste en la descomposición mental del objeto estudiado en sus distintos elementos o partes componentes para obtener nuevos conocimientos acerca de dicho objeto. Como se afirma en el Diccionario Filosófico de Rosental (1980), para llegar al conocimiento profundo del objeto". (p. 86). Con lo que podremos subdividir diferentes partes que conforman el módulo Subassembly Composer, para su análisis y comprensión.

3.3. Técnica de recopilación de información

En el desarrollo del proyecto se obtendrá información mediante la técnica de fichaje recolectando información de diferentes Fuentes como: tesis, monografías, libros,

textos y artículos académicos, entre otros. Esto permitirá la realización del manual con la utilización del módulo Subassembly Composer para taludes de corte, una vez creados los mismo se exportarán al Civil 3D en un diseño vial.

3.4. Proceso técnico de Ingeniería Civil

3.4.1. Descripción de taludes más concurrentes en nuestro entorno

En nuestro entorno se ha impulsado la creación de nuevas carreteras que permitan la intercomunicación entre diferentes poblados, pueblos comunidades, urbes y barrios. Con lo que se ha creado nuevos métodos para la construcción y diseño de vías, entre los cuales y por la topografía de la región (montañosa), el tipo de suelo muy variado y las condiciones climáticas y atmosféricas, se ve necesario la utilización de taludes de corte. Según expresa Vicente Revelo (2008).

> En general, los taludes en ingeniería Civil alcanzan alturas máximas de 50 a 60 m y se proyectan para ser estables a largo plazo, precisando medidas de estabilización complementarias cuando no sea posible realizar las excavaciones con las alturas y ángulos requeridos, por motivos económicos o de otro tipo. (p. 2).

Por lo que es imprescindible conocer la realidad de las carreteras en las cuales su diseño y obra haya sido con la utilización de taludes, para poder reconocer los diseños de taludes más frecuentados por los ingenieros y diseñadores viales. De esta forma se podrá registrar una sección típica frecuentada que conforme a los diseños existentes puedan servir para nuevos diseños viales y sean estandarizados.

Mediante la investigación se recopila información de proyectos relacionados con taludes de corte en el Ecuador, en los cuales se busca identificar metodologías de diseño implementadas en diferentes diseños viales con las características geológicas y

topográficas del sector donde se implementa la obra con el fin de que dicho proyecto se sustentable económicamente y cumpla con la normativa de construcción.

Se reconocerá tipos de taludes representativos de nuestro medio donde se observarán características de cada uno, a continuación, identificara los proyectos donde se encuentran implementados estos tipos de taludes.

a) Proyecto acceso norte nuevo aeropuerto de Quito- Provincia de Pichincha
b) Informe de Geotécnico del Puente sobre el Río Ambí "Estudio pre-preliminares, preliminar y definitivos de los siguientes accesos viales en la ciudad del conocimiento "Yachay" Tramo 1 (inicia en la panamericana (Ibarra-Tulcán)-puente sobre el río Ambiempate a la vía Ibarra-Urcuqui de longitud aproximada 11km); Tramo 2 (inicio en la vía San Lorenzo (sector Salinas) y empata con el tramo 1 de longitud aproximada de 11km); Tramo 3 (inicia en el tramo2 y empata con la vía Urcuqui-Tumbabiro de longitud aproximada de 16km) y tramo 4 (inicia en el tramo 1 y empata con el tramo 3 de longitud aproximada 2km", ubicados en la provincia de Imbabura.
c) Estudios de impactos ambientales e ingeniería definitivos para la estabilización de taludes y deslizamientos, de varios sitios críticos en la carretera Guanujo-Echeandía.
d) Estudio de ingeniería definitivos para la ampliación a 4 carriles de la vía Ambato-Riobamba de 44.806 km de longitud y obras complementarias.

3.4.1.1. Antecedentes de obras civiles viales en el medio

a) Proyecto acceso norte nuevo aeropuerto de Quito- Provincia de Pichincha

Conforme al Informe de la empresa Panavial, el proyecto lleva a cabo la construcción de la ruta de acceso norte al nuevo aeropuerto internacional de Quito, la cual tiene una longitud de 10km ubicados en el sector de Collas y Tababela donde se localiza

el aeropuerto. El trasado del diseño vial se localiza en la vertiente izquierda del río Guayllabamba, en la hacienda Collas.

Debido a la topografía montañosa de la sierra donde está ubicado el proyecto, se genera importantes movimientos de volúmenes de tierra por lo que se realizan taludes de corte que poseen alturas desde 30m hasta 110m. La principal falla geográfica es el río Guayllabamba ubicada en abscisa 2+00 del proyecto.

Según la geología del área se identifica los siguientes tipos de formaciones como:

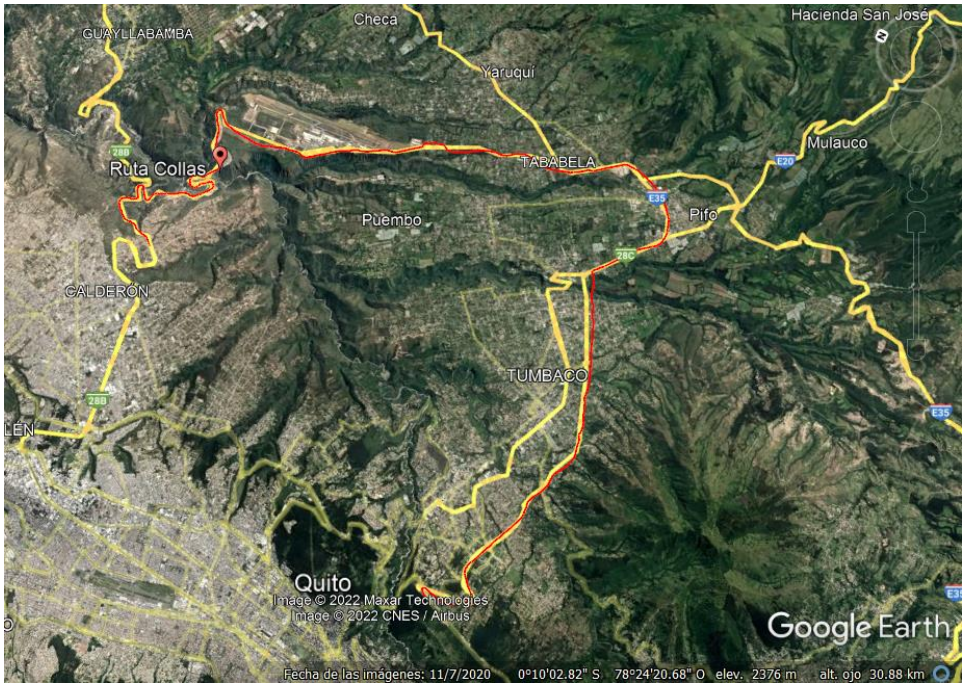
Cangagua (Qc) denominada toba limosa, ubicada en las abscisas 0+00 al 0+470 y del 4+542 al 9+000, el cual posee un color café amarillento y subyacente a una capa de piedra pómez.

Volcánicos Guayllabamba (PB) conformada por tobas y aglomerados aglomeráticas, en donde se encuentran andesitas porfiríticas, ubicada en las absscias 0+470 hasta el 3+808.

Sedimentos Chichi son afloraciones de sedimentos conformados por areniscas, arenas gruesas y capas de ceniza, conglomerados y tobas localizados a la izquierda del río Uravía en la abscisa 3+808 al 4+542.

Figura 3

Proyecto acceso norte nuevo aeropuerto de Quito- Provincia de Pichincha



Nota. Geolocalización del Proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través de Google Earth

b) Informe de Geotécnico del Puente sobre el Río Ambí “Estudio pre-preliminares, preliminar y definitivos de los siguientes accesos viales en la ciudad del conocimiento “Yachay” Tramo 1 (inicia en la panamericana (Ibarra-Tulcán)-puente sobre el rio Ambiempate a la vía Ibarra-Urcuqui de longitud aproximada 11km); Tramo 2 (inicio en la vía San Lorenzo (sector Salinas) y empata con el tramo 1 de longitud aproximada de 11km); Tramo 3 (inicia en el tramo2 y empata con la vía Urcuqui-Tumbabiro de longitud aproximada de 16km) y tramo 4 (inicia en el tramo 1 y empata con el tramo 3 de longitud aproximada 2km”, ubicados en la provincia de Imbabura.

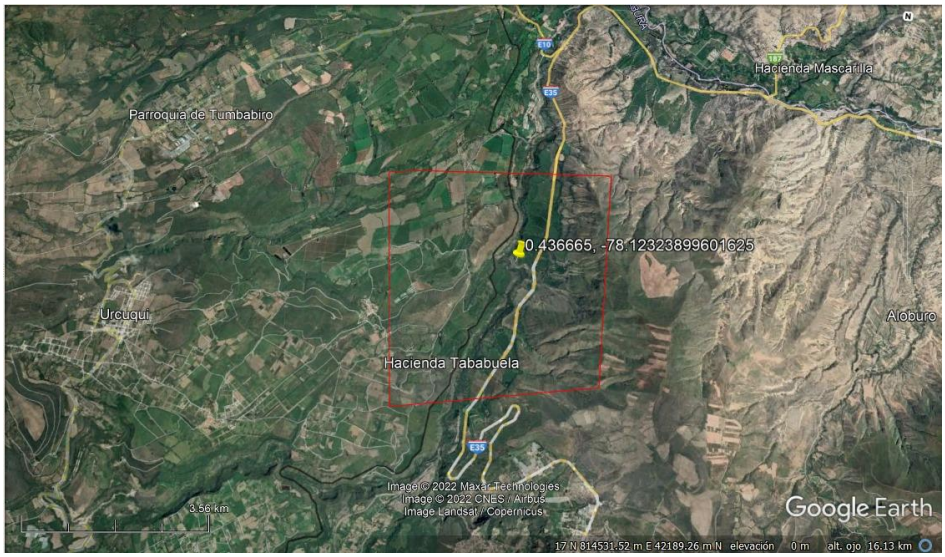
El estudio y ejecución del proyecto estuvo a cargo de Irigoyen & asociados CIA. LTDA en el año 2016. La red vial implementada se ubica al norte del país en las inmediaciones de las poblaciones de Urcuquí, Tumbabiro, Tapiabamba y adyacente a la universidad de investigación de tecnología experimental Yachay, la cual ocupa 4800Ha de superficie con una estimación de población de 10000 a 40000 en los próximos 30 años. La zona geológica es parte de una cuenca sedimentaria la cual comprende Chota-Ibarra-Otavaloy está conformada por rellenos volcánicos-sedimentarios. Sobre la implantación del proyecto existen geomorfologías con diferentes características como:

En los alrededores del rio Ambí se encuentran estratos de flujos volcánicos cubiertos por una capa de ceniza volcánica de 10 a 20 metros intercalados por depósitos aluviales donde se conforma el tipo de suelo rocoso aglomerado. En la quebrada La Banda existen taludes asentados sobre suelos transportados y por cangaguas. De igual manera el acceso Salinas se encuentran en suelos limo-arenosos con altura inferiores a 6m. En el corredor Enfarma se presentan cortes de talud con pendiente de 1.5H:1V, la cual presenta estrato arenoso no cohesivo produciendo deslizamientos.

El relieve de la zona presenta un factor importante en los taludes ya que posee pendientes pronunciadas lo cual ocasionan inestabilidad de los mismos al incrementar las fuerzas motrices y desestabilizantes. Las características de pendiente de la zona son muy variadas desde de débil o casi plano a muy fuertes o escarpado, poseyendo en las últimas pendientes con ondulaciones moderadas.

Figura 4

Proyecto accesos viales en la ciudad del conocimiento "Yachay"



Nota. Geolocalización del Proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través de Google Earth

c) Estudios de impactos ambientales e ingeniería definitivos para la estabilización de taludes y deslizamientos, de varios sitios críticos en la carretera Guanujo-Echeandía.

Conforme al informe del proyecto gestionado por el ministerio de transporte y obras públicas, cumpliendo con su responsabilidad de brindar seguridad y confort por la cual se realizan estudios para la rehabilitación de la vía y estabilizar los taludes en la carretera Guanujo-Echeandía con el objetivo de mejorar la viabilidad por parte del consultor Ingeniero Paul Guerrero.

Los estudios contemplan los puntos críticos de la vía en las abscisas 14+400; 18+300; 19+200-19+500; 21+600-21+750 y la 21+970, ubicados en la provincia de Bolívar uniendo los cantones de Guanujo y Echeandía, "en las estribaciones de la cordillera occidental que está conformada por Fm. Macuchi presentando fuerte erosión eólica y fluvial de las lavas andesitas del lugar, como lavas andesíticas metamorfizadas

por la presencia de batolito de Balsapamba-Echeandía". Conformadas por valles profundos que pasan por una gran planicie hacia el oeste. El valle se caracteriza por tener mesetas con pendientes pronunciadas y cuestas abruptas.

Tabla 1

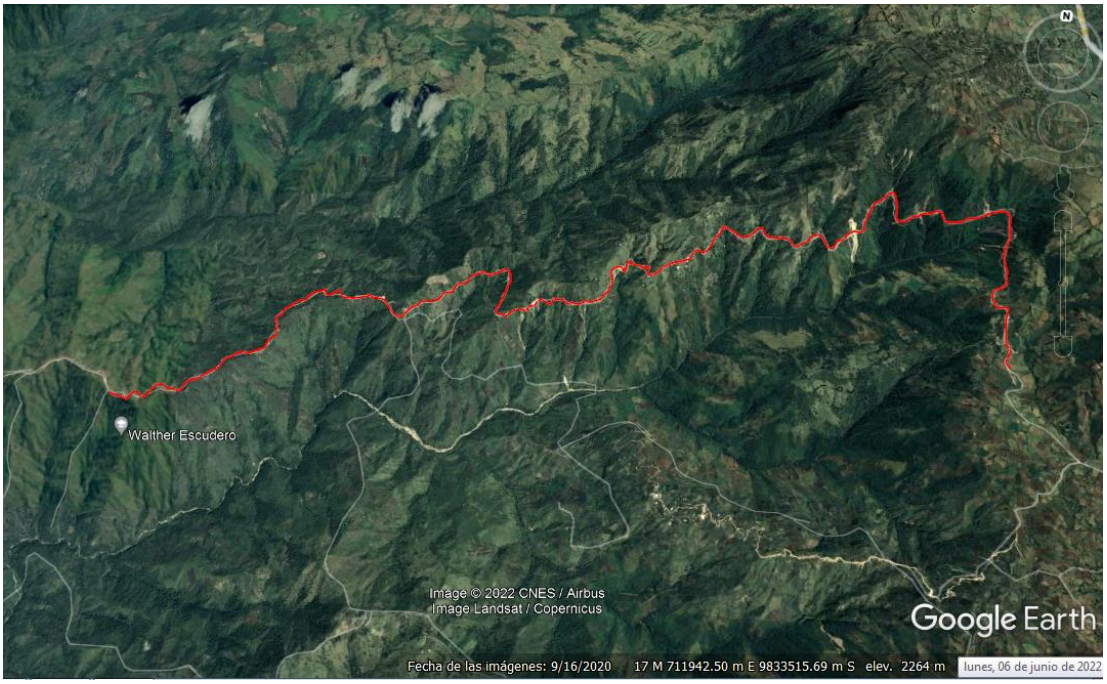
Ubicación geográfica de abscisas del proyecto

Ubicación Geográfica		
Abscisas	Norte	Este
14+400	9834832	715440
18+300	9834350	713000
19+200-19+500	9833903	713000
21+560	9806542	706299
21+600-21+750	9806542	706299
21+970	9833826	709496
coordenadas (WGS 84-17S)		

Nota. Coordenadas de localización de taludes. Fuente: Guerrero, P. (2017).

Figura 5

Proyecto Carretera Guanujo-Echeandía



Nota. Geolocalización del Proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través de Google Earth

d) Estudio de ingeniería definitivos para la ampliación a 4 carriles de la vía Ambato-Riobamba de 44.806 km de longitud y obras complementarias.

El estudio del proyecto Ambato-Riobamba estuvo a cargo de Geosuelos Cía. LTDA. En la que se obtuvo información requerida para la ampliación de la vía panamericana, en el tramo entre Ambato y Riobamba, conformada por taludes de corte y relleno a lo largo de su extensión (45km de longitud aproximada).

La consultora encargada se encargó de analizar la estabilización de taludes de corte y relleno verificando el cumplimiento de los factores de seguridad necesarios obtenidos en condiciones estáticas-pseudoestáticas y con ocurrencia de sismos. Posteriormente se analizó en base a los criterios anteriores la geometría óptima para garantizar la estabilidad y seguridad de la vía.

A lo largo del eje vial se pueden encontrar diferentes materiales geotécnicos que conforman el suelo, por lo cual en las siguientes abscisas se especifican los diferentes tipos de suelos.

Tabla 2

Características del suelo

Abscisas		**Caracteristicas del suelo**
Inicio	Fin	
0+000	7+000	material arenoso-limoso con presencia de grava
7+000	17+000	material arenoso-limoso con presencia de bloques de roca volcánica.
17+000	26+420	material limoso semiorganico intercalados con arenas y limos compactos
26+420	28+110	material arenoso-limoso con presencia de gravas y pequeños bloques
28+110	38+800	material arenoso-limoso con bloques de roca volcánica de disposicion errática
38+800	42+500	material arenoso-limoso con presencia de gravas y pequeños bloques

Nota. Características del suelo a lo largo del eje vial. Fuente: Geosuelos CIA. LTDA. (2017).

Tabla 3

Ubicación geográfica de abscisas del proyecto

Ubicación Geográfica		
Abscisas	Norte	Este
5+200	9851282	762140
8+040	9848750	761528
8+645	9848160	761685
15+860	9842000	760000
17+080	9841258	759670
18+020	9840670	759112
33+120	9828190	753055
41+430	9821600	757060
Coordenadas (WGS 84-17S)		

Nota. Coordenadas de localización de taludes. Fuente: Geosuelos CIA. LTDA. (2017).

Figura 6

Proyecto Ampliación de la vía a 4 carriles Ambato Riobamba

Nota. Geolocalización del Proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través de Google Earth

3.4.1.2. Reconocimiento de taludes de corte en obras viales del medio

a) Proyecto acceso norte nuevo aeropuerto de Quito- Provincia de Pichincha

Para la estabilidad de los taludes que conforman esta vía se realizaron modelos con programas computacionales de análisis basados en equilibrio de limite y elementos finitos, considerando las condiciones topográficas y parámetros geomecánicos de la resistencia al corte de los suelos.

Parámetros de calculo

Los parámetros utilizados para el diseño y modelación de los taludes, para la resistencia al corte fueron:

- Teoría de Hoek Brown (2002) con el uso del software Roclab 1.0
- Estudios geofísicos de sísmica de refracción.
- Sísmica de refracción con estratigrafía obtenida de sondeos y perfiles geofísicos.
- Ensayos de compresión triaxial con muestras inalteradas.
- Correlaciones de Shioi y Fukui para taludes en función de valores de "N" del ensayo SPT.
- Correlaciones de Bowles en ensayos de compresión simple.

Aceleración Sísmica

Ya que el proyecto se encuentra en la provincia de pichincha, la cual se encuentra en una zona sísmica tipo IV, los valores de coeficiente de aceleración horizontal de 0.25g y vertical de 0.05g, lo que conlleva a utilizar un factor de seguridad mayor a 1, se considera estable al talud analizado.

Geometrías para estabilización

En base a los estudios realizados de ensayos en campo y laboratorio, condiciones mecánicas del suelo, en base a los factores de seguridad y análisis de estabilidad de

taludes al volcamiento y deslizamiento, se determina la geometría adecuada y altura para cada talud que se encuentra a lo largo del diseño vial.

Las secciones recomendadas en las siguientes abscisas, las geometrías de estabilización se especifican de la siguiente manera:

Tabla 4

Geometrías recomendadas de taludes

Tramo	Abscisas	Geometría de estabilización de taludes
1	1+700 - 1+950	• Taludes con inclinación 1H:1V • Bermas de 5m de ancho, cada 30m de altura
2	2+080 - 2+480	• Taludes con inclinación 1H:2V • Bermas de 3m de ancho, cada 30m de altura • Taludes con inclinación menor o igual a 1H:1V en estrato superior conformado por cenizas volcánicas
3	2+480 - 2+760	• Taludes con inclinación 1H:2V • Bermas de 3m de ancho, cada 30m de altura • Taludes con inclinación menor o igual a 3H:4V en estrato superior conformado por cenizas volcánicas
4	2+760 - 2+900	• Taludes con inclinación 2H:3V • Bermas de 3m de ancho, cada 30m de altura Taludes con inclinación menor o igual a 1H:1V en estrato superior conformado por cenizas volcánicas
5	3+060 - 3+140	• Taludes con inclinación 2H:3V • Bermas de 3m de ancho, cada 30m de altura
6	3+140 - 3+850	• Taludes con inclinación 2H:3V • Bermas de 3m de ancho, cada 30m de altura • Taludes con inclinación menor o igual a 1H:1V en estrato superior conformado por cenizas volcánicas

Nota. Geometrías recomendadas de taludes en tramos 1+700 – 3+850. Fuente: Panavial. (2012).

Reforzamiento para la estabilización de taludes con estratos de ceniza volcánica

A lo largo de la vía se consideran diferentes taludes de corte con estratos de ceniza volcánica, para estos se requieren características especiales como polímeros y mallas. Para estos se colocó previamente el riego del polímero de base acrílica, tipo Soiltac, utilizada para el control de polvo de ceniza volcánica sobre la superficie previniendo los efectos erosivos que se producen por el agua y viento. Se coloca una manta de protección tipo Nort Americant Green P550 o equivalente más una geomalla geosintética de sostenimiento tipo PP5-extreme o equivalente para la tensión y sostenimiento se utilizará anclajes con varillas autoperforantes R32N de φ =32mm y barras de acero de φ=25mm con longitudes mayores o iguales a 6 metros con espaciamientos verticales y horizontales de 2.5m.

Protección en estratos de roca y/o conglomerados

En secciones localizadas con estratos de roca y/o conglomerados, se colocó refuerzo de malla electrosoldada de 5x10 o geomalla geosintetica de sostenimiento tipo PP5 extreme o equivalente, con anclajes de varillas de acero de 14mm con profundidades de penetración de 2m, separadas en horizontal y vertical a una distancia de 4m. sobre el reforzamiento implementado se proyecta hormigón lanzado de 8cm de espesor evitando desprendimientos y desmoronamiento de material rocoso.

b) Informe de Geotécnico del Puente sobre el Río Ambí “Estudio pre-preliminares, preliminar y definitivos de los siguientes accesos viales en la ciudad del conocimiento “Yachay” Tramo 1 (inicia en la panamericana (Ibarra-Tulcán)-puente sobre el rio Ambiempate a la vía Ibarra-Urcuqui de longitud aproximada 11km); Tramo 2 (inicio en la vía San Lorenzo (sector Salinas) y empata con el tramo 1 de longitud aproximada de 11km); Tramo 3 (inicia en el tramo2 y empata con la vía Urcuqui-Tumbabiro de longitud

aproximada de 16km) y tramo 4 (inicia en el tramo 1 y empata con el tramo 3 de longitud aproximada 2km", ubicados en la provincia de Imbabura.

Climatología

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Imbabura, la cual posee un clima sub-húmedo temperado donde se registran temperaturas de la media anual de 12 a 18 °C ya que es una región donde posee una estación muy seca en periodos que varían de 2 a 5 meses de julio a septiembre. Se presentan precipitaciones anuales entre 500 y 1000mm. Esto se presenta ya que se encuentra a una altura de 2000 a 3050 msnm.

Análisis de estabilidad de taludes

Se realizó el modelado para el cálculo y diseño de los taludes con la ayuda del Sofware SLIDE, utilizando el método general de equilibrio límite, en el que se evalúa el factor de seguridad para poder satisfacer las fuerzas y momentos de equilibrio. Los parámetros para el diseño y estabilidad de los taludes son los siguientes:

- Teoría de resistencia al corte de Mohr-Coulomb para la estabilidad del equilibrio límite de fuerzas por falla de dovelas.
- Método general de equilibrio límite para obtener el factor de seguridad.
- Metodología de estabilidad pseudo-estático, para las fuerzas de inercia generadas por el sismo.

Identificaciones y ubicaciones de zonas proyectadas de corte

El estudio considero las siguientes localizaciones de cortes de taludes pata la ampliación para alcanzar el ancho y nivel geométrico de la vía.

Tabla 5

Geolocalización de taludes

Nombre del Talud	Abscisa	Coordenadas	Alturas de corte (m)
Tumbabiro	1+150	816727 E - 49498 N 1827 msnm	5.15
Pingunchela	1+350	815558 E - 47611 N 2001 msnm	12.4
Enfarma	0+640	818134 E - 47008 N 1960 msnm	28.28
Tapiapamba	0+310	818948 E - 46981 N 1856 msnm	30.75
Coordenadas (WGS 84-17N)			

Nota. Nombres de taludes, Abscisa, coordenadas y alturas de corte. Fuente: Irigoyen & Asociados (2016).

Estos perfiles fueron seleccionados para establecer cortes preliminares mediante la modelación y análisis con el uso de software computacional.

Descripción y estabilidad de los taludes del proyecto

Talud Tumbabiro

En la ubicación se encuentran suelos limo arenosos intercalados con clastos angulosos, los cuales fueron generados por deslizamientos de material volcánico, también se incluye la mayor parte de depósitos glaciares compuestos por clastos decimétricos. En el talud se encuentra con desgaste por la erosión eólica y hídrica debido a la existencia de agua superficial y sub superficial, provocando desprendimiento de material al momento de la construcción.

Las condiciones geotécnicas del talud son las siguientes

Tabla 6

Características geotécnicas de estratos

Número de estratos	ϕ	ϒ (KN/m3)	C (KN/m2)
Estrato 1 (suelo arenoso limoso)	24	17.09	39
Estrato 2 (cantos y gravas)	26	19.42	49
Estrato 3 (cantos y gravas medianamente consolidadas)	28	20.47	64

Nota. Número de estrato, ángulo de fricción, peso específico, cohesión. Fuente: Irigoyen & Asociados (2016).

Mediante el análisis de estabilidad del proyecto para este talud se consideró la existencia de alturas de corte verticales menores a 20m, con inclinaciones de relación 1H:2V, en las cuales se tendrán terrazas de 3m de ancho cada 10m en vertical si estos taludes sobrepasan los 20m. también se obtiene con el análisis el factor de seguridad estático y pseudo estático con vales de 2.66 y 2.12 respectivamente.

Talud Pingunchela

Al localizarse el talud Pingunchela adyacente al talud Tumbabiro posee las mismas características de suelo siendo este limo arenoso y cenizas volcánicas sueltas inter estratificadas con gravas arenosas, cubierto por una capa delgada vegetal, de igual manera se encuentra desgaste en la superficie por la erosión eólica y de flujos de agua superficial y sub superficial generando desprendimiento de materiales. Geotécnicamente el suelo se lo clasifica como clase III o regular.

Tabla 7

Las condiciones geotécnicas del talud

Número de estratos	ϕ	ϒ (KN/m3)	C (KN/m2)
Estrato 1 (ceniza volcánica suelta)	25	18.36	45
Estrato 2 (suelo arenoso limoso)	29	20.28	68

Nota. Numero de estrato, ángulo de fricción, peso específico, cohesión. Fuente: Irigoyen & Asociados (2016).

Para este talud se analizó las mayores alturas encontradas en las abscisas 1+350 a la 1+570, donde se encuentran cortes verticales que van desde los 30 a 35 metros de altura. Se presentan inclinaciones de pendiente con relación 1H:1.5V para el estrato inferior y 1H:1V para el estrato superficial. Para alturas de cada 10m se colocan terrazas de 3m de ancho, el factor de seguridad estático y pseudo estático con vales de 1.5 y 1.16 respectivamente.

Talud Enfarma 1

De igual manera el talud Enfarma es de las mismas características del talud Pingunchela y Tumbabiro, al estar conformada por un recubrimiento de suelo heterogéneo constituido por arena limosa y fragmentos de roca en descomposición, recubiertos por una capa organiza. Se presenta erosión producto de desgaste eólico e hídrico por presencia de flujo de agua superficial.

Tabla 8

Las condiciones geotécnicas del talud

Número de estratos	ϕ	ϒ (KN/m3)	C (KN/m2)
Estrato 1 (suelo arenoso limoso)	25	17.69	44.9
Estrato 2 (cantos y gravas matriz arenosa)	28	19.87	64
Estrato 3 (cantos y gravas matriz arenosa consolidada)	32	21.2	90

Nota. Numero de estrato, ángulo de fricción, peso específico, cohesión. Fuente: Irigoyen & Asociados (2016).

Según el análisis las secciones de corte con mayor altura se localizan en las abscisas 0+520 al 0+650, en las que se describen alturas de 30 a 40 metros. Se presentan pendientes en el estrato inferior de 1H:1.5V de pendiente y en estratos superiores 1H:1V, colocando terrazas de 3m de ancho a cada 10m de corte vertical. Se presentan factores de seguridad estático superior de 1.6 y pseudo-estático mayores a 1.3.

Talud Tapiapamba

Este talud se constituye de suelos finos limosos intercalados por capaz de arenas y fragmentos de roca angulares en proceso de descomposición. Poseen un recubrimiento de capa orgánica, con características litológicas de la zona son en su mayor parte depósitos glaciares, cantos y bloques de tipo morrénicos. Se presenta proceso de erosión eólica e hídrica por flujo de agua superficial.

Las condiciones geotécnicas del talud son las siguientes

Tabla 9

Las condiciones geotécnicas del talud

Número de estratos	ϕ	ϒ (KN/m3)	C (KN/m2)
Estrato 1 (cobertura arena limosa suelta)	25	17.69	44.9
Estrato 2 (cantos y gravas matriz arenosa)	28	19.87	64
Estrato 3 (cantos y gravas matriz arenosa consolidada)	29	20.47	73

Nota. Numero de estrato, ángulo de fricción, peso específico, cohesión. Fuente: Irigoyen & Asociados (2016).

De acuerdo a los análisis en la zona se consideró que las secciones de corte con mayor elevación se encuentran entre las abscisas 0+200 hasta 0+550, comprendiendo alturas de 30 a 50 metros. Para la estabilización de los cortes de dichas alturas se utiliza una pendiente en relación 1H:1V donde implementara terrazas de 3m de ancho a cada 10m de altura. el factor de seguridad estático mayor a 1.5 y pseudo estático mayor a 1.1.

Protección de taludes

Debido a las características de la zona en cuanto a la climatología, movimiento de tierras, pluviosidad, perdida de humedad en el suelo y trabajos a realizarse se ve en la necesidad de colocar una protección contra la erosión eólica e hídrica. Los tipos de protecciones que se encuentran en este proyecto son las siguientes:

Revestimiento de taludes por medios biotécnicas

Esta técnica cosiste en el uso de la vegetación arbustiva pequeña de crecimiento agresivo con raíces no profundas y de pequeño grosor, esto ayudara al talud con agarre, impermeabilidad, resistencia y confinamiento de materiales sueltos, lo que ayuda contra la erosión eólica y de aguas superficiales.

Para la utilización de esta técnica en los taludes mencionados se ha utilizado una geomanta flexible tridimensional, fabricada por filamentos gruesos de polipropileno que presentan más de 90% de vacíos. Esta es adecuada para suelos en ambientes severos y

garantiza el desarrollo de vegetación y permite que las semillas y plantas sembradas no sean arrastradas por las lluvias o por fuerza del viento.

Tabla 10

Protecciones de materiales

Tipo de material/Suelo	Relacion de pendiente de corte		Terraza	Proteccion de Talud
	Horizontal (H)	Vertical (V)		
Limo arenoso no cohesivos-friccionantes	1	1	3m Horizontal 10m Vertical	Vegetacion, Geomanta (estrato superior), Hormigon lanzado (estrato inferior)
Limo arenoso no cohesivos-friccionantes	1	1,5	5m Horizontal 10m Vertical	Vegetacion, Geomanta (estrato superior), Hormigon lanzado (estrato inferior)
Aglomerados volcánicos	1	2	3m Horizontal 10m Vertical	Redes de malla anclada

Nota. Tipo de material de talud y pendientes. Fuente: Irigoyen & Asociados (2016).

Tabla 11

Protecciones de materiales

Altura vertical del talud de corte (m)	Estrato	Relacion de pendiente de corte		Terraza	Proteccion de talud
		Horizontal (H)	Vertical (V)		
0-10	Todos	1	2	1,5m Horizontal	Siembra al boleo
10-20	Todos	1	1,5	3m Horizontal 10m Vertical	Hormigon lanzado o malla en la parte inferior + siembra al boleo parte superior
20-40	Estrato inferior	1	1,5	3m Horizontal 10m	Hormigon lanzado o redes de malla anclada
	Estrato superior	1	1	3m Horizontal	Geomanta + siembra al boleo
Mayor a 40	Todos	1	1	3m Horizontal 10m Vertical	Hormigon lanzado o redes de malla anclada en parte inferior/ geomanta o siembra al boleo en estrato superior

Nota. Tipo de material de talud y pendientes. Fuente: Irigoyen & Asociados (2016).

c) Estudios de impactos ambientales e ingeniería definitivos para la estabilización de taludes y deslizamientos, de varios sitios críticos en la carretera Guanujo-Echeandía.

El estudio está enfocado en el tramo de las abscisas 14+400 a la 15+200 en el proyecto que conecta las parroquias de Guanujo y Echeandía en la provincia de Bolívar, en las coordenadas Norte 9834850.00m y Este 715441.00m al nivel 2872 msnm.

Climatología

Mediante la información de los anuarios meteorológicos del instituto nacional de meteorología e hidrología del 2014 correspondientes a la estación de Salinas de la provincia de Bolívar y Echeandía. La influencia del clima varia de templado a frio con una temperatura promedio de 16 °C, ya que se encuentra con alturas de 2870 a 2890 msnm

en zonas montañosas de la cordillera de los andes. La precipitación media anual de la cuenca es de 567mm de precipitación con mayor influencia en el mes de enero y abril.

Geomorfología

El relieve y está relacionado con la geomorfología, morfología conforme a los procesos erosivos y riegos existentes en la zona que posee un área afectada que ocupa aproximadamente dos hectáreas que poseen unos rangos de pendientes tales como:

En la corona sobresalen escarpes de falla y presencia de grietas, generando una zona de descarga que paulatinamente ha ido provocando la infiltración de agua en los taludes superiores con pendientes de 20 ° a 35 ° en la corona del talud y en el cuerpo se presentan pendientes mayores de 45 ° lo cual equivale a un 80% de afectación del talud.

Tabla 12

Morfología

Pendientes (%)	Morfología	Procesos erosivos
70-100	Montañoso	Predomina la erosión hídrica, deslizamientos, caída de rocas, flujos de lodos y asentamientos; pero casi todos estos riegos son puntuales.
>100	Escarpado	

Nota. Pendiente, morfología y procesos erosivos. Fuente: Guerrero, P (2017).

Problemas Geológicos

Los inconvenientes que presenta el suelo en los taludes se debe a movimientos, esto se debe a que están conformados por materiales de baja compacidad que se encuentran intercalados por bloques de rocas y sustratos de roca meteorizada de tipo andesita, los cuales piden su resistencia por proceso de humedecimiento y secado.

Los procesos desencadenantes que activan los movimientos en el suelo se tienen los siguientes:

- Materiales de baja compacidad
- Alta escorrentía

- Morfología montañosa y pendientes muy abruptas.

Metodología de cálculo para la estabilización de taludes

Para el cálculo y diseño de la geometría del talud es necesario presentar las mejores condiciones de estabilización en base a la característica del sitio como parámetros geotécnicos, morfológicos, litología y drenaje. Por lo cual se ha utilizado el programa GEO-SLOPE para el análisis que utiliza el método general de equilibro limite. Para este método se utilizan las siguientes teorías de cálculo:

- Teoria de Mohr-Coulomb (factores de seguridad y momentos en dos direcciones)
- Factor de seguridad de equilibrio de momentos
- Factor de seguidad de equilibrio de fuerzas
- La fuerza normal en la base de la dovela
- Factor de seguridad
- Análisis pseudoestatico

Geometría del talud

Para el diseño geométrico del talud se optó por los taludes más representativos, determinados por las características geomecánicas de cada estrato en las que se toman algunas consideraciones como:

- Evitar desprendimiento de material rocoso hacia la vía con la implementación de terrazas cuya función es de recolectar los materiales sueltos.
- Implementar un sistema de drenaje de aguas lluvias en las terrazas, mediante la construcción de cunetas de hormigón que permita un adecuado flujo, evitando acumulación del líquido y filtraciones.

- Realizar mantenimiento rutinario en las terrazas de tal manera que los materiales no se acumulen excesivamente y lleguen afectar la vía.

Tabla 13

Parámetros geotécnicos para determinar la inclinación del talud

Estrato	Peso Volumétrico (gr/cm3)	Cohesión (kg/cm2)	Ángulo de fricción interna
Primer estrato	1,63	0,36	23,2
Segundo estrato	2,16	0,55	26,32
Tercer estrato	2,3	0,88	31,73

Nota. Peso volumétrico, cohesión y ángulo de fricción. Fuente: Guerrero, P (2017).

Desacuerdo al programa Geo-SLOPE, tomando las condiciones del talud más críticas en función de la altura y los requisitos antes mencionados se obtuvo una relación de talud 1H:2V con factores de seguridad estáticos y dinámicos de 1.36 y 1.05 respectivamente.

Tabla 14

Geometría recomendada del talud

Abscisas	Altura de talud Analizado	Recomendació
14+400	30m	inclinación: 1H:2V talud con bermas a cada 10m de altura con 3m de ancho

Nota. Talud de corte cumple con los factores de seguridad requeridos. Fuente: Guerrero, P (2017).

d) Estudio de ingeniería definitivos para la ampliación a 4 carriles de la vía Ambato-Riobamba de 44.806 km de longitud y obras complementarias.

Metodología de cálculo para la estabilización de taludes

En base a la estratigrafía de los taludes de la vía Ambato-Riobamba, se realizó el análisis de los modelos de estabilidad mediante el método de equilibrio límite, basado en la división de la masa desplazada de dovelas, por lo tanto, se obtiene la distribución de

esfuerzos normales a lo largo de la superficie de rotura o falla. Para los diferentes análisis se desarrolló en base a los siguientes métodos. Bishop modificado, Janbu generalizado y Morgenstern Price, en el que se presenta el factor de seguridad más bajo para cada caso.

Parámetros de calculo

Para este estudio se analizó 3 modelos de estabilización de taludes de corte. Esto se obtuvo a partir de la información geotécnica, reconociendo los siguientes valores para cada modelo.

Tabla 15

Parámetros geotécnicos de los modelos de estabilidad

Abscisa	Estrato	Espesor (m)	ϕ (°)	ϒ (KN/m3)	C (KN/m2)
5+200	Cenizas compactas	14	40	15,3	330
	Superficial	12	26,1	18	54,2
	Segunda	5,5	27,5	18,7	62,5
18+440	Tercer	12	31,5	20,3	127,7
	Cenizas compactas	>15	34,8	20,3	138,9
34+000	Aglomerados	21	38	19	20

Nota. Parámetros geotécnicos, abscisas 5+200; 18+440;3 4+000. Fuente: Geosuelos CIA. LTDA. (2017).

Aceleración sísmica

Al estar el proyecto ubicado en las provincias de Tungurahua y Chimborazo, zona sísmica V, se establece una aceleración de la gravedad de 0.4g, un coeficiente de aceleración horizontal de 0.3g, un coeficiente vertical de 0.1g y un factor de seguridad mayor a 1.05.

Geometría de los modelos de taludes

Mediante los parámetros y características geológicas que se encuentra a lo largo de la vía se obtienen las geometrías recomendadas para cada tramo de talud de corte. Esto se detalla a continuación.

Tabla 16

Geometría de talud por abscisa

Abscisa	Descripción de la etapa	Factor de seguridad	
		Estático	pseudoestático
5+200	talud de corte con inclinacion 1H:2V, parte superior (últimmo 3m y solo si la altura es mayor a 10m) con inclinación 1,5H:1V, bermas de 3m de ancho cada 10m de altura.	10,67	6,04
18+440	talud de corte con inclinacion 1H:1V, parte superior(últimmo 3m y solo si la altura es mayor a 10m) con inclinación 1,5H:1V, bermas de 3m de ancho cada 10m de altura.	1,87	1,09
34+000	talud de corte con inclinacion 1H:2V, parte superior(últimmo 3m y solo si la altura es mayor a 10m) con inclinación 1,5H:1V, bermas de 3m de ancho cada 10m de altura.	3,04	1,69

Nota. Geometría de talud por abscisa con factores de seguridad estático y pseudoestático. Fuente: Geosuelos CIA. LTDA. (2017).

3.4.1.3. Elección de tres tipos de secciones de corte más utilizadas

Acorde a la investigación realizada y los estudios realizados para la ejecución de los diferentes proyectos viales localizados en nuestro país, obtenidos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), en donde se recolecto la información principal de los proyectos más relevantes según los criterios de diseño, conformación y estabilidad de taludes de corte.

La información recolectada se obtuvo de los proyectos “Proyecto acceso norte nuevo aeropuerto de Quito-Provincia de Pichincha”; “Proyecto accesos viales en la ciudad del conocimiento “Yachay” Tramo 1 (Ibarra-Tulcán); Tramo 2 (sector Salinas); Tramo 3 (Urcuqui-Tumbabiro) y tramo 4 (inicia en el tramo 1 y empata con el tramo 3),

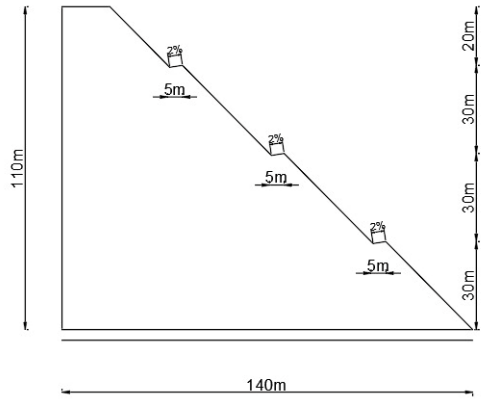
ubicados en la provincia de Imbabura"; "Estudios de impactos ambientales e ingeniería definitivos para la estabilización de taludes y deslizamientos, de varios sitios críticos en la carretera Guanujo-Echeandía"; "Estudio de ingeniería definitivos para la ampliación a 4 carriles de la vía Ambato-Riobamba de 44.806km de longitud y obras complementarias". En estos proyectos se obtuvo información tanto de memorias de cálculo, informes y planos, donde se presenta el tipo de suelo, metodologías de diseño, métodos de contención, climatología, geomorfología, aceleración sísmica del sitio y las características y geometría de cada talud.

En base a las características geométricas de los diferentes tipos de taludes, se considera que existen algunas semejanzas entre ellos. Por lo tanto, se elige tres tipos de taludes más con diferentes pendientes, anchos de bermas, alturas y conformación de obras de drenaje. Entre estos tenemos los siguientes:

El primer talud comprende de una inclinación 1H:1V, el cual posee bermas de 5m de ancho, las cuales serán construidas a cada 30m de altura en proyecciones de taludes de hasta 110m de altura.

Figura 7

Talud 1H:1V del Proyecto acceso norte nuevo Aeropuerto de Quito

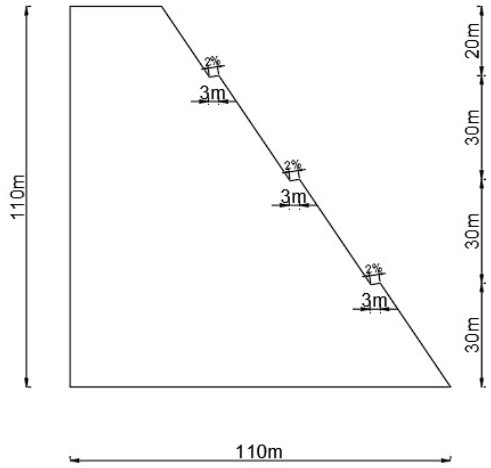


Nota. Talud con bermas de 5m de ancho cada 30m de altura (s/e). Elaborado por: Los Autores

El segundo talud comprende de una inclinación 2H:3V, el cual posee bermas de 3m de ancho, las cuales serán construidas a cada 30m de altura en proyecciones de taludes de hasta 110m de altura.

Figura 8

Talud 2H:3V del Proyecto acceso norte nuevo Aeropuerto de Quito

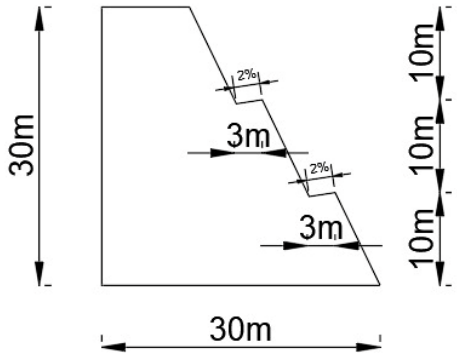


Nota. Talud con bermas de 3m de ancho cada 30m de altura (s/e). Elaborado por: Los Autores

El tercer talud comprende de una inclinación 1H:2V, el cual posee bermas de 3m de ancho, las cuales serán construidas a cada 10m de altura en proyecciones de taludes de hasta 30m de altura.

Figura 9

Talud 1H:2V del Proyecto de estabilización de taludes y deslizamientos en la carretera Guanujo-Echeandía



Nota. Talud con bermas de 3m de ancho cada 30m de altura (s/e). Elaborado por: Los Autores

CAPÍTULO IV

MODELACIÓN DE TALUDES EN EL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER

4.1. Conceptos generales del módulo

4.1.1. Recopilación de taludes en Civil 3D

Se obtiene los diferentes tipos de taludes en la opción Tool Palettes, en la sub sección Daylight, donde se encuentran diferentes tipos para una gran variedad de casos a presentarse en una vía.

Figura 10

Subassemblys de taludes de corte Civil 3D

Nota. Tipos de taludes de la sección Daylight en pestaña Tool Palettes. Fuente: Irigoyen (2014)

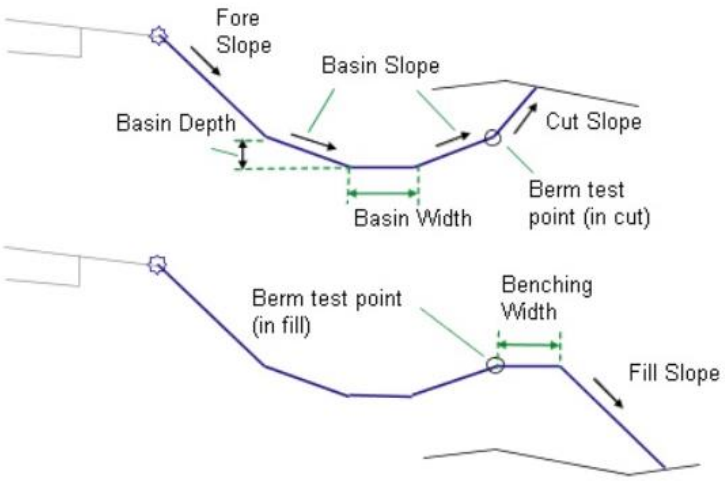
- **Talud de intersección Cuenca (Daylight Basin)**

El siguiente Subassembly permite crear taludes en cuencas con desmontes, donde se puede ingresar profundidad, anchura, talud interior, talud en desmonte de la cuenta. De igual manera se podrá especificar la anchura de arcén, punto de prueba de arcén en

terraplén y talud en terraplén. Para todos parámetros se puede implementar el material de revestimiento, con su espesor requerido.

Figura 11

Talud de intersección Cuenca (Daylight Basin)



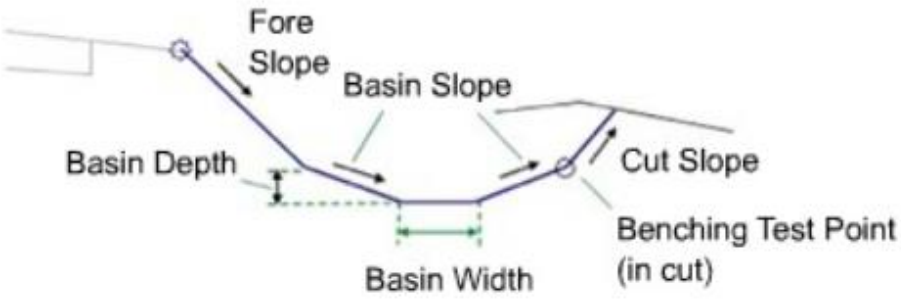
Nota. Sección transversal con parámetros de intersección cuenca. Fuente: Civil 3D (2022)

- **Talud de intersección Cuenca 2 (DaylightBasin 2)**

Para este subassembly se constituye con los mismos parámetros conformados por el Talud de intersección Cuenca (DaylightBasin), como indica Autodesck (2022) en el talud "la berma es opcional en condiciones de terraplén. Si no incluye ninguna berma, se añadirá un talud de zona libre y después, un talud de terraplén de intersección", se esta manera controlamos la colocación de la berma según su requerimiento.

Figura 12

Talud de intersección Cuenca 2 (Daylight Basin 2)



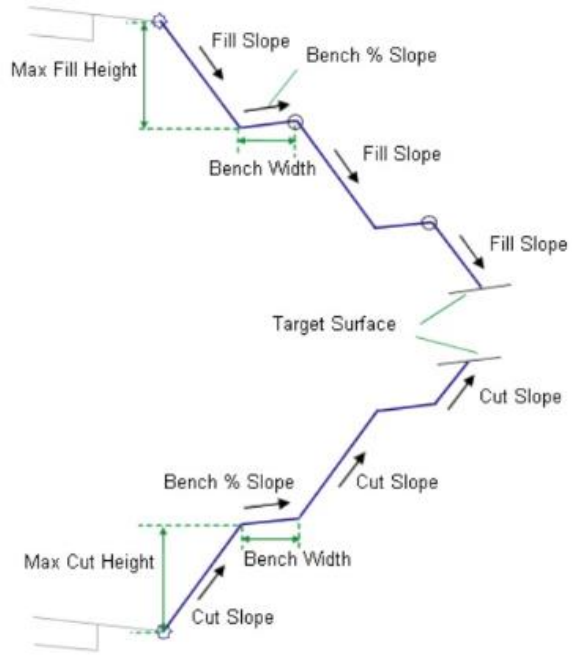
Nota. Sección transversal con parámetros de intersección cuenca 2. Fuente: Civil 3D (2022)

- **Talud de intersección Bancada (Daylight Bench)**

El subassembly se utiliza para la creación de taludes con diferentes bancadas las cuales pueden ser continuas, las cuales están constituidas con terraplenes conforme el alineamiento horizontal y la topografía que se contemple en el tramo vial. Permite especificar de manera opcional los materiales del revestimiento, también se puede modificar las dimensiones de los siguientes parámetros como la altura máxima en terraplén, talud en terraplén, anchura y pendiente de bancada, altura máxima de desmonte.

Figura 13

Talud de intersección Bancada (Daylight Bench)



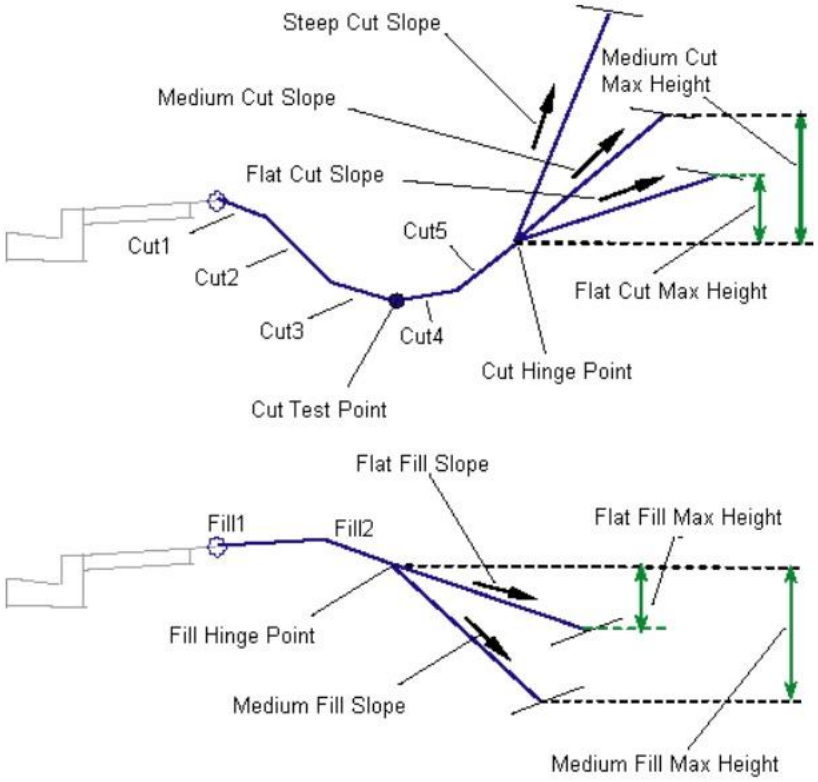
Nota. Sección transversal con parámetros de talud de intersección bancada. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección General (Daylight General)**

Este subassembly permite elaborar secciones de corte generalizada para conformar una variación de configuraciones de una zona libre, con diferentes alturas de desmonte donde se realizará desde el borde la carretera hasta su punto más alto. Se tiene diferentes secciones generalizadas como taludes en desmonte empinado, desmonte medio y desmonte plano, con sus respectivas alturas máximas de las mismas. Se constituyen también la altura máxima de terraplén plano y medio.

Figura 14

Talud de intersección General (Daylight General)



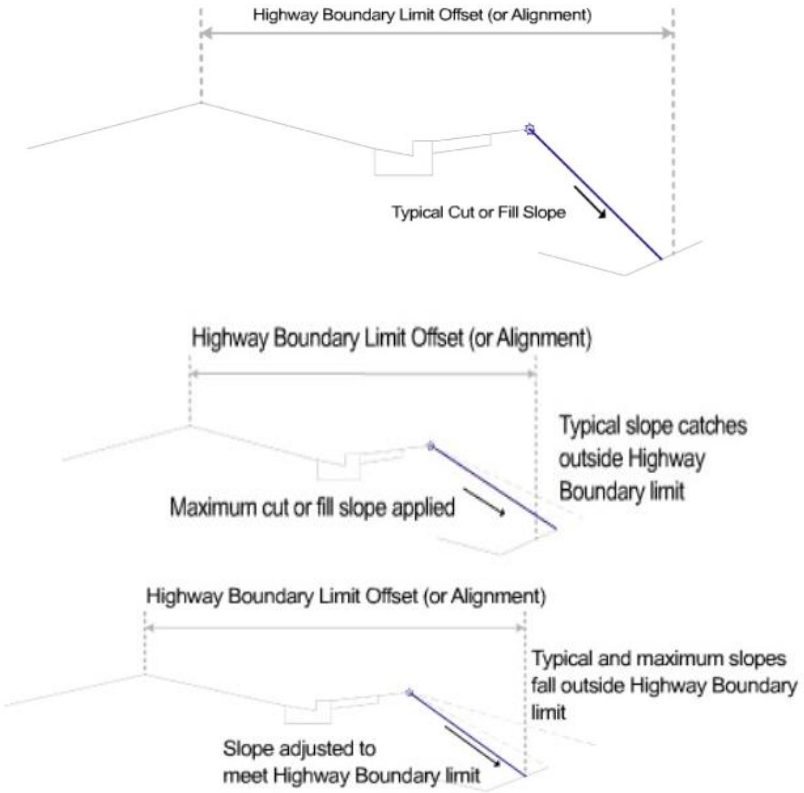
Nota. Sección transversal con parámetros de talud de intersección general. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección dentro de servidumbre de paso (Daylight Inside ROW)**

Este subassembly es utilizado en secciones donde se requiere un relleno o se conformara un terraplén en la que existen tres casos típicos, taludes en desmonte o terraplén típico, talud ajustado a los límites de servidumbre de paso, talud en desmonte o terraplén máximo aplicado.

Figura 15

Talud de intersección dentro de servidumbre de paso (Daylight Inside ROW)



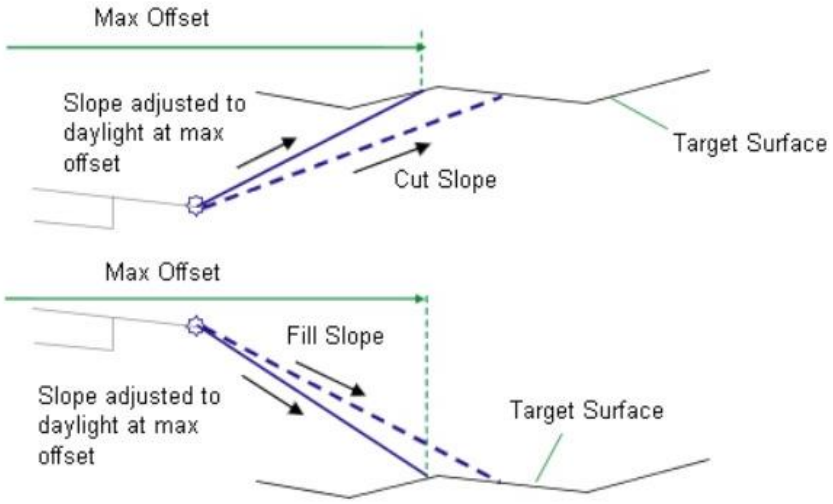
Nota. Tres casos de la sección transversal de taludes de desmonte o terraplenes. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección Máximo Desfase (Daylight Max Offset)**

Se puede realizar en el subassembly un desmonte en base a un vértice el cual se dirige desde un punto de la sección vial hasta en la parte más alta del corte a realizar. Se podrá implementar los materiales de revestimiento con su respectivo espesor en los tres intervalos que comprenden el talud.

Figura 16

Talud de intersección máximo desfase (Daylight Max Offset)



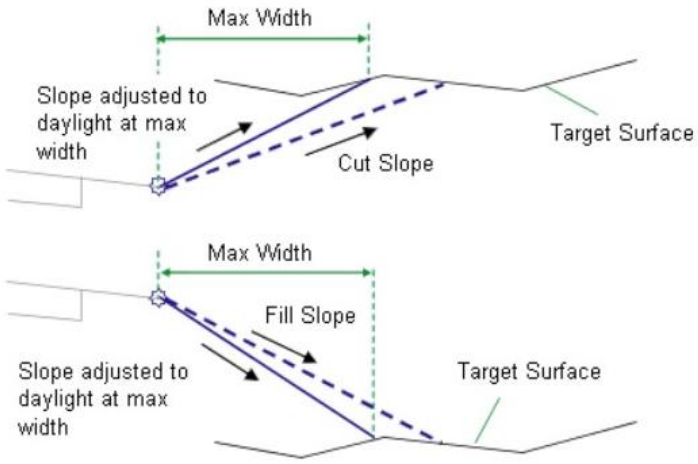
Nota. Intersección máxima desfase con sus componentes. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección Máxima Anchura (Daylight Max Width)**

En este subassembly el cual posee las condiciones similares al Daylight Max Offset, con una excepción la cual comprende el ajuste del valor del vértice con el fin de alcanzar una anchura máxima desde el borde de la sección vial.

Figura 17

Talud de intersección máximo anchura (Daylight Max Width)



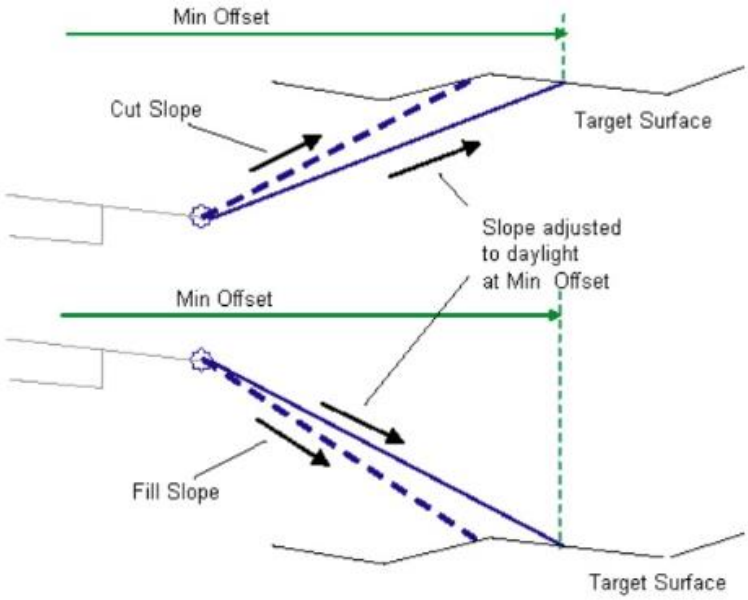
Nota. Intersección máxima anchura con sus componentes. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección Mínimo Desfase (Daylight Min Offset)**

Se permites en este subassembly realizar secciones de corte en las que se el vértice de desmontes está por encima del desfase mínimo desde el punto de la línea base, se podrá colocar los materiales de revestimiento con su respectivo espesor.

Figura 18

Talud de intersección mínimo desfase (Daylight Min offset)



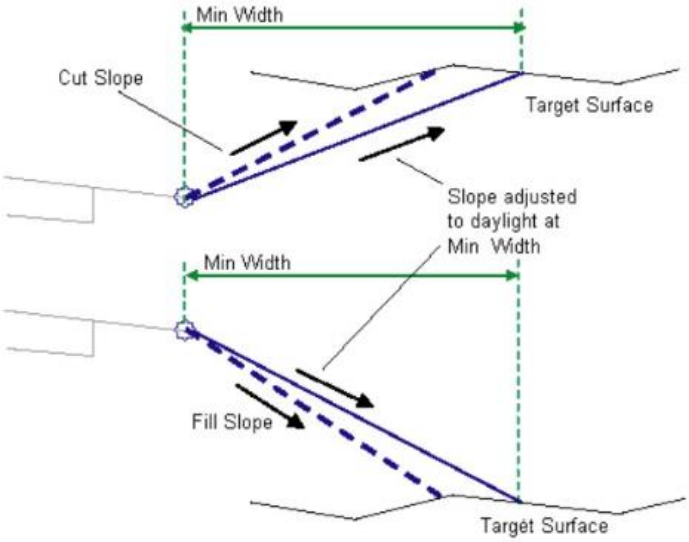
Nota. Intersección mínima a desfase con sus componentes. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección Mínima Anchura (Daylight Min Width)**

En este subassembly el cual posee las condiciones similares al Daylight Min Offset, con una excepción la cual comprende el ajuste del valor del vértice con el fin de alcanzar una anchura mínima a desde el borde de la sección vial.

Figura 19

Talud de intersección mínima anchura (Daylight Min Widht)



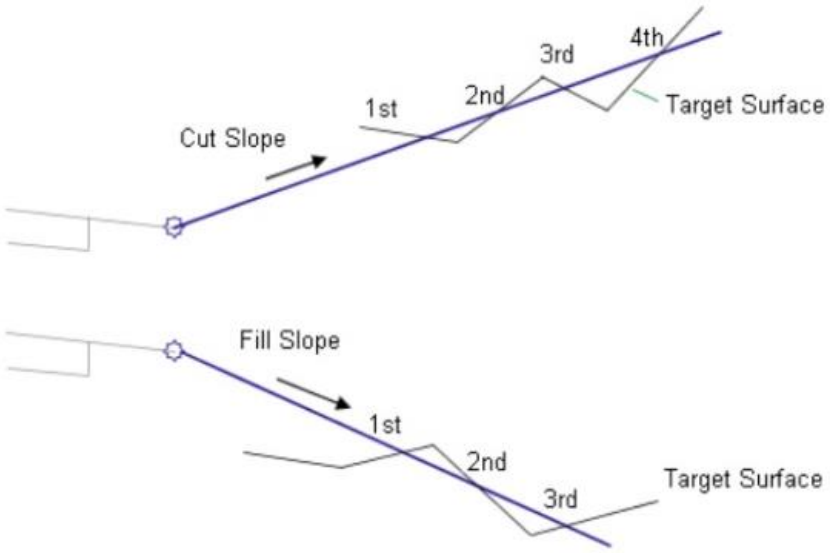
Nota. Intersección mínima desfase con sus componentes. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección Varias interceptaciones (Daylight Multi lntercept)**

Se puede utilizar este subassembly para realizar desmonte en la cual se tenga una superficie irregular la cual puede contener vértices entrantes y salientes. Por lo cual el objetivo es localizar los vértices los cuales serán ordenados por sus diferentes desfases en forma creciente desde la línea base.

Figura 20

Talud de intersección varias interceptaciones (Daylight Multi Intercept)



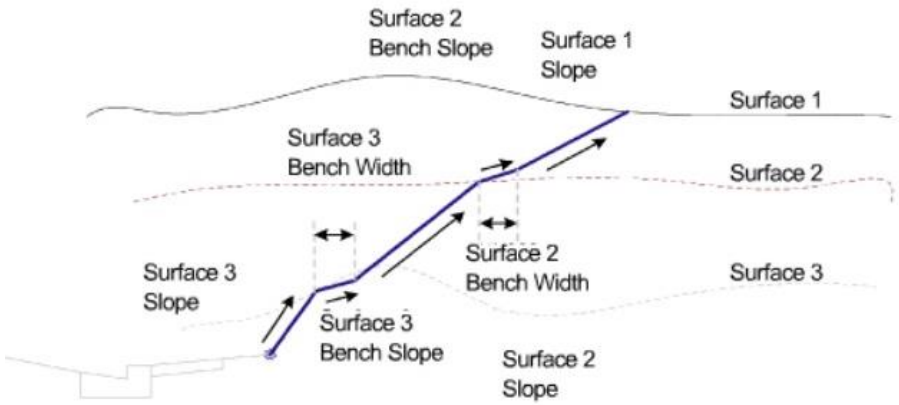
Nota. Interceptaciones con varios vértices. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de intersección Varias Superficies (Daylight Multiple Surface)**

Posee el subassembly tres tipos de superficies de taludes en las cuales sus capas tendrán sus respectivos taludes de bancada, incluyendo las anchuras, se comprobará si se encuentra el talud por debajo de la superficie requerida conforme al punto de intersección de la vía.

Figura 21

Talud de intersección varias superficies (Daylight Multiple Surface)



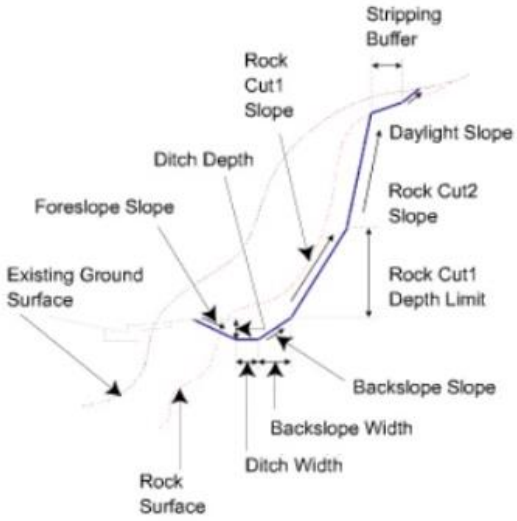
Nota. Parámetros de talud de múltiples superficies. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de Intersección Desmonte Roca (Daylight Rock Cut)**

En el subassembly de Desmonte Roca permite colocar una sección de corte sobre una superficie rocosa, en la cual se incluye una sección de talud con la respectiva cuneta. En caso de que el terreno no sea pesimamente rocoso es subassembly poseerá las mismas características que el Sideslope Cut Ditch en la sección Basic de la pestaña de subassemblys.

Figura 22

Talud de intersección Desmonte Roca (Daylight Rock Cut)



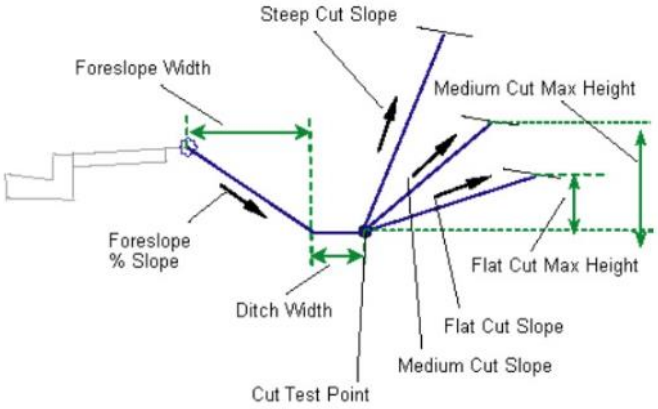
Nota. Parámetros de talud de intersección desmonte roca con talud y cuneta. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de Intersección Estándar (Daylight Standard)**

Este subaseembly define un talud estándar el cual se define por condiciones del usuario los cuales pueden ser taludes máximos, medios y planos. Todo esto se da en una situación de corte o desmonte.

Figura 23

Talud de Intersección Estándar (Daylight Standard)



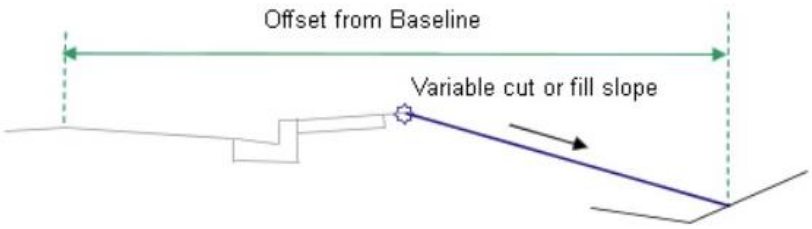
Nota. Parámetros de talud de intersección estándar en corte. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de Intersección hasta desfase (Daylight to Offset)**

El siguiente subassembly es utilizado para secesiones de desmonte en relleno las cuales van desde la línea base exterior de la sección vial hasta el punto de intersección con el relleno. También nos permite incluir el revestimiento y materiales a utilizarse con sus respectivos espesores.

Figura 24

Talud de Intersección hasta desfase (Daylight to Offset)



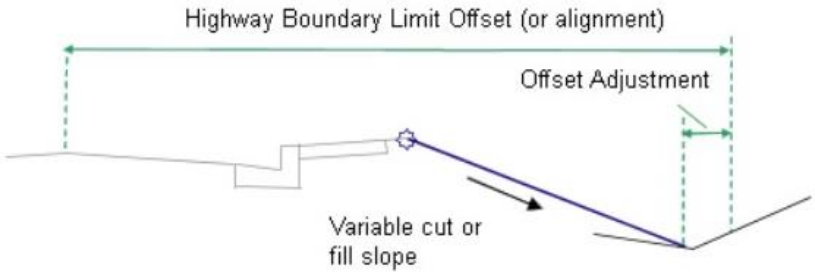
Nota. Parámetros de talud de intersección hasta desfase. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Talud de Intersección hasta servidumbre de paso (Daylight to Row)**

El siguiente subassembly es utilizado para secesiones de desmonte en relleno las cuales van desde la línea base exterior de la sección vial hasta el punto límite de la sección servidumbre con el relleno. También nos permite incluir el revestimiento y materiales a utilizarse con sus respectivos espesores.

Figura 25

Talud de Intersección hasta servidumbre de paso (Daylight to Row)



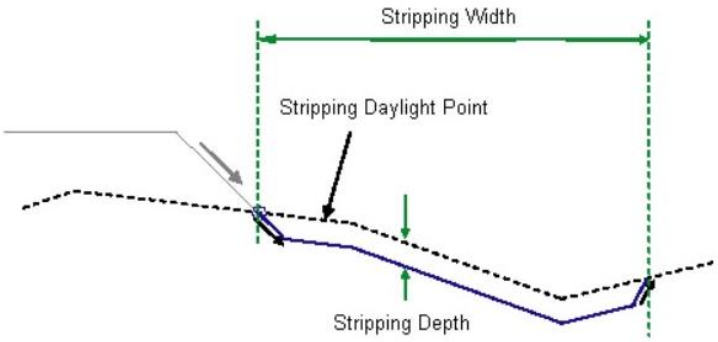
Nota. Parámetros de talud de intersección hasta desfase. Fuente: Civil 3d (2022)

- **Vaciado de capa superior de suelo (Stripping Top Soil)**

El subassembly Stripping Top Soil, como su nombre lo indica permite retirar, remover o vaciar la capa superficial del suelo adyacente a la sección vial formando una sección de corte.

Figura 26

Vaciado de capa superior de suelo (Stripping Top Soil)



Nota. Sección adyacente de vaciado de suelo. Fuente: Civil 3d (2022)

4.2. Descripción de los comandos de las ventanas del Modulo

4.2.1. Funciones de comandos en el módulo Subassembly Composer

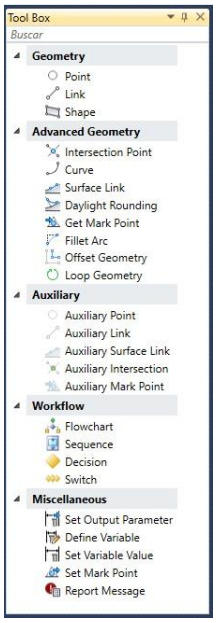
El programa Subassembly Composer es un módulo de Autodesck Civil 3D que nos permite crear secciones típicas para diseños viales. Se explicará algunos componentes esenciales para la utilización del mismo en las 5 ventanas de su interfaz que son: Caja de herramientas, Diagrama de flujo, Vista previa, Propiedades y Configuraciones y parámetros.

4.2.1.1. Caja de herramientas o Tool Box

Esta ventana del módulo contiene las herramientas de dibujo y organización del Subassembly en las que se encuentra Geometry, Advanced Geometry, Auxiliary, Workflow, Miscellaneous.

Figura 27

Caja de herramientas o Tool Box



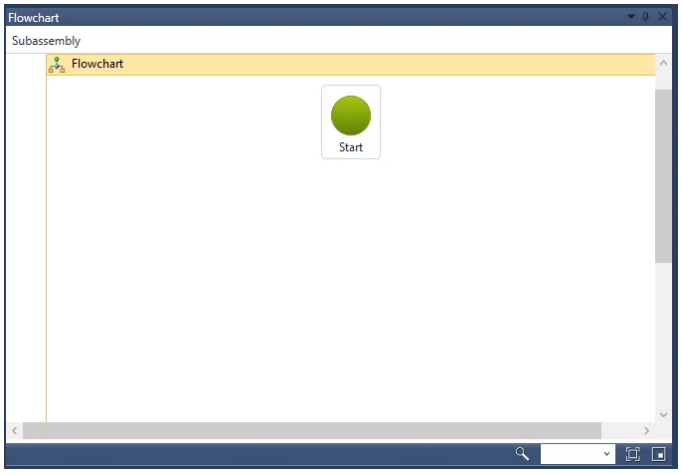
Nota. Caja de herramientas del Subassembly Composer. Fuente: FDOT (2018)

4.2.1.2. Diagrama de Flujo o Flowchart

Muestra la organización de los diferentes elementos que posee el subasembly.

Figura 28

Diagrama de Flujo o Flowchart



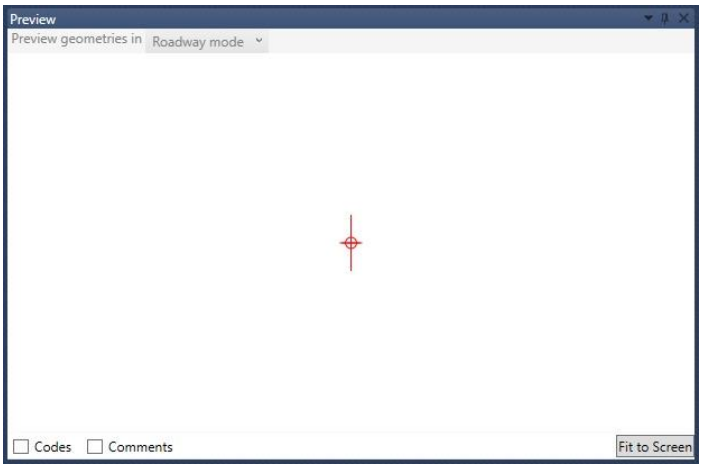
Nota. Diagrama de Flujo del Subassembly Composer. Fuente: FDOT (2018)

4.2.1.3. Vista Previa

Área grafica de herramienta donde se mostrará el dibujo del subassembly creado.

Figura 29

Vista Previa o Preview



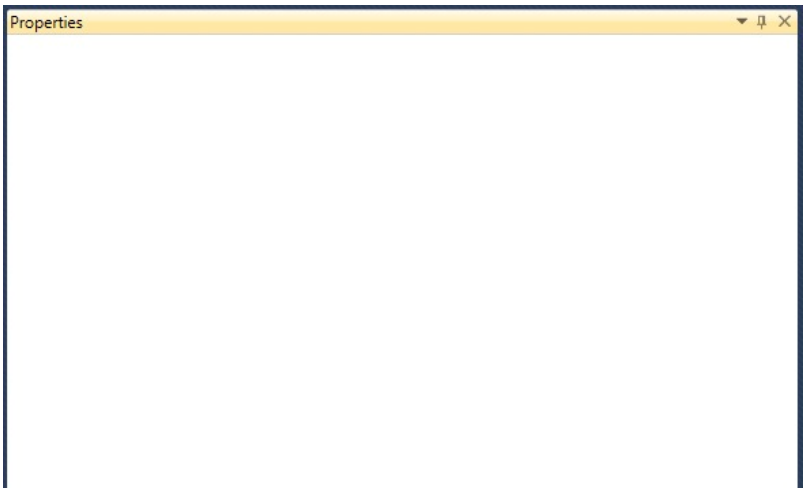
Nota. Vista Previa del Subassembly Composer. Fuente: FDOT (2018)

4.2.1.4. Propiedades o Properties

Muestra las características que define cada elemento que forma el subassembly.

Figura 30

Vista Propiedades o Properties



Nota. Propiedades del Subassembly Composer. Fuente: FDOT (2018)

4.2.1.5. Ventanas de trabajo

4.2.1.5.1. Packet Settings

Configuración de salida del subassembly

4.2.1.5.2. Input/Output Parameters

Datos paramétricos de elementos del subassembly.

4.2.1.5.3. Target Parameters

Creación y edición de superficies.

4.2.1.5.4. Superelevation

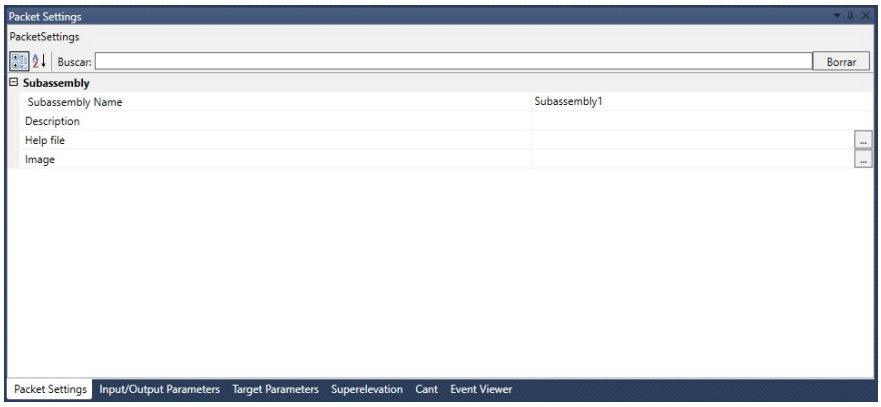
Configuración de súper elevaciones de elementos.

4.2.1.5.5. Event Viewer

Compilado de errores o advertencias que presenta por inconsistencias del diseño.

Figura 31

Vista Propiedades o Properties



Nota. Ventanas de trabajo del Subassembly Composer. Fuente: FDOT (2018)

4.3. Desarrollo de un talud tipo en el módulo

Conforme las herramientas señaladas que posee el módulo Subassembly Composer, se procede a explicar de una manera simplificada el proceso que conlleva la elaboración de un talud de corte con las siguientes características, en las que encontramos

pendiente de 1H:1V, es decir con ángulo de inclinación de 45°, en donde se colocan bermas de 5m de ancho por cada 30m de altura.

En cuanto a las características estructurales del pavimento y su drenaje de la sección de la vía, se consideran las características montañosas de la región de donde fueron obtenidos los taludes de corte analizados. Para esto se considera una vía clase tipo tres de perfil montañoso, en donde se obtiene los siguientes valores de la Norma de diseño Geometrico-2003:

- Ancho de la calzada total: 6.7m
- Ancho de calzada derecha: 3.35m
- Ancho de calzada izquierda: 3.35m
- Ancho de espaldones estables: 1m
- Ancho de cuneta: 0.7m
- Altura de Cuneta: 0.3m
- Ancho de Contra Cuneta: 0.5m
- Pendiente de Contra Cuneta: 15%
- Pendiente Interna de Cuneta: 2:1
- Pendiente Externa de Cuneta: 2:3
- Gradiente transversal para pavimento: 2%
- Gradiente transversal para espaldones: (2-4) %, optado 4%
- Espesor de la cara de rodadura: 0.05m
- Espesor de la Base: 0.15m
- Espesor de la Sub-Base: 0.15m
- Espesor del Mejoramiento: 0.3m

Figura 32

Tabla de diseño de la MOP-2003

República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

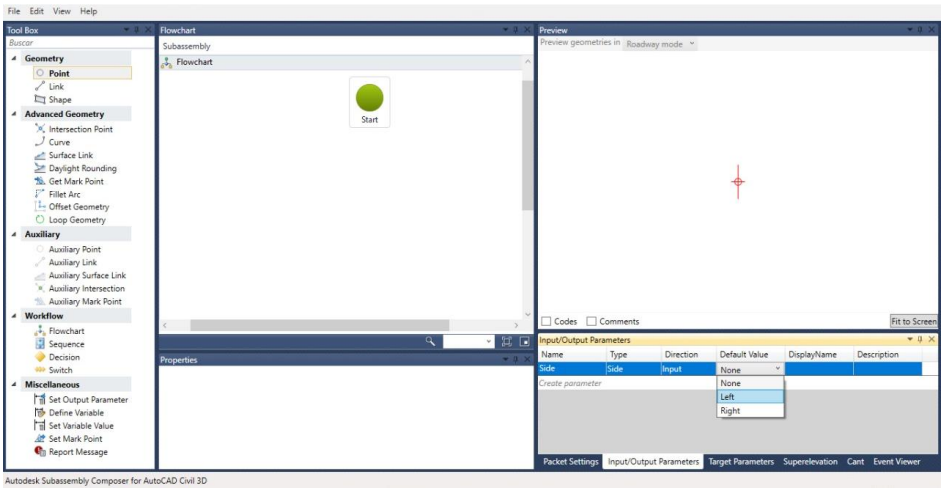
NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA[1]						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA[1]						CLASE III 300 – 1 000 TPDA[1]						CLASE IV 100 – 300 TPDA[1]						CLASE V MENOS DE 100 TPDA[1]					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25[9]	60	50	40	50	35	25[9]
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20[9]
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)											
Coeficiente "K" para: [2]																														
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal [3] máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal [4] mínima (%)	0,5%																													
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 [8]					
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado					
Ancho de espaldones [5] estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---					
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7) 4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0					
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0[6] - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---					
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Puentes Carga de diseño	HS - 20 – 44; HS – MOP; HS - 25																													
Puentes Ancho de la calzada (m)	SERÁ LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
Puentes Ancho de Aceras (m) [7]	0,50 m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																														

Nota. Valores de diseño recomendados para carreteras. Fuente: MOP-2003

Para la creación de esta sección vial de talud de corte se inicia el modulo y se abre una nueva ventana de trabajo. A continuación, nos dirigimos a la ventana input/output parameters, donde se selecciona el punto de inicio.

Figura 33

Paso 1

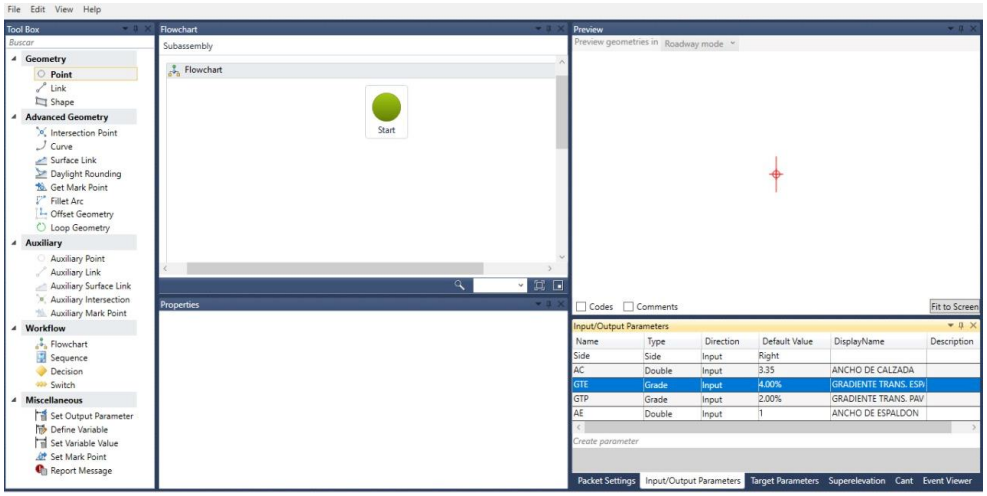


Nota. Colocación de punto de inicio. Elaborado por: Los Autores

En la opción Defaul Value en la ventana Imput/Output Paremeters se indica en qué dirección se va iniciara el punto de origen ya sean a la derecha o izquierda, en el cual se coloca Right para que los comandos sean positivos en esta dirección. Se crea nuevos parámetros haciendo clic en la opción Create parameter en donde se crea el parámetro AC (Ancho De Calzada), AE (Ancho De Espaldón), se selecciona en Type la opción Double para crear líneas con un origen y un fin. Tambien, se crea los parámetros GTE (Gradiente Transversal Espaldón), GTP (Gradiente Transversal de Pavimento), se selección a en Type la opción Grade para indicar la inclinación de la pendiente en porcentaje. Se coloca los valores optados de la tabla de MOP-2003 colocados en cada parámetro en la sección Default Value.

Figura 34

Paso 2

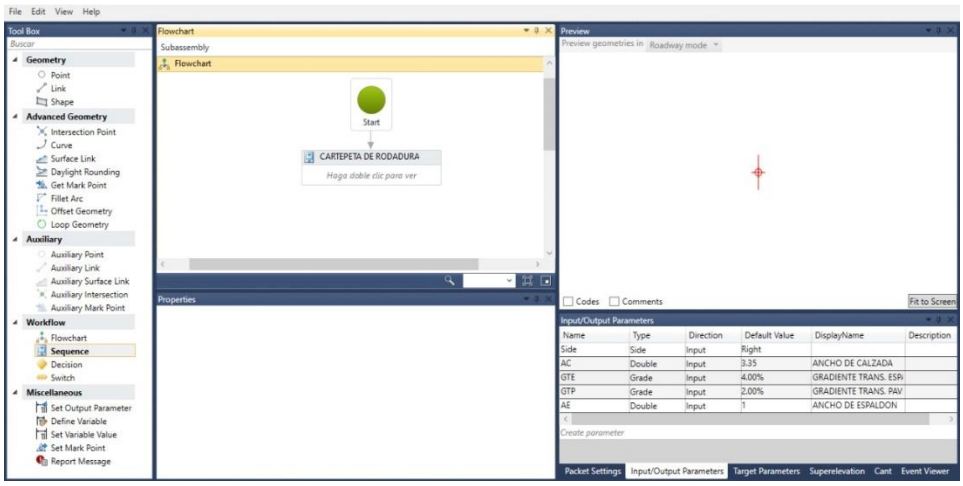


Nota. Colocación de parámetro (Side, AC, AE, GTP, GTE). Elaborado por: Los Autores

Se procede a arrastrar de la sección Workflow la opción Sequence hacia la ventana Flowchar, la cual permitirá desarrollar dentro de la ventana la colocación de puntos, líneas y áreas para generar la sección llamada Carpeta Asfáltica.

Figura 35

Paso 3



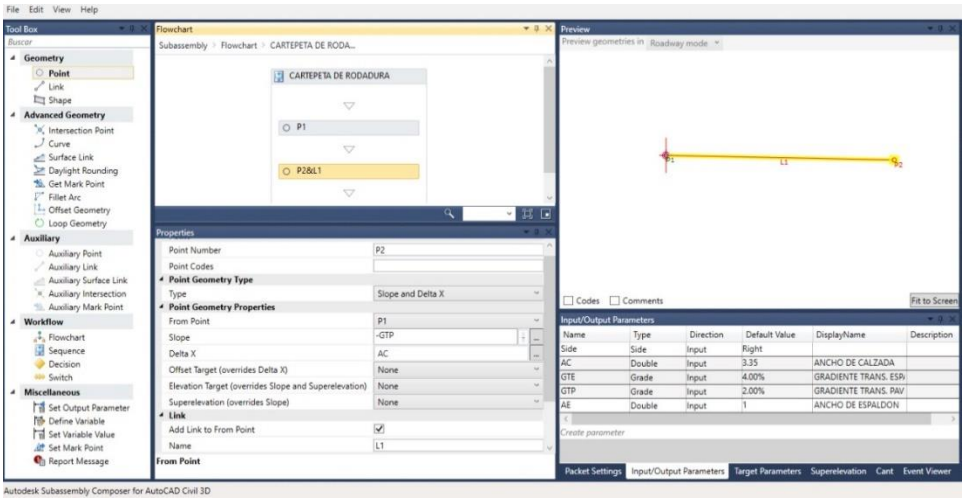
*Nota.*Ventana Sequence Carpeta Asfáltica. Elaborado por: Los Autores

Dentro de la ventana Carpeta De Rodadura se arrastra Point denominado P1 el cual será nuestro punto de partida, se arrastra otro punto denominado P2, donde se cambia en la sección Point Geometry Type seleccionando Slope and Delta X ya que necesita colocar una pendiente y desplazamiento en x.

En la sección Point Geometry Properties, en la opción From Point se selecciona el punto de partida (P1), en Slope ingresamos el parámetro (-GTP), en el cual el signo negativo indica el sentido de la pendiente, en Delta X se coloca el parámetro (AC). Para poder añadir una línea en la sección Link, se pone check en la opción Add Link to From Point generando así la línea uno (L1).

Figura 36

Paso 4

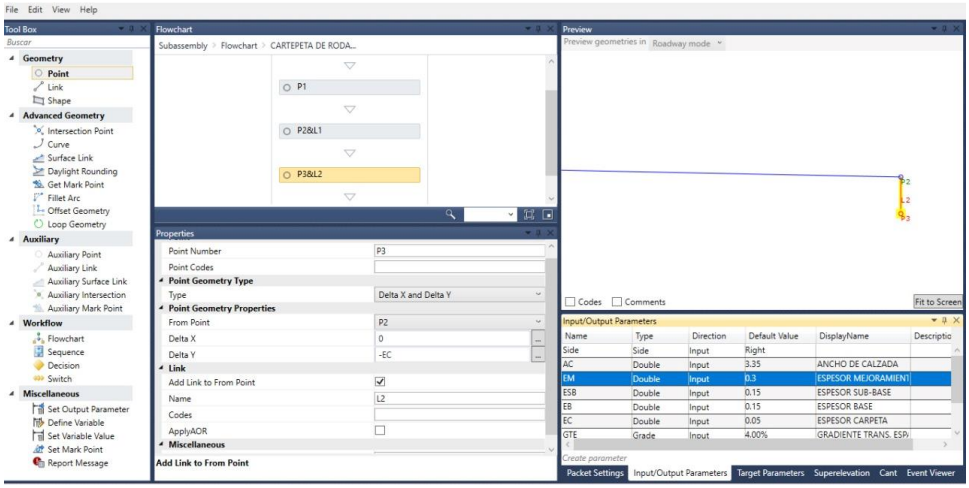


Nota. Creación de P1, P2 y L1. Fuente: Elaborado por: Los Autores

Se crean nuevos parámetros de espesor de la carpeta (EC), espesor de la base (EB), espesor sub-base (ESB) y espesor de mejoramiento (EM) los cuales son Type Doble. Se añade el punto tres (P3) en la sección Flowchart y se modifican en la sección Point Geometry Type seleccionando Delta X and Delta Y ya que necesitamos establecer un punto de origen y distancias en sentido X y Y de ser necesarias. La sección Point Geometry Properties, se modifica la opción From Point, donde se selecciona el punto de partida (P2), Delta X se coloca un valor igual a 0 ya que no se requiere desplazamientos en esta dirección, Delta Y se coloca el parámetro EC con signo negativo indicando la dirección del punto tres (P3). Posteriormente se añade una línea en la sección Link, al hacer check en la opción Add Link to From Point generando así la línea uno (L2).

Figura 37

Paso 5

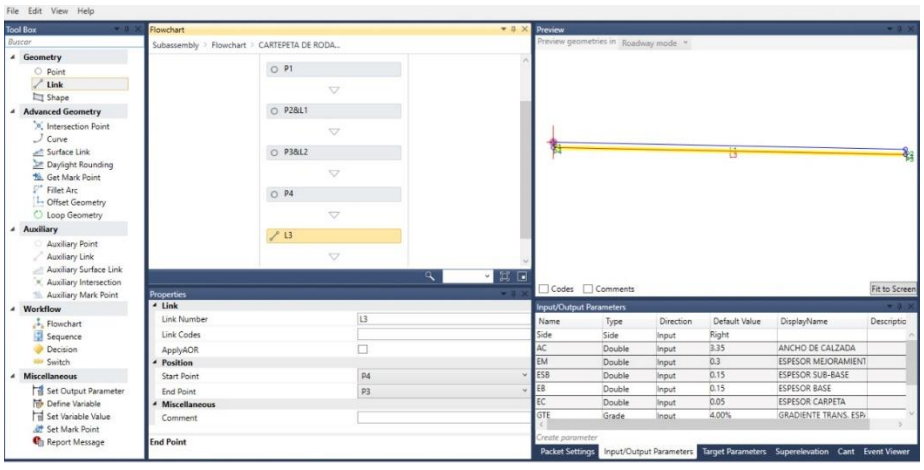


Nota. Creación de parámetros EC, EB, ESB, EM, punto y línea P3 y L2. Elaborado por: Los Autores

Posteriormente se hace la colocación del Punto (P4) partiendo del punto de origen (P1) y creándose así la línea (L3), se agrega un Link (Línea) desde Tool Box hacia Flowchart, de la sección Position se elegirá en Start Point el punto (P3) y en End Point el punto (P4).

Figura 38

Paso 6

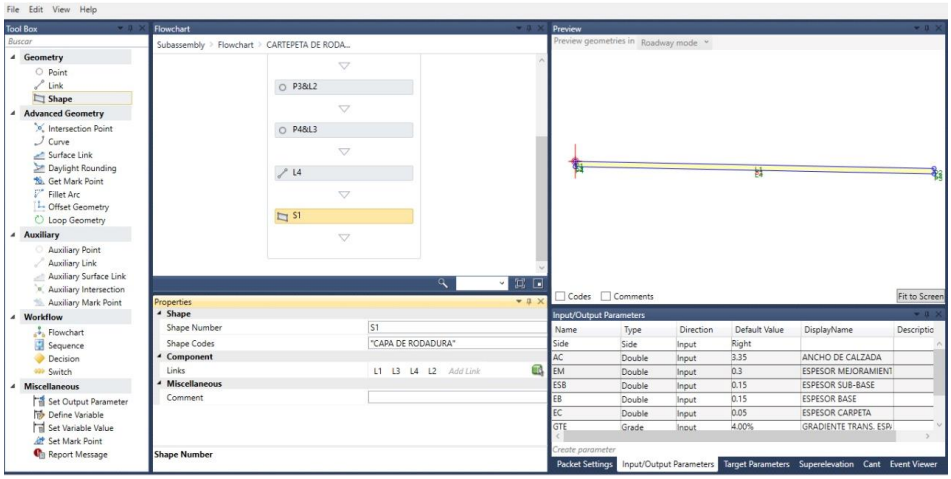


Nota. Colocación del P4, L3 y L4. Elaborado por: Los Autores

Se realiza la creación de un área (S1), para lo cual se usa Shape ubicado en la ventana Tool Box, la que se arrastra a la ventana Flowchart. Esta nos permite seleccionar el área en la sección Component-Link se da clic en Select Shape in Preview , para posteriormente seleccionar el área requerida en la ventana Preview, esta área tendrá en su código el nombre Capa de Rodadura.

Figura 39

Paso 7



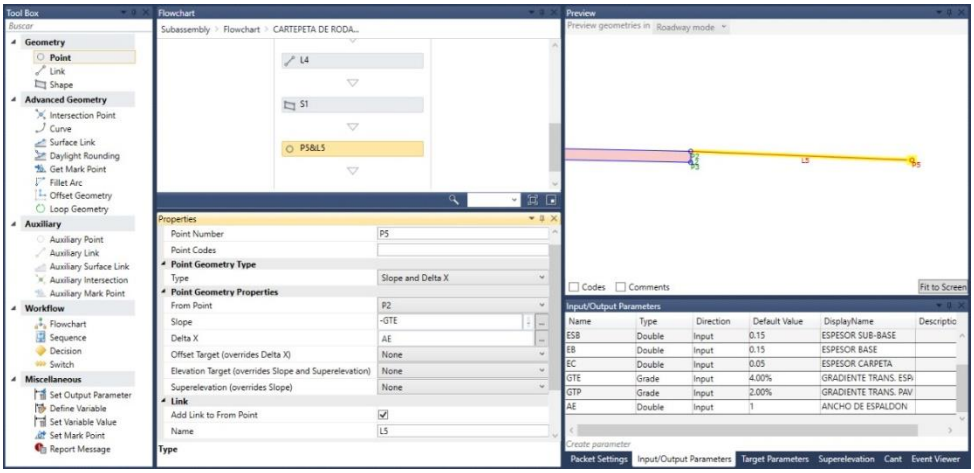
Nota. Creación de área S1. Elaborado por: Los Autores

Se inicia la creación del espaldón, añadiendo un punto (P5), donde se cambia en la sección Point Geometry Type seleccionando Slope and Delta X ya que necesita colocar una pendiente y desplazamiento en x.

En la sección Point Geometry Properties, en la opción From Point se selecciona el punto de partida (P2), en Slope ingresamos el parámetro (-GTE), en el cual el signo negativo indica el sentido de la pendiente, en Delta X se coloca el parámetro (AE). Para poder añadir una línea en la sección Link, se pone check en la opción Add Link to From Point generando así la línea uno (L5).

Figura 40

Paso 8

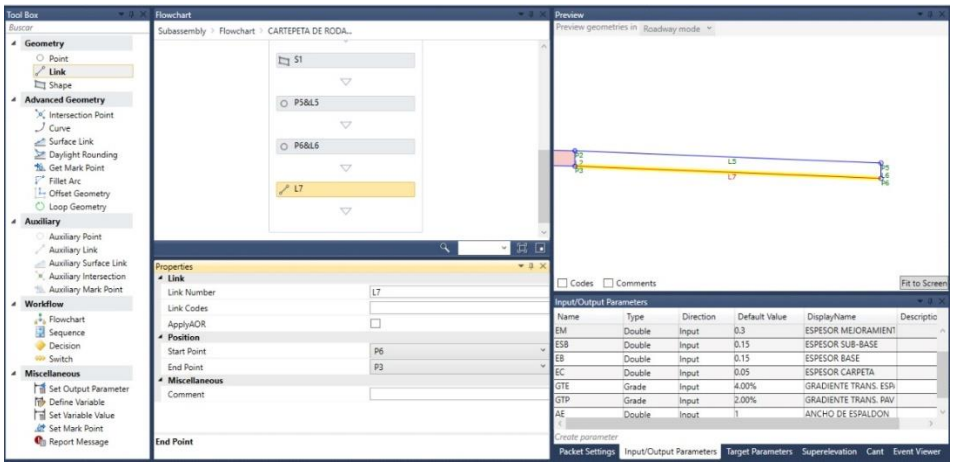


Nota. Creación de P5 y L5. Elaborado por: Los Autores

Se creará el espesor del espaldón, al realizarse el punto (P6) a partir del punto (P5) utilizando el parámetro EC (Espesor de Carpeta), después se añade un Link que unirá los puntos (P5) y (P3), generando la línea (L7).

Figura 41

Paso 9

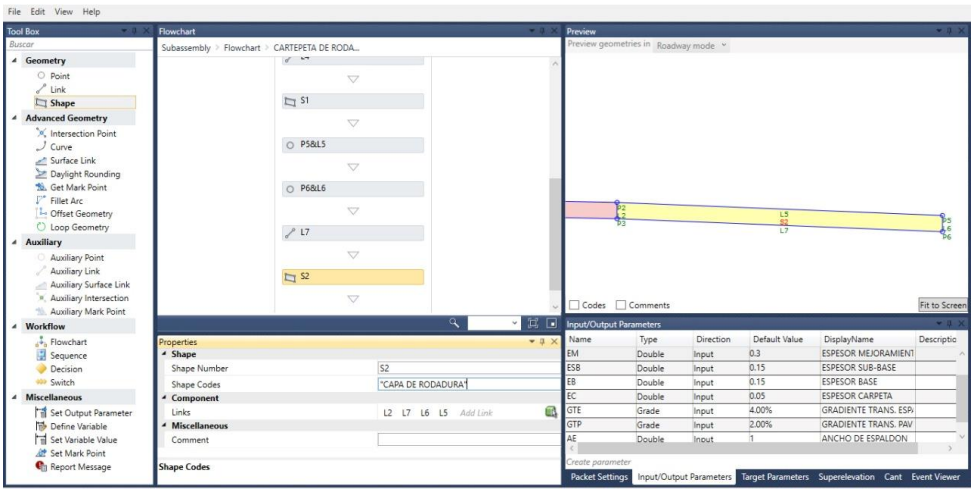


Nota. Creación de P6, L6 y L7. Elaborado por: Los Autores

Se coloca un Shape en la ventana Flowchart, la cual llevara como código Carpeta de Rodadura, en la sección Component-Link se da clic en Select Shape in Preview , para posteriormente seleccionar el área requerida en la ventana Preview, generando el área (S2).

Figura 42

Paso 10



Nota. Creación de Shape S2. Elaborado por: Los Autores

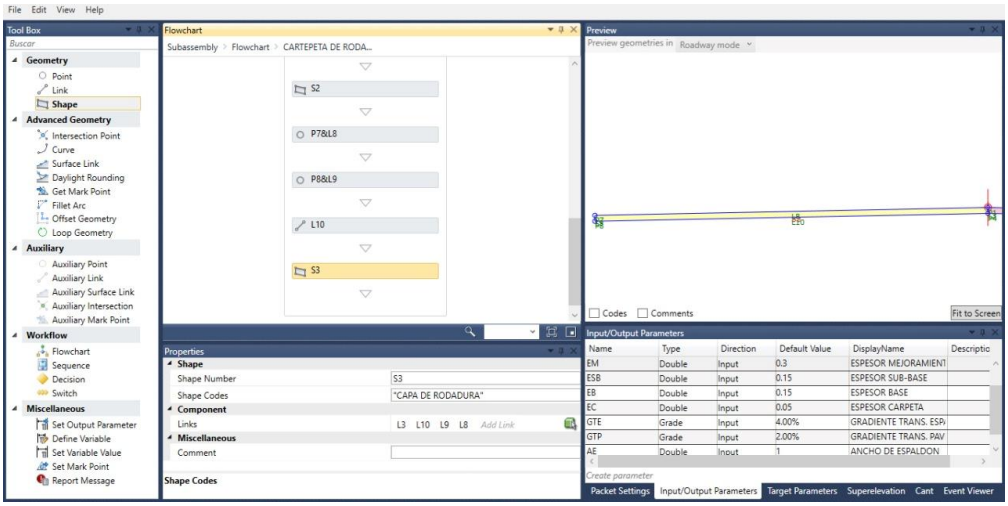
Se recrea la carpeta asfáltica del carril izquierdo, para esto se necesita añadir un punto (P7), creado a partir del punto (P1), utilizando un Type Slope and Delta X, en el cual se coloca los parámetros Slope (-GTP), Delta X (-AC) añadiendo la línea (L8).

A continuación, se coloca un punto (P8) para la creación del espesor de la Capa de Rodadura, a partir del punto (P7), en este se coloca Type Delta X and Delta Y, donde el valor de Delta X es cero y Delta Y (-EC), generando una línea (L9).

Posteriormente se incluye un Link para unir los puntos (P8) y (P4) dando así la línea (L10), una vez cerrada la sección se inserta un Shape (S3), con el condigo Capa de rodadura.

Figura 43

Paso 11



Nota. Creación de Point P7, P8; Link L8, L9 y L10; Shape S3. Elaborado por: Los Autores

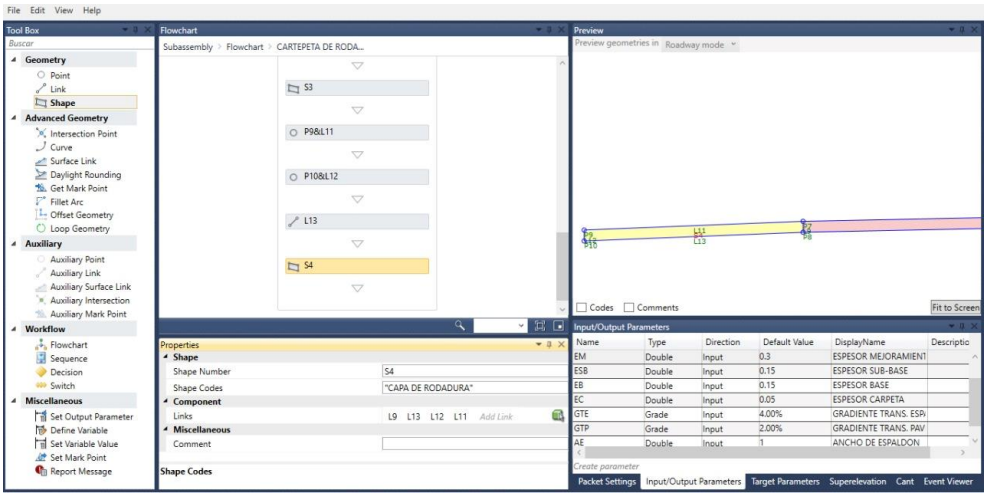
Para la creación del espaldón del carril izquierdo, se necesita añadir un punto (P9), creado a partir del punto (P7), utilizando un Type Slope and Delta X, en el cual se coloca los parámetros Slope (-GTE), Delta X (-AE) añadiendo la línea (L11).

A continuación, se coloca un punto (P10) para la creación del espesor de la Capa de Rodadura, a partir del punto (P9), en este se coloca Type Delta X and Delta Y, donde el valor de Delta X es cero y Delta Y (-EC), generando una línea (L12).

Posteriormente se incluye un Link para unir los puntos (P10) y (P8) dando así la línea (L13), una vez cerrada la sección se inserta un Shape (S4), con el condigo Capa de rodadura.

Figura 44

Paso 12

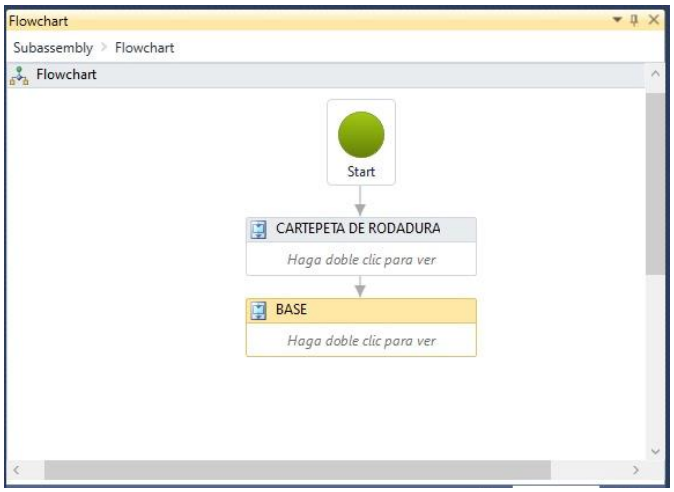


Nota. Creación de Point P9, P10; Link L11, L12 y L13; Shape S4. Elaborado por: Los Autores

Una vez terminada la carpeta asfáltica continuamos con la base, para esto se coloca un nuevo Sequence en la ventana Flowchart con el nombre de Base.

Figura 45

Paso 13



Nota. Colocación de un Sequence de nombre Base. Elaborado por: Los Autores

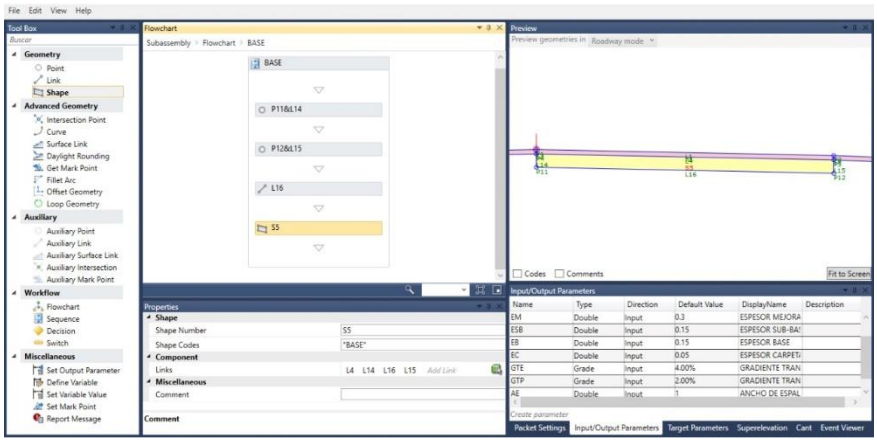
En el área de trabajo denominada Base se procede a realizar la colocación de un Point (P11), en la sección Point Geometry Type, en la opción Type se selecciona Delta X

and Delta Y, ya que se necesita un punto de origen y un punto final, con el fin de establecer el espesor de la Base. Para la sección Point Geometry Properties, la opción From Point y se selecciona el punto (P4), en Delta X se coloca el valor igual a cero, en Delta Y se digita el parámetro (-EB), el signo negativo indica la dirección del punto y posteriormente se selecciona la opción Add Link to From Point, creando así la línea (L14), este procedimiento se replica para la creación del punto (P12) y la línea (L15) los cuales parten del punto (P3).

Después se realiza la creación de (L16) para unir los espesores de las líneas de la Base, utilizando la opción Link, tomando como punto de partida (P11) y punto final (P12), posteriormente se añade un área con la opción Shape (S5), con el código Base.

Figura 46

Paso 14



Nota. Creación de la Base en la sección del ancho de la calzada del lado derecho. Elaborado por: Los Autores

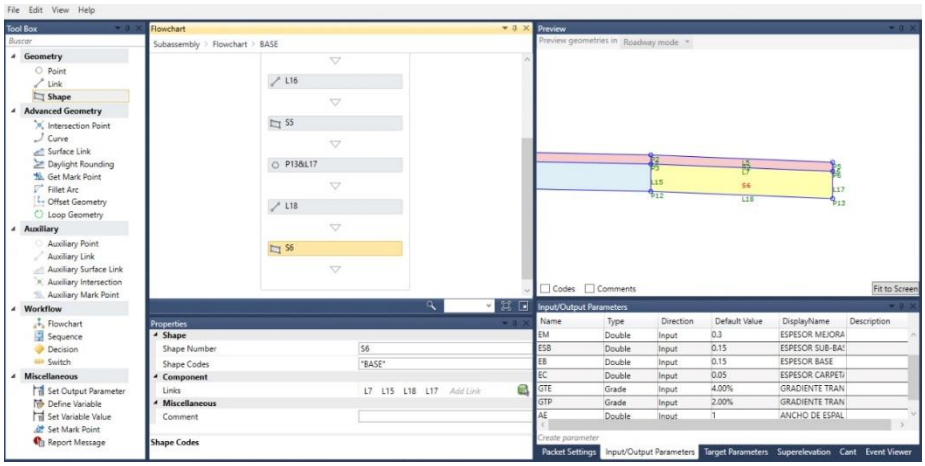
A continuación, se crea el espesor de la base en la sección del espaldón, para lo cual se coloca un Point (P13), en la sección Point Geometry Type, en la opción Type se selecciona Delta X and Delta Y. Para la sección Point Geometry Properties, la opción From Point y se selecciona el punto (P13), en Delta X se coloca el valor igual a cero, en

Delta Y se digita el parámetro (-EB), se selecciona la opción Add Link to From Point, creando así la línea (L17).

Después se realiza la creación de (L18) para unir los espesores de las líneas de la Base, utilizando la opción Link, tomando como punto de partida (P12) y punto final (P13), posteriormente se añade un área con la opción Shape (S6), con el código Base.

Figura 47

Paso 15

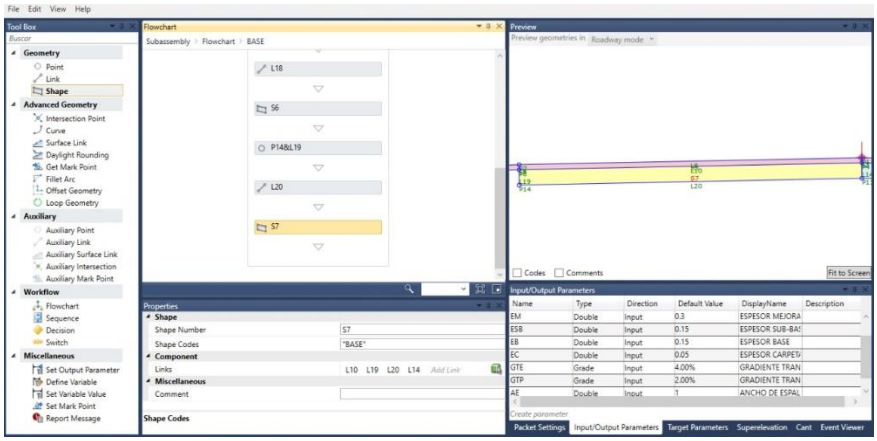


Nota. Creación de la Base en la sección del ancho del espaldón del lado derecho.
Elaborado por: Los Autores

Una vez creada la sección derecha del carril para la Base, se procede a crear la sección izquierda tanto para la calzada y el espaldón. Para esto se inicia colocando un Point (P14), con su punto de origen (P8) y obteniendo así la línea (L19). Se realiza la creación de un Link (L20), empatando los puntos (P14) y (P11), se crea un área con la opción Shape (S7), con el código Base.

Figura 48

Paso 16

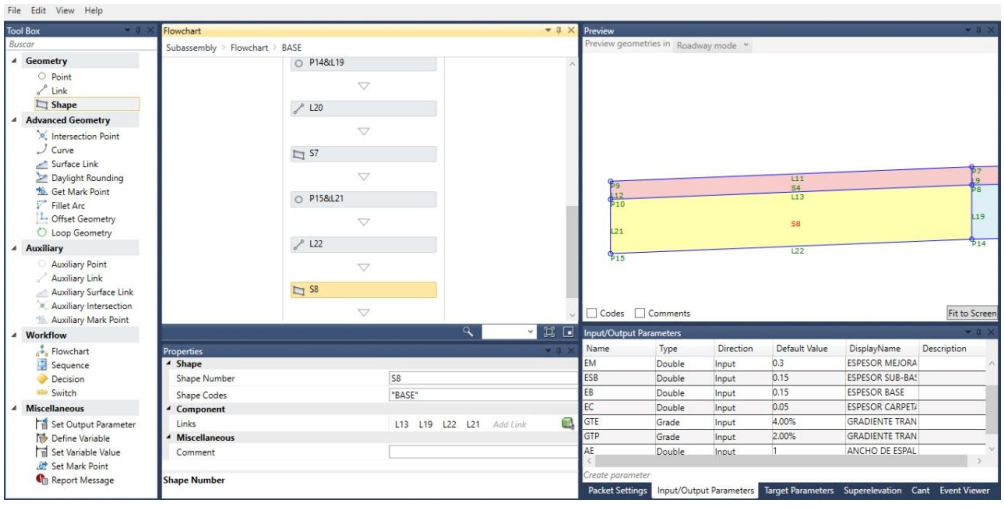


Nota. Creación de la Base en la sección del ancho de la calzada de lado izquierdo. Elaborado por: Los Autores

Para la realización de la base en el espaldón se añade un Point (P15) el cual parte de (P10) y se genera la línea (L21). Se realiza la creación de un Link (L22), empatando los puntos (P14) y (P15), se crea un área con la opción Shape (S8), con el código Base.

Figura 49

Paso 17

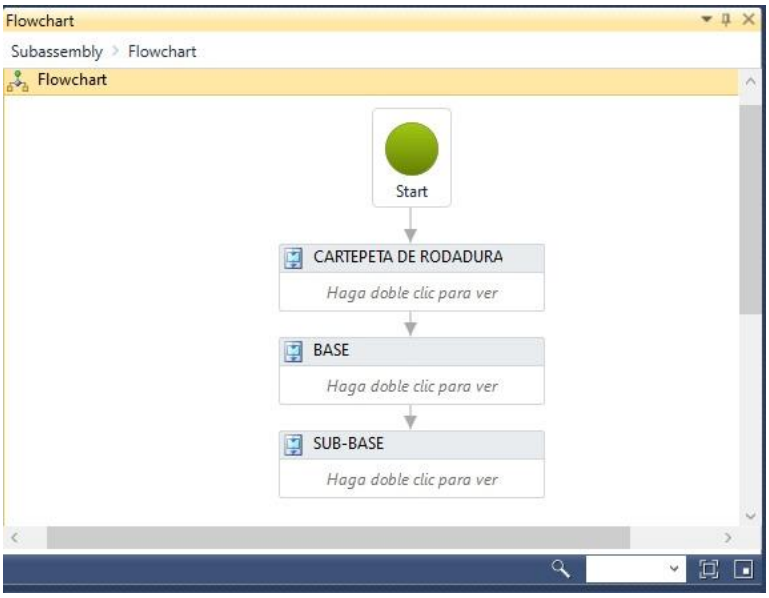


Nota. Creación de la Base en la sección del ancho del espaldón de lado izquierdo. Elaborado por: Los Autores

Una vez terminada la Base continuamos con la Sub-base, para esto se coloca un nuevo Sequence en la ventana Flowchart con el nombre de Sub-Base.

Figura 50

Paso 18



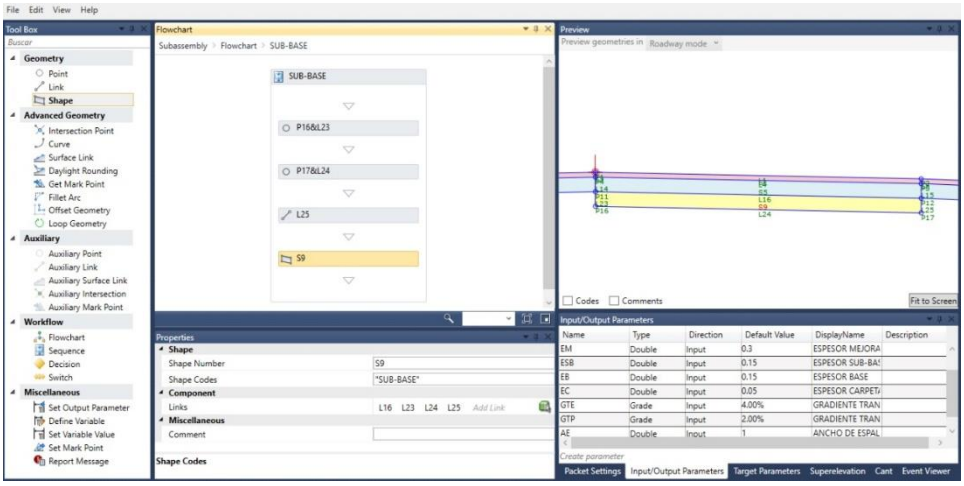
Nota. Colocación de un Sequence de nombre Sub-Base. Elaborado por: Los Autores

Se procede a la realización del espesor de la Sub-Base en el ancho de calzada, por lo cual se comienza colocando un Point (P16), partiendo del Point (P11), donde se genera el Link (L23), la que forma el espesor de la Sub-Base con el parámetro (ESB), posteriormente se crea el Point (P17) para este en su sección Point Geometry Type, e la opción Type se escoge Slope and Delta X, esta es una manera distinta a como se creó la Base ya que se usa la pendiente (GTP) en la opción Slope y el ancho de calzada (AC) en la opción Delta X, esto se toma del punto de origen From Point (P16), los que se localizan en la sección Point Geometry Properties, se da clic en la opción Add Link to From Point, esto genera la línea (L24).

Se añade el link (L25) el cual conecta los puntos (P12) y (P17), se genera el área con un Shape (S9), el que se constituye con el código Sub-Base.

Figura 51

Paso 19



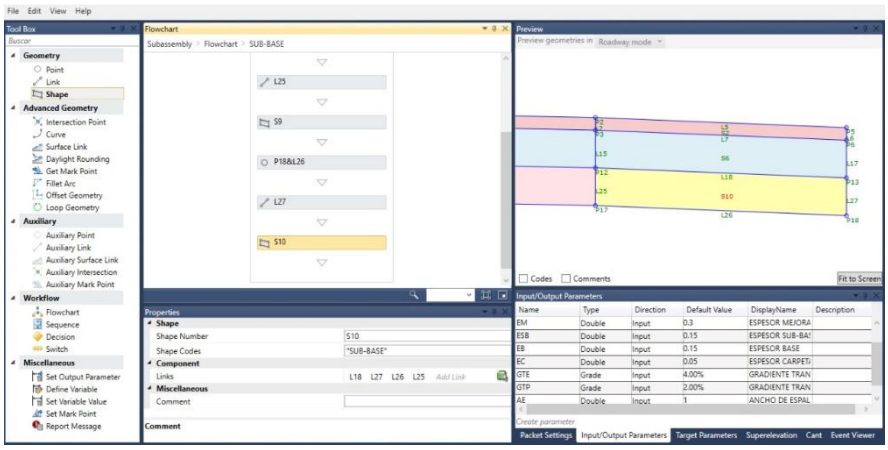
Nota. Creación de la Sub-Base en la sección del ancho de la calzada de lado derecho. Elaborado por: Los Autores

En la elaboración de la Sub-Base en la sección del espaldón se genera un Point (P18) para este, en su sección Point Geometry Type, en la opción Type se escoge Slope and Delta X, usando la pendiente (GTE) en la opción Slope y el ancho de espaldon (AE) en la opción Delta X, esto se toma del punto de origen From Point (P17), los que se localizan en la sección Point Geometry Properties, se da clic en la opción Add Link to From Point, esto genera la línea (L26).

Para crear una línea que conecte los puntos (P18) y (P13), se forma el Link (L27), se genera el área con un Shape (S10), el que se constituye con el código Sub-Base.

Figura 52

Paso 20

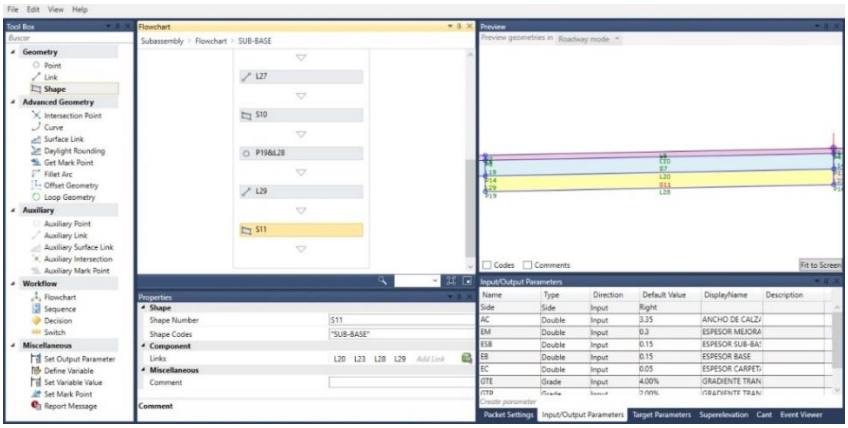


Nota. Creación de la Sub-Base en la sección del ancho de la calzada de lado derecho. Elaborado por: Los Autores

Una vez creada la sección derecha del carril para la Sub-Base, se procede a crear la sección izquierda tanto para la calzada y el espaldón, de la misma forma que el carril derecho. Para esto se inicia colocando un Point (P19), con su punto de origen (P6) y obteniendo así la línea (L28). Se realiza la creación de un Link (L29), empatando los puntos (P14) y (P19), se crea un área con la opción Shape (S11), con el código Sub-Base.

Figura 53

Paso 21

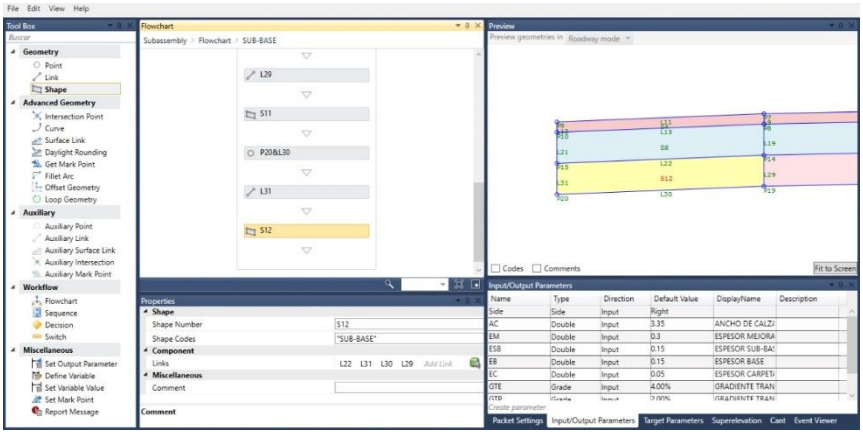


Nota. Creación de la Sub-Base en la sección del ancho de la calzada de lado Izquierdo. Elaborado por: Los Autores

Para la realización de la base en el espaldón se añade un Point (P20) el cual parte de (P19) y se genera la línea (L30). Se realiza la creación de un Link (L31), empatando los puntos (P15) y (P20), se crea un área con la opción Shape (S12), con el código Sub-Base.

Figura 54

Paso 22



Nota. Creación de la Sub-Base en la sección del ancho de espaldón de lado izquierdo. Elaborado por: Los Autores

Por último, se crea la capa de Mejoramiento, para esto se coloca un nuevo Sequence en la ventana Flowchart con el nombre de Mejoramiento.

Figura 55

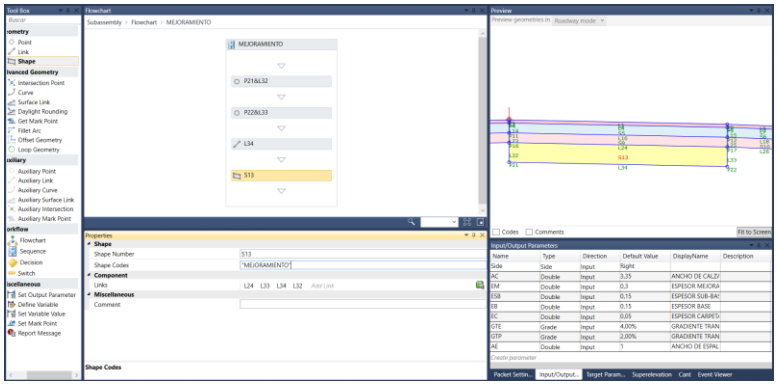
Paso 23

Nota. Colocación de un Sequence de nombre Mejoramiento. Elaborado por: Los Autores

Se implementó el ultimo espesor denominado Mejoramiento en el ancho de la calzada, para esto se añade el Point (P21), partiendo del Point (P16), utilizando el Type Delta X and Delta Y con valores en Delta X igual a cero y Delta Y con el parámetro (-EM), generando así la línea (L32), de igual manera se realiza con el Point (P22), partiendo del Point (P17), Utilizando el Type Delta X and Delta Y, constituyendo la línea (L33), a continuación, se agrega un Link (L34), el cual conecta los puntos (P21) y (P22), para concluir se inserta un Shape (S13), cuyo nombre de código es Mejoramiento.

Figura 56

Paso 24

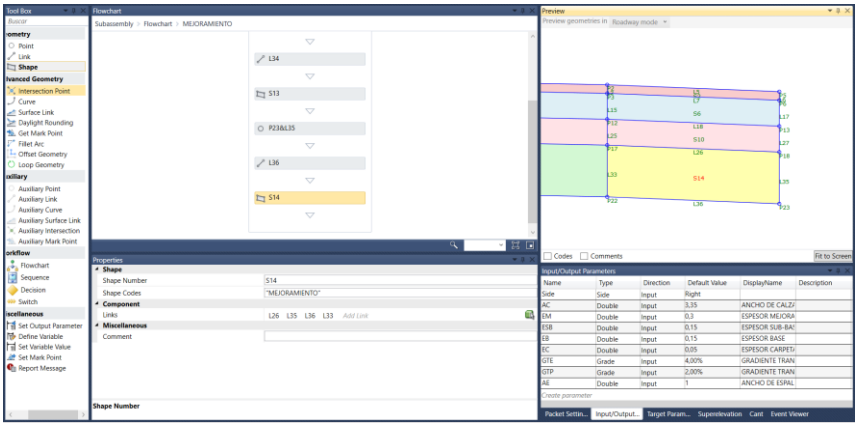


Nota. Creación del Mejoramiento en la sección del ancho de la calzada de lado derecho. Elaborado por: Los Autores

Para colocar la capa del mejoramiento en la sección del espaldón, se crea un Point (P23), tomando como origen el Point (P18) y así generar la línea (L35), con la función Delta X and Delta Y en la opción Type, tomando los valores de Delta X igual a cero y Delta Y con el valor del parámetro (-EM). Para la unión de los puntos (P22) y (P23) y se crea el Link (L36), por último, se añade el área con un Shape (S14), la cual contiene un código denominado Mejoramiento.

Figura 57

Paso 25

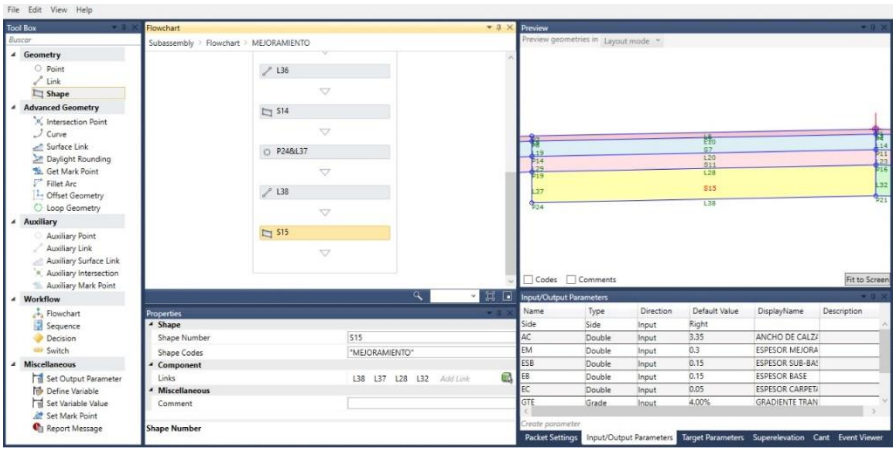


Nota. Creación del Mejoramiento en la sección del ancho de la calzada de lado derecho. Elaborado por: Los Autores

De igual manera se realiza el lado izquierdo de la capa de mejoramiento, para esto se añade el Point (P24), partiendo del Point (P19), utilizando el Type Delta X and Delta Y con valores en Delta X igual a cero y Delta Y con el parámetro (-EM), generando así la línea (L37), a continuación, se agrega un Link (L38), el cual conecta los puntos (P21) y (P24), para concluir se inserta un Shape (S15), cuyo nombre de código es Mejoramiento.

Figura 58

Paso 26

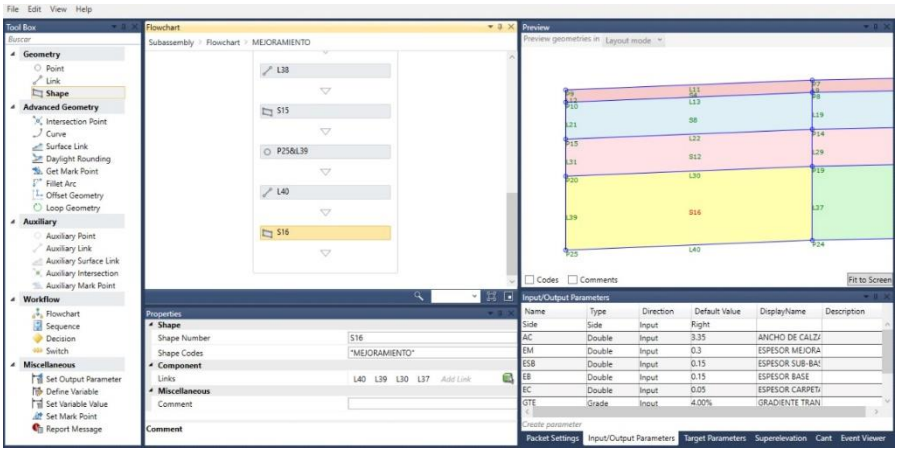


Nota. Creación del Mejoramiento en la sección del ancho de la calzada de lado izquierdo. Elaborado por: Los Autores

Para incluir la capa del mejoramiento en la sección del espaldón, se crea un Point (P25), tomando como origen el Point (P20) y así generar la línea (L39), con la función Delta X and Delta Y en la opción Type, tomando los valores de Delta X igual a cero y Delta Y con el valor del parámetro (-EM). Para la unión de los puntos (P24) y (P25) y se crea el Link (L40), por último, se añade el área con un Shape (S16), la cual contiene un código denominado Mejoramiento.

Figura 59

Paso 27



Nota. Creación del Mejoramiento en la sección del ancho de espaldón de lado izquierdo. Elaborado por: Los Autores

Posteriormente se agregan nuevos parámetros para la elaboración de la cuneta, en los que se encuentran los siguientes: Ancho de Cuenta (ACU), Altura de Cuneta (HCU), Pendiente Interna de Cuneta (PCU), Pendiente Externa de Cuneta (PCU1).

Figura 60

Paso 28

Input/Output Parameters

Name	Type	Direction	Default Value	DisplayName	Descript
AC	Double	Input	3.35	ANCHO DE CALZADA	
EM	Double	Input	0.3	ESPESOR MEJORAMIENTO	
ESB	Double	Input	0.15	ESPESOR SUB-BASE	
EB	Double	Input	0.15	ESPESOR BASE	
EC	Double	Input	0.05	ESPESOR CARPETA	
GTE	Grade	Input	4.00%	GRADIENTE TRANS. ESPALDON	
GTP	Grade	Input	2.00%	GRADIENTE TRANS. PAVIMENTO	
AE	Double	Input	1	ANCHO DE ESPALDON	
ACU	Double	Input	0.7	ANCHO CUNETA	
PCU1	Slope	Input	0.67:1	PENDIENTE CUNETA	2:3
PCU	Slope	Input	2.00:1	PENDIENTE CUNETA	2:1
HCU	Double	Input	0.3	ALTURA CUNETA	

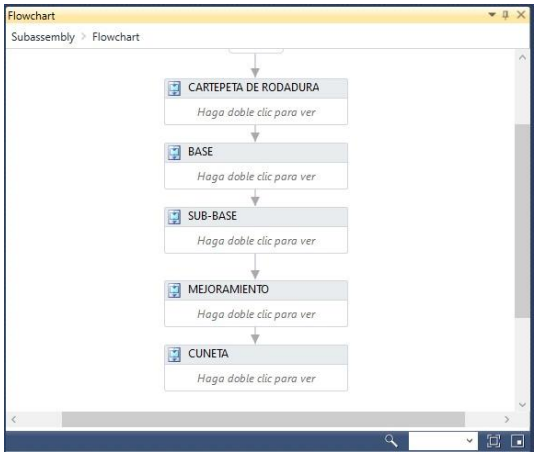
Create parameter

Nota. Creación de los parámetros de la cuneta. Elaborado por: Los Autores

Se coloca un nuevo Sequence en la ventana Flowchart con el nombre de Cuenta.

Figura 61

Paso 29

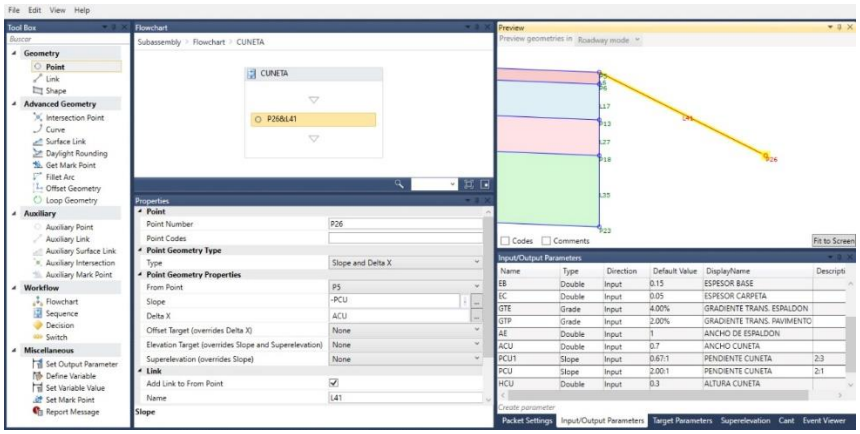


Nota. Colocación de un Sequence de nombre Cuneta. Elaborado por: Los Autores

Para la elaboración de la cuneta derecha se comienza colocando un Point (P26), donde su sección Point Geometry Type se selecciona Slope and Delta X en la opción Type, en la sección Point Geometry Properties se coloca (P5) en From Point, para su inclinación se coloca el parámetro (-PCU), con signo negativo indicando su orientación, esto se coloca en la opción Slope, en la opción Delta X se digita el parámetro (ACU), el cual indica el ancho de la cuneta y se crea un línea en la opción Add Link to From Point generándose (L41).

Figura 62

Paso 30

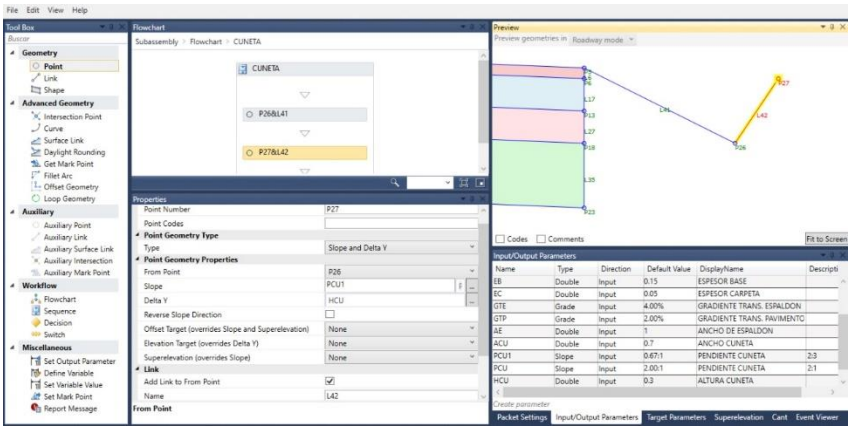


Nota. Creación del punto (P23) y línea (L41). Elaborado por: Los Autores

Se inserta un nuevo punto (P27), donde su sección Point Geometry Type se selecciona Slope and Delta Y en la opción Type, en la sección Point Geometry Properties se coloca (P26) en From Point, para su inclinación se coloca el parámetro (PCU1), con signo positivo indicando su orientación, esto se coloca en la opción Slope, en la opción Delta Y se digita el parámetro (HCU), el cual indica el alto de la cuneta y se crea una línea en la opción Add Link to From Point generándose (L42).

Figura 63

Paso 31

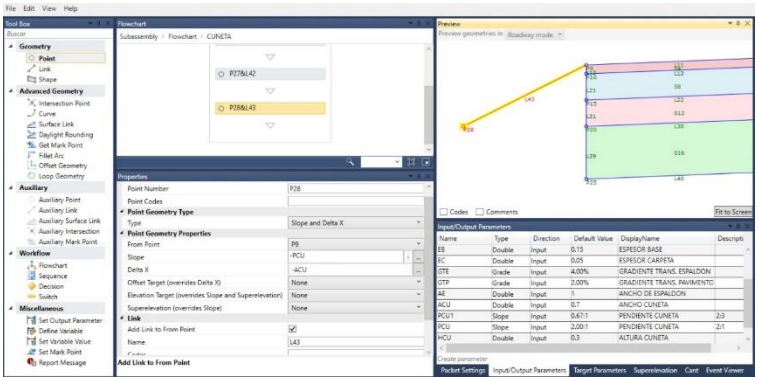


Nota. Creación del punto (P27) y línea (L42). Elaborado por: Los Autores

Para la elaboración de la cuneta izquierda se comienza colocando un Point (P28), donde su sección Point Geometry Type se selecciona Slope and Delta X en la opción Type, en la sección Point Geometry Properties se coloca (P9) en From Point, para su inclinación se coloca el parámetro (-PCU), con signo negativo indicando su orientación, esto se coloca en la opción Slope, en la opción Delta X se digita el parámetro (-ACU), el cual indica el ancho de la cuneta y se crea un línea en la opción Add Link to From Point generándose (L43).

Figura 64

Paso 32

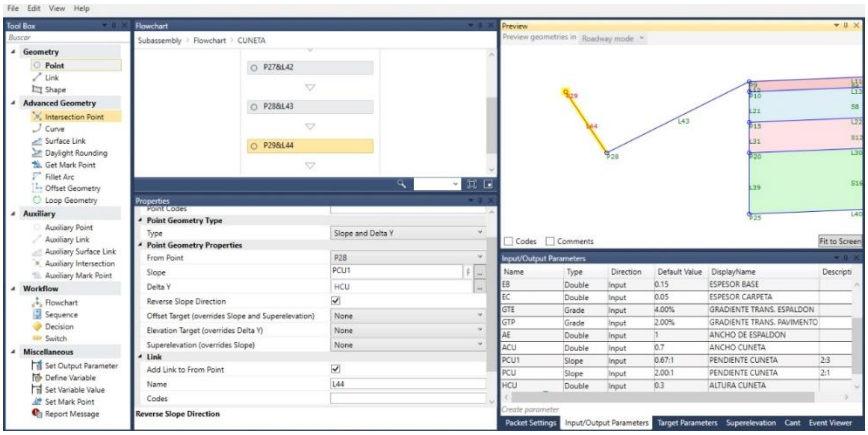


Nota. Creación del punto (P28) y línea (L43). Elaborado por: Los Autores

Se coloca un nuevo punto (P29), donde su sección Point Geometry Type se selecciona Slope and Delta Y en la opción Type, en la sección Point Geometry Properties se coloca (P28) en From Point, para su inclinación se coloca el parámetro (PCU1), con signo positivo indicando su orientación, esto se coloca en la opción Slope, en la opción Delta Y se digita el parámetro (HCU), el cual indica el alto de la cuneta, se da check en Reverse Slope Direction que permite que la inclinación se contraria a lo establecido con los parametros, y se crea una línea en la opción Add Link to From Point generándose (L44).

Figura 65

Paso 33

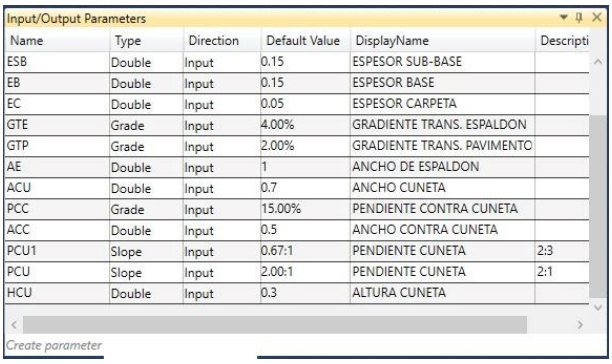


Nota. Creación del punto (P29) y línea (L44). Elaborado por: Los Autores

Terminada la sección del lado izquierdo y derecho de la cuneta, se procede a establecer los parámetros de la Contra Cuneta, los cuales son: Ancho de Contra Cuneta (ACC) y Pendiente de Contra Cuneta (PCC).

Figura 66

Paso 34



Input/Output Parameters

Name	Type	Direction	Default Value	DisplayName	Descripti
ESB	Double	Input	0.15	ESPESOR SUB-BASE	
EB	Double	Input	0.15	ESPESOR BASE	
EC	Double	Input	0.05	ESPESOR CARPETA	
GTE	Grade	Input	4.00%	GRADIENTE TRANS. ESPALDON	
GTP	Grade	Input	2.00%	GRADIENTE TRANS. PAVIMENTO	
AE	Double	Input	1	ANCHO DE ESPALDON	
ACU	Double	Input	0.7	ANCHO CUNETA	
PCC	Grade	Input	15.00%	PENDIENTE CONTRA CUNETA	
ACC	Double	Input	0.5	ANCHO CONTRA CUNETA	
PCU1	Slope	Input	0.67:1	PENDIENTE CUNETA	2:3
PCU	Slope	Input	2.00:1	PENDIENTE CUNETA	2:1
HCU	Double	Input	0.3	ALTURA CUNETA	

Create parameter

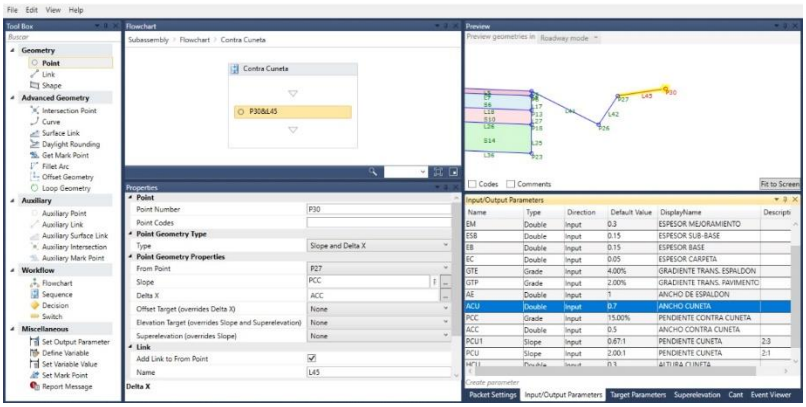
Nota. Creación de parámetros de (ACC) y (PCC). Elaborado por: Los Autores

Se procede a implementar un nuevo Sequence con este nombre Contra Cuneta, en este se añade un nuevo Point (P30), donde su sección Point Geometry Type se selecciona Slope and Delta X en la opción Type, en la sección Point Geometry Properties se coloca (P27) en From Point, para su inclinación se coloca el parámetro (PCC), con signo positivo

indicando su orientación, esto se coloca en la opción Slope, en la opción Delta X se digita el parámetro (ACC), el cual indica el ancho de la cuneta y se crea una línea en la opción Add Link to From Point generándose (L45).

Figura 67

Paso 35

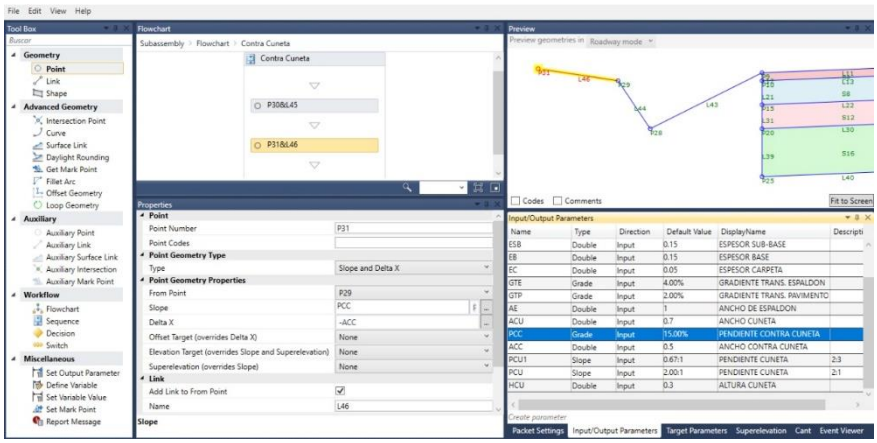


Nota. Creación de la Contra Cuneta del lado derecho. Elaborado por: Los Autores

Para realizar la Contra Cuneta izquierda se añade un nuevo Point (P31), donde su sección Point Geometry Type se selecciona Slope and Delta X en la opción Type, en la sección Point Geometry Properties se coloca (P29) en From Point, para su inclinación se coloca el parámetro (PCC), con signo positivo indicando su orientación, esto se coloca en la opción Slope, en la opción Delta X se digita el parámetro (-ACC), el cual indica el ancho de la cuneta y se crea una línea en la opción Add Link to From Point generándose (L46).

Figura 68

Paso 36



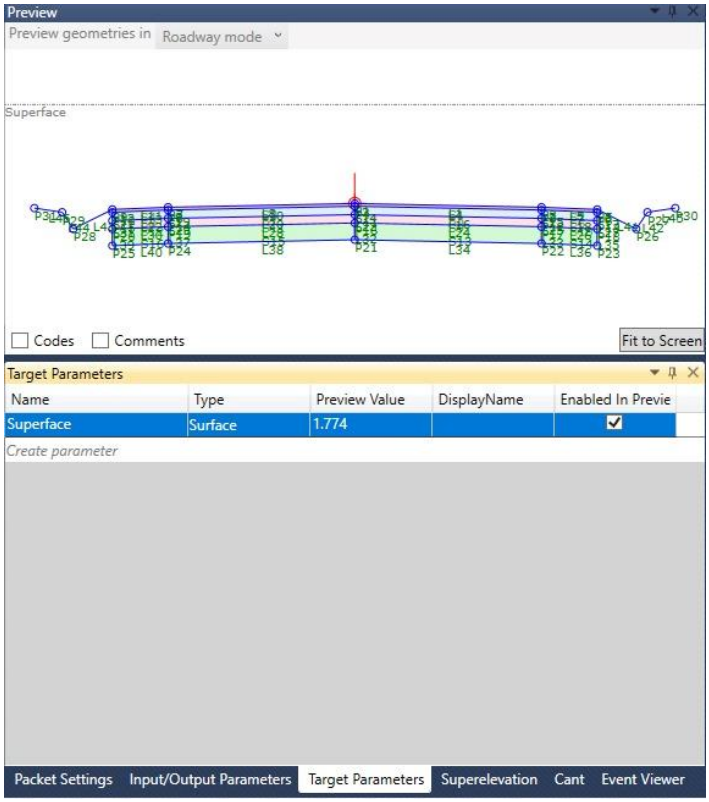
Nota. Creación de la Contra Cuneta del lado izquierda. Elaborado por: Los Autores

Una vez terminada la sección del eje vial en la que encontramos la parte estructural es decir los espesores de las diferentes capas y la parte de drenaje que se compone de la cuneta y contra cuneta, se procede a realizar la creación de la sección de talud de corte.

Se establece colocar una superficie, la cual representa el terreno natural al momento de ser exportada al Civil 3D, esto quiere decir que al momento de realizar el corte en el terreno natural el talud se ajustara al terreno que se presente. Para la creación se ubica en la ventana Target Parameters, en la cual se da clic en la opción Create parameter generando así un parámetro de Type Superface, en el cual se puede modificar la altura en la sección Preview Value, en la sección Enabled In Preview se realiza un clic el cual permite visualizar la superficie en la ventana Preview.

Figura 69

Paso 37



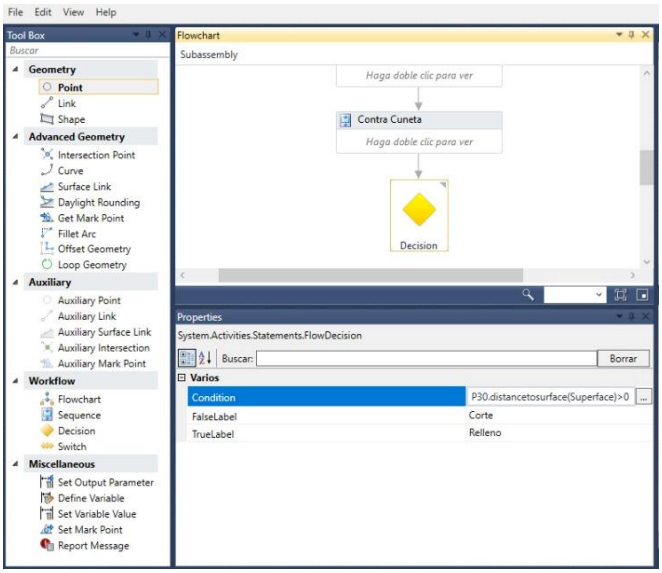
Nota. Creación del parámetro Superface. Elaborado por: Los Autores

Se implementa la opción Decision, la cual está ubicada en Workflow en la ventana Tool Box, esta es arrastrada hacia la ventana Flowchart. La opción permite colocar una condición de True/False la cual al cumplirse la es pesificación se dibujará la geometría establecida en True y si la condición no cumple se dibujará lo establecido en False, estas dos opciones de geometrías se ramificarán en dos, las cuales se reflejan en el Flowchart.

Se establece la siguiente condición: P30.distancetosurface(Superface)>0, en la ventana Properties, en la opción Condition. Esta establece que si el punto (P30) se encuentra por encima de la superficie es decir mayor a cero la condición será verdadera (True), pero si el punto (P30) se encuentra por debajo de la superficie es decir menor a cero la condición será falsa (False). En la sección FalseLabel se modifica colocando Corte y en la sección TrueLabel se modifican colocando Relleno.

Figura 70

Paso 38

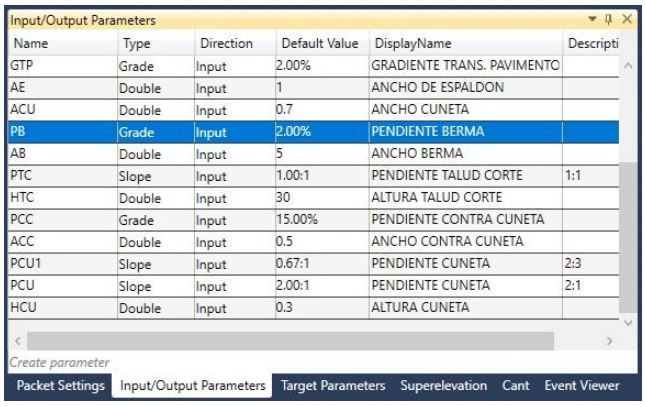


Nota. Colocación de un Decision. Elaborado por: Los Autores

Se procede a establecer los parámetros de talud de corte y berma, los cuales son: Pendiente Talud de Corte (PTC), Pendiente de Berma (PB), Ancho de Berma (AB), Altura de Talud de Corte (HTC).

Figura 71

Paso 39

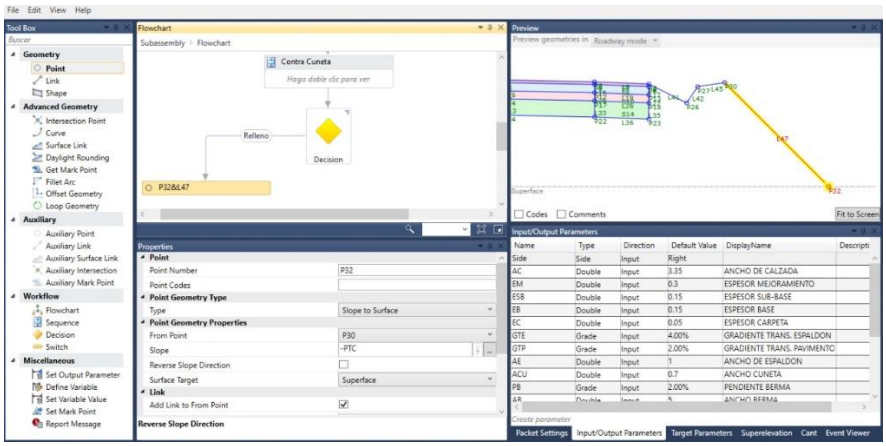


Nota. Creación de los parámetros (PTC), (HTC), (AB), (PB). Elaborado por: Los Autores.

Implementada los parámetros, se procede a añadir un punto, la cual ocupe la condición llamada Relleno, para esto en la sección Point Geometry Type se selecciona el Type Slope to Surface el cual permite colocar el Point (P32) en la superficie, cumpliendo la condición establecida en Decision. En la sección Point Geometry Properties, en la opción From Point se coloca el punto de partida (P30), en Slope se incluye el parámetro (-PTC), se selecciona Surface en la opción Surface Target, indicando el parámetro de superficie creada y para terminar se crea la línea (L47) en la sección Add Link to From Point.

Figura 72

Paso 40



Nota. Creación del punto (P32) y la línea (L47). Elaborado por: Los Autores

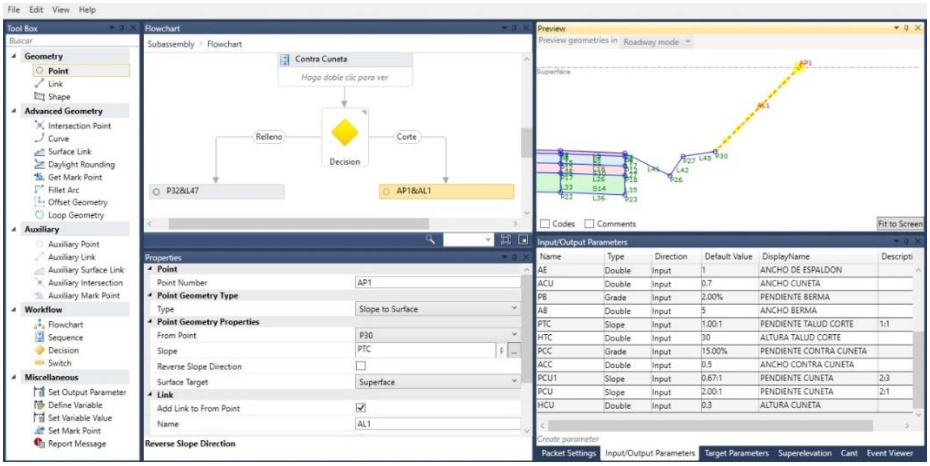
Para la condición de corte se implementa un Auxiliary Point (AP1) ubicado en la ventana Tool Box, este permitirá establecer el punto de llegada del talud de corte, ubicado en la superficie, al crearse un Auxiliary Link permite observar la proyección del talud, estos Auxiliary no se reflejarán al ser exportada la sección al Civil 3D.

En el Auxiliary Point (AP1), en la sección Point Geometry Type se selecciona el Type Slope to Surface el cual permite colocar el (AP1) en la superficie, cumpliendo la condición establecida en Decision. En la sección Point Geometry Properties, en la opción From Point se coloca el punto de partida (P30), en Slope se incluye el parámetro (PTC),

se selecciona Surface en la opción Surface Target, indicando el parámetro de superficie creada y para terminar se crea la Auxiliary Link (AL1) en la sección Add Link to From Point.

Figura 73

Paso 41

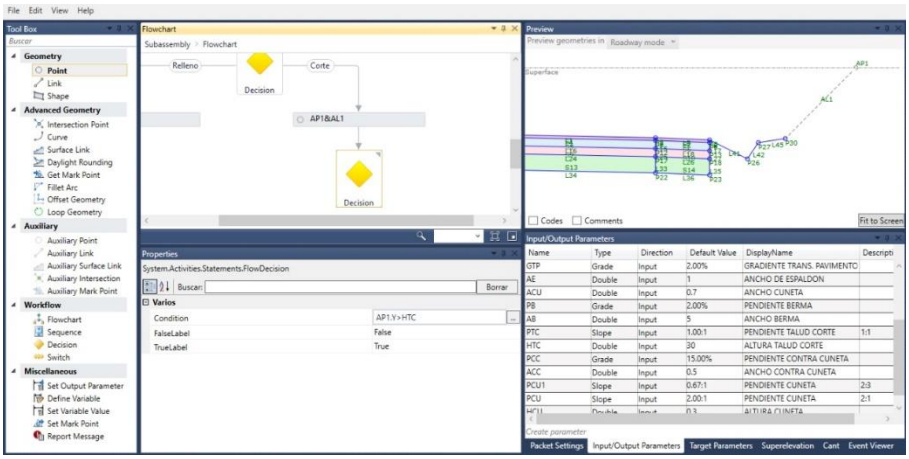


Nota. Creación del punto auxiliar (AP1) y la línea auxiliar (AL1). Elaborado por: Los Autores

Posteriormente se añade un nuevo Decision, en el cual nos permitirá incluir la siguiente condición: AP1.Y>HTC, la cual indica que si nuestro punto auxiliar (AP1), en dirección Y es mayor que el parámetro (HTC) Altura Talud de Corte, al ser falsa esta condición, el punto auxiliar (AP1) llegará hasta el nivel menor o igual del parámetro (HTC), de ser verdadera la condición, indicará que (AP1) estará ubicado a una altura mayor a (HTC), lo cual indica que si la superficie se encuentra con un valor mayor al de este parámetro el talud quedara un espacio vacío desde (HTC) hasta la superficie por lo cual sería necesario complementar con terrazas.

Figura 74

Paso 42

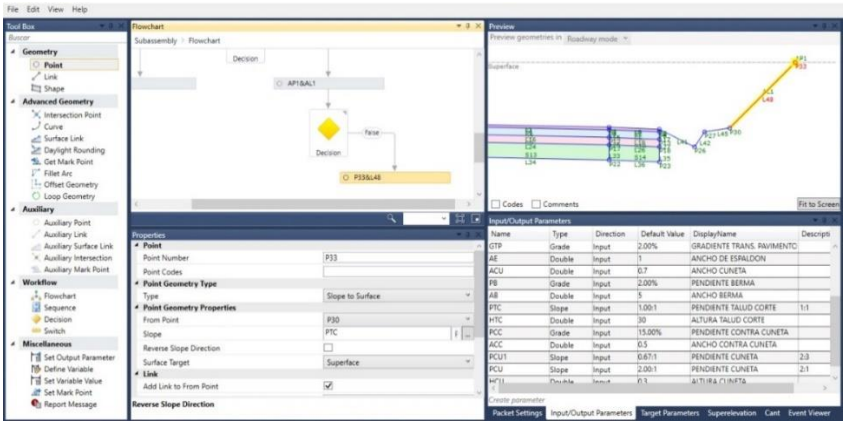


Nota. Creación de Decisión. Elaborado por: Los Autores

Al obtener un False en la condición antes mencionada, se procede a colocar un Point (P33), en donde modifica la sección Point Geometry Type escogiendo la opción Slope to Surface, en la sección Point Geometry Properties se selecciona en la opción From Point el punto de partida (P30), en Slope se coloca el parámetro de Pendiente Talud de Corte (PTC) y en la opción Surface Target se selecciona el parámetro Superface. Por último, se genera la línea (L48) al dar un check en la opción Add Link to From Point.

Figura 75

Paso 43

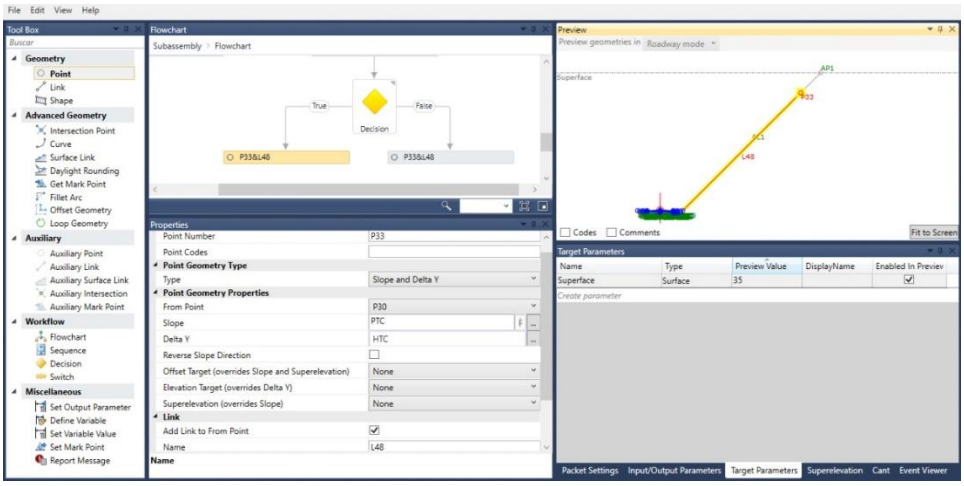


Nota. Creación del Punto (P33) y línea (L48), condición False. Elaborado por: Los Autores

Al cumplirse la condición antes mencionada se obtiene True, por lo que se procede a colocar un Point (P33), aclarando que el punto creado en las dos condiciones tendrá las mismas siglas. Este punto se modifica en la sección Point Geometry Type escogiendo la opción Slope and Delta Y, en la sección Point Geometry Properties se selecciona en la opción From Point el punto de partida (P30), en Slope se coloca el parámetro de Pendiente Talud de Corte (PTC), en Delta Y se añade el parámetro (HTC), posteriormente se da check en Reverse Slope Direction, cambiando la dirección de la pendiente. Por último, se genera la línea (L48) al dar un check en la opción Add Link to From Point.

Figura 76

Paso 44

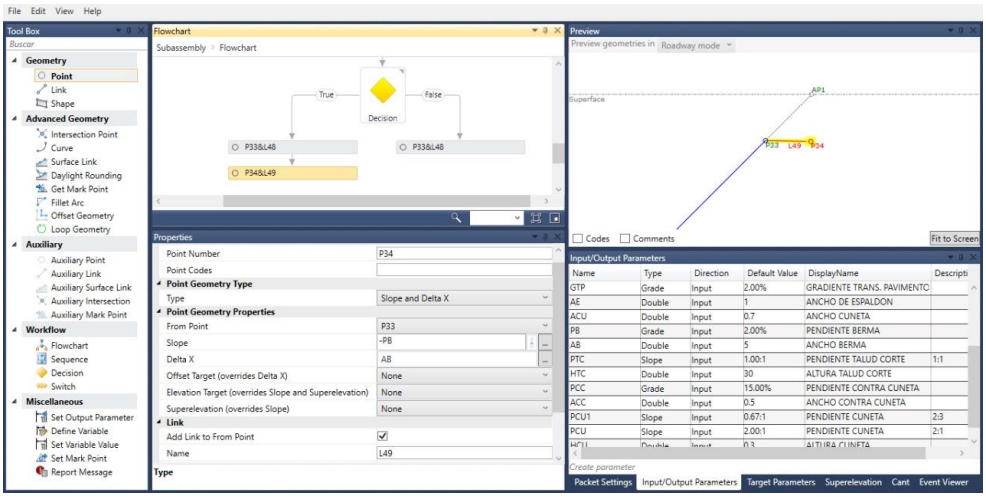


Nota. Creación del Punto (P33) y línea (L48), condición True. Elaborado por: Los Autores

Se añade un punto nuevo (P34), para la creación de la berma del talud, en la que al colocar el punto se modifica en la sección Point Geometry Type escogiendo la opción Slope and Delta X, en la sección Point Geometry Properties se selecciona en la opción From Point el punto de partida (P33), en Slope se coloca el parámetro de Pendiente de Berma (-PB), en Delta X se añade el parámetro Ancho de Berma (AB), para unir los puntos antes mencionados se genera la línea (L49) al dar un check en la opción Add Link to From Point.

Figura 77

Paso 45

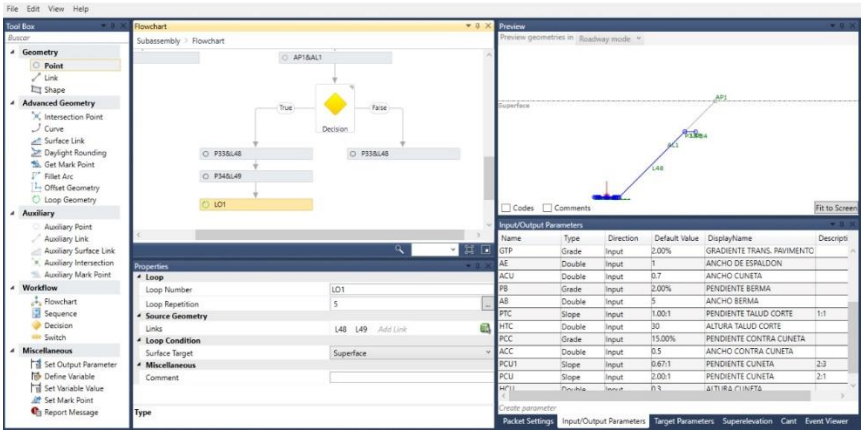


Nota. Creación del Punto (P34) y línea (L49), condición True. Elaborado por: Los Autores

Se inserta la opción Loop Geometry, la cual se encuentra en la sección Advanced Geometry de ventana Tool Box, la cual es arrastrada a la ventana Flowchart. Esta opción permite realizar un bucle de diferentes Links, la que permite realizar réplicas de los Link seleccionados, esto se genera a partir del último punto (P34). Para la modificación de esta opción es necesario dirigirse a la ventana Properties, donde en la sección Loop Repetition se podrá colocar el número de repeticiones necesarias, en la sección Source Geometry se incluirán las líneas (Link) que se deseen replicar (L48) y (L49) que recrean el cuerpo del talud y berma, por último, en la sección Loop Condition se colocara el objetivo de la superficie (Superface) a donde se proyecta el talud.

Figura 78

Paso 46

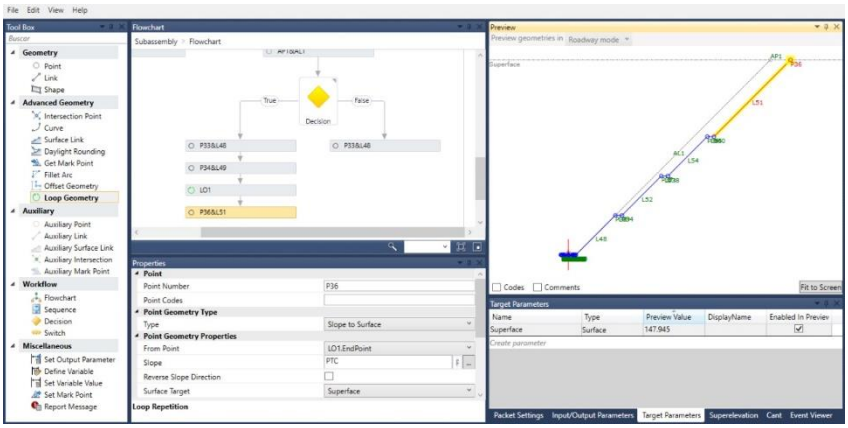


Nota. Creación del comando Loop Geometry (LO1), condición True. Elaborado por: Los Autores

El último paso para terminar los taludes con sus bermas será la colocación de un Point (P36), el cual unirá el último punto de la última repetición con la superficie. Para la modificación de sus propiedades, en la sección Point Geometry Type escogiendo la opción Slope to Superface, en la sección Point Geometry Properties se selecciona en la opción From Point el punto de partida (LO1.EndPoint), en Slope se coloca el parámetro de Pendiente Talud de Corte (PTC), se selecciona el parámetro Superface en la opción Surface Target y por último se crea línea (L51).

Figura 79

Paso 47



Nota. Creación del Punto (P36) y línea (L51), condición True. Elaborado por: Los Autores

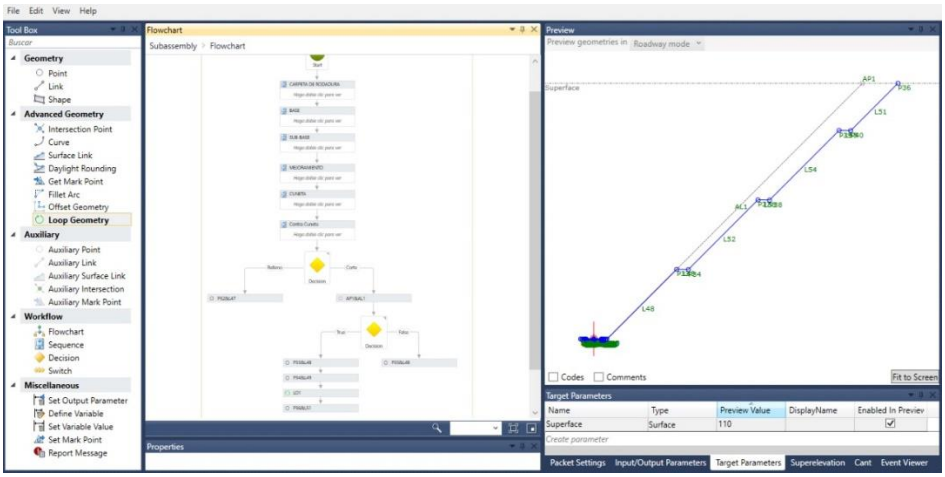
4.4. Elaboración de los tres taludes más utilizados

Se realiza los taludes de corte escogidos en el punto 3.4.1.3, ya que estos representan las secciones más utilizadas en la recolección de información de diseños viales. En este punto se presenta las secciones elaboradas en el módulo Subassembly Composer con sus respectivas pendientes, anchos de berma y altura de cuerpo de talud. Las cuales se mencionan a continuación:

Talud N ° 1, posee una inclinación de 1H:1V, con ancho de berma de 5m ubicadas a alturas de cada 30m y con una altura total de talud de 110m.

Figura 80

Sección de talud de Corte N° 1

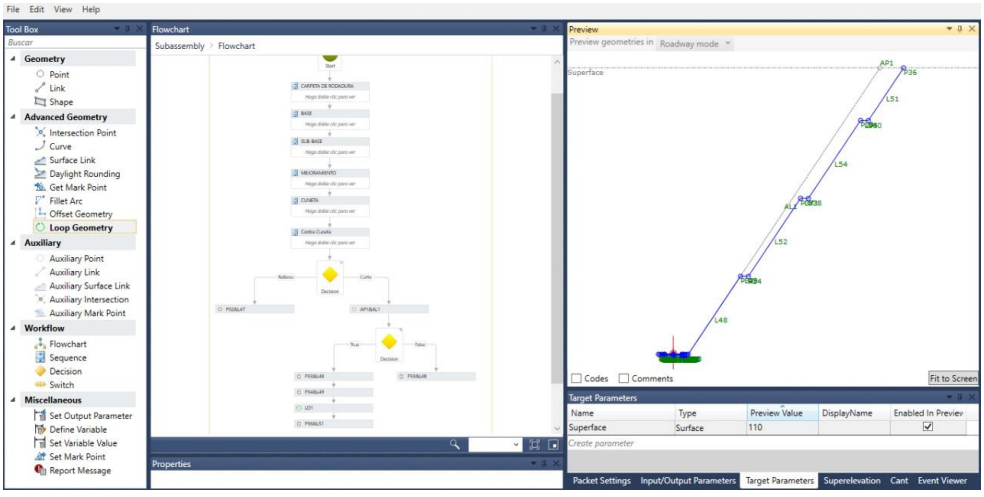


Nota. Secciones, parámetros, puntos y líneas que conforman la sección del talud en el módulo Subassembly Composer. Elaborado por: Los Autores

Talud N ° 2, posee una inclinación de 2H:3V, con ancho de berma de 3m ubicadas a alturas de cada 30m y con una altura total de talud de 110m.

Figura 81

Sección de talud de Corte N° 2

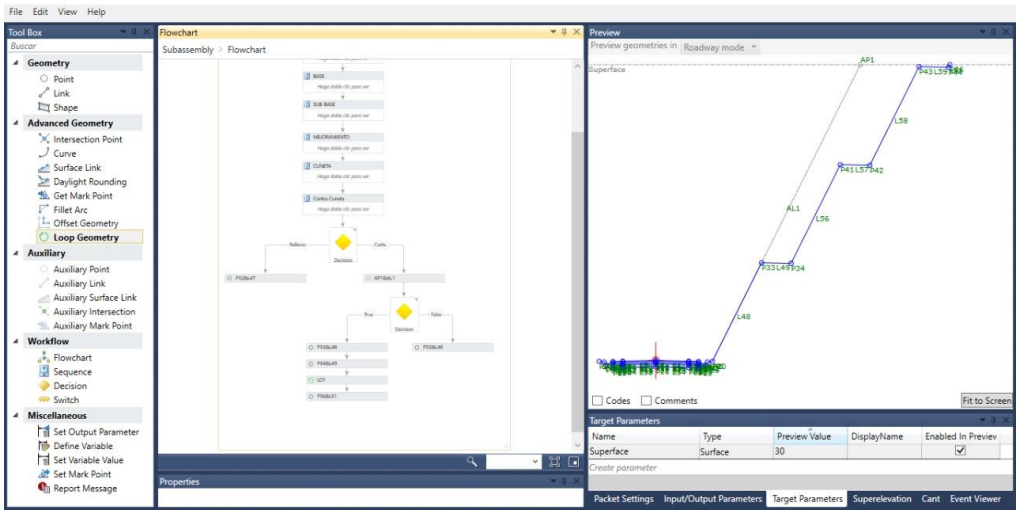


Nota. Secciones, parámetros, puntos y líneas que conforman la sección del talud en el módulo Subassembly Composer. Elaborado por: Los Autores

Talud N ° 3, posee una inclinación de 1H:2V, con ancho de berma de 3m ubicadas a alturas de cada 10m y con una altura total de talud de 30m.

Figura 82

Sección de talud de Corte N° 3



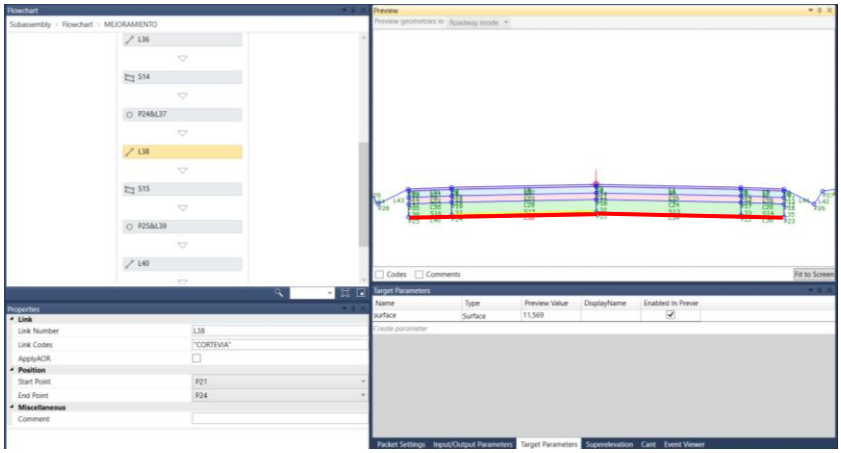
Nota. Secciones, parámetros, puntos y líneas que conforman la sección del talud en el módulo Subassembly Composer. Elaborado por: Los Autores

Se procede a colocar códigos a las líneas en los contornos de la sección de la vía la cual tiene un código denominado “VIA”, lo que se coloca en la ventana Properties en la opción Point Codes, en las líneas representando el mejoramiento se coloca el código “CORTEVIA”, las líneas que representan la cuneta su codificación es “CORTECUNETA”.

También se realiza la colocación del código “CORTECONTRACUNETA” en la línea que la representa, por último, se realiza la codificación de las líneas de los taludes de corte colocando “CORTETALUD”. Esto permitirá que al momento de modelar la sección en el diseño vial se realicen los cortes indicados en proyecto de Civil 3D.

Figura 83

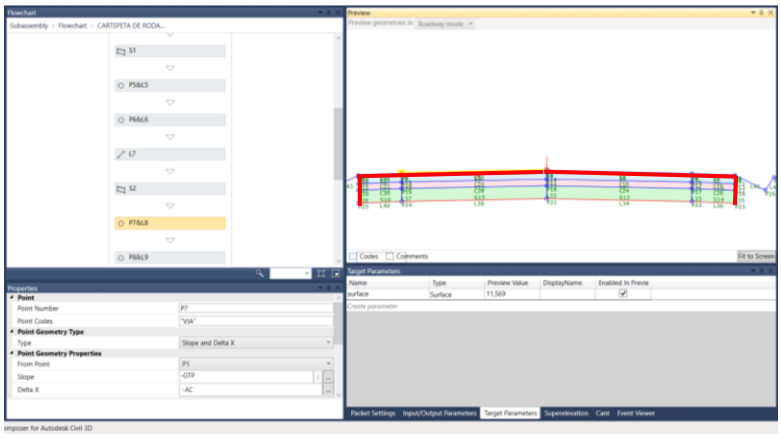
Líneas Código "CORTEVIA"



Nota. Colocación de código "CORTEVIA" en las líneas marcadas con rojo. Elaborado por: Los Autores

Figura 84

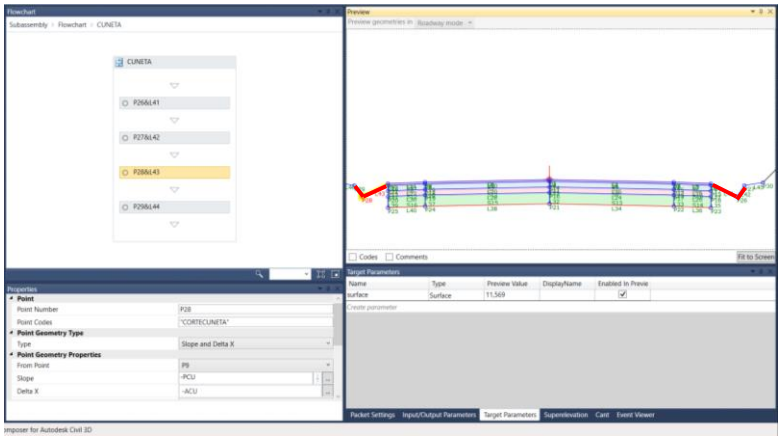
Líneas Código "VIA"



Nota. Colocación de código "VIA" en las líneas marcadas con rojo. Elaborado por: Los Autores

Figura 85

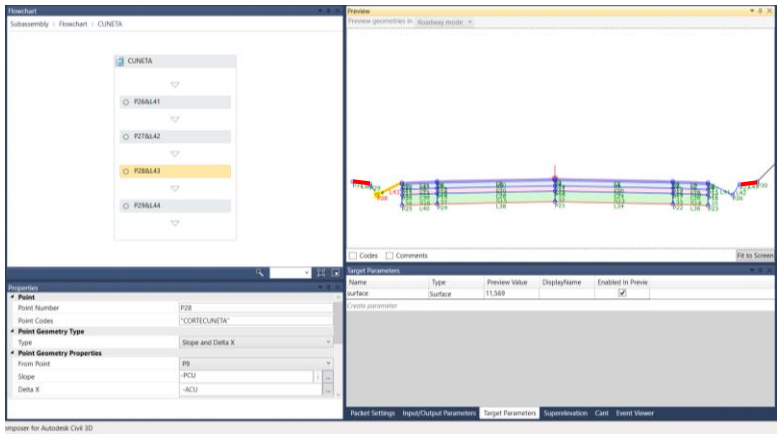
Líneas Código "CORTECUNETAS"



Nota. Colocación de código "CORTECUNETAS" en las líneas marcadas con rojo. Elaborado por: Los Autores

Figura 86

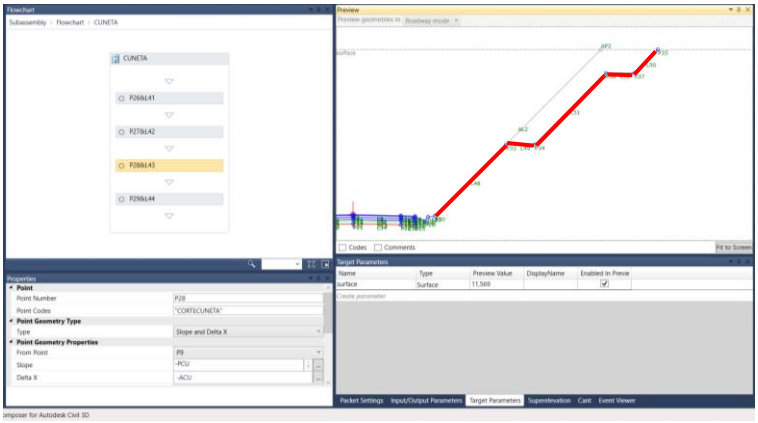
Líneas Código "CORTECONTRACUNETA"



Nota. Colocación de código "CORTECONTRACUNETAS" en las líneas marcadas con rojo. Elaborado por: Los Autores

Figura 87

Líneas Código "CORTECONTRACUNETA"



Nota. Colocación de código "CORTETALUD" en las líneas marcadas con rojo. Elaborado por: Los Autores

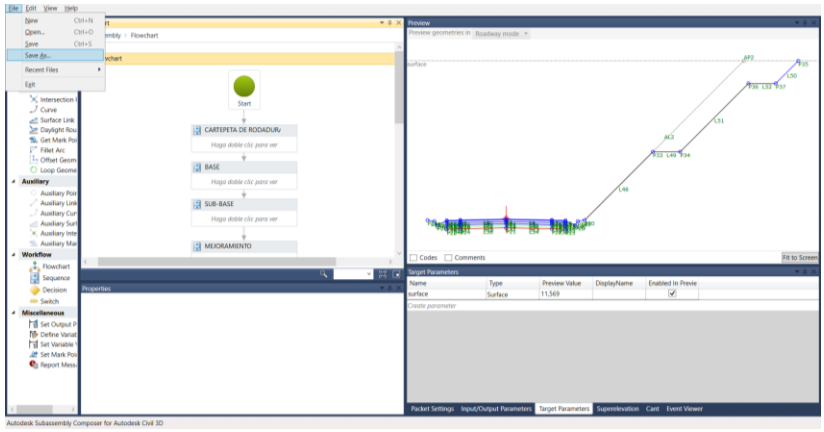
4.5. Exportación de la sección de talud a civil 3D

4.5.1. Indicaciones del proceso de guardado en formato PKT

Al concluir con la sección de la via y talud se procede a guardar el archivo en formato pkt, para esto se dirige a la pestaña File don se abrirá una ventana y se selecciona la opción Safe As. Al dar clic en esta opción se abre una ventana donde se selecciona la ubicación donde se quiere guardar el archivo en el computador, en donde se reconoce que el tipo del archivo tiene un formato denominado Subassembly file (*.pkt).

Figura 88

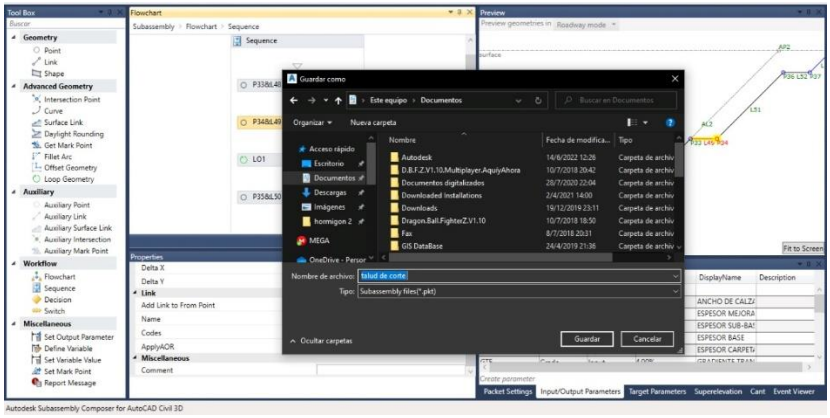
Guardar como (Safe As)



Nota. Procedimiento de guardado del archivo en formato pkt. Elaborado por: Los Autores

Figura 89

Ventana de ubicación de guardado del archivo



Nota. Procedimiento de ubicación para el guardado del archivo en formato pkt. Elaborado por: Los Autores

4.5.2. Exportación de archivo PKT a Civil 3D

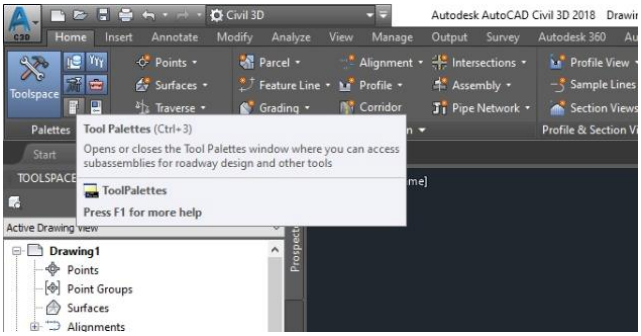
Una vez creada la sección con los parámetros definidos de su geometría en el Subassembly Composer, se realiza la exportación del mismo al software Autocad Civil

3D, para la implementación de la sección creada sobre un tramo de vía, en las zonas donde se requiera taludes de corte.

Para este proceso primero se hará clic en la pestaña Home la cual despliega una ventana en donde se seleccionará la opción Tool Palettes.

Figura 90

Pestaña Home, Autodesck Civil 3D

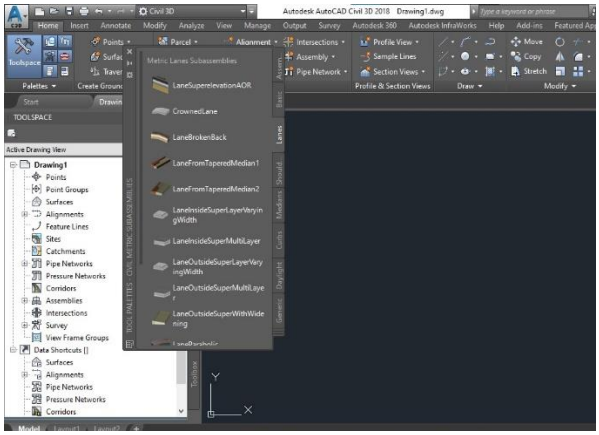


Nota. Boton Tool Palettes de Autodesck Civil 3D. Elaborado por: Los Autores

Se despliega la paleta Tool Palettes, en la que se encuentran los diferentes subassemblies predefinidos por el programa.

Figura 91

Pestaña Tool Palettes, Autodesck Civil 3D

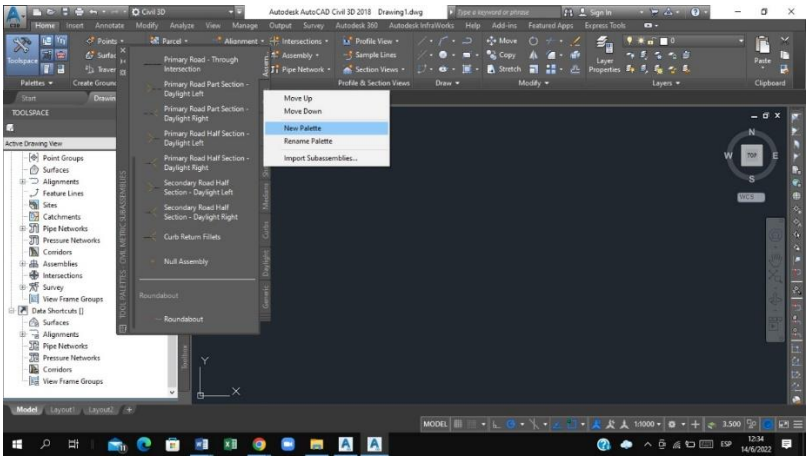


Nota. Tool Palettes de Autodesck Civil 3D. Elaborado por: Los Autores

Para poder hacer la importación de un Subassembly primero se necesita crear una nueva ventana en Tool Palettes, para esto se da clic derecho sobre cualquiera de las ventanas y se selecciona la opción New Palette y se cambia el nombre a Talud De Corte.

Figura 92

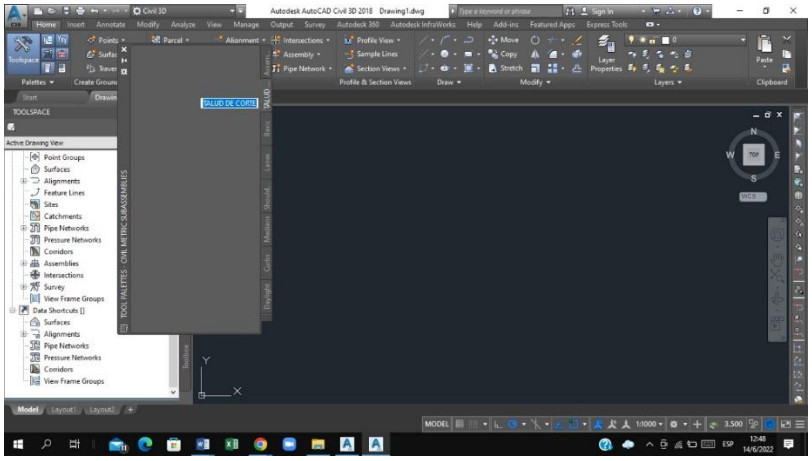
Creacion de nueva ventana en Tool Palettes, Autodesck Civil 3D



Nota. New Palette de Autodesck Civil 3D. Elaborado por: Los Autores

Figura 93

Nueva ventana Tool Palettes, Autodesck Civil 3D

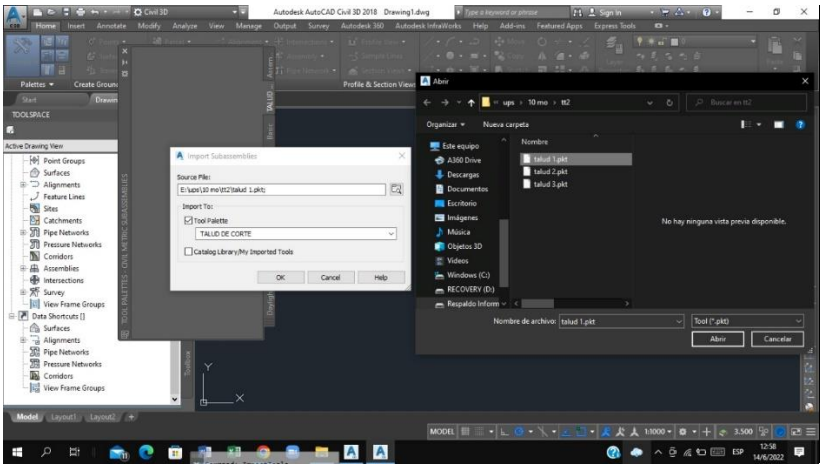


Nota. Ventana Talud de Corte de Autodesck Civil 3D. Elaborado por: Los Autores

Posteriormente se hace clic derecho en la ventana Talud de Corte, en la cual se selecciona la opción Import Subassemblies en donde se seleccionará el archivo guardado, reflejándose el nuevo subassembly en la ventana Talud de Corte.

Figura 94

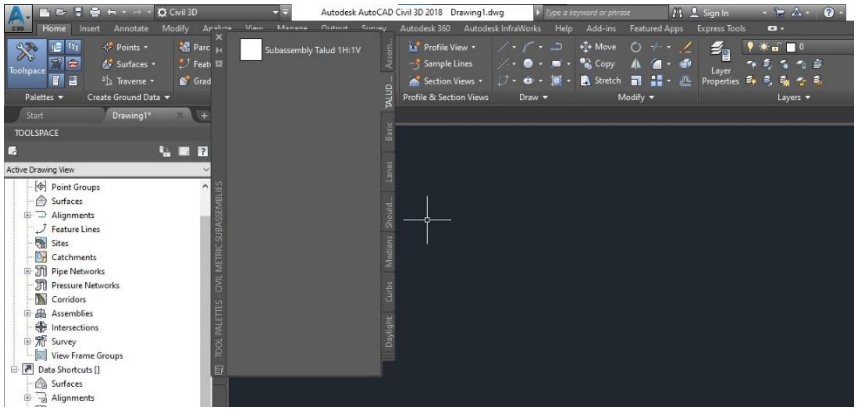
Import Subassemblies, Autodesck Civil 3D



Nota. Importación de talud de Autodesck Civil 3D. Elaborado por: Los Autores

Figura 95

Talud de Corte importado, Autodesck Civil 3D



Nota. Subassembly Talud 1H:1V Civil 3D. Elaborado por: Los Autores

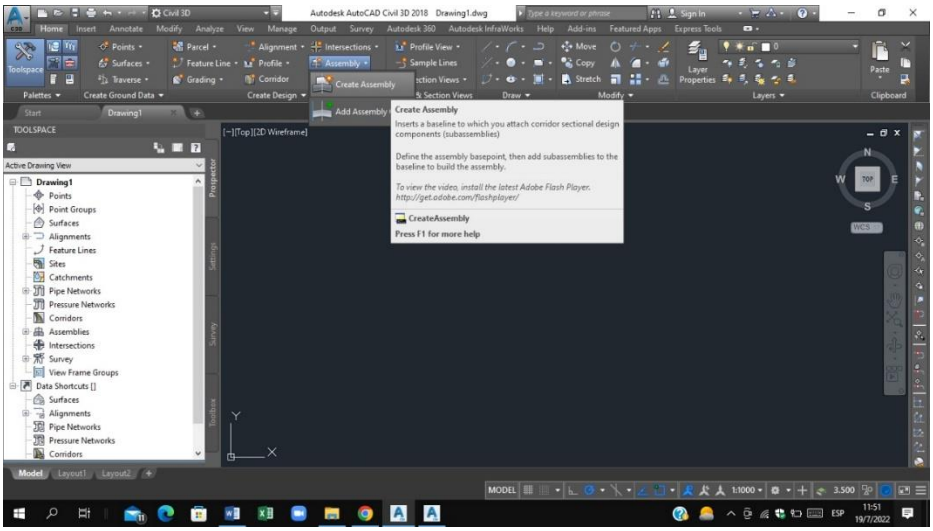
4.5.3. Acoplamiento de Talud a un Diseño Vial Existente

Para el acoplamiento del talud existente se debe tener una superficie creada sobre la topografía y su respectivo alineamiento donde se realizará el corredor.

Se debe crear un subassembly, esto se realiza en la pestaña Home, en la opción Subassembly donde se desplegarán dos opciones en la que se escoge Create Assembly.

Figura 96

Create Assembly

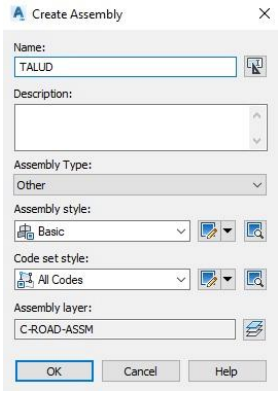


Nota. Pestaña para crear un Assembly. Elaborado por: Los Autores

Una vez seleccionada la opción Create Assembly se abrirá una nueva ventana donde se podrá establecer el nombre del Assembly a crearse, el tipo de assembly (Assembly Type) en donde se coloca la opción Other, el estilo de assembly (Assembly style) colocando la opción Basic, los estilos de códigos (Code set style) donde se selecciona todos los códigos (All Codes) y por último se da clic en OK. Posteriormente se da clic en un espacio vacío, generando el Assembly.

Figura 97

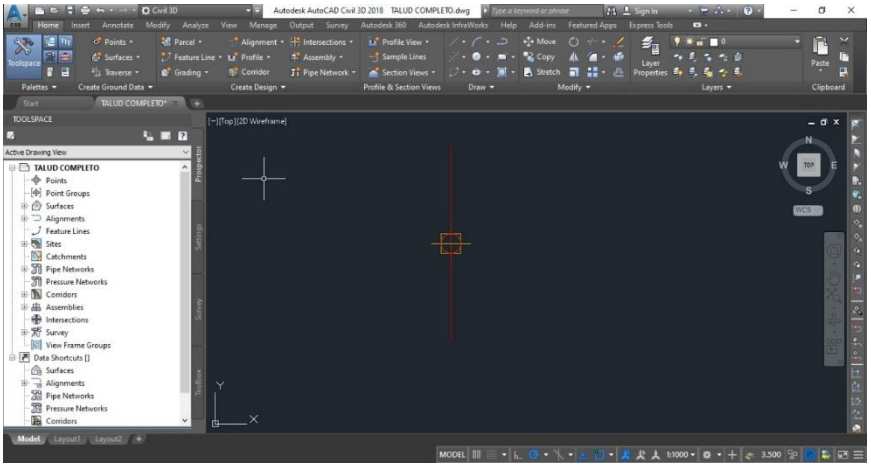
Ventana de Create Assembly



Nota. Selección de parámetros de la creación de Assembly. Elaborado por: Los Autores

Figura 98

Creación de Assembly



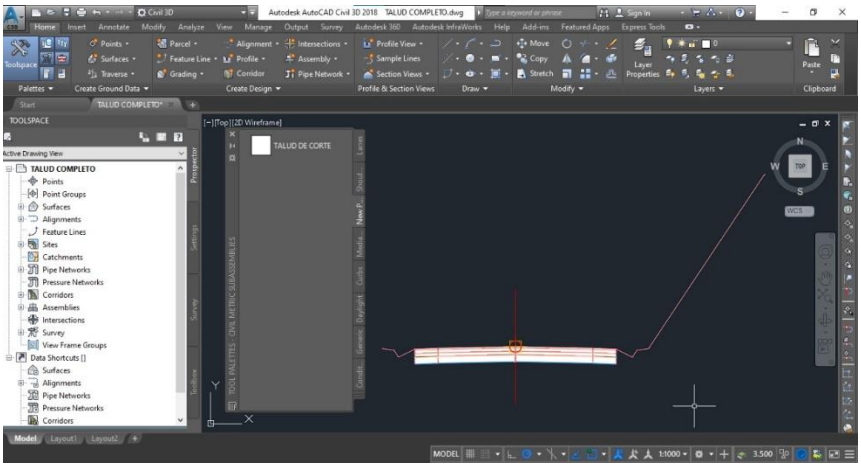
Nota. Representación de Assembly. Elaborado por: Los Autores

Para la implementación del Subassembly importado, se dirige a la pestaña Home, donde se selecciona la opción Tool Palettes. Se abrirá una ventana en donde posterimente se había creado una nueva paleta denominada New Palette, en donde se encuentra el Subassembly importado.

Se selecciona dicho Subassembly y se da clic en el Assembly creado anteriormente, esto reflejara el talud de corte, la sección vial con cunetas y contra cunetas.

Figura 99

Implementación de Subassembly

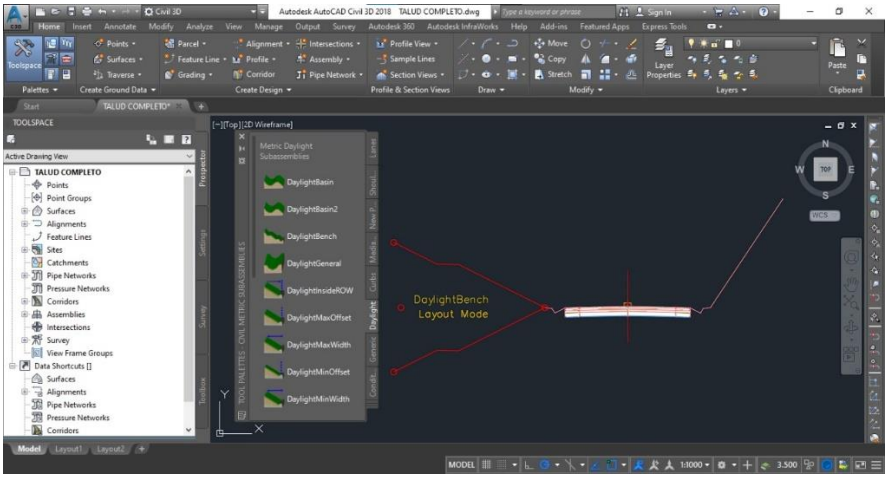


Nota. Implementación de Subassembly al Assembly. Elaborado por: Los Autores

Para completar el Subasembly se coloca el subassembly que contiene el civil 3D por default que se encuentra en la paleta Daylight y seleccionando la opción DaylightBench la cual genera talud de corte y relleno. Esto es necesario debido a que el talud de corte creado se implementara al lado derecho de la vía y si existiera algún corte o relleno al lado izquierdo se genera un error en la formación de taludes por lo tanto se opta por añadir este Subassembly por default.

Figura 100

Subassembly DaylightBench



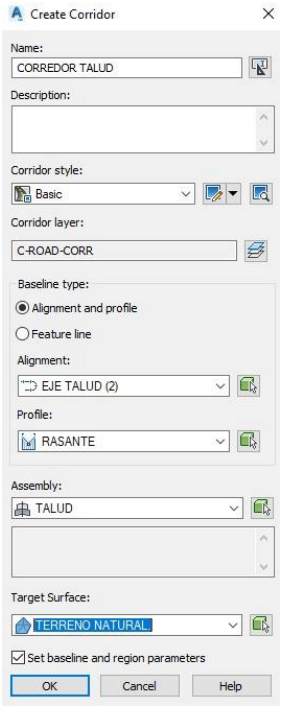
Nota. Incorporación de Subassembly DaylightBench. Elaborado por: Los Autores

A continuación, es necesario crear un corredor donde se implemente el subassembly creado, esto se realiza en la pestaña home y seleccionando Corridor lo que reflejara una ventana denominada Create Corridor, se coloca el nombre Corredor Talud, en la opción Corridor style se selecciona la opción Basic, en Baseline type se coloca Alignment and profile, en Alignment se selecciona el alineamiento creado previamente en esta ocasión se denominada Eje talud (2), en Profile se añade la rasante de la vía denominada Rasante.

Para la opción Assembly se selecciona el nombre del Subassembly creado anteriormente el cual es denominado Talud, esto permite que la sección de via y talud creada anteriormente se implemente en el corredor de la vía sobre la topografía, en la sección Target Surface se selecciona la superficie del terreno natural y se da un clic en OK generando el corredor.

Figura 101

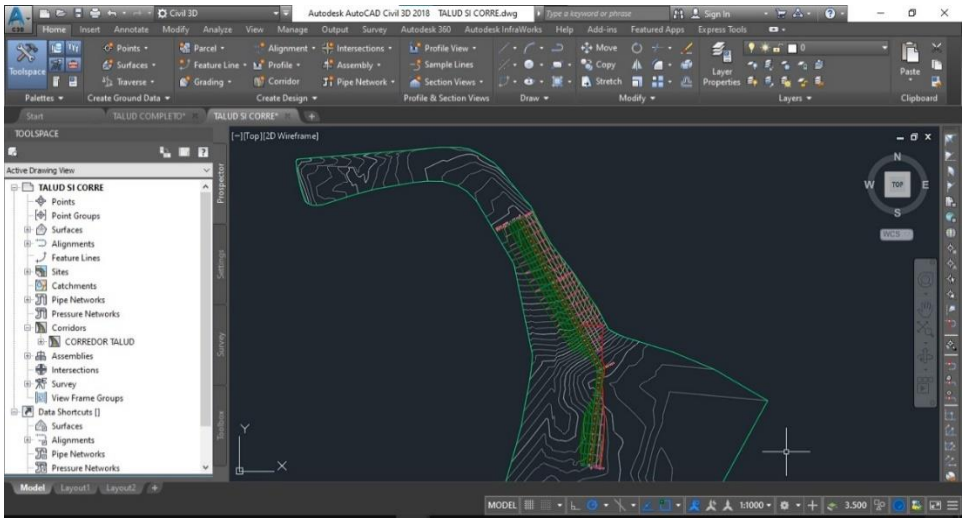
Creación del Corridor



Nota. Selección de parámetros del corredor. Elaborado por: Los Autores

Figura 102

Corredor implementado en la superficie

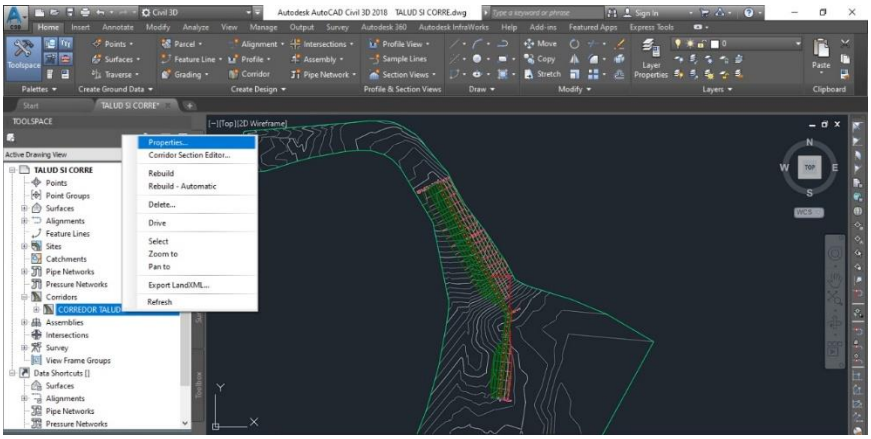


Nota. Generación del corredor en el alineamiento. Elaborado por: Los Autores

Al crear el corredor hay que dirigirse a la sección ToolSpace en la opción Corridors donde se despliega el corredor creado, a este se da un clic derecho eligiendo la opción Properties, donde se abrirá una ventana.

Figura 103

Properties Corredor Talud

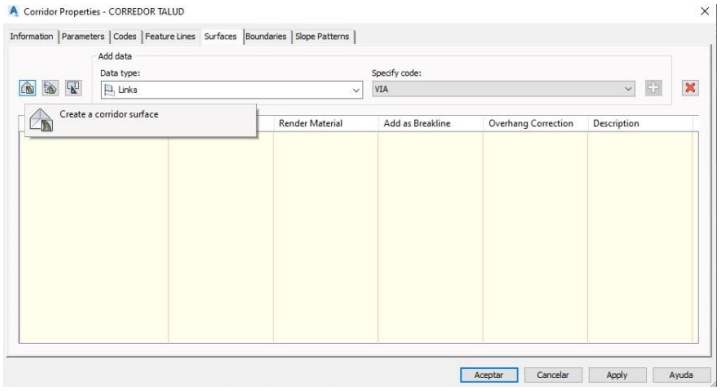


Nota. Localización para abrir el cuadro de propiedades del corredor. Elaborado por: Los Autores

En esta ventana Properties se despliegan varias pestañas, en la que se selecciona la opción Surface, en esta se creara una superficie sobre el corredor con la opción Create a corridor superface.

Figura 104

Botón Create a corridor surface

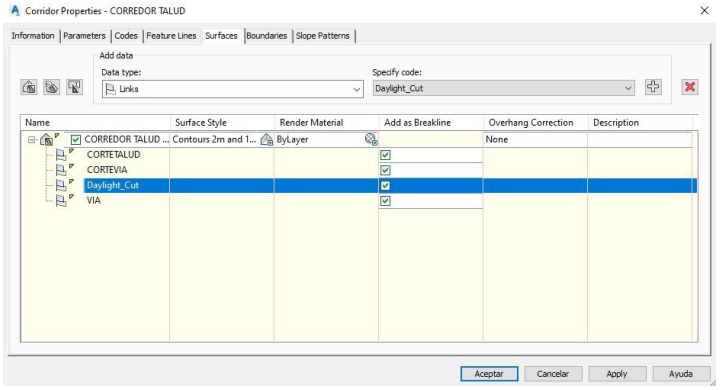


Nota. Creación de superficie al corredor. Elaborado por: Los Autores

Despues de crear la superficie al corredor se añade los códigos creados en el Subassembly Composer, en la cual se selecciona en la sección Specify codes, estos son CORTETALUD, CORTEVIA y VIA; para que genere el corte se añade el código del Civil 3D denominado Daylight_Cut, por último, se da aplicar y generara una ventana donde se selecciona la opción Rebuild the Corridor.

Figura 105

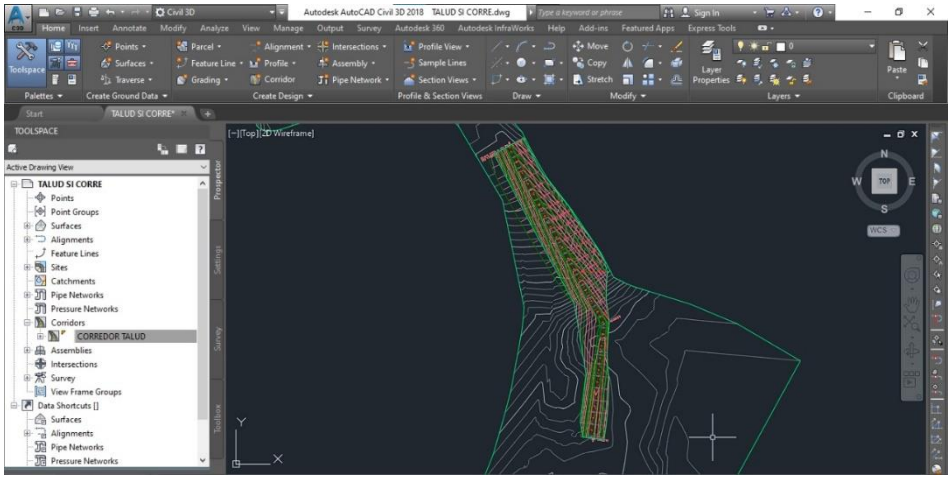
Implementación de Códigos



Nota. Selección de los códigos CORTETALUD, CORTEVIA, VIA Y Daylight_Cut. Elaborado por: Los Autores

Figura 106

Superficie Modificada del Corredor



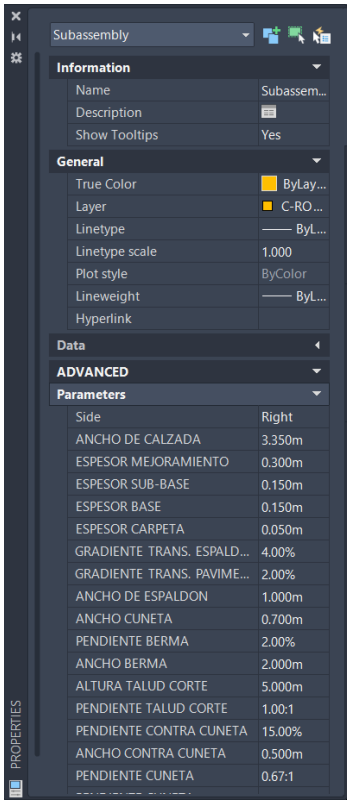
Nota. Cambio de superficie una vez incluido los códigos. Elaborado por: Los Autores

Una vez creada la superficie del corredor habiendo implementado el Subassembly sobre el diseño vial se muestra las bermas y cuerpo de talud con sus respectivas pendientes. Para visualizar de una mejor manera los cortes y la sección vial, hay que dirigirse al corredor dando clic derecho y seleccionando la opción Drive, posteriormente se selecciona el corredor en la superficie generando la visualización del corredor en 3D.

Para poder modificar los parámetros establecidos en el módulo Subassembly Composer en Civil 3D, se ubica en el Subassembly dando clic izquierdo y seleccionando la opción Properties, la cual despliega una ventana seleccionando la pestaña Design, donde se reflejarán todos aquellos parámetros para ser modificados.

Figura 107

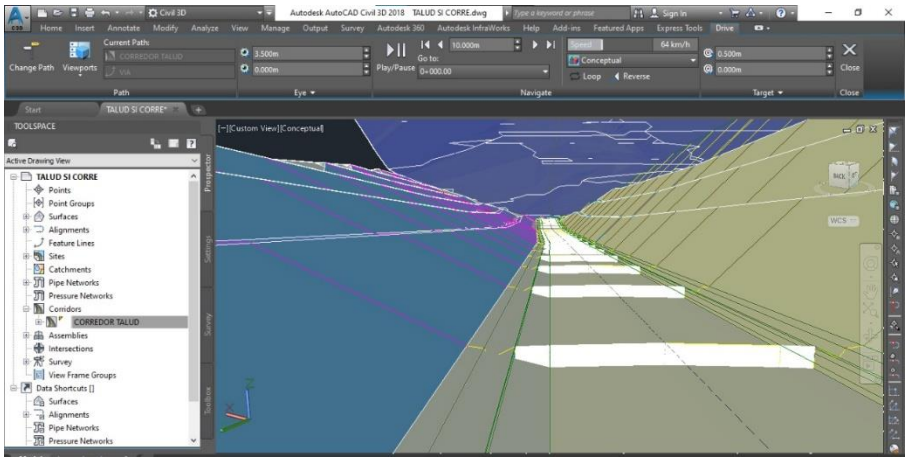
Modificación de Parámetros



Nota. Cuadro de propiedades de Subassembly. Elaborado por: Los Autores

Figura 108

Vista 3D del corredor



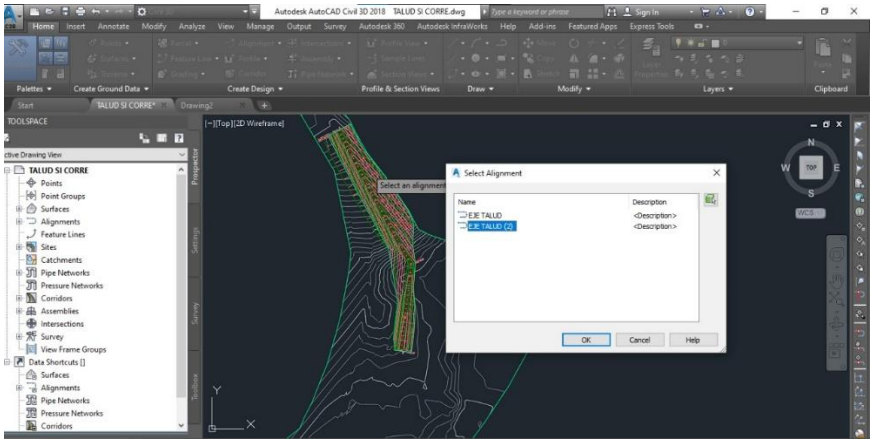
Nota. Visualización de los cortes y la sección vial en la superficie. Elaborado por: Los Autores

4.6. Cálculo y modelamiento de movimientos de tierra

Para la creación del cuadro de volúmenes de masa, primero hay que crear un Simple Lines, esta opción se encuentra en la pestaña Home sección Profile and sección Views, se desplegara una ventana donde se elige el eje a utilizarse, en este caso Eje Talud (2).

Figura 109

Ventana Select Alignment

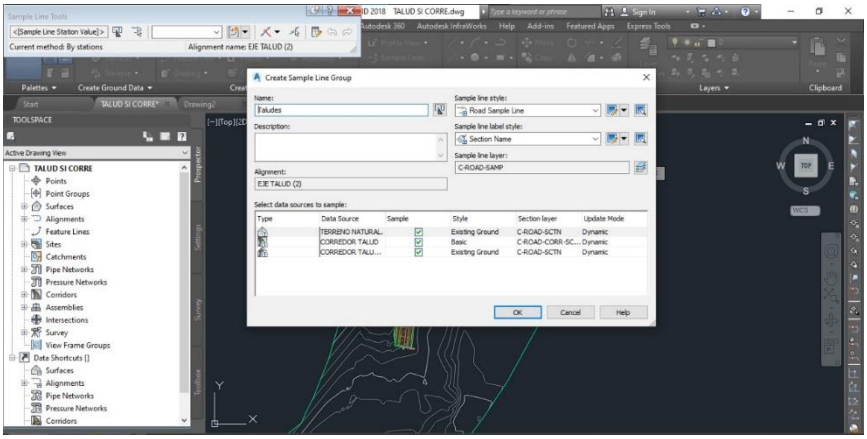


Nota. Selección del Eje talud (2). Elaborado por: Los Autores

Habiendo seleccionado Eje Talud y dando clic en OK se despliega dos nuevas ventanas denominadas Create Sample Line Group y Sample Line Tools. En la ventana Create Sample Line Group, se cambiará el nombre a Taludes, dejando los demás parámetros por default.

Figura 110

Ventana Create Sample Line Group

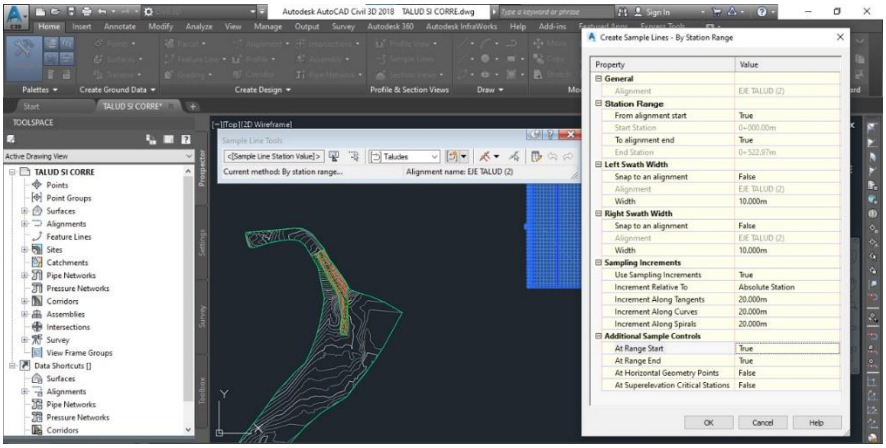


Nota. Creación del Simple line Group con el nombre Taludes. Elaborado por: Los Autores

Luego en la ventana Sample Line Tools se clic en el recuadro Sample Line Creation Methods , en el cual se selecciona la opcion By Range of Stations, desplegandose asi una ventana, en donde se modificaran los parametros Width de las opciones Left Swath Width y Rigth Swath Width incluyendo el valor de 10, el cual nos permite visualizar secciones a cada 10m de distancia de lado izquierdo y derecho. Tambien se coloca la opcion True en los parametros At Range Start y At Range End para que las secciones partan del origen y terminen al concluir la vía. Colocado estos parametros se selecciona OK y se da Enter.

Figura 111

Ventana Create Sample Line By Station Range

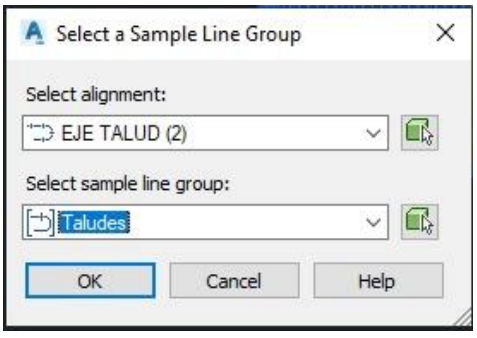


Nota. Espaciamiento izquierdo y derecho a cada 10m y selección de la opción True en At Range Start y End. Elaborado por: Los Autores

Psoteriormente hay que dirigirse a la pestaña Analyze y se selecciona el icono , denominado Compute Materials, el cual despliega una ventana denominada Select a Sample Line Group, en donde se elige el alineamiento Eje Talud (2) y también se selecciona el Sample Line Group denominado Taludes.

Figura 112

Ventana Select a Sample Line Group

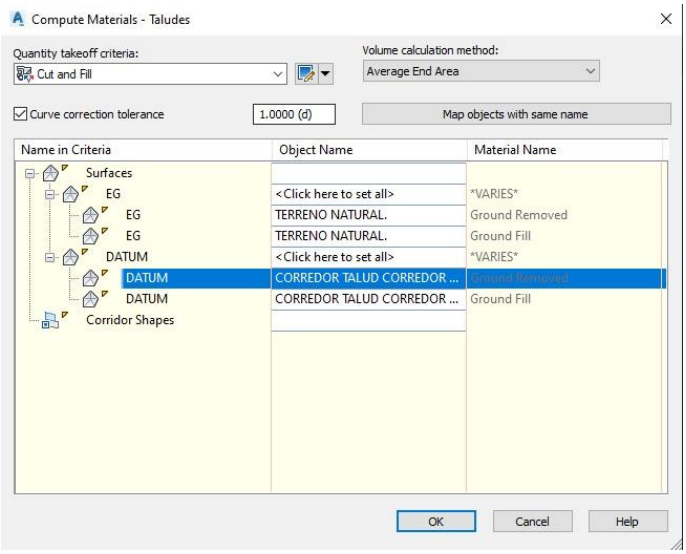


Nota. Selección de alineamiento Eje Talud 2 y Sample line Taludes. Elaborado por: Los Autores

Al momento de dar OK a la ventana anterior se genera un nuevo recuadro con el nombre Compute Materials-Taludes, donde en la opción Quantity takeoff criteria se elige Cut and Fill. En las opciones de la Surface se coloca el Terreno Natural en las opciones EG y Corredor Talud en la opción Datum y se coloca OK.

Figura 113

Ventana Select a Sample Line Group

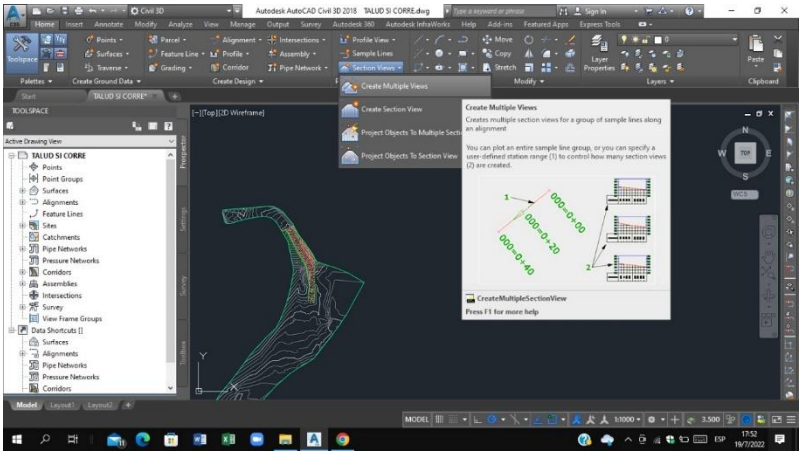


Nota. Selección Terreno Natural y Corredor Talud en la Superficie EG y Datum respectivamente. Elaborado por: Los Autores

Después se regresa a la pestaña Home en la sección Profile & Section Views se selecciona la pestaña Section Views, en la cual despliega 4 distintas opciones eligiendo la opción Create Multiple Views.

Figura 114

Opción Create Multiple Views

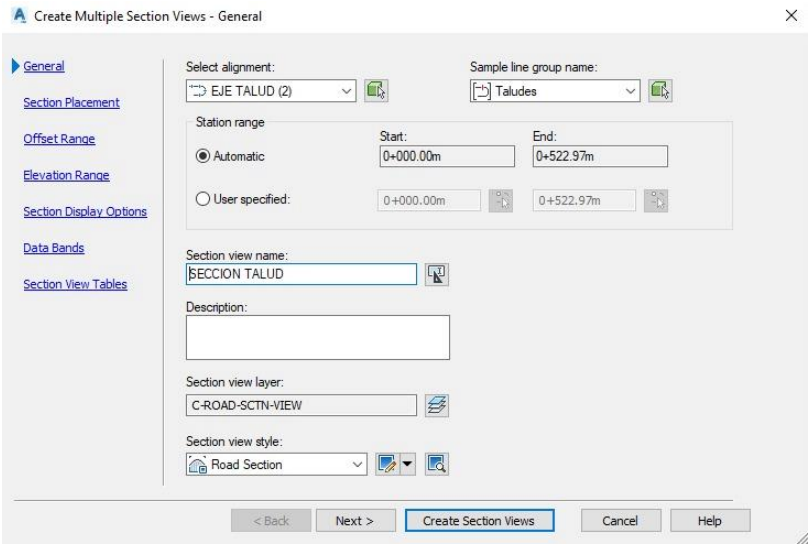


Nota. Pestaña para creación de múltiples secciones de corte. Elaborado por: Los Autores

Al elegir esta opción se despliega una ventana con el nombre Create Multiple Section Views, donde en la pestaña general se coloca el nombre de la sección denominada Sección Talud y se mantiene los parámetros por default.

Figura 115

Ventana Create Multiple Section Views-General

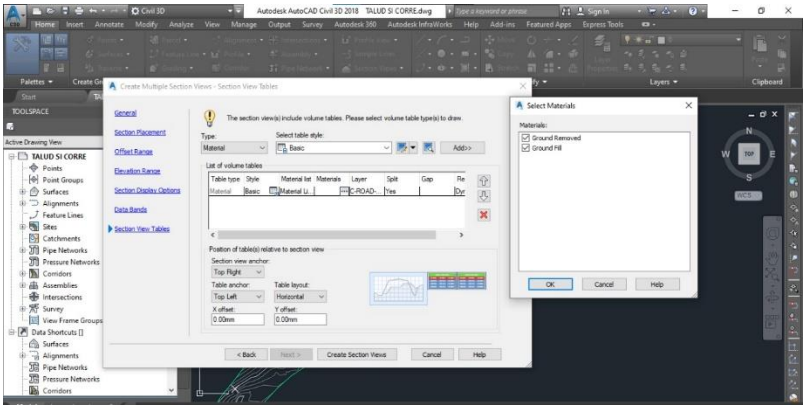


Nota. Colocación del Nombre de las secciones. Elaborado por: Los Autores

En la sección Section View Tables se coloca en Type la opción Material, para añadir en la List of volumen tables, el corte, se da clic en el botón Add y se selecciona Ground Removed ya que se requiere saber el volumen de corte, el resto de parámetros se deja por default.

Figura 116

Ventana Create Multiple Section Views-Section View Tables

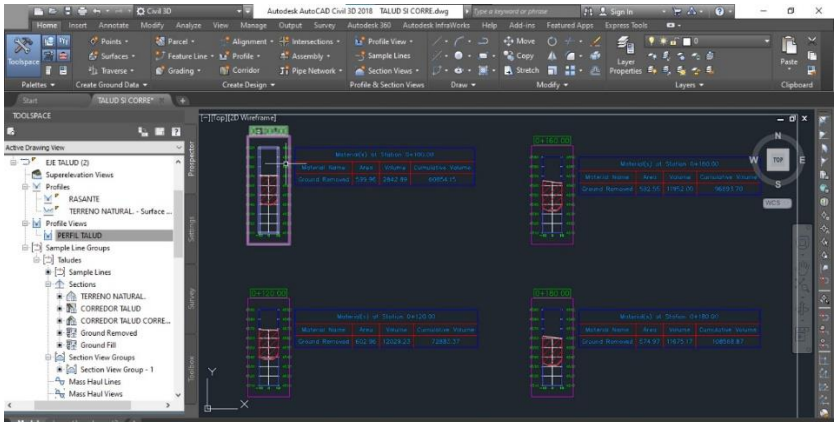


Nota. Colocación de corte en la lista de volúmenes. Elaborado por: Los Autores

Por último, se da clic en la opción Create Section Views y coloca en un espacio libre el puntero del mouse y se da clic generando los cuadros de volúmenes de las secciones.

Figura 117

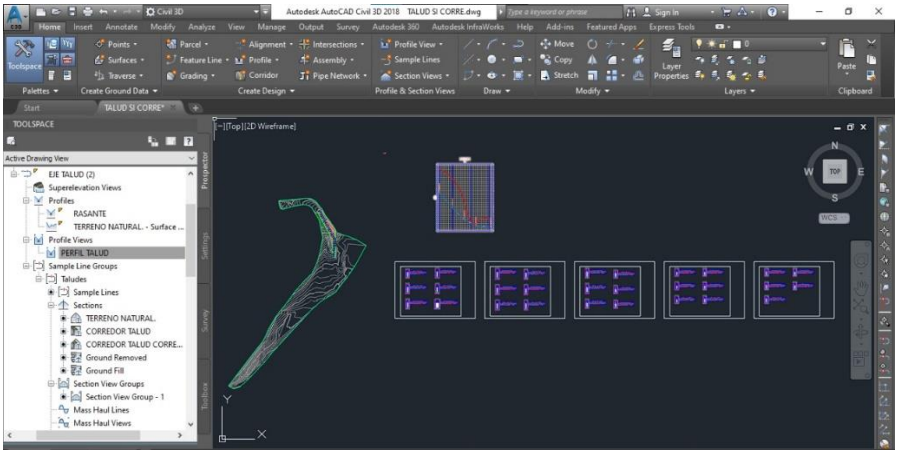
Cuadros de Volúmenes de las Secciones



Nota. Representación de cuadro de corte con valores de área y volumen. Elaborado por: Los Autores

Figura 118

Visualización completa del proyecto

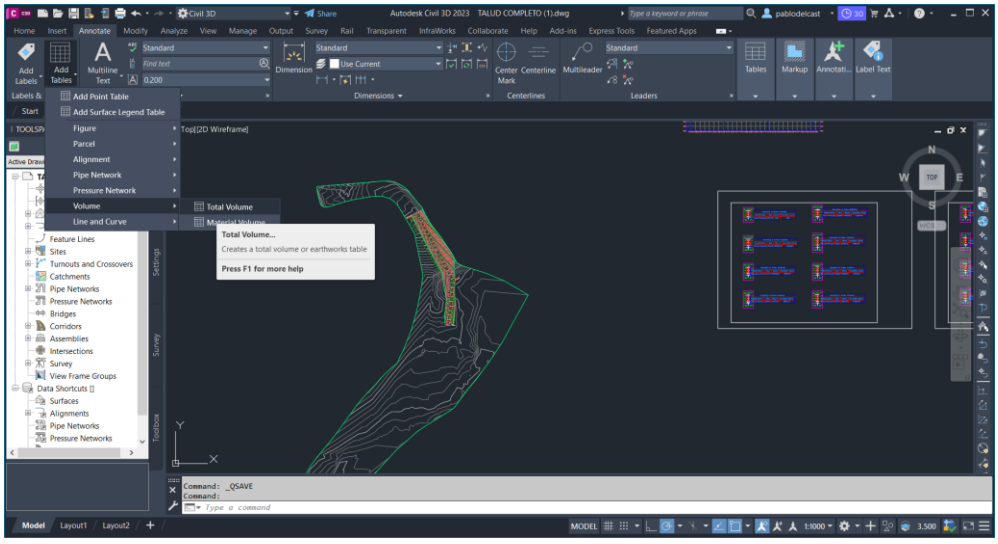


Nota. Visualización de superficie alineamiento vertical y horizontal, Subassembly y cuadro de volúmenes. Elaborado por: Los Autores

Para poder obtener la tabla de volúmenes totales de corte y relleno, se dirige a la pestaña Annotate, en la sección Labels & Tables, eligiendo la opción Add Tables, donde se se despliega una ventana se selecciona Volumen y después Total Volumen.

Figura 119

Opción Total Volumen

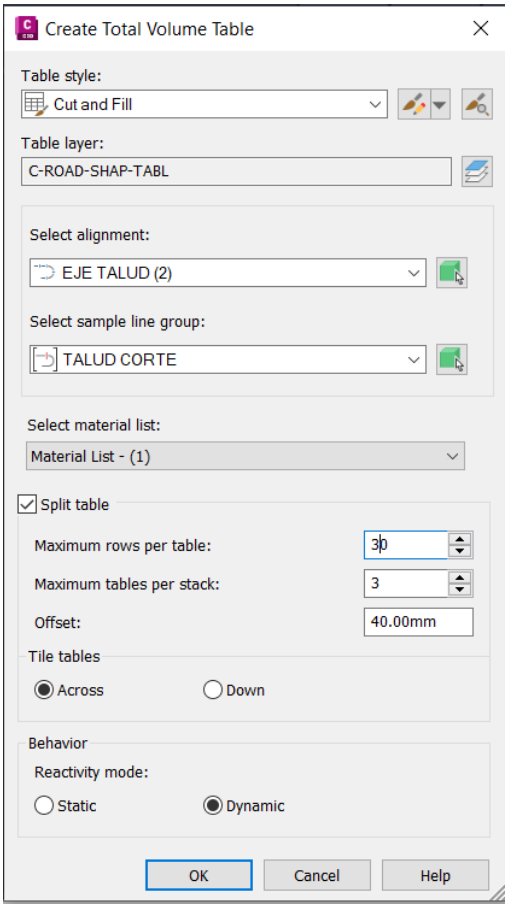


Nota. Procedimiento para seleccionar la ventana Total Volumen. Elaborado por: Los Autores

Posteriormente se desplegará un cuadro denominado Create Total Volume Table, en este se selecciona el alineamiento creado y el Simple Line, en la opción Maximum rows per Table se coloca el numero treinta para que refleje los ítems en la tabla, una vez pasado estos números se genera una tabla adicional.

Figura 120

Ventana Create Total Volume Table



Nota. Parámetros de la ventana Create Total Volume Table. Elaborado por: Los Autores

Figura 121

Tabla de Volúmenes Totales

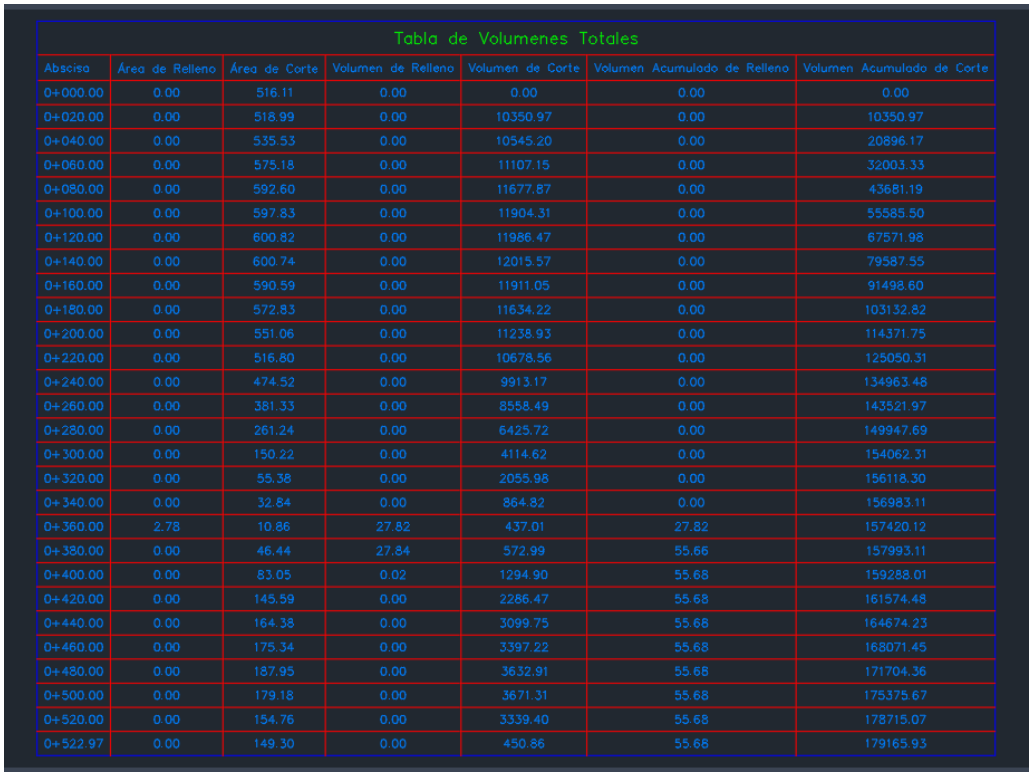


Tabla de Volumenes Totales

Abscisa	Área de Relleno	Área de Corte	Volumen de Relleno	Volumen de Corte	Volumen Acumulado de Relleno	Volumen Acumulado de Corte
0+000.00	0.00	516.11	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	518.99	0.00	10350.97	0.00	10350.97
0+040.00	0.00	535.53	0.00	10545.20	0.00	20896.17
0+060.00	0.00	575.18	0.00	11107.15	0.00	32003.33
0+080.00	0.00	592.60	0.00	11677.87	0.00	43681.19
0+100.00	0.00	597.83	0.00	11904.31	0.00	55585.50
0+120.00	0.00	600.82	0.00	11986.47	0.00	67571.98
0+140.00	0.00	600.74	0.00	12015.57	0.00	79587.55
0+160.00	0.00	590.59	0.00	11911.05	0.00	91498.60
0+180.00	0.00	572.83	0.00	11634.22	0.00	103132.82
0+200.00	0.00	551.06	0.00	11238.93	0.00	114371.75
0+220.00	0.00	516.80	0.00	10678.56	0.00	125050.31
0+240.00	0.00	474.52	0.00	9913.17	0.00	134963.48
0+260.00	0.00	381.33	0.00	8558.49	0.00	143521.97
0+280.00	0.00	261.24	0.00	6425.72	0.00	149947.69
0+300.00	0.00	150.22	0.00	4114.62	0.00	154062.31
0+320.00	0.00	55.38	0.00	2055.98	0.00	156118.30
0+340.00	0.00	32.84	0.00	864.82	0.00	156983.11
0+360.00	2.78	10.86	27.82	437.01	27.82	157420.12
0+380.00	0.00	46.44	27.84	572.99	55.66	157993.11
0+400.00	0.00	83.05	0.02	1294.90	55.68	159288.01
0+420.00	0.00	145.59	0.00	2286.47	55.68	161574.48
0+440.00	0.00	164.38	0.00	3099.75	55.68	164674.23
0+460.00	0.00	175.34	0.00	3397.22	55.68	168071.45
0+480.00	0.00	187.95	0.00	3632.91	55.68	171704.36
0+500.00	0.00	179.18	0.00	3671.31	55.68	175375.67
0+520.00	0.00	154.76	0.00	3339.40	55.68	178715.07
0+522.97	0.00	149.30	0.00	450.86	55.68	179165.93

Nota. Áreas, Volúmenes y volúmenes acumulados totales. Elaborado por: Los Autores

CONCLUSIONES

Al realizar la investigación de los distintos taludes de corte más utilizados en obras viales se pudo reconocer que existe una predominancia en el uso de técnicas de diseño en cuanto a su geometría los cuales son:

- Talud 1: 1H:1V con berma de 5m de ancho a cada 30m de altura consecutivo hasta alcanzar una altura de 110m.
- Talud 2: 2H:3V con berma de 3m de ancho a cada 30m de altura consecutivo hasta alcanzar una altura de 110m.
- Talud 3: 1H:2V con berma de 3m de ancho a cada 10m de altura consecutivo hasta alcanzar una altura de 30m.

Con esto se concluye que en distintos proyectos se repiten sus pendientes, variando las alturas en función de la altura total de corte del proyecto.

Para elaboración y reforzamiento de los taludes de corte se requiere la utilización de materiales en donde en su mayoría se ocupa de hormigón lanzado, con una estructura de malla electrosoldada y anclajes de varillas, también se ocupa la geomalla ó geosintetica de sostenimiento para generación de capa vegetal.

Para la creación de secciones de taludes de corte, existen varias maneras de poder conformar los parámetros y la forma esquemática al momento de generar el subassembly, en el presente documento se planteó de una forma descriptiva las funciones que posee el módulo demostrando de distintas maneras de como configurar los parámetros.

Se demostró el funcionamiento adecuado del Subassembly en el proyecto vial, al ser exportado e implementado en el diseño vial existente en Civil 3D, realizando los cortes establecidos por la geometría de los taludes tipo sobre la topografía del terreno, por lo cual el programa permite visualizar el proyecto en 3D.

Se demostró de manera explicativa como modificar los valores de los parámetros creados en módulo Subassembly Composer en Civil 3D, de manera que se puede generar taludes, bermas, cunetas, contracunetas y sección vial con diferente ancho, pendientes, altura tomando como referencia el talud creado con pendiente 1H:1V.

Se realizó el procedimiento de cómo generar la tabla de resumen de materiales en secciones a cada 10m de un tramo de 500m, obteniendo el área, volumen y volumen acumulativo de cada sección, que se produce por la implementación del tramo vial, obteniendo el volumen total acumulado de corte igual a 179165.93m3 y un volumen total acumulado de relleno igual a 55.68m3, reflejando así que existirá una cantidad elevada de desalojo de tierra.

RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar nuevas técnicas de diseño para las geometrías de taludes de corte debido a las similitudes presentadas, tomando en cuenta las diferentes características que existen en cada proyecto, como su tipo de suelo, la zona sísmica, la carga que se generara dependiendo de la clase de vía, etc.

Es aconsejable crear dos subassemblies si se requiere un corte en los dos lados de la vía, ya que el modulo permite generar los parámetros solo a un optado ya sea lado izquierdo o derecho, por lo cual no se generará el corte de la sección creada si se la realiza al lado contrario.

Es importante poder desarrollar el uso del módulo Subassembly Composer para la creación de secciones personalizadas viales donde se puedan incluir distintas estructuras ya sean de corte o relleno así fomentando el manejo de este software para estudiantes y profesionales enfocados en la creación de vías.

REFERENCIAS

Asociación de carreteras del Japón. (1984). *Serie de trabajos de tierra en carreteras-Manual de protección de taludes.* https://www.udocz.com/apuntes/22341/manual-de-proteccion-de-taludes

Berardo, M., & Baruzzi, A., & Dapás, O., & Freire, R., & Tartabini, M., & Vanoli, G. (2014). *Manual de diseño geométrico vial.* Brujas. https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/78155?page=122

Geosuelos CIA. LTDA. (2017). *Estudios de Ingeniería Definitivos para la Ampliación a 4 Carriles de la Vía Ambato-Riobamba de 44.806 km de Longitud y Obras Complementarias.* Ministerio de transporte y obras Publicas

De Matteis, A. (2003). *Estabilidad de taludes*. Universidad Nacional de Rosario. https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf

Guerrero, P. Mayo (2017). *Estudios de Impactos Ambientales e Ingeniería Definitivos para la Estabilización de Taludes y Deslizamientos, de Varios Sitios Críticos en la Carretera Guanujo-Echeandia.* Ministerio de transporte y obras Publicas

Hurtado, I. & Toro, J. (2005). *Paradigmas y métodos de investigación.* https://epinvestsite.files.wordpress.com/2017/09/paradigmas-libro.pdf

Irigoyen & Asociados CIA. LTDA. (2016). *Informe de Geotécnico del Puente Sobre el Río Ambí.* Ministerio de transporte y obras Publicas

Irigoyen, P. (2014). *Guia para trazado de vias utilizando el programa Civil 3D.* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Catolica del Ecuador]. http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6409

Lauro, A., & Rodríguez, G. (2005). *Carreteras.* Universidad Autónoma de Yucatán. https://books.google.com.ec/books?id=h-F1o3FkfyEC&pg=PA59&dq=definicion+de+carretera&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjOzvPnyYT1AhVHSTABHZ2lArwQ6AF6BAgEEAI#v=onepage&q=definicion%20de%20carretera&f=false

Mohammad Naghi Namakforoosh. (2005). *Metodología de la investigación.* Limusa. https://books.google.com.ec/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&pg=PA91&dq=investigacion+descriptiva&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiL09_p8IT1AhU1szEKHVFXCbgQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=investigacion%20descriptiva&f=false

Panavial. (2012). *Informe de Estabilidad de Taludes Vía de Acceso a NQIA Ruta Norte 0+000 a 5+000.* Ministerio de transporte y obras Publicas

Portillo, G. *Taludes*. MeteorologíaenRed. https://www.meteorologiaenred.com/taludes.html

Revelo Burgos, V. (2008). *Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del subtrópico del nor occidente del ecuador a fin de evitar accidentes de tránsito y disminuir los costos de operación vehicular.* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2714/1/Maestr%C3%ADa%20V.%20T.40%20-%20Revelo%20Burgos%20Vicente%20Ulpiano.pdf

Suarez, J. (2017). *Talud y talud natural definiciones y tipos.* ABC. Geotechnical Consulting. https://www.mecanicasuelosabcchile.com/talud-natural/

Avila, A. (2012). *Guía de uso del software Civil 3D 2008 aplicado al diseño de carreteras.* [Tesis de grado, Universidad San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3468_C.pdf

Stated of Florida. (2018). *FDOT Civil 3D Subassembly Composer*. https://fdotwww.blob.core.windows.net/sitefinity/docs/default-source/cadd/cadd/downloads/documentation/fdotc3dsubassemblycomposer/files/fdotc3dsubassemblycomposer.pdf?sfvrsn=718bc716_0

ANEXOS

República del Ecuador

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Memorando Nro. MTOP-GET-2022-153-ME

Quito, D.M., 22 de julio de 2022

PARA: Srta. Mgs. Mariella Fernanda Zambrano Valverde
Coordinadora de Estudios Técnicos

ASUNTO: RESPUESTA A SOLICITUD DE INFORMACION Y PLANOS RELACIONADOS A PROYECTOS DE TALUDES APROBADOS POR LA UNIDAD DE GEOTECNIA

En atención a la solicitud del Sr. Pablo Daniel del Castillo Gallegos y sumilla inserta del Director Nacional de Estudios de Infraestructura del Transporte, me permito comunicar que la Unidad de Geotecnia ha facilitado a los dos tesistas Sres. Pablo del Castillo y Bryan Mena, la información y planos relacionados a proyectos de taludes aprobados en la Unidad, aclarando que la revisión de información se realiza de forma física en nuestro archivo del piso 11 del edificio del MTOP y después de ser consultada se devuelve a sus archivadores.

La Unidad de Geotecnia está presta a colaborar con las Universidades del país y proporcionar información siempre que sea con fines académicos.

Es todo cuanto puedo informar al respecto.

Atentamente,

Ing. Mariela Jahaira Macías Parraga
EXPERTA EN GEOTECNIA

Referencias:
- MTOP-GICDA-2022-2436-EXT

Copia:
Sr. Pablo Daniel Del Castillo Gallegos

Dirección: Av. Juan León Mera N26-220 y Av. Orellana
Código postal: 170522 / Quito Ecuador
Teléfono: 593-2-3974600 - www.obraspublicas.gob.ec

* Documento firmado electrónicamente por Quipux

Gobierno del Encuentro | Juntos lo logramos

1/1