



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL MÓDULO
“AUTODESK SUBASSEMBLY COMPOSER” EN LA CREACIÓN DE UNA
SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN TÚNEL, UTILIZADA EN EL DISEÑO
VIAL EMPLEANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniera e Ingeniero Civil

AUTORES: Katherine Lisbeth Arias Almagro
Franklin Gabriel Rueda Figueroa

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Katherine Lisbeth Arias Almagro con documento de identificación N° 1724029622 y Franklin Gabriel Rueda Figueroa con documento de identificación N° 1723015440; 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, 04 de septiembre del 2024

Atentamente,



Katherine Lisbeth Arias Almagro
1724029622



Franklin Gabriel Rueda Figueroa
1723015440

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

Nosotros, Katherine Lisbeth Arias Almagro con documento de identificación N° 1724029622 y Franklin Gabriel Rueda Figueroa con documento de identificación N° 1723015440; 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: “Elaboración de una guía para la Aplicación del Módulo Autodesk Subassembly Composer en la Creación de una Sección Transversal de un túnel, utilizada en el Diseño Vial empleando el Software Civil 3D”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero e Ingeniera 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 Politécnica Salesiana.

Quito, 04 de septiembre del 2024

Atentamente,



Katherine Lisbeth Arias Almagro
1724029622



Franklin Gabriel Rueda Figueroa
1723015440

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: ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA LA APLICACIÓN DEL MÓDULO AUTODESK SUBASSEMBLY COMPOSER EN LA CREACIÓN DE UNA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN TÚNEL, UTILIZADA EN EL DISEÑO VIAL EMPLEANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, realizado por Katherine Lisbeth Arias Almagro con documento de identificación N° 1724029622 y Franklin Gabriel Rueda Figueroa con documento de identificación N° 1723015440, 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, 04 de septiembre del 2024

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc.

0603015728

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado principalmente a Dios, quien me ha permitido alcanzar este importante objetivo en mi vida. También quiero dedicárselo a mi padre, Luis Arias, mi primer amor, quien siempre me brindó su apoyo y amor incondicional a pesar de la distancia. Con profundo afecto, dedico este trabajo a mi madre, Fanny Almagro, por su guía y por haberme formado en la persona que soy hoy en día. También quiero expresar mi cariño a mis hermanas, Lizeth e Ibeth, quienes siempre han estado a mi lado cuidándome y siendo un ejemplo a seguir. Y a mi pequeña Alaia Danely Silva Arias, mi angelito, quien siempre ocupará un lugar especial en mi corazón.

Agradezco enormemente a mis amigos por su constante apoyo, amor y por todas las experiencias compartidas, tanto académicas como personales.

Este trabajo está dedicado con todo mi amor y dedicación a ustedes, quienes han sido fundamentales en mi vida y han contribuido para que pueda alcanzar mis sueños.

Katherine Lisbeth Arias Almagro

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profunda gratitud a Dios por brindarme la vida y por haberme dado unos padres excepcionales que han sido fundamentales en la culminación de mis estudios.

También deseo agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana por permitirme completar mi carrera.

Agradezco enormemente a mi querida familia: mis padres, mis hermanas, mi cuñado, mis abuelitos y mis tíos, quienes siempre han estado pendientes de mí y cuyo amor y apoyo constante me han dado el ánimo necesario para seguir adelante.

A mi compañero Franklin Rueda, por su esfuerzo y por acompañarme durante todo el proceso de titulación.

Asimismo, agradezco de manera especial a mi tutor, el Ing. Hugo Carrión, por su inquebrantable apoyo que fue crucial para completar nuestro proyecto.

Katherine Lisbeth Arias Almagro

DEDICATORIA

Este trabajo de Titulación está dedicado en primer lugar a Dios por haberme dado la sabiduría y la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta tan anhelada.

A mis padres Franklin y Viviana, quienes con su esfuerzo y amor me han ayudado a cumplir este objetivo, les agradezco por ser el pilar de mi vida y por enseñarme el valor de la dedicación y el esfuerzo. A mis hermanas Catherine y Andrea, por estar siempre presentes y apoyarme en todo momento durante este proceso.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que creen en mí, que me han inspirado y motivado a seguir adelante en busca de mis sueños.

Franklin Gabriel Rueda Figueroa

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por darme la vida y la oportunidad de alcanzar mis metas académicas rodeado de personas que me motivan a ser mejor cada día.

Agradezco especialmente a mis padres, Franklin y Viviana por su sacrificio, apoyo constante y por ser una fuente de inspiración en mi camino. También quiero agradecer a mi tutor de tesis, el Ing. Hugo Carrión, y a todos los profesores que contribuyeron a mi formación universitaria. Por último, agradezco a mi compañera de proyecto Katherine por su valioso aporte en la culminación de este logro académico.

Franklin Gabriel Rueda Figueroa

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Problema	1
1.2.1 Antecedentes	1
1.2.3 Importancia y Alcance	2
1.2.3 Delimitación	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Software AutoCAD Civil 3d.....	7
2.2 Módulo Subassembly Composer	7
2.3 Diseño Vial	8
2.3.1 Generalidades	8
2.3.2 Alineamiento Horizontal	8
2.3.3 Alineamiento Vertical.....	9
2.3.4 Clasificación de Vías.....	9

2.4	Secciones Transversales Típicas.....	9
2.4.1	Ancho de la Sección Transversal Típica	10
2.5	Túneles.....	10
2.5.1	Sección Típica de un Túnel	11
2.5.2	Tipos de Túneles.....	12
2.6.3	Métodos Para La Construcción De Un Túnel	14
2.6.3.1	Método de Excavación y Sostenimiento	14
2.6.3.2	Método de Perforación y Voladura	15
CAPÍTULO III		16
METODOLOGÍA.....		16
3.1	Tipo De Investigación.....	16
3.2	Método	16
3.2	Técnicas De Recolección De Información	16
3.4	Proceso Técnico De Ingeniería Civil	17
CAPÍTULO IV		19
PARTE 1: INDUCCIÓN AL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER.....		19
1.1	Introducción al módulo Subassembly Composer.	19
1.2	Comandos Esenciales A Emplear.	20
1.2.1	Tool Box (Caja de herramientas)	20
1.2.1.1	Geometry	20
1.2.1.1.1	Point	20
1.2.1.1.2	Link	21

1.2.1.1.3 Shape.....	21
1.2.1.2 Advanced Geometry	22
1.2.1.2.1 Intersection Point	22
1.2.1.2.2 Curve.....	23
1.2.1.2.3 Surface link	23
1.2.1.2.4 Daylight Rounding.....	24
1.2.1.2.5 Get Mark Point.....	24
1.2.1.2.6 Fillet Arc	25
1.2.1.2.7 Offset Geometry.....	25
1.2.1.2.8 Loop Geometry	26
1.2.1.3 Auxiliary.....	26
1.2.1.3.1 Auxiliary Point.....	26
1.2.1.3.2 Auxiliary Link.....	27
1.2.1.3.3 Auxiliary Surface Link	27
1.2.1.3.4 Auxiliary Intersection	28
1.2.1.3.5 Auxiliary Mark Point	28
1.2.1.4 Workflow	29
1.2.1.4.1 Flowchart	29
1.2.1.4.2 Sequence	29
1.2.1.4.3 Decision	30
1.2.1.4.4 Switch.	30
1.2.1.5 Miscellaneous	31

1.2.1.5.1 Set output parameter	31
1.2.1.5.3 Set Variable Value	32
1.2.1.5.4 Set Mark Point	32
1.2.1.6.5 Report Message.....	33
1.2.2 Flowchart (Diagrama de flujo).....	33
1.2.3 Preview (Vista previa).....	34
1.2.4 Properties (Propiedades)	35
1.2.5 Settings and Parameters (Configuraciones y parámetros).....	35
PARTE 2: DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN EL MÓDULO	
SUBASSEMBLY COMPOSER	36
2.1 Determinación De Las Dimensiones Del Túnel A Diseñar	36
2.2 Determinación De Parámetros Específicos Del Sub-Ensamblaje.....	37
2.3 Desarrollo De La Sección Transversal Diseñada.....	38
2.4 Desarrollo De Un Túnel En El Modulo	40
2.4.1 Asignación de superficies correspondientes a la sección de corte	63
PARTE 3: EXPORTACIÓN DE UNA SECCIÓN A UN TRAZADO VIAL EN	
CIVIL 3D.....	66
3.1 Importación De Sub-Ensamblaje Al Software Civil 3d.....	66
3.2 Integración De Sub-Ensamblaje A Un Trazado Vial.....	76
3.3 Configuración de las secciones en corte y relleno del trazado vial.	78
PARTE 4: VERIFICACIÓN DE SECCIONES Y VOLÚMENES.....	87
4.1 Cálculo De Volúmenes.	87

4.2 VISTA DE SECCIONES.....	91
4.3 Reportes De Volúmenes.	94
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS	100
GLOSARIO DE TÉRMINOS	103
ANEXOS	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto	3
Figura 2. Laboratorio 8.....	4
Figura 3. Sección típica de un túnel	11
Figura 4. Túnel de Guayasamín.....	13
Figura 5. Túneles de minería subterránea.....	13
Figura 6. Túnel como parte del interceptor de aguas residuales	14
Figura 7. Introducción al módulo Subassembly Composer.....	19
Figura 8. Ventana Tool Box	20
Figura 9. Point	21
Figura 10. Link	21
Figura 11. Shape.....	22
Figura 12. Intersection Point	22
Figura 13. Curve.....	23
Figura 14. Surface Link.....	23
Figura 15. Daylight Rounding.....	24
Figura 16. Get Mark Point.....	24
Figura 17. Fillet Arc	25
Figura 18. Offset geometry.....	25
Figura 19. Loop Geometry	26
Figura 20. Auxiliary Point.....	26
Figura 21. Auxiliary Link.....	27
Figura 22. Auxiliary Surface Link.....	27
Figura 23. Auxiliary Intersection	28
Figura 24. Auxiliary Mark Point	28

Figura 25. Flowchart	29
Figura 26. Sequence	29
Figura 27. Define.....	30
Figura 28. Switch.....	30
Figura 29. Set Output Parameter	31
Figura 30. Define Variable	31
Figura 31. Set Variable Value	32
Figura 32. Set Mark Point	32
Figura 33. Report Message.....	33
Figura 34. Flowchart	34
Figura 35. Preview.....	34
Figura 36. Properties	35
Figura 37. Settings and Parameters	36
Figura 38. Dimensiones Túnel Guayasamín	37
Figura 39. Esquema de abreviaturas del túnel.....	38
Figura 40. Esquema de abreviaturas de la vía	39
Figura 41. Tabla de la MOP-2003.....	40
Figura 42. Modulo Autodesk Subassembly Composer	41
Figura 43. Ventana Input/Output Parameters	42
Figura 44. Carpeta de rodadura	43
Figura 45. Creación del punto P3.....	44
Figura 46. Creación de Link.....	45
Figura 47. Espesor de capa de rodadura.....	45
Figura 48. Sequence Subbase	46
Figura 49. Parametro SB	47

Figura 50. Creación de la contra bóveda	48
Figura 51. Creación de P8&L8 y P9&L9	49
Figura 52. Creación de P10&L10 y P11&L11	50
Figura 53. Sequence Hastial	51
Figura 54. Creación de P12&L12 y P13&L13	52
Figura 55. Sequence Bóveda	53
Figura 56. Creación de puntos P14 y P15	54
Figura 57. Creación de línea L14	55
Figura 58. Sequence Sostenimiento	55
Figura 59. Creación de puntos P16 y P17	56
Figura 60. Creación de puntos y líneas P18, P19, L15 y L16	57
Figura 61. Creación de punto y línea P20 y L17	58
Figura 62. Sequence Revestimiento	59
Figura 63. Creación de puntos P21 Y P22	60
Figura 64. Creación de puntos y líneas P23,P24,L18 Y L19	61
Figura 65. Creación de punto y línea P25 y L20	62
Figura 66. Shapes	63
Figura 67. Creación de nombre de código.....	64
Figura 68. Creación de nombre de código.....	64
Figura 69. Ventana Preview	65
Figura 70. Guardar archivo.....	66
Figura 71. Assembly.....	67
Figura 72. Ventana Create Assembly	68
Figura 73. Assembly creada	68
Figura 74. Icono Tool Palettes.....	69

Figura 75. Ventana Tool Paletts	69
Figura 76. Subassembly denominado DISEÑO TUNEL	70
Figura 77. Palette TUNEL.....	71
Figura 78. Import Subassembly.....	71
Figura 79. Archivo TUNELpkt	73
Figura 80. Subassembly creado	73
Figura 81. Diseño túnel en Civil 3D.....	74
Figura 82. Opción DaylightBench.....	75
Figura 83. Corte del túnel	75
Figura 84. Trazado vial.....	76
Figura 85. Creación de Corridor.....	77
Figura 86. Ventana Create Corridor	77
Figura 87. Ventana Baseline and Region Parameters	78
Figura 88. Ventana Toolspace	79
Figura 89. Ventana Corridor Properties	80
Figura 90. Ventana Corridor Properties	80
Figura 91. Ventana Corridor Properties	81
Figura 92. Pestaña Boudaries	82
Figura 93. Icono Sample Lines.....	82
Figura 94. Ventana Select Alignment	83
Figura 95. Ventana Sample Line Group.....	84
Figura 96. Ventana Sample Line Tools.....	84
Figura 97. Ventana Create Simple Lines - By Range of Stations	85
Figura 98. Pestaña Analyze	86
Figura 99. Ventana Select a Sample Line Group	86

Figura 100. Compute Materials-Túneles	87
Figura 101. Create Multiple Views	88
Figura 102. Ventana Multiple Section Views - General.....	88
Figura 103. Create New Sheet.....	89
Figura 104. Data Bands	90
Figura 105. Select Materials.....	91
Figura 106. Área y volumen del trazado vial	92
Figura 107. Ventana Edit Material List.....	92
Figura 108. Vista sección CORTE TUNEL	93
Figura 109. Secciones.....	93
Figura 110. Material Volumen	94
Figura 111. Corte vial.....	95
Figura 112. Relleno vía	96
Figura 113. Corte túnel.....	97

RESUMEN

En ingeniería civil ha identificado una carencia significativa de recursos que guíen de manera exhaustiva el diseño de secciones transversales de túneles con herramientas especializadas como el módulo "Autodesk Subassembly Composer" dentro del software Civil 3D presenta desafíos específicos que requieren recursos educativos claros y estructurados en español. Esta guía práctica tiene como objetivo llenar este vacío proporcionando un recurso detallado y accesible para ingenieros y estudiantes interesados en dominar el diseño de túneles utilizando estas herramientas avanzadas. Se estructura en una serie de pasos secuenciales con gráficos explicativos y descripciones detalladas, asegurando que los usuarios puedan aprender de manera efectiva la creación de secciones transversales específicas para túneles.

El enfoque metodológico de la guía integra tanto Civil 3D como el Subassembly Composer, mostrando cómo estas herramientas pueden ser utilizadas en conjunto para el diseño completo de túneles. Se incluyen instrucciones claras sobre la configuración inicial, la creación de sub-ensamblajes personalizados para túneles y la implementación de estos diseños en proyectos reales. Además, de las instrucciones detalladas, la guía proporciona recursos visuales como infografías que facilitan la comprensión y aplicación de cada paso del proceso. Esto asegura que los usuarios no solo sigan los pasos prácticos, sino que también comprendan los principios técnicos detrás de cada acción realizada en el software. Al seguir esta guía práctica, ingenieros y estudiantes pueden esperar dominar la creación de secciones transversales para túneles de manera eficiente y efectiva.

Palabras claves: Autodesk Subassembly Composer, Civil 3D, sub-ensamblajes personalizados

ABSTRACT

In civil engineering, it has identified a significant lack of resources that exhaustively guide the design of tunnel cross sections with specialized tools such as the "Autodesk Subassembly Composer" module within the Civil 3D software presents specific challenges that require clear and structured educational resources in Spanish. This practical guide aims to fill this gap by providing a detailed and accessible resource for engineers and students interested in mastering tunnel design using these advanced tools. It is structured in a series of sequential steps with explanatory graphics and detailed descriptions, ensuring that users can effectively learn the creation of specific cross sections for tunnels.

The guide's methodological approach integrates both Civil 3D and Subassembly Composer, showing how these tools can be used together for complete tunnel design. Clear instructions are included on initial configuration, creating custom subassemblies for tunnels, and implementing these designs in real projects.

In addition to detailed instructions, the guide provides visual resources such as infographics that make it easy to understand and apply each step of the process. This ensures that users not only follow the practical steps, but also understand the technical principles behind each action performed in the software.

By following this practical guide, engineers and students can expect to master creating cross sections for tunnels efficiently and effectively.

Keywords: Autodesk Subassembly Composer, Civil 3D, custom subassemblies

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Introducción

En el ámbito del diseño vial y la ingeniería civil, el uso de herramientas avanzadas de modelado y diseño es crucial para garantizar la precisión y eficiencia en la planificación y construcción de infraestructuras. Una de estas herramientas es Autodesk Subassembly Composer, un módulo especializado dentro del software Civil 3D de Autodesk. Este módulo permite la creación personalizada de subensambles, piezas fundamentales para definir la geometría y funcionalidad de elementos como secciones transversales de túneles.

La creación de una guía detallada para la aplicación efectiva del módulo Autodesk Subassembly Composer en la configuración de secciones transversales de túneles es esencial para facilitar el proceso de diseño. Este documento explorará los pasos clave y las mejores prácticas para utilizar esta herramienta con el fin de optimizar la eficiencia del diseño, asegurar la calidad del resultado final y cumplir con los estándares técnicos requeridos en proyectos de infraestructura vial.

1.2 Problema

1.2.1 Antecedentes

En Ecuador, la importancia de construir túneles es fundamental para superar obstáculos geográficos, mejorar la conectividad entre regiones montañosas o facilitar el acceso a zonas remotas.

El empleo del programa civil 3D es indispensable para la creación de vías, ya que posibilita el diseño vial mediante la integración de la topografía del área a desarrollar.

En este proceso, se genera un alineamiento óptimo y se incorporan las secciones de la vía utilizando Subensamblajes para una planificación precisa y eficiente.

En la Universidad Politécnica Salesiana, campus sur, no existe una guía disponible para la modelación de una sección transversal de un túnel en el software Civil 3D.

Los estudiantes, al no estar familiarizados con el funcionamiento de este módulo, optan por utilizar las secciones transversales predefinidas en lugar de crear y adaptar sus propios diseños, lo que resulta en inconsistencias en sus proyectos viales a nivel de diseño.

¿Cuál sería el procedimiento más idóneo para implementar y ofrecer una descripción más completa del funcionamiento del módulo "Autodesk Subassembly Composer"?

¿Cuál es la razón detrás de la falta de aprovechamiento del potencial del módulo "Autodesk Subassembly Composer" en el diseño de carreteras?

1.2.3 Importancia y Alcance

El problema de no contar con una guía para la modelación de una sección transversal de un túnel podría ocasionar dificultades a la hora de operarlo. Además, sin una guía, no se seguirían los estándares y normas de diseño establecidos para garantizar la seguridad de los usuarios, y su capacidad de cumplir con su función prevista, ya sea para el transporte de personas, vehículos o carga. Esto podría dar lugar a un diseño ineficiente o inadecuado que no cumpla con los requisitos técnicos y operativos necesarios.

Proporcionar a los estudiantes la aplicación del módulo “Autodesk Subassembly Composer” enfocado en túneles representa una herramienta de aprendizaje que les

permite comprender el proceso de modelación de una sección transversal de un túnel. Esto facilita la adaptación de las características del trazado a las condiciones reales presentadas por el proyecto. La personalización de las secciones con lleva a una mejora en la formulación del modelo, alineándolo de manera más precisa con las condiciones reales del terreno.

1.2.3 Delimitación

La elaboración de este proyecto técnico está ubicada en el Laboratorio del CECASIS del Bloque “A” en la Universidad Politécnica Salesiana, Campus Sur.

Este proyecto tiene como objetivo proporcionar un recurso específico y eficaz destinado a la comunidad universitaria y a profesionales en el campo de la Ingeniería Civil. Su enfoque es facilitar el uso del módulo "Autodesk Subassembly Composer" en la creación de diseños viales que incorporen túneles como parte integral de las estructuras viales.

Figura 1

Localización del proyecto



Nota. Se presenta los Laboratorios del CECASI donde se va a realizar el proyecto Técnico, en la “Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur”. Elaborado por:
Los autores.

Figura 2

Laboratorio 8



Nota. Laboratorio 8 del CECASI donde se aplicará la propuesta del proyecto técnico.

Elaborado por: Los autores.

1.3 Justificación

El propósito de este proyecto es ofrecer soluciones prácticas orientadas a la edición de subensamblaje de un túnel, con un enfoque en el diseño vial. Esto se debe a la falta de metodologías nacionales que aborden el uso de este módulo y a la ausencia de enseñanza de este tema en la malla curricular de Ingeniería Civil. Por lo tanto, es fundamental que se integre el uso de esta herramienta a nivel académico, brindando a los estudiantes las capacidades necesarias para llevar a cabo proyectos que se adapten a las condiciones topográficas de nuestro país.

Mediante este proyecto, los estudiantes y los profesionales encargados de proyectos podrán desarrollar diseños de subensamblajes que se ajusten de manera más coherente al relieve topográfico que es común en los proyectos en nuestro país.

Este proyecto es viable debido a la base de conocimientos teóricos y prácticos que los estudiantes han adquirido a lo largo de su formación en Ingeniería Civil. Además, se cuenta con el acceso al programa y las licencias correspondientes, que en este caso son

de carácter estudiantil. Es importante destacar que la Universidad Politécnica Salesiana dispone de laboratorios informáticos equipados con el software AutoCAD Civil 3D, incluyendo el módulo "Autodesk Subassembly Composer". Esto simplifica y facilita a los estudiantes la utilización de esta herramienta.

En el futuro, es posible publicar esta guía a través de la editorial de la Universidad Politécnica Salesiana, con el propósito de ofrecer a estudiantes y profesionales de Ingeniería Civil un recurso bibliográfico útil.

1.4 Objetivos

Los resultados de este proyecto se dirigen hacia todos los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil al ofrecerles orientación para mejorar sus habilidades en el diseño vial. Esto simplificará y acelerará el proceso de diseño vial al permitir la personalización de las secciones transversales utilizando subensamblajes.

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una guía para la aplicación del módulo "Autodesk Subassembly Composer", mediante el desarrollo de una metodología en la creación de una sección transversal de un túnel, con el fin de proporcionar una herramienta académica, profesional y de utilidad en el diseño vial.

1.4.2 Objetivos Específicos

Examinar los diversos componentes del módulo 'Autodesk® Subassembly Composer' mediante la utilización de sus funciones, con el fin de lograr una comprensión clara y didáctica para su aplicación efectiva en túneles.

Evaluar el procedimiento del módulo 'Autodesk® Subassembly Composer', mediante la creación de los parámetros que constituyen a la geometría de un túnel, con el

propósito de lograr una aplicación eficaz y productiva en el ámbito del diseño vial enfocado en túneles.

Elaborar una metodología eficaz y accesible para la utilización del módulo 'Autodesk® Subassembly Composer', empleando recursos visuales como infografías, con el propósito de capacitar a los usuarios en la creación de una sección transversal de un túnel de manera sencilla y práctica.

Desarrollar un diseño vial de 500 metros utilizando el software Civil 3D, con el fin de determinar los elementos típicos de una vía dentro y fuera del túnel que se propone.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Software AutoCAD Civil 3d

El software AutoCAD Civil 3D es una herramienta que permite la creación de modelos digitales en 3D para el diseño de infraestructuras y proyectos de obra civil. Según Reyes (2018), “Es una herramienta de diseño y cálculo muy útil en el desarrollo de diseño de sitio, diseño urbanístico, carreteras, movimiento de tierras, cálculo topográfico, replanteo de información y otros” (p. 9). Con esta herramienta, los ingenieros pueden crear y visualizar proyectos de carreteras, puentes, canales, redes de tuberías, entre otros, de una manera precisa y eficiente.

Una de las principales ventajas de AutoCAD Civil 3D es su capacidad para generar automáticamente planos, perfiles y secciones transversales a partir del modelo digital en 3D. Esto agiliza el proceso de documentación y reduce el margen de error, garantizando la precisión de los planos y evitando costosos errores durante la construcción.

2.2 Módulo Subassembly Composer

El Módulo Subassembly Composer es una poderosa herramienta utilizada en el diseño y construcción de carreteras y vías de transporte. Tal como define Colmenares (2015), “Es pertinente informarse a cerca de los cambios que pueden tener las nuevas versiones que produzcan la compañía Autodesk” (p. 37). Este módulo, que forma parte del software AutoCAD Civil 3D, permite a los ingenieros y diseñadores crear y personalizar subensambles, que son componentes esenciales en la construcción de carreteras.

La capacidad de crear subensambles personalizados con el Módulo Subassembly Composer brinda a los ingenieros y diseñadores un mayor control sobre el diseño y la construcción de carreteras. Esto significa que pueden optimizar las características de la carretera, mejorar la eficiencia y garantizar la seguridad de los conductores. Además, el módulo también permite la reutilización de subensambles, lo que acelera el proceso de diseño y reduce los costos.

2.3 Diseño Vial

2.3.1 Generalidades

El diseño vial tiene como objetivo principal asegurar la seguridad vial, facilitar la circulación de los vehículos y peatones, y minimizar el impacto en el medio ambiente. Para ello, se deben tener en cuenta una serie de factores como los volúmenes de tráfico, la velocidad de los vehículos, las necesidades de los peatones y la topografía del terreno. Según Grisales (2013), “El diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el fin de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente” (p. 1). El diseño vial se compone de dos aspectos fundamentales: el alineamiento horizontal y el alineamiento vertical. A continuación, se proporcionará información detallada sobre estos dos elementos.

2.3.2 Alineamiento Horizontal

La técnica de diseño geométrico horizontal consiste en representar en un plano horizontal la trayectoria real de una carretera, que se enlazan utilizando diferentes tipos de curvas. Según Ospina (2002):

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definida por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas

de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. (p.135).

Esto garantiza una conducción fluida y segura al cambiar de dirección.

2.3.3 Alineamiento Vertical

Según Grisales (2013):

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o sub-rasante. (p. 307)

Obtener rasantes extensas y lograr una armonización efectiva entre las curvas verticales y horizontales es esencial para la creación de proyectos viales más económicos.

2.3.4 Clasificación de Vías

La Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MTOP (2003), clasifica a la vía de la siguiente manera:

- Según su función: Primarias, secundarias y terciarias
- Según el tipo de terreno: Plano, ondulado, montañoso y escarpado
- Según su competencia: Nacionales, Departamentales, veredales, distritales y municipales.
- Según sus características: Autopistas, multicarriles y dos carriles.

2.4 Secciones Transversales Típicas

Las secciones transversales típicas son representaciones gráficas detalladas del corte transversal de una vía o estructura, mostrando las dimensiones y características de

cada capa de material que conforma la obra. Según la norma MTOP (2003) plantea que la sección transversal de una carretera depende principalmente del volumen de tráfico y del terreno, lo cual está directamente relacionado con la velocidad de diseño adecuada. Al seleccionar la sección transversal, es necesario considerar los beneficios para los usuarios y los costos de mantenimiento. Estas secciones son fundamentales en el diseño y construcción de infraestructuras, ya que permiten una correcta planificación y ejecución de los trabajos.

2.4.1 Ancho de la Sección Transversal Típica

Es la medida horizontal de una sección transversal de una estructura, como una carretera o conducto, esta medida se define términos de anchura y altura. Según la norma MTOP (2003) define que, el ancho de la sección transversal típica se compone de la amplitud del:

- a) Pavimento.
- b) Espaldones.
- c) Taludes interiores.
- d) Cunetas.

2.5 Túneles

Un túnel es una estructura subterránea que permite el paso de personas, vehículos o fluidos a través de una barrera física como una montaña, un cuerpo de agua o una zona urbana densamente poblada. Se construyen excavando en el suelo y revistiendo las paredes y el techo con materiales resistentes como concreto, acero u hormigón armado.

La construcción de un túnel requiere un diseño y planificación adecuados, así como técnicas de excavación y revestimiento específicas.

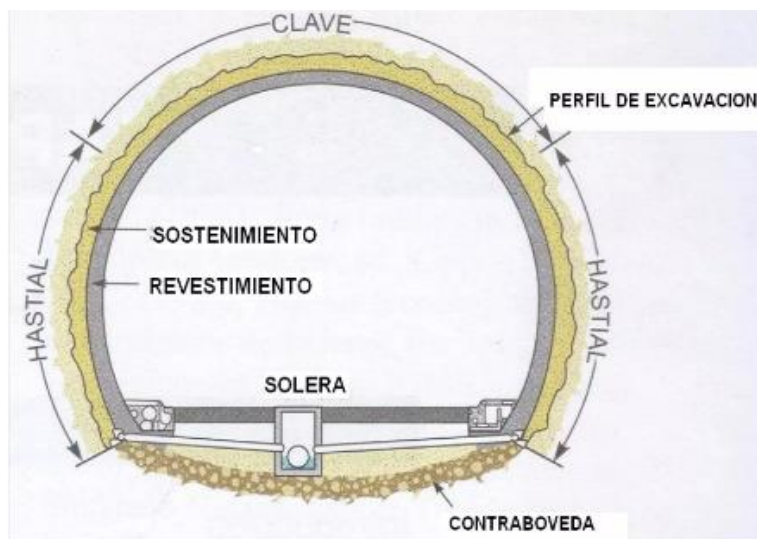
Según Momente, Dadone y Arattano (2012):

El estudio del riesgo en túneles exige un conocimiento previo del sistema y agentes que participan en el mismo, ya que la complejidad del mismo, en naturaleza y disposición condicionará los distintos métodos y modelos que permitan obtener resultados que se ajusten a la realidad. (p. 3)

Además, es necesario tener en cuenta factores geológicos y topográficos para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura.

Figura 3

Sección típica de un túnel.



Nota. Esta representación gráfica muestra la identificación de los componentes que forman un túnel. Fuente: Irveen (2010).

2.5.1 Sección Típica de un Túnel

El diseño y la construcción de un túnel vial implican varios componentes esenciales que aseguran su funcionalidad, seguridad y durabilidad. A continuación, se describen las partes principales de un túnel vial:

- **Bóveda (Techo del Túnel):** Proporciona soporte estructural y protección contra cargas externas, como el peso del suelo y el agua. Generalmente reforzada con concreto armado o acero.
- **Calzada (Superficie de Rodadura):** Proporciona una superficie transitable para vehículos. Consta de varias capas, incluyendo una subbase, una base y una capa de rodadura de asfalto o concreto.
- **Subbase:** Distribuye las cargas de tráfico a la base subyacente y mejora la estabilidad.
- **Revestimiento:** Proteger las estructuras del túnel contra la humedad y el desgaste.
- **Corte del Túnel:** Proporcionar la forma y espacio necesarios dentro del túnel.

2.5.2 Tipos de Túneles

Según Santoyo, Bermúdez y Contreras (2013):

Hoy se excavan mediante dos técnicas: a) la tradicional con excavadoras capaces de cortar los suelos o rocas, y cuando es necesario se recurre al empleo de explosivos y b) con máquinas tuneladoras que cortan a rotación los suelos o rocas. La elección entre esas opciones queda condicionada por varios factores, el más importante es la longitud del túnel, así para los cortos la técnica tradicional resulta ser la conveniente y las máquinas para túneles de gran longitud. (p. 1)

Existen diferentes tipos de túneles, algunos de ellos son:

- **Túneles de carretera:** son aquellos que se construyen debajo de una carretera o autopista para evitar el cruce de vehículos o peatones.

Figura 4

Túnel de Guayasamín

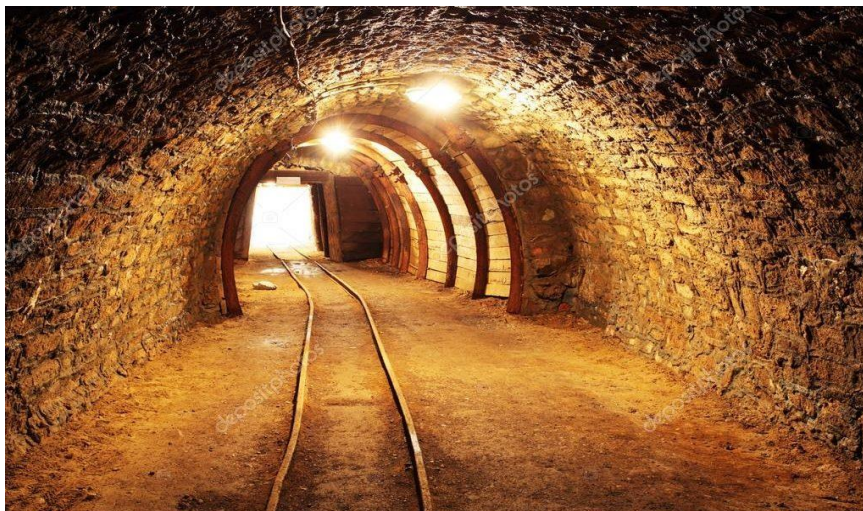


Nota. Ubicación Calle Av. Interoceánica en Quito. Fuente: Quito Informa (2022).

- Túneles de minería: se construyen para permitir la extracción de minerales debajo de la superficie de la tierra.

Figura 5

Túneles de minería subterránea



Nota. Túneles de sección menor a 4m x 4m. Fuente: Revista Nueva Minería y Energía (2018).

- Túneles de agua: se construyen para canalizar ríos o desviar el flujo de agua en proyectos hidroeléctricos o de abastecimiento de agua potable

Figura 6

Túnel como parte del interceptor de aguas residuales



Nota. Interceptor de la vía Chone a la vía Quevedo. Fuente: Municipalidad de Santo Domingo (2023).

2.6.3 Métodos Para La Construcción De Un Túnel

2.6.3.1 Método de Excavación y Sostenimiento

La excavación y el sostenimiento de un túnel son dos procesos esenciales en su construcción. En primer lugar, se lleva a cabo la excavación del terreno mediante diversas técnicas, como la perforación y la voladura o el uso de tuneladoras. Estas técnicas permiten eliminar la roca o el suelo que hay en el camino del túnel, creando así el espacio necesario para su construcción.

Una vez realizada la excavación, es necesario realizar el sostenimiento del túnel para garantizar su estabilidad y seguridad. Según Ruiz (2002), “Muchos túneles hidráulicos y de servicios son de ancho menor, por lo que pueden reducirse las necesidades de sostenimiento y simplificarse las de excavación” (p. 2). La excavación

permite crear el espacio necesario para su construcción, mientras que el sostenimiento garantiza su estabilidad y seguridad.

2.6.3.2 Método de Perforación y Voladura

El método de perforación y voladura se utiliza comúnmente en la construcción de túneles. Según Abdul y Acosta (2009), “Durante muchos años ha sido el método más empleado para excavar túneles en roca de dureza media o alta, hasta el punto de que se conoció también como Método Convencional de Excavación de Avance de Túneles” (p. 30). La perforación se realiza mediante el uso de maquinaria especializada, como taladros de roca, que tienen la capacidad de crear barrenos en la roca sólida.

Este método consiste en la perforación de barrenos en el área donde se desea excavar el túnel. Estos barrenos se distribuyen de manera estratégica a lo largo de la zona de excavación del túnel, asegurándose de que la cantidad y ubicación de los barrenos sean apropiados para lograr una excavación efectiva.

Una vez que los barrenos están perforados, se colocan cargas explosivas en su interior. Estas cargas pueden ser de diferentes tipos y tamaños, dependiendo de la composición y resistencia del material que se va a excavar. Una vez que las cargas están en su lugar, se lleva a cabo una detonación controlada, que implica la ignición de las cargas para crear una explosión controlada.

La explosión resultante fragmenta el material y permite su excavación. Luego de la detonación, se lleva a cabo la remoción del material excavado, generalmente mediante el uso de maquinaria de carga y transporte. Este proceso se repite sucesivamente a lo largo de la zona de excavación del túnel, permitiendo la progresión y finalización de la obra.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo De Investigación

En este proyecto se utilizará una metodología de investigación descriptiva, ya que se describirán minuciosamente las características y funciones de las secciones del módulo "Autodesk Subassembly Composer". Esto se llevará a cabo en un contexto que incluirá figuras y pasos, facilitando así el diseño vial posterior. Según Morales (2012), "El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas" (p. 2). Por ende, se calcula que este tipo de investigación es el más apropiado para el progreso del proyecto.

3.2 Método

Se optará por el método analítico, descomponiendo el objeto de estudio en partes para describir sus procesos de funcionamiento, especialmente en el diseño de secciones transversales en el ámbito vial. Como describe Rodríguez (2007), "Consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual" (p. 14). De esta manera, se facilita la división por secciones y su estudio respectivo, lo que permite realizar un análisis detallado.

3.2 Técnicas De Recolección De Información

La ejecución del proyecto se realizará utilizando la técnica de fichaje, que implica la utilización de un diagrama de flujo y una descripción narrativa con imágenes, la aplicación de estas técnicas facilitará el desarrollo de una guía de diseño detallada a través de los procesos.

El diagrama de flujo ayuda al análisis a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidos, le ayudara analizar esas etapas, con el fin tanto de mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración. (Manene, 2011, p 2).

3.4 Proceso Técnico De Ingeniería Civil

La guía comenzará presentando la interfaz del módulo "Autodesk Subassembly Composer", junto con explicaciones detalladas de cada área de trabajo correspondiente.

Cada paso será documentado gráficamente para capturar las funciones y características de cada sección fundamental que se requiera para el diseño del subensamblaje.

Se describirá los conceptos básicos fundamentales para una modelación precisa mediante una explicación narrativa respaldada por imágenes. Esto abarcará desde la conceptualización de puntos, líneas y formas, hasta la adecuada interpretación del diagrama de flujo.

Al obtener datos geométricos del túnel, mediante el predimensionamiento de la estructura se procede a ingresarlos en el módulo “Autodesk Subassembly Composer” dando lugar así a la construcción del subensamblaje.

Posteriormente, se procede a exportar el archivo del módulo al software Civil 3D, utilizando una extensión. PKT, para la incorporación del subensamblaje en el trazado del corredor vial.

Una vez que se ha integrado el túnel en el corredor vial, se realiza el cálculo de materiales, que implica la determinación de los volúmenes de corte y relleno. Una vez que todos estos parámetros han sido establecidos, se procede a generar las vistas de las secciones transversales.

De acuerdo con lo establecido procedemos a realizar el diseño geométrico de una vía de 500metros, donde se determine rectas, curvas, peraltes y sobre anchos.

Finalmente, se generan los informes de volúmenes, finalizando de esta manera todos los procedimientos que abarca la guía.

CAPÍTULO IV

PARTE 1: INDUCCIÓN AL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER

1.1 Introducción al módulo Subassembly Composer.

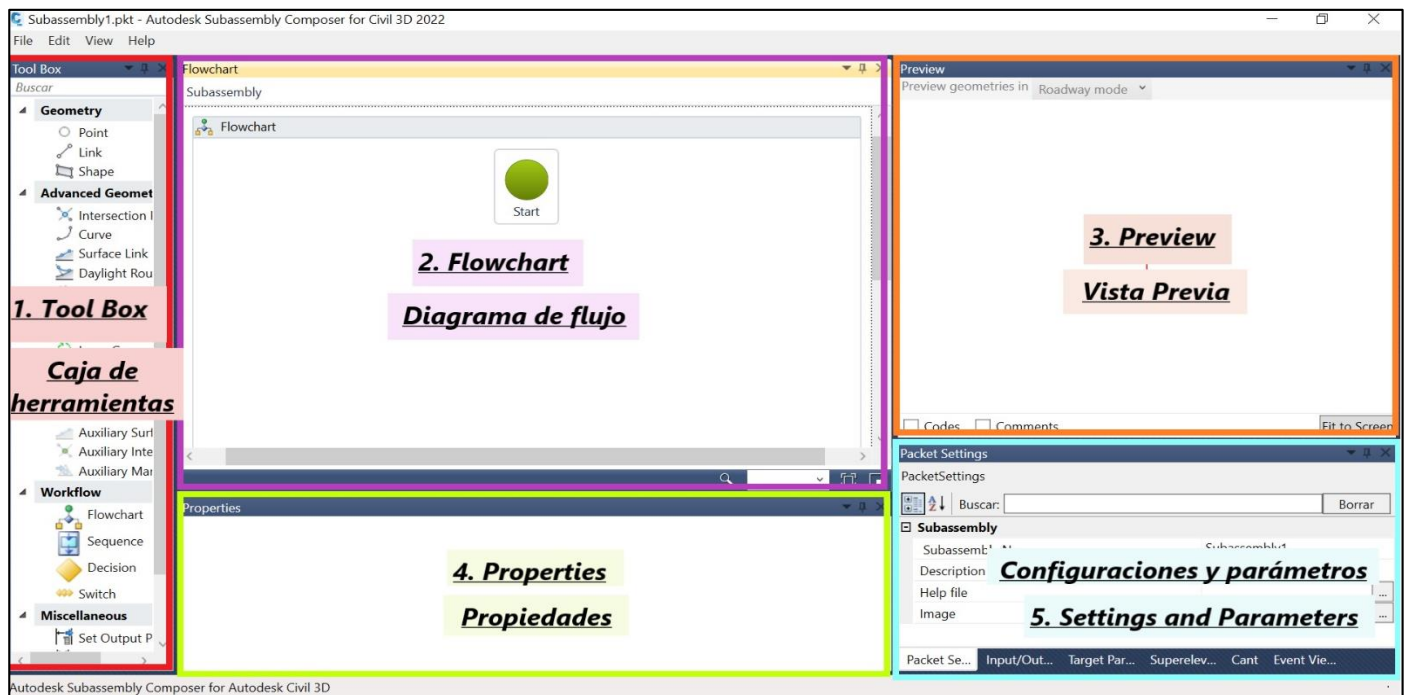
Según Del Castillo y Mena (2022)

El programa Subassembly Composer es un módulo de Autodesk 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 (p. 56)

Cada una de las ventanas puede ser desplazada independientemente usando los controles de acoplamiento.

Figura 7

Introducción al módulo Subassembly Composer



Nota. Se presenta las diferentes ventanas que contiene el módulo Subassembly Composer.

Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

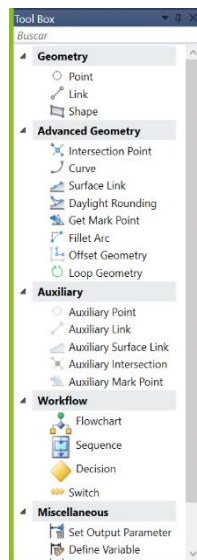
1.2 Comandos Esenciales A Emplear.

1.2.1 Tool Box (Caja de herramientas)

La ventana de "Caja de Herramientas" es donde se guardan los elementos disponibles para crear el ensamblaje. Todos los elementos necesarios para construir el "diagrama de flujo" se encuentran en esta ventana, la cual está dividida en 5 secciones: geometría, geometría avanzada, auxiliar, flujo de trabajo y varios.

Figura 8

Ventana Tool Box



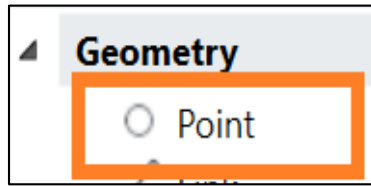
Nota. Tool Box del módulo Subassembly Composer. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.1 Geometry

1.2.1.1.1 Point: El comando "Point" sirve para definir puntos de control en una subasamblea y configurar su comportamiento en el diseño de la misma.

Figura 9

Point

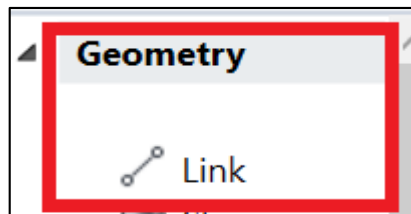


Nota. Comando Point de Tool Box (Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.1.2 Link: El comando "Link" sirve para vincular diferentes subensambles entre sí, lo que permite crear relaciones dinámicas entre ellos. Esto puede ser útil para definir interacciones complejas entre los subensambles, como por ejemplo para simular conexiones entre elementos de infraestructuras viales o de drenaje.

Figura 10

Link

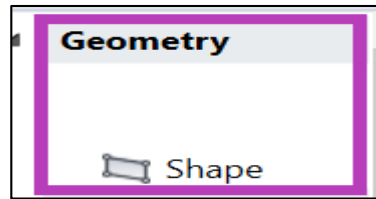


Nota. Comando Link de Tool Box (Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.1.3 Shape: Con el comando Shape, los usuarios pueden ajustar y personalizar la estructura del subensamblaje según sus necesidades específicas, lo que les permite crear diseños más precisos y eficientes en sus proyectos de ingeniería civil.

Figura 11

Shape



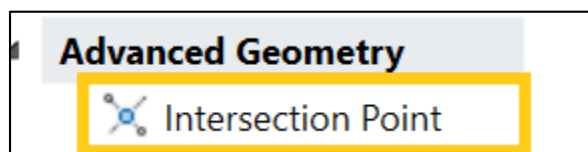
Nota. Comando Shape de Tool Box (Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.2 Advanced Geometry

1.2.1.2.1 Intersection Point: El comando Intersection Point se utiliza para definir un punto de intersección entre dos o más subensamblajes. Al definir estos puntos de intersección, se garantiza una conexión precisa y sin fisuras entre los subensamblajes, lo que resulta en un diseño más coherente y preciso en el proyecto final.

Figura 12

Intersection Point

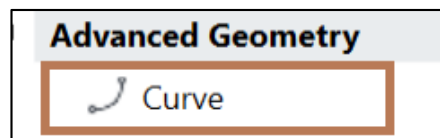


Nota. Comando Intersection Point de Tool Box (Advanced Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.2.2 Curve: Con el comando curve, los usuarios pueden crear subensambles complejos y personalizados utilizando una variedad de elementos geométricos y parámetros de diseño. Además, permite a los usuarios editar y modificar subensambles existentes, lo que les brinda mayor flexibilidad y control sobre el diseño de sus proyectos de ingeniería civil.

Figura 13

Curve

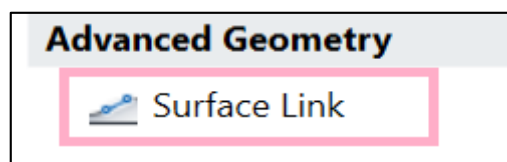


Nota. Comando Curve de Tool Box (Advanced Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.2.3 Surface link: El comando "Surface link" sirve para establecer conexiones entre diferentes superficies en una subasamblea. Esto permite crear interacciones más complejas y detalladas entre las diferentes partes de la subasamblea, lo que ayuda a mejorar la precisión y la eficiencia en el diseño de infraestructuras viales.

Figura 14

Surface link

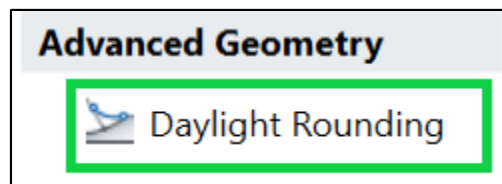


Nota. Comando Surface Link de Tool Box (Advanced Geómetra). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.2.4 Daylight Rounding: El comando "Daylight Rounding" sirve para ajustar automáticamente las elevaciones de los bordes de un terraplén o corte para cumplir con requerimientos de redondeo al borde de un camino o plataforma, como es común en proyectos de ingeniería civil.

Figura 15

Daylight Rounding

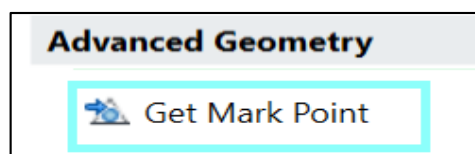


Nota. Comando Daylight Rounding de Tool Box (Advanced Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.2.5 Get Mark Point: El comando "Get Mark Point" se utiliza para obtener el punto de referencia de un marcador en un subensamblaje. Esto es útil cuando se necesita saber la ubicación exacta de un marcador en un subensamblaje para realizar ajustes o realizar cálculos precisos.

Figura 16

Get Mark Point

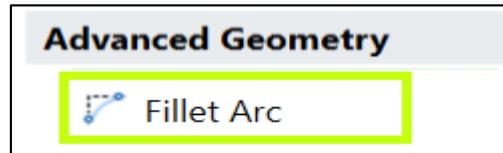


Nota. Comando Get Mark Point de Tool Box (Advanced Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.2.6 Fillet Arc: El comando "Fillet arc" sirve para crear un radio de esquina (fillet) en un arco en un subensamblaje. Esto permite suavizar las esquinas y mejorar la apariencia del diseño, así como facilitar la fluidez de los movimientos en el modelo final del subensamblaje.

Figura 17

Fillet Arc

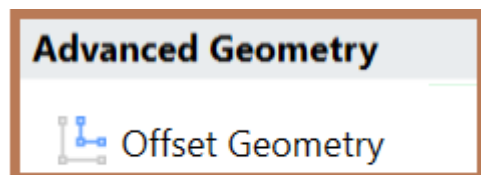


Nota. Comando Fillet Arc de Tool Box (Advanced Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.2.7 Offset Geometry: El comando "Offset Geometry" sirve para desplazar las geometrías de un subensamblaje a una distancia específica. Esto puede ser útil para ajustar la ubicación de las geometrías en un subensamblaje y crear diferentes configuraciones de diseño.

Figura 18

Offset Geometry

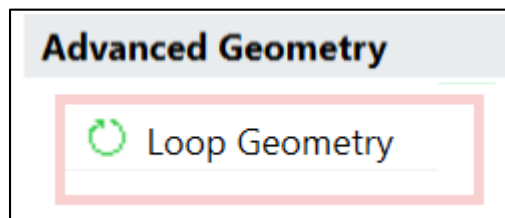


Nota. Comando Offset Geometry de Tool Box (Advanced Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer , 2022.

1.2.1.2.8 Loop Geometry: El comando "loop geometry" sirve para definir un bucle en la geometría.2.1 de un subensamblaje. Este bucle puede ser utilizado para controlar la forma en que se comporta el subensamblaje en ciertas situaciones, como por ejemplo al repetir una sección de geometría en una carretera o pavimento.

Figura 19

Loop Geometry



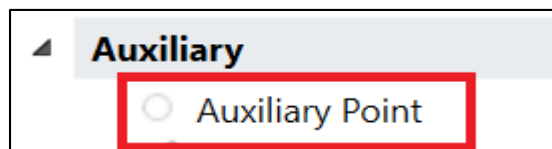
Nota. Comando Loop Geometry de Tool Box (Advanced Geometry). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.3 Auxiliary

1.2.1.3.1 Auxiliary Point: El comando "auxiliary point" sirve para agregar un punto auxiliar en un ensamblaje que se puede utilizar para realizar operaciones matemáticas o para representar la ubicación de un objeto específico en el diseño.

Figura 20

Auxiliary Point

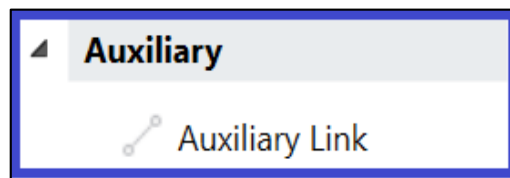


Nota. Comando Auxiliary Point de Tool Box (Auxiliary). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.3.2 Auxiliary Link: El comando "auxiliary link" sirve para crear un enlace auxiliar entre dos objetos dentro de un subensamblaje. Este enlace permite especificar cómo se conectan y se comportan estos dos objetos entre sí, lo que puede ser útil para definir la funcionalidad y el comportamiento de un subensamblaje de forma más detallada y personalizada.

Figura 21

Auxiliary Link

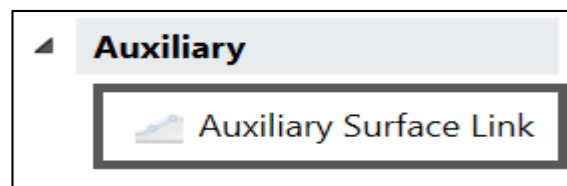


Nota. Comando Auxiliary Link de Tool Box (Auxiliary). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.3.3 Auxiliary Surface Link: El comando "Auxiliary Surface Link" sirve para crear una conexión entre una superficie auxiliar y un subensamblaje de la red. Esto permite que la superficie auxiliar afecte al comportamiento y la geometría del subensamblaje de la red.

Figura 22

Auxiliary Surface Link

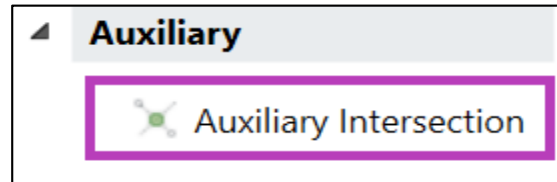


Nota. Comando Auxiliary Surface Link de Tool Box (Auxiliary). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.3.4 Auxiliary Intersection: El comando "Auxiliary Intersection" permite definir cómo se intersectan dos subensamblajes y ajustar los parámetros de la intersección para obtener el resultado deseado en el diseño de infraestructuras viales.

Figura 23

Auxiliary Intersection

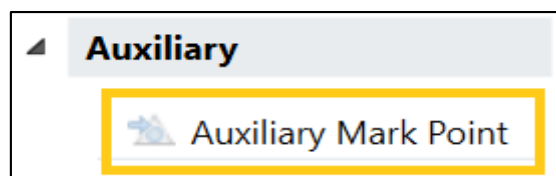


Nota. Comando Auxiliary Intersection de Tool Box (Auxiliary). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.3.5 Auxiliary Mark Point: El comando "Auxiliary Mark Point" al utilizar este comando, se pueden agregar puntos adicionales que se pueden seleccionar y utilizar como referencias en la creación de otros elementos dentro del subensamblaje. Esto puede ser útil para garantizar que los elementos se alineen correctamente o para crear geometrías más complejas.

Figura 24

Auxiliary Mark Point



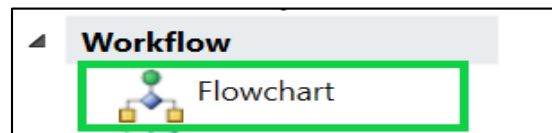
Nota. Comando Auxiliary Mark Point de Tool Box (Auxiliary). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.4 Workflow

1.2.1.4.1 Flowchart: El comando "flowchart" utiliza para crear diagramas de flujo que representan la lógica de un subensamblaje. Estos diagramas ayudan a visualizar de manera clara y concisa cómo se comportará el subensamblaje en diferentes situaciones y escenarios.

Figura 25

Flowchart

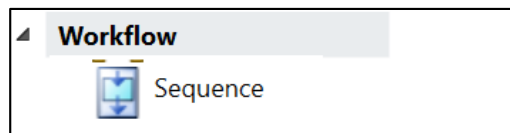


Nota. Comando Flowchart de Tool Box (Workflow). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.4.2 Sequence: El comando "sequence" permite establecer la secuencia de ejecución de las diferentes acciones que realizará el subensamblaje, como la creación de líneas, curvas, cambios de nivel, etc.

Figura 26

Sequence

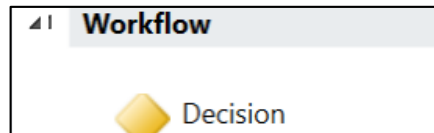


Nota. Comando Sequence de Tool Box (Workflow). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.4.3 Decision: Mediante el comando "decision" tenemos la posibilidad de establecer dos opciones de geometría, las cuales serán aplicadas según las condiciones especificadas. Las decisiones pueden basarse en afirmaciones de verdadero/falso, respuestas de sí/no u opciones de cortar/rellenar.

Figura 27

Define

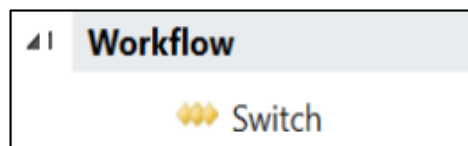


Nota. Comando Decision de Tool Box (Workflow). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.4.4 Switch: El comando "Switch" se utiliza para cambiar o alternar entre diferentes condiciones o estados de una subasamblea.

Figura 28

Switch



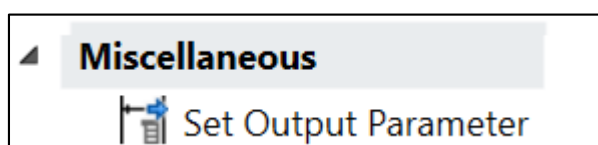
Nota. Comando Switch de Tool Box (Workflow). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.5 Miscellaneous

1.2.1.5.1 Set output parameter: El comando "set output parameter" se utiliza para definir y configurar los parámetros de salida de un ensamblaje subyacente. Estos parámetros de salida pueden ser utilizados para comunicar información o resultados específicos del ensamblaje a otros componentes dentro de un diseño de infraestructura civil.

Figura 29

Set Output Parameter

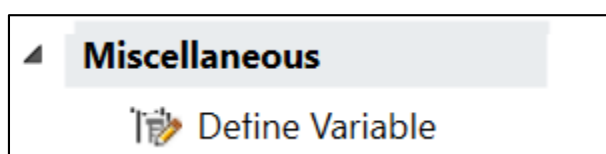


Nota. Comando Set Output Parameter de Tool Box (Miscellaneous). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.5.2 Define variable: El comando "define variable" al definir estas variables, se pueden realizar cálculos específicos y personalizar el comportamiento del subensamblaje de acuerdo con las necesidades del usuario.

Figura 30

Define Variable

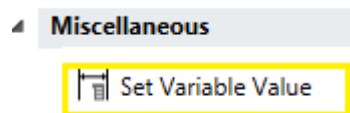


Nota. Comando Define Variable de Tool Box (Miscellaneous). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.5.3 Set Variable Value: El comando "set variable value" se utiliza para asignar un valor específico a una variable dentro de un subensamblé. Esto permite a los usuarios controlar y modificar los valores de las variables en un subensamblé, lo que puede afectar el comportamiento y la apariencia del diseño final.

Figura 31

Set Variable Value

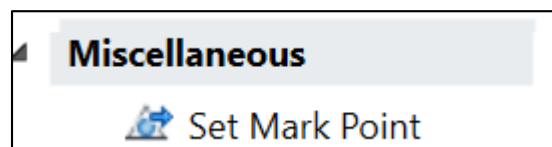


Nota. Comando Set Variable Value de Tool Box (Miscellaneous). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.5.4 Set Mark Point: El comando "set mark point" se utiliza para establecer un punto de referencia en un subensamblaje. Este punto de referencia se utiliza para indicar la ubicación de un elemento particular en el subensamblaje, lo que puede ser útil para la creación de subensamblajes personalizados y para la colocación precisa de elementos en un diseño de infraestructura.

Figura 32

Set Mark Point

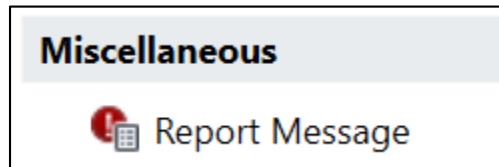


Nota. Comando Set Mark Point de Tool Box (Miscellaneous). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.1.6.5 Report Message: El comando "Report Message" se utiliza para mostrar mensajes de texto personalizados en la ventana de mensajes. Estos mensajes pueden ser útiles para proporcionar información al usuario sobre el estado de un subensamblaje o para mostrar errores o advertencias.

Figura 33

Report Message



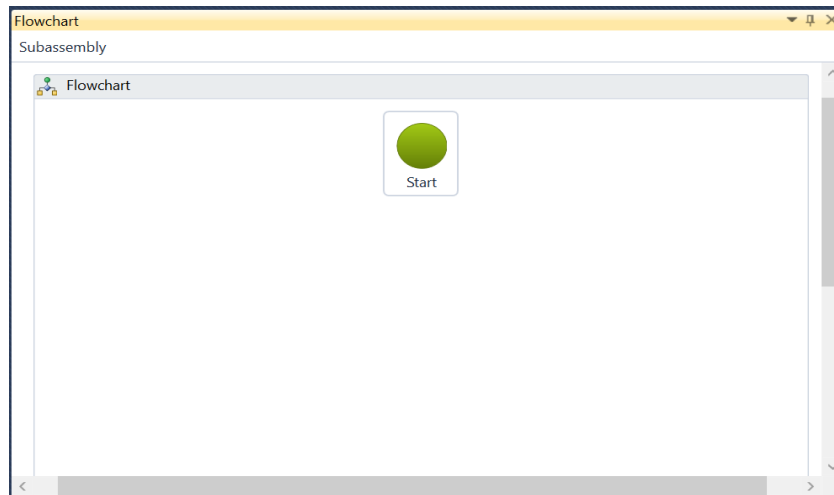
Nota. Comando Report Message de Tool Box (Miscellaneous). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.2 Flowchart (Diagrama de flujo)

La ventana Flowchart del programa Subassembly Composer se utiliza para crear subensamblajes personalizados para su uso en proyectos de infraestructura de diseño de Autodesk Civil 3D. Esta herramienta permite a los usuarios crear componentes específicos de subensamblajes, como bordillos, zanjas, pasos elevados y otros elementos, con parámetros y funcionalidades únicas.

Figura 34

Flowchart



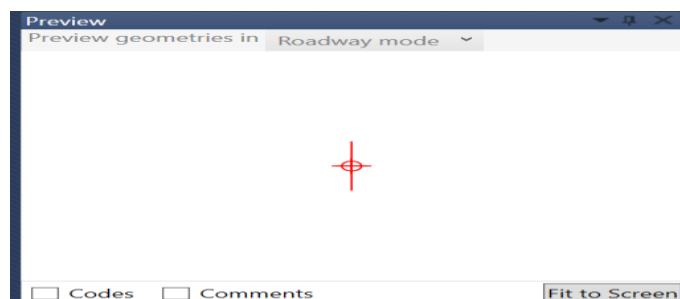
Nota. Flowchart del módulo Subassembly Composer. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.3 Preview (Vista previa)

La ventana "Preview" en Subassembly Composer sirve para visualizar una representación gráfica de cómo se verá el subensamblaje que estás creando en el programa. Permite a los usuarios ver cómo se ensamblarán los diferentes componentes del subensamblaje y cómo se comportarán en un diseño tridimensional. Esta función es útil para verificar la apariencia y la funcionalidad del subensamblaje antes de implementarlo en un proyecto de diseño más grande.

Figura 35

Preview



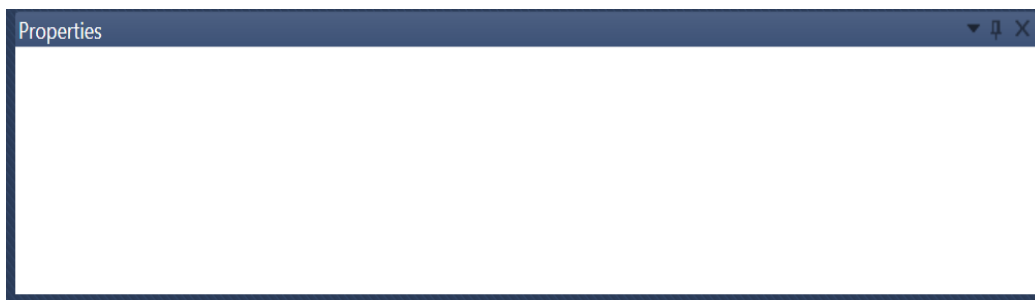
Nota. Preview del módulo Subassembly Composer. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.4 Properties (Propiedades)

La ventana "Properties" en Subassembly Composer sirve para modificar y ajustar las propiedades de un subensamblaje creado o importado en el programa. Desde esta ventana, los usuarios pueden acceder y editar los parámetros clave del subensamblaje, como la geometría, las restricciones, los materiales, las tolerancias, entre otros.

Figura 36

Properties



Nota. Properties del módulo Subassembly Composer). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

1.2.5 Settings and Parameters (Configuraciones y parámetros)

La ventana del programa Subassembly Composer Settings and Parameters sirve para configurar y ajustar los parámetros y ajustes de un subensamblaje en AutoCAD Civil 3D. Esta ventana permite al usuario modificar diferentes aspectos del subensamblaje, como la geometría, tolerancias, materiales, dimensiones, comportamiento dinámico, entre otros. A través de esta ventana, el usuario puede definir cómo se comportará el subensamblaje en determinadas situaciones y adaptarlo a sus necesidades específicas. En resumen, esta ventana es fundamental para personalizar y optimizar el funcionamiento de los subensamblajes en AutoCAD Civil 3D.

Figura 37

Settings and Parameters

Packet Settings

PacketSettings

Buscar: Borrar

Subassembly

Subassembly Name	Subassembly1
Description	
Help file	...
Image	...

Packet Se... Input/Out... Target Par... Superelev... Cant Event Vie...

Nota. Settings and Parameters del módulo Subassembly Composer. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

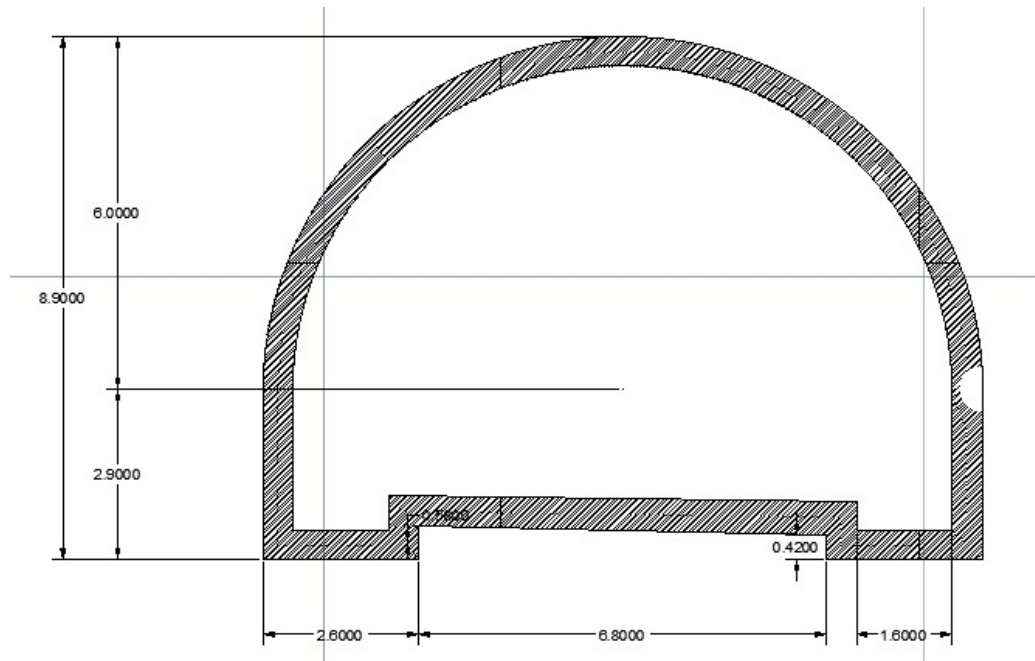
PARTE 2: DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN EL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER

2.1 Determinación De Las Dimensiones Del Túnel A Diseñar

Para realizar este diseño en el módulo nos basamos en las dimensiones del Túnel Guayasamín, que está ubicado en Quito en la Av. Oswaldo Guayasamín.

Figura 38

Dimensiones Túnel Guayasamín



Nota. Esquema del túnel Oswaldo Guayasamín. Elaborado por: Los autores a través del programa Civil 3D, 2022.

2.2 Determinación De Parámetros Específicos Del Sub-Ensamblaje.

En el diseño de la sección transversal de un túnel utilizando el módulo Autodesk Subassembly Composer, se emplean las siguientes abreviaturas:

Donde:

(A): Calzada

CB: Contra bóveda izquierda

CB1: Contra bóveda derecha

CB2: Contra bóveda laterales

RE: Revestimiento

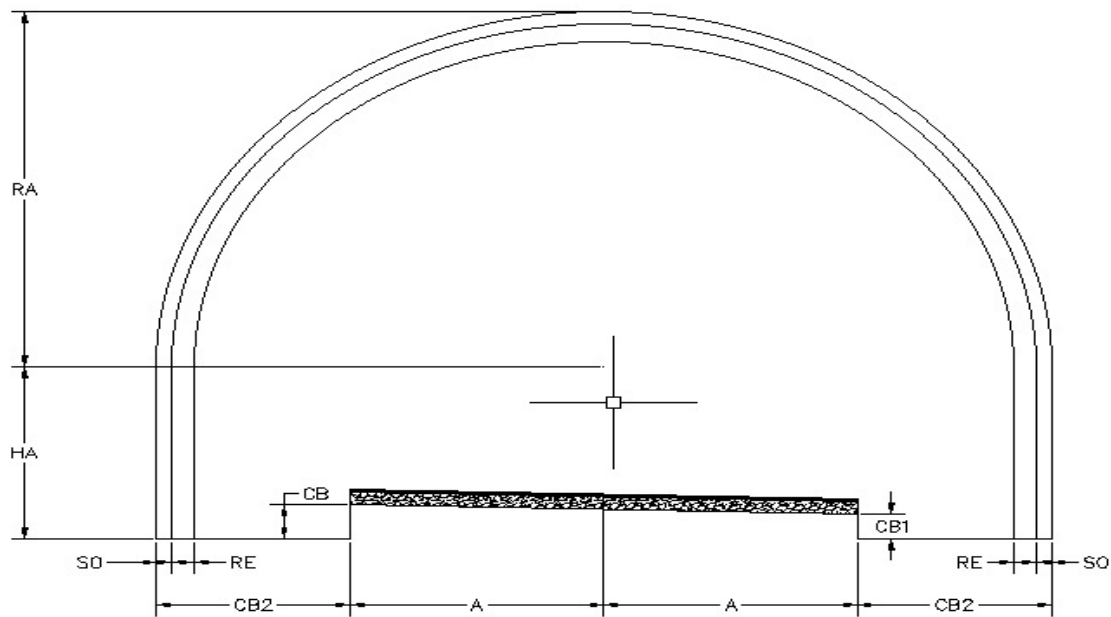
SO: Sostenimiento

HA: Hastial

RA: Radio

Figura 39

Esquema de abreviaturas del túnel



Nota. La figura muestra las abreviaturas con las que se trabajara el diseño en el módulo Autodesk Subassembly Composer. Elaborado por: Los autores, a través de Civil 3D, 2022.

2.3 Desarrollo De La Sección Transversal Diseñada.

Las siguientes abreviaturas son las de la estructura del trazado vial.

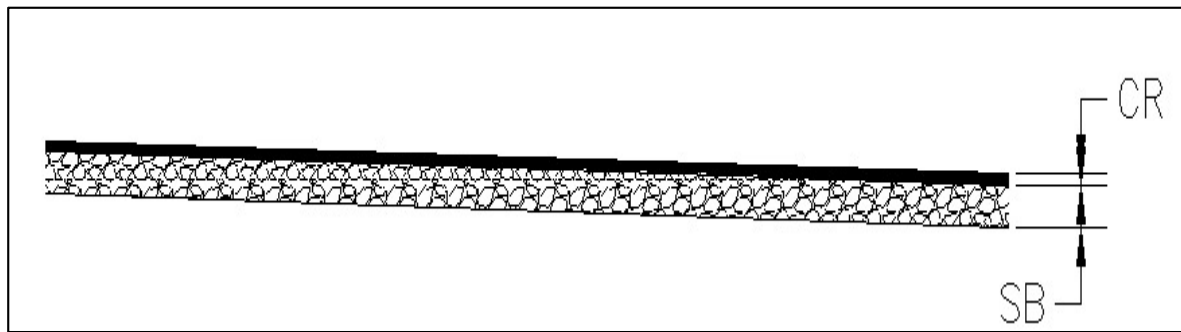
Donde:

CR: (Carpeta de rodadura)

SB: (Subbase)

Figura 40

Esquema de abreviaturas de la vía



Nota. La figura muestra las abreviaturas con las que se trabajara el diseño en el módulo Autodesk Subassembly Composer. Elaborado por: Los autores, a través de Civil 3D, 2022.

De acuerdo con la normativa vigente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se ha decidido adoptar una sección estándar de vía de dos carriles, correspondiente a la categoría clase III terreno montañoso.

Los siguientes valores se obtuvieron de la Norma de Diseño Geométrico-2003:

- Ancho de la calzada total: 6.80m
- Ancho de calzada derecha: 3.40m
- Ancho de calzada izquierda: 3.40m
- Pendiente transversal de la calzada: 2%
- Espesor de la carpeta de rodadura: 0.05m
- Espesor de la Sub-Base: 0.20m
- Espesor de revestimiento: 0.30m
- Espesor de sostenimiento: 0.20m

Figura 41

Tabla 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 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽²⁾						
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 ⁽²⁾						
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	MAXIMO = 10%																														10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)					
Coefficiente "K" para: ⁽³⁾																																				
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 ⁽⁴⁾ 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			6,00			4,00 ⁽⁵⁾											
Clase de pavimento	Carpetas Asfálticas y Hormigón						Carpetas Asfálticas						Carpetas Asfálticas o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones ⁽³⁾ 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											
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	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																			
	Carga de diseño																																			
	Ancho de la calzada (m)																																			
Minimo derecho de via (m)	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾																																			
	0,50 m. minimo a cada lado																																			
	Segun el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																			
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTANOSO																																				

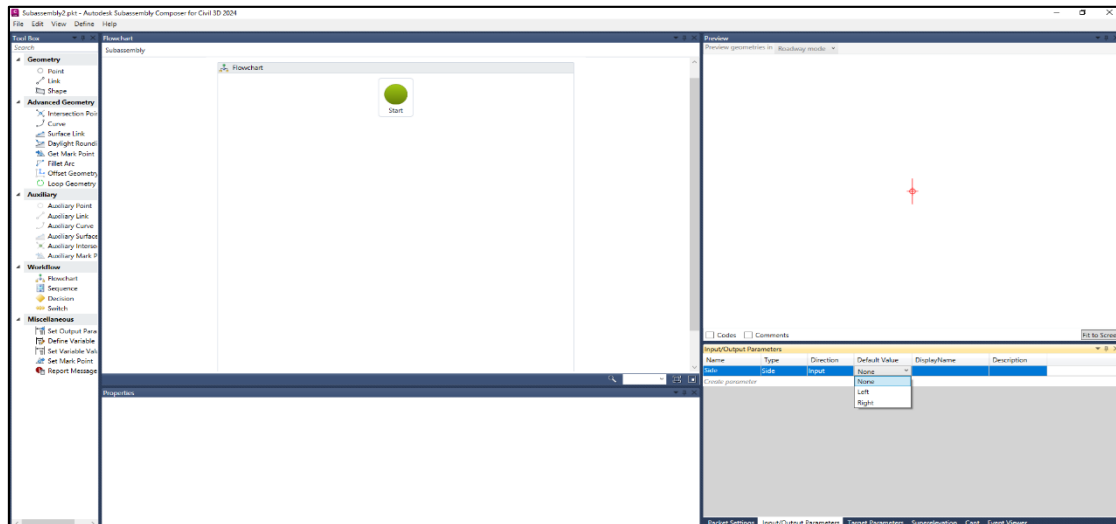
Nota. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción. Fuente: MOP (2003).

2.4 Desarrollo De Un Túnel En El Modulo

Para diseñar la sección transversal del túnel vial, primero se inicia al módulo Autodesk Subassembly Composer, donde se abre una nueva ventana de trabajo. Luego, se accede a la ventana de parámetros de entrada/salida (input/output parameters) para proceder ingresando los parámetros de la sección trasversal, teniendo en cuenta todas las consideraciones previamente establecidas, para así seleccionar el punto de inicio.

Figura 42

Modulo Autodesk Subassembly Composer



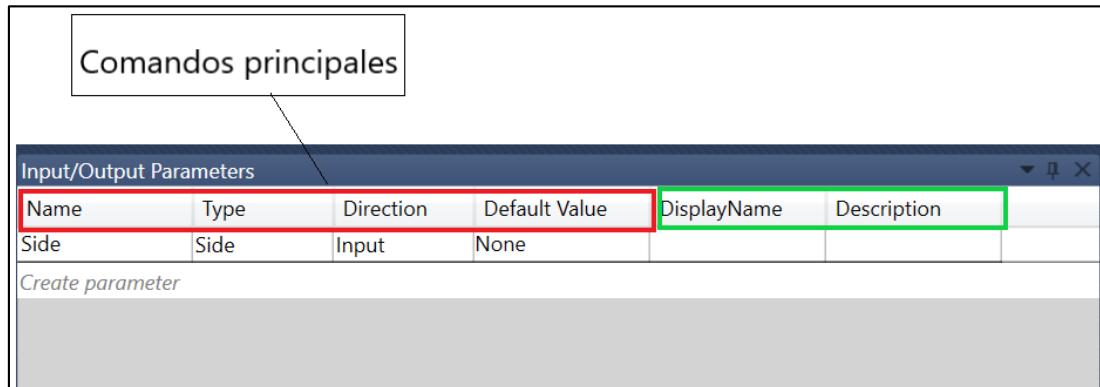
Nota. El parámetro "Side" viene preconfigurado para indicar la ubicación de la sección que se va a diseñar. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la ventana Input/Output Parameters damos clic en la opción Default Value, donde podemos determinar en qué dirección se establecerá el punto de origen, ya sea hacia la derecha o hacia la izquierda.

Es necesario completar las primeras cuatro columnas, "Name", "Type", "Direction" y "Default Value", ya que son fundamentales para el diseño. Las columnas de "Display Name" y "Description" son opcionales. En el módulo hay once tipos de parámetros de entrada/salidas disponibles. Para agregar un parámetro, se hace clic en "Create parameter" en la parte inferior derecha del módulo, se deben definir todos los parámetros a utilizar con las abreviaturas previamente establecidas para el dibujo de la sección transversal seleccionada como también con sus respectivos valores de la tabla de MOP-2003.

Figura 43

Ventana Input/Output Parameters



Nota: Primeros cuatro comandos principales. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

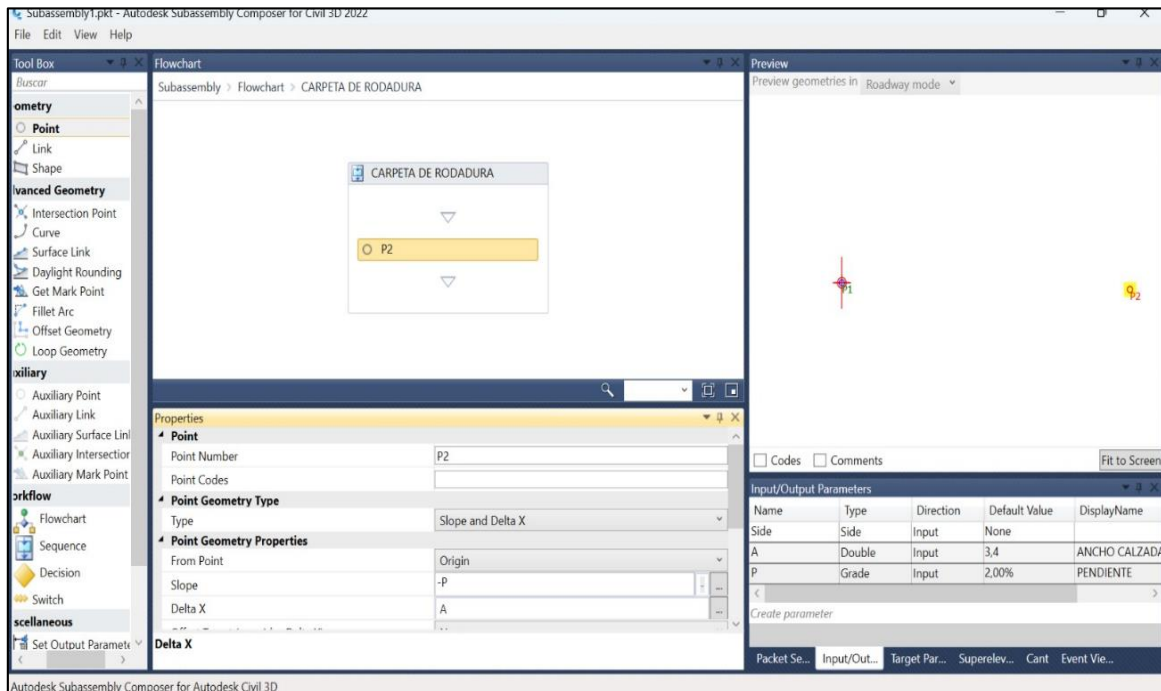
Se crea el punto de referencia para así poder empezar con el diseño. En la ventana **Tool box** nos dirigimos a la sección **Workflow** y desde ahí se procede arrastrar la opción **Sequence** hacia la ventana **Flowchart**, lo que nos permite colocar puntos, líneas y áreas dentro de esta interfaz y así configurar la sección designada como "**Carpeta de Rodadura**".

Se mueve el punto denominado P2, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando "**Slope and Delta X**". Este ajuste es fundamental para incorporar una pendiente específica y un desplazamiento en el eje X.

En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción "**From Point**", se elige el punto de origen (**P1**). En el campo "**Slope**" se introduce el parámetro (**-P**) para definir la inclinación, donde el signo negativo indica la dirección de la pendiente. A demás en la opción "**Delta X**" se especifica el parámetro (**A**), que corresponde al ancho de la calzada del lado derecho.

Figura 44

Carpeta de rodadura



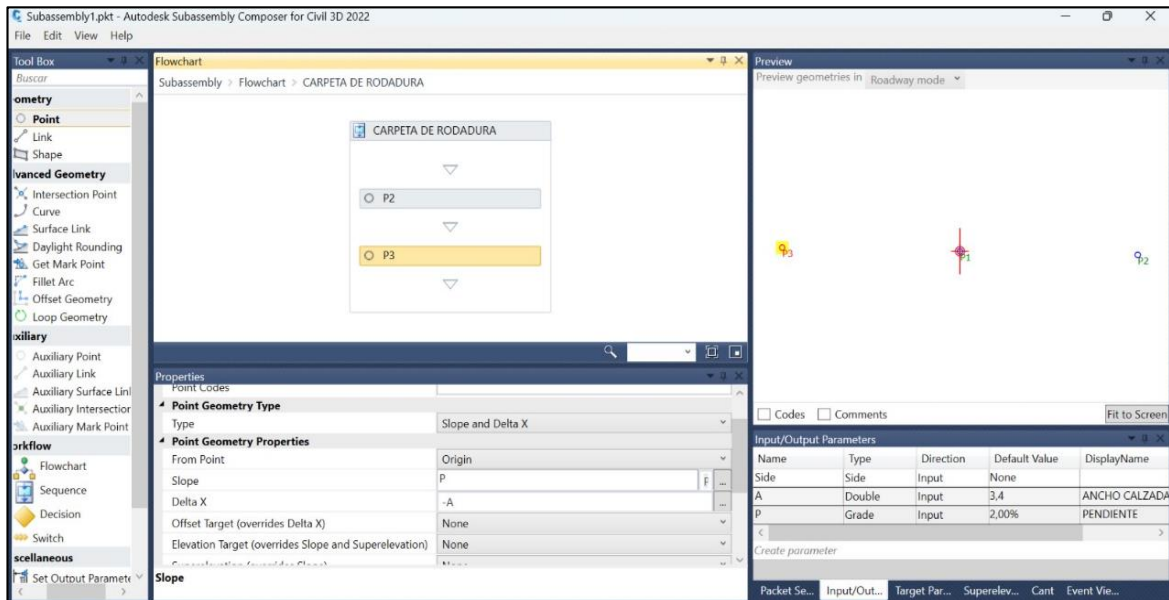
Nota. Creación del P2 de la carpeta de rodadura. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la Carpeta de Rodadura, se mueve el punto denominado **P3**, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando "**Slope and Delta X**". Este ajuste es fundamental para incorporar una pendiente específica y un desplazamiento en el eje X.

En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción "**From Point**", se elige el punto de origen (P1). En el campo "**Slope**" se introduce el parámetro (P) para definir la inclinación, donde el signo negativo indica la dirección de la pendiente. A demás en la opción "**Delta X**" se especifica el parámetro (-A), que corresponde al ancho de la calzada del lado izquierdo.

Figura 45

Carpeta de rodadura

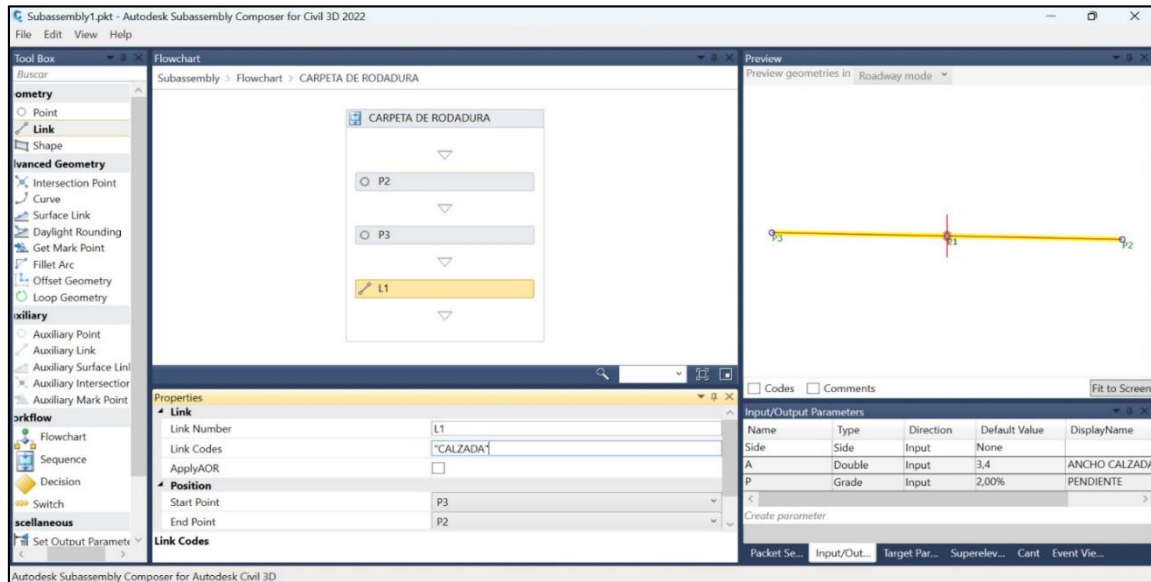


Nota. Creación del P3 de la carpeta de rodadura. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Nos dirigimos a la sección **Geometry**, donde se mueve el comando link y se denominada **L1**. A continuación nos dirigimos a la opción **Position**, en la opción **Start Point**, donde colocamos **P3** y en la opción **Point** colocamos P2.

Figura 46

Creación de Link



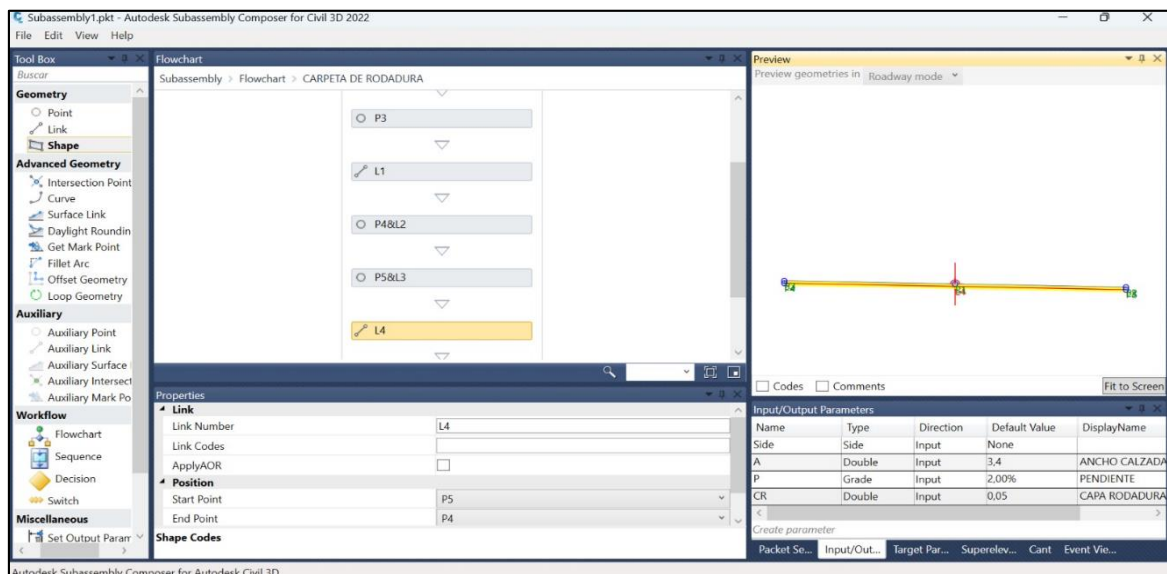
Nota. Creación de L1 de la carpeta de rodadura. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Se introducen un nuevo parámetro para el espesor de la carpeta de rodadura (CR).

En la columna "**Type**", se designa "**Doble**" para este parámetro.

Figura 47

Espesor de capa de rodadura

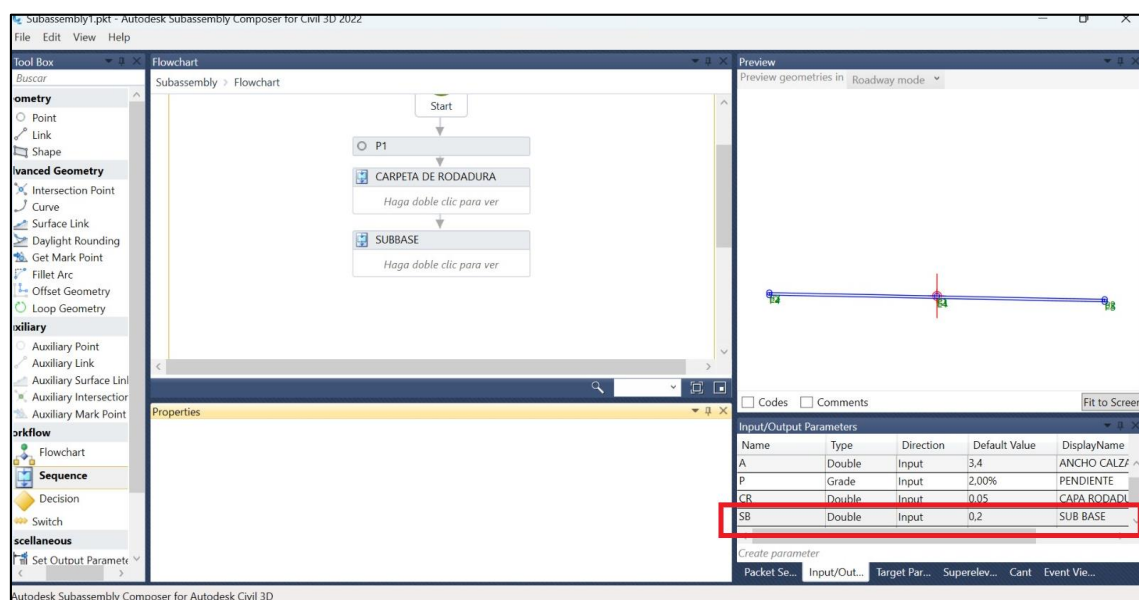


Nota. El espesor de rodadura es de 0. 05m. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Se procede arrastrar la opción **Sequence** hacia la ventana **Flowchart**, lo que nos permite colocar puntos, líneas y áreas dentro de esta interfaz y así configurar la sección designada como “**Subbase**” y se prosigue con la creación de un nuevo parámetro para el espesor de la subbase (SB). En la columna “**Type**”, se designa “**Doble**” para este parámetro.

Figura 48

Sequence Subbase



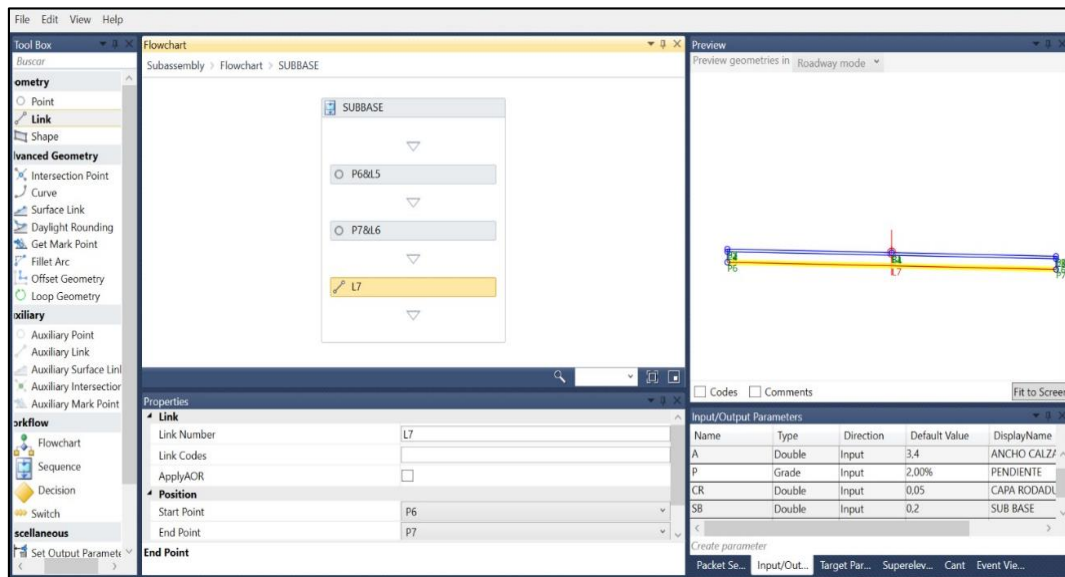
Nota. El espesor de la subbase es de 0.20m. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la sequence “**Subbase**”, se mueve el punto denominado P6, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando “**Delta X and Delta Y**”. En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción “**From Point**”, se elige el punto de origen (P4). En el campo “**Delta X**” se coloca 0 y en **Delta Y** se coloca (-SB) y nos dirigimos a la opción **Link** y vamos a la opción “**Add Link to From Point**” donde colocamos check y lo que genera automáticamente la línea denominada (L5).

Se repite el mismo proceso para la creación de (**P7&L6**), con la diferencia que el punto de origen es (**P5**). y para la creación del Link (**L7**), tomamos como punto de inicio (**P6**) y punto final (**P7**).

Figura 49

Parámetro SB

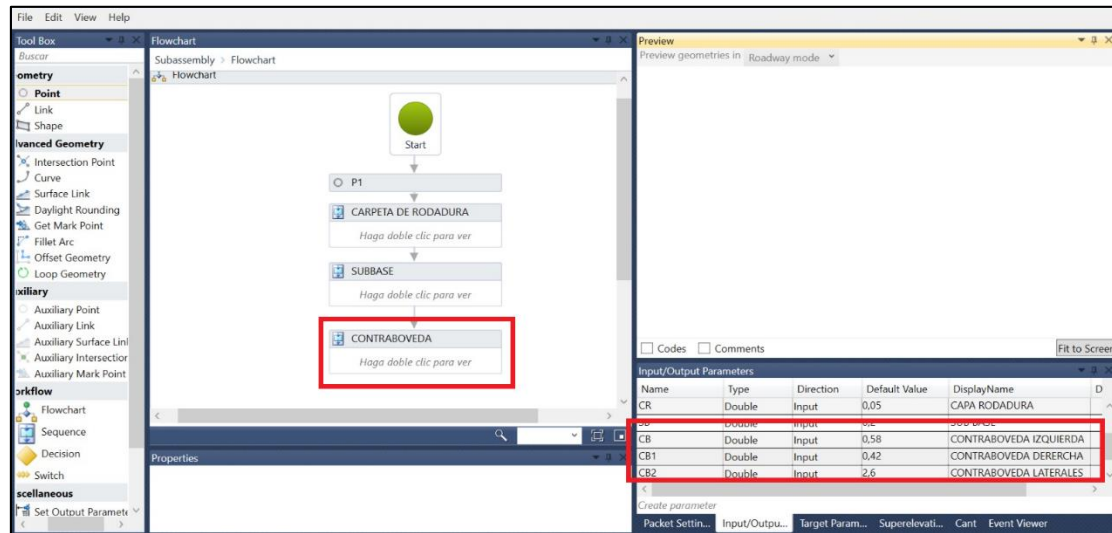


Nota. Creación de parámetro en sequence Subbase. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Creamos una sequence denominada “**Contra bóveda**”, se continua a la ventana **Input/Output Parameters**, donde se procede a crear los parámetros Contra bóveda izquierda (CB), contra bóveda derecha (CB1) y contra bóveda lateral (CBL).

Figura 50

Creación de la contra bóveda



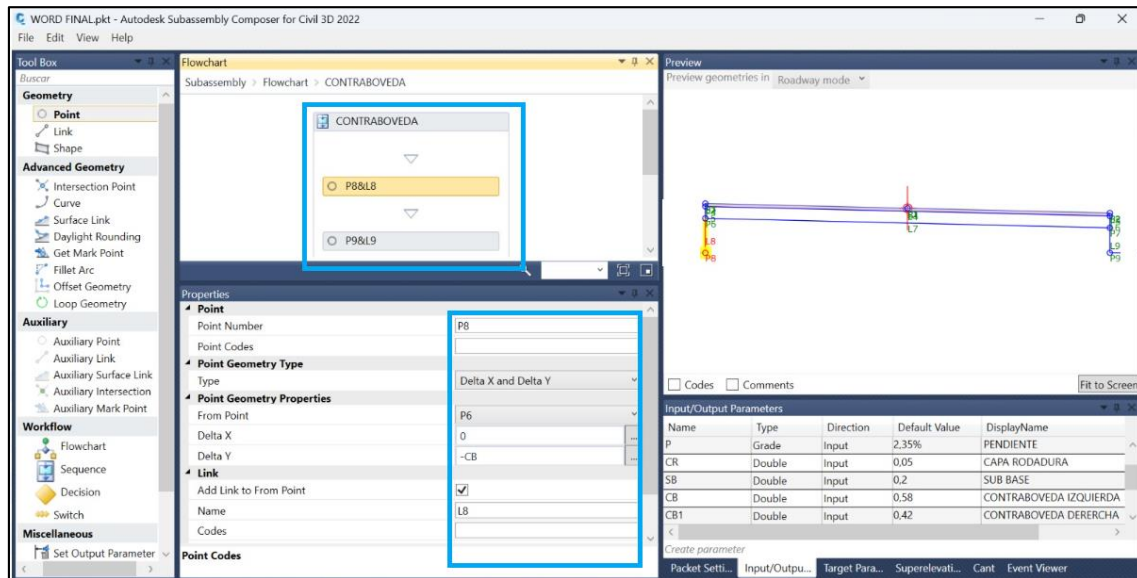
Nota. Se crea el parámetro CB, CB1 y CBL. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la sequence contra bóveda nos dirigimos a la sección *Geometry*, donde se mueve el comando **Point** y se denominada **P8**, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando "**Delta X and Delta Y**". En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción "**From Point**", se elige el punto de origen (P6). En el campo "**Delta X**" se coloca 0 y en **Delta Y** se coloca (-CB) y nos dirigimos a la opción "**Link**" y vamos a la opción "**Add Link to From Point**" donde colocamos check y lo que genera automáticamente la línea denominada (**L8**).

Se repite el mismo proceso para la creación de (**P9&L9**), con la diferencia que el punto de origen es (**P7**), En el campo "**Delta X**" se coloca (0) y en **Delta Y** se coloca (-CB1) y nos dirigimos a la opción "**Link**" y vamos a la opción "**Add Link to From Point**" donde colocamos check y lo que genera automáticamente la línea denominada (**L9**).

Figura 51

Creación de P8&L8 y P9&L9



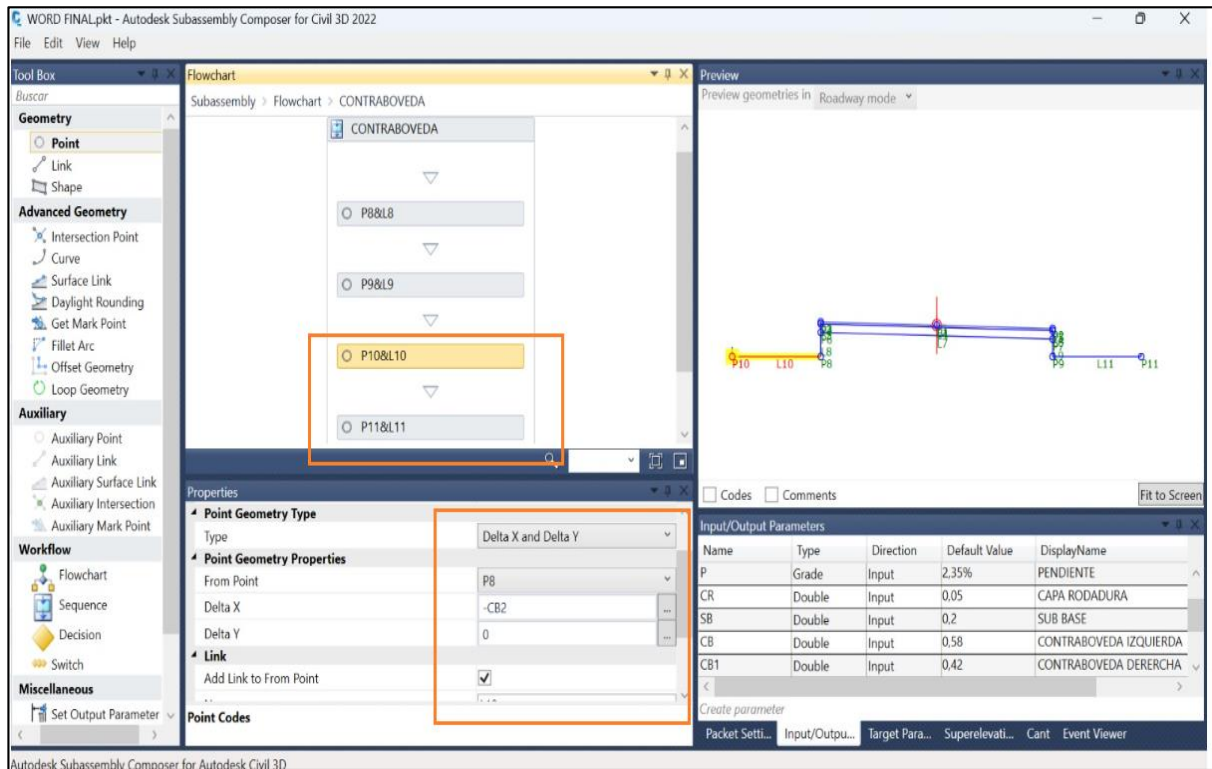
Nota. Creación de puntos y líneas en sequence Contra bóveda. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la misma sequence contra bóveda, procedemos a crear los puntos P10 y P11, y las líneas L10 y L11. Nos dirigimos a la sección *Geometry*, donde se mueve el comando **Point** y se denominada **P10**, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando "**Delta X and Delta Y**". En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción "**From Point**", se elige el punto de origen (**P8**). En el campo "**Delta X**" se coloca (**-CB2**) y en **Delta Y** se coloca (**0**) y nos dirigimos a la opción "**Link**" y vamos a la opción "**Add Link to From Point**" donde colocamos check y lo que genera automáticamente la línea denominada (**L10**).

Se repite el mismo proceso para la creación de (**P11&L11**), con la diferencia que el punto de origen es (**P9**), En el campo "**Delta X**" se coloca (**CB2**) y en "**Delta Y**" se coloca (**0**) y nos dirigimos a la opción "**Link**" y vamos a la opción "**Add Link to From Point**" donde colocamos check y lo que genera automáticamente la línea denominada (**L11**).

Figura 52

Creación de P10&L10 y P11&L11

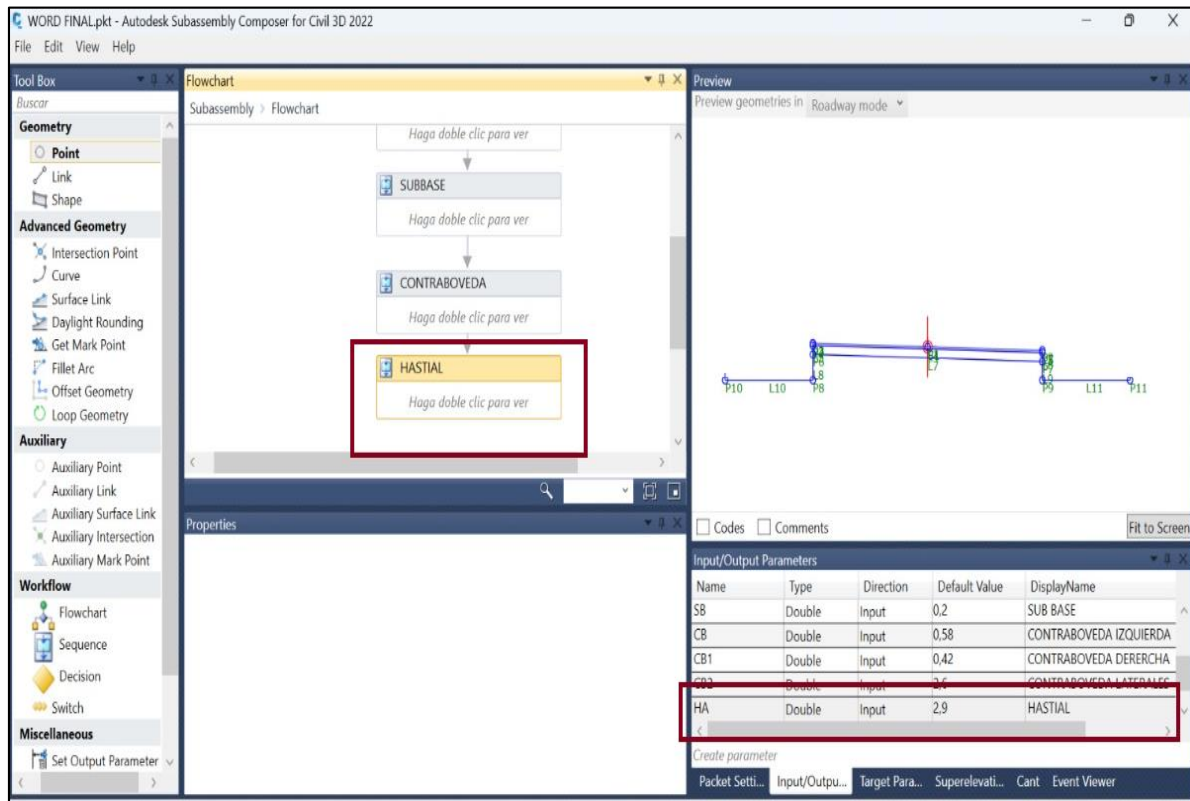


Nota. Creación de puntos y líneas en sequence Contra bóveda . Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Creamos una sequence denominada “**Hastial**”, se continua a la ventana **Input/Output Parameters**, donde se procede a crear el parámetro Hastial (**HA**).

Figura 53

Sequence *Hastial*



Nota. Se crea el parámetro HA. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

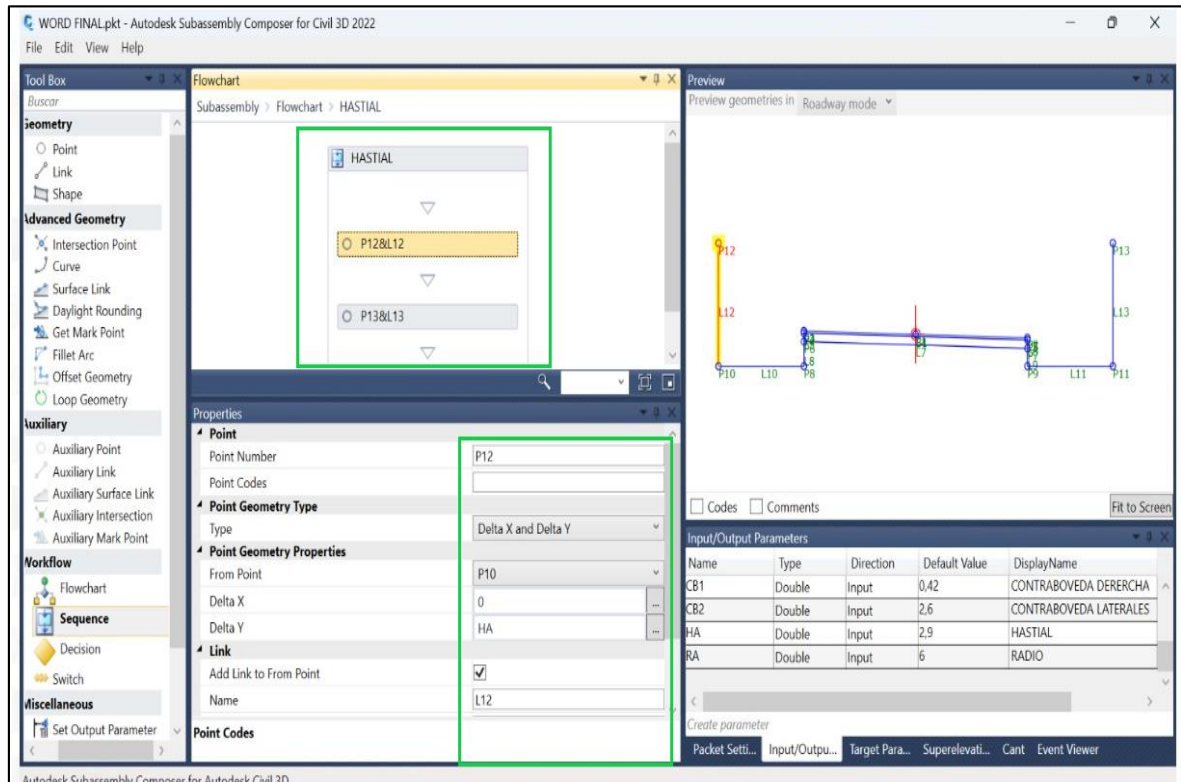
En la sequence “**Hastial**” nos dirigimos a la sección **Geometry**, donde se mueve el comando **Point** y se denominada **P12**, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando “**Delta X and Delta Y**”. En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción “**From Point**”, se elige el punto de origen (**P10**). En el campo “**Delta X**” se coloca 0 y en **Delta Y** se coloca (**HA**) y nos dirigimos a la opción “**Link**” y vamos a la opción “**Add Link to From Point**” donde colocamos check y lo que genera automáticamente la línea denominada (**L12**).

Se repite el mismo proceso para la creación de (P13&L13), con la diferencia que el punto de origen es (**P11**), En el campo “**Delta X**” se coloca (0) y en **Delta Y** se coloca (**HA**) y

nos dirigimos a la opción “**Link** ” y vamos a la opción “**Add Link to From Point**” donde colocamos check y lo que genera automáticamente la línea denominada (**L13**).

Figura 54

Creación de P12&L12 y P13&L13

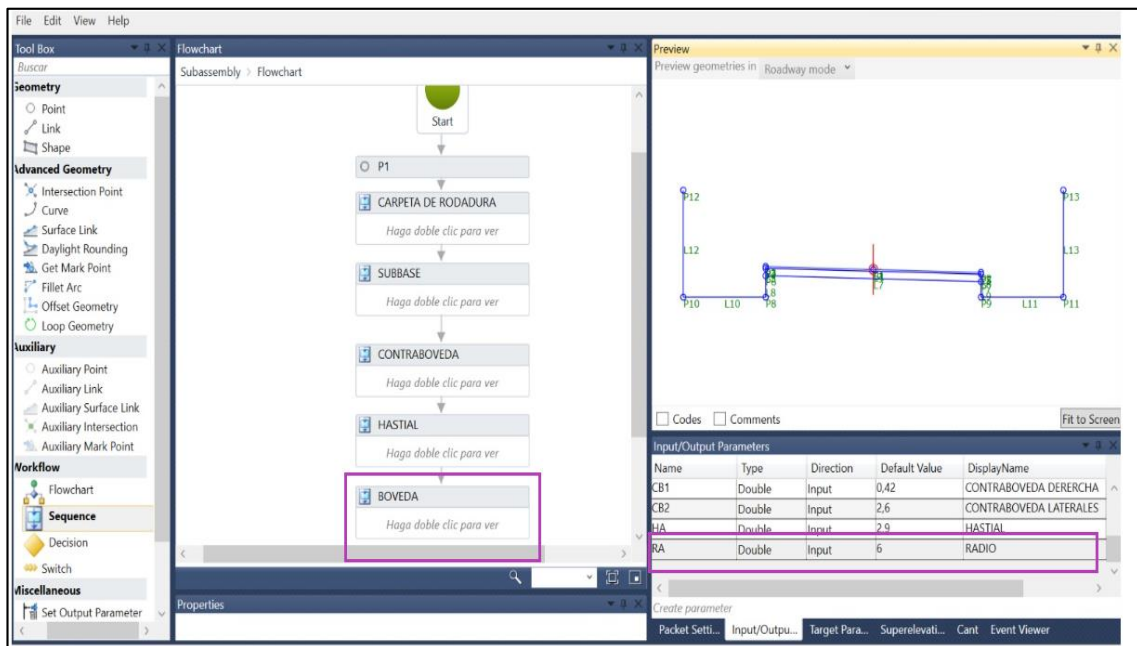


Nota. Creación de puntos y líneas en sequence Hastial. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Creamos una sequence denominada “Bóveda”, se continua a la ventana **Input/Output Parameters**, donde se procede a crear el parámetro radio (RA).

Figura 55

Sequence Bóveda



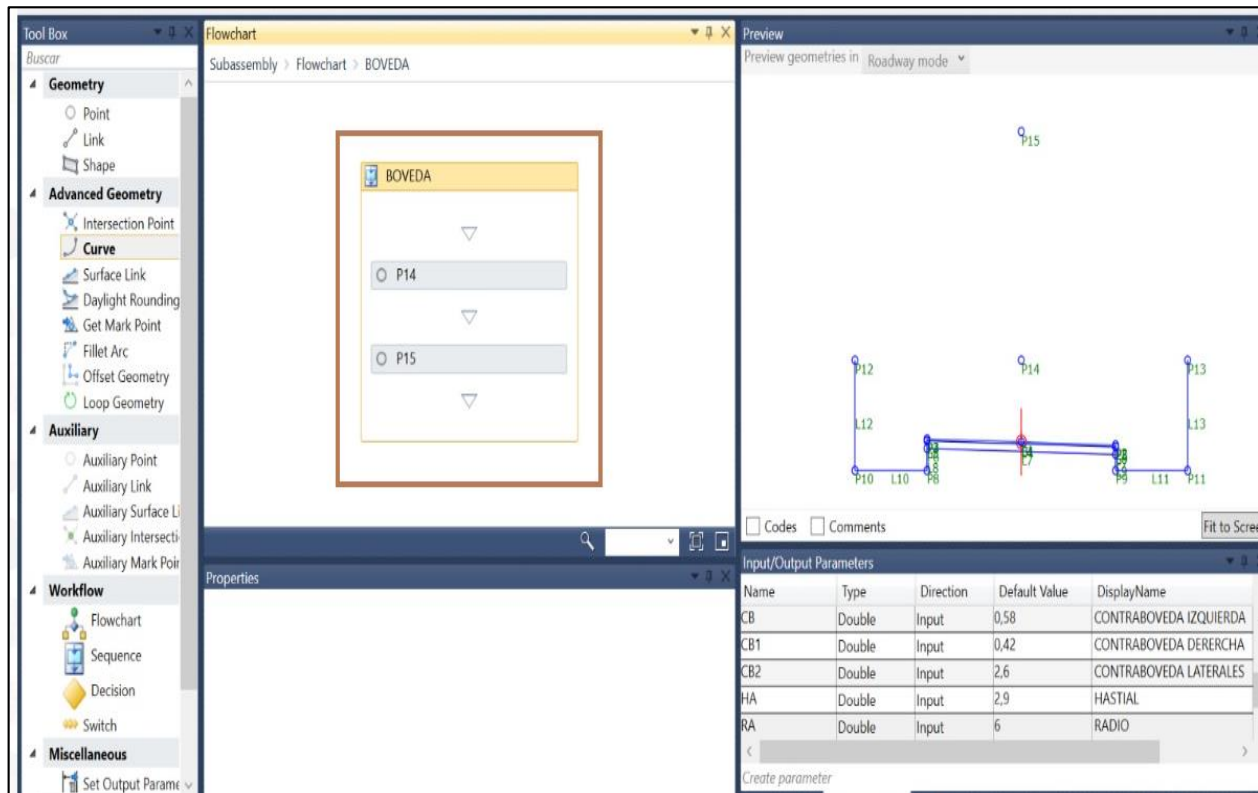
Nota. Creación de parámetro RA. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la sequence “Bóveda” nos dirigimos a la sección **Geometry**, donde se mueve el comando **Point** y se denominada **P14**, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando "**Delta X and Delta Y**". En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción "**From Point**", se elige el punto de origen (**P12**). En el campo "**Delta X**" se coloca (**RA**) y en **Delta Y** se coloca (**0**).

Se repite el mismo proceso para la creación de (**P15**), con la diferencia que el punto de origen es (**P14**), En el campo "**Delta X**" se coloca (**0**) y en **Delta Y** se coloca (**RA**).

Figura 56

Creación de puntos P14 y P15



Nota. Creación de puntos en sequence Bóveda. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la misma secuencia de Bóveda, vamos a la ventana “**Tool Box**” y, en la opción “**Advanced Geometry**”, arrastramos el comando Curve, denominado L14. En la opción “**geometry type**”, seleccionamos “**Creation Type**” y elegimos “**Arc Three Points**”. Luego, nos dirigimos a “**Art Tessellation**” y establecemos el valor (20), que representa los puntos que se crearán en **L14**.

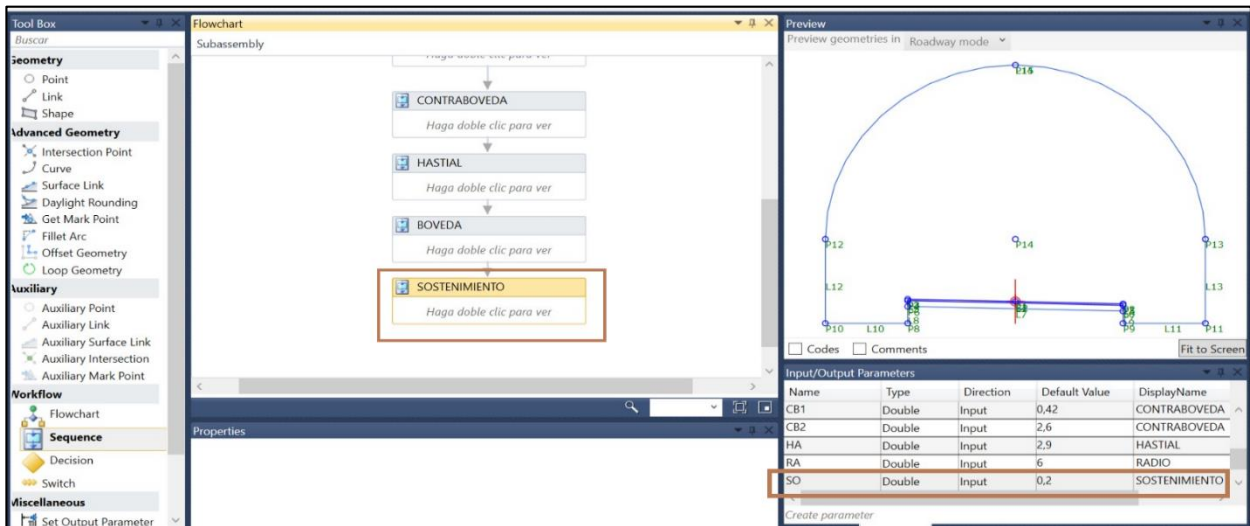
En la opción **Geometry Properties**, colocamos los puntos de la siguiente manera:

1. **Start Point:** Seleccionamos P12.
2. **Arc Point:** Elegimos P15.
3. **End Point:** Seleccionamos P13.

Estos pasos aseguran que la geometría se define correctamente en la interfaz.

Figura 57

Creación de línea L14

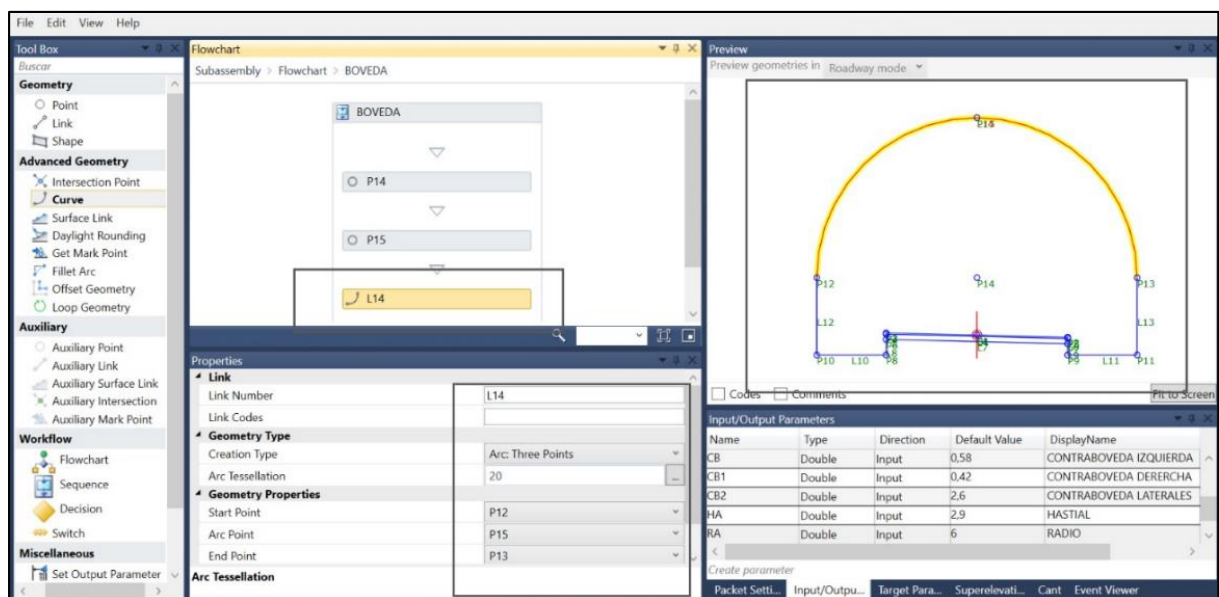


Nota. Creación de línea en sequence Bóveda. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Creamos una nueva sequence denomina “Sostenimiento”, se continua a la ventana **Input/Output Parameters**, donde se procede a crear el parámetro sostenimiento (SO).

Figura 58

Sequence Sostenimiento



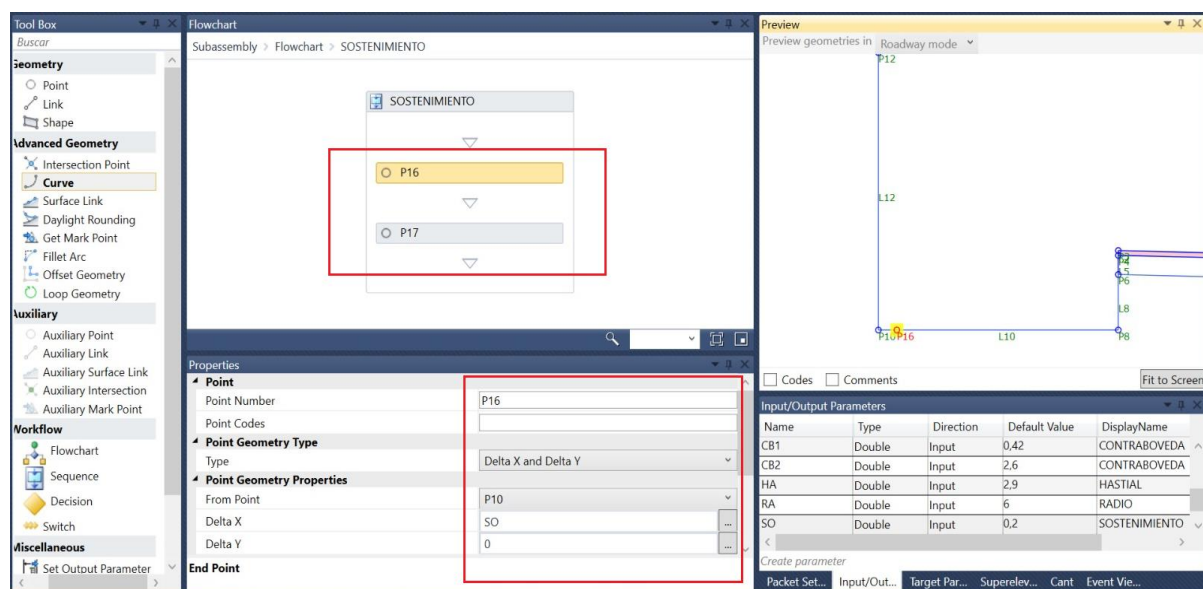
Nota. Creación de parámetro SO. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la sequence Sostenimiento, procedemos a dirigimos a la sección **Geometry**, donde se mueve el comando **Point** y se denominada **P16**, donde se cambia la sección del **Point Geometry Type** seleccionando "**Delta X and Delta Y**". En la opción **Point Geometry Properties**, en la opción "**From Point**", se elige el punto de origen (**P10**). En el campo "**Delta X**" se coloca (**SO**) y en **Delta Y** se coloca (**0**).

Se repite el mismo proceso para la creación de (**P17**), con la diferencia que el punto de origen es (**P11**), En el campo "**Delta X**" se coloca (**-SO**) y en "**Delta Y**" se coloca (**0**).

Figura 59

Creación de puntos P16 y P17



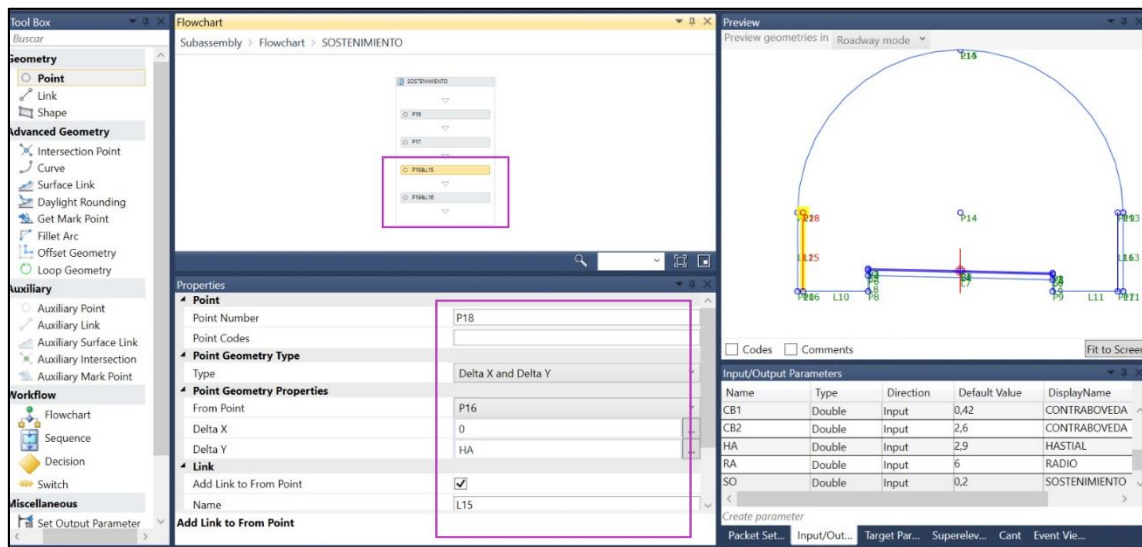
Nota. Creación de puntos en sequence sostenimiento. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la misma secuencia de "Sostenimiento", accedemos a la sección "**Geometry2**", donde movemos el comando "**Point**" y los denominamos (**P18 y P19**). Cambiamos el tipo de geometría del punto seleccionando "Delta X and Delta Y".

En las propiedades de geometría del punto, seleccionamos "**From Point**" y elegimos el punto de origen (**P16 y P17**). Establecemos "**Delta X**" (0) y **Delta Y** (HA). Luego, nos dirigimos a la opción "**Link**" y seleccionamos "**Add Link to From Point**", marcando check, lo cual genera automáticamente las líneas denominadas L15 y L16.

Figura 60

Creación de puntos y líneas P18, P19, L15 y L16.



Nota. Creación de puntos y líneas en sequence sostenimiento. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la sequence anterior mencionada, nos dirigimos a la sección **Geometry** y movemos el comando **Point**, que denominamos **P20**. Cambiamos el tipo de geometría del punto seleccionando "**Delta X and Delta Y**". En la opción **Point Geometry Properties**, seleccionamos "**From Point**" y elegimos el punto de origen (**P15**). Establecemos **Delta X en (0)** y **Delta Y en (-SO)**.

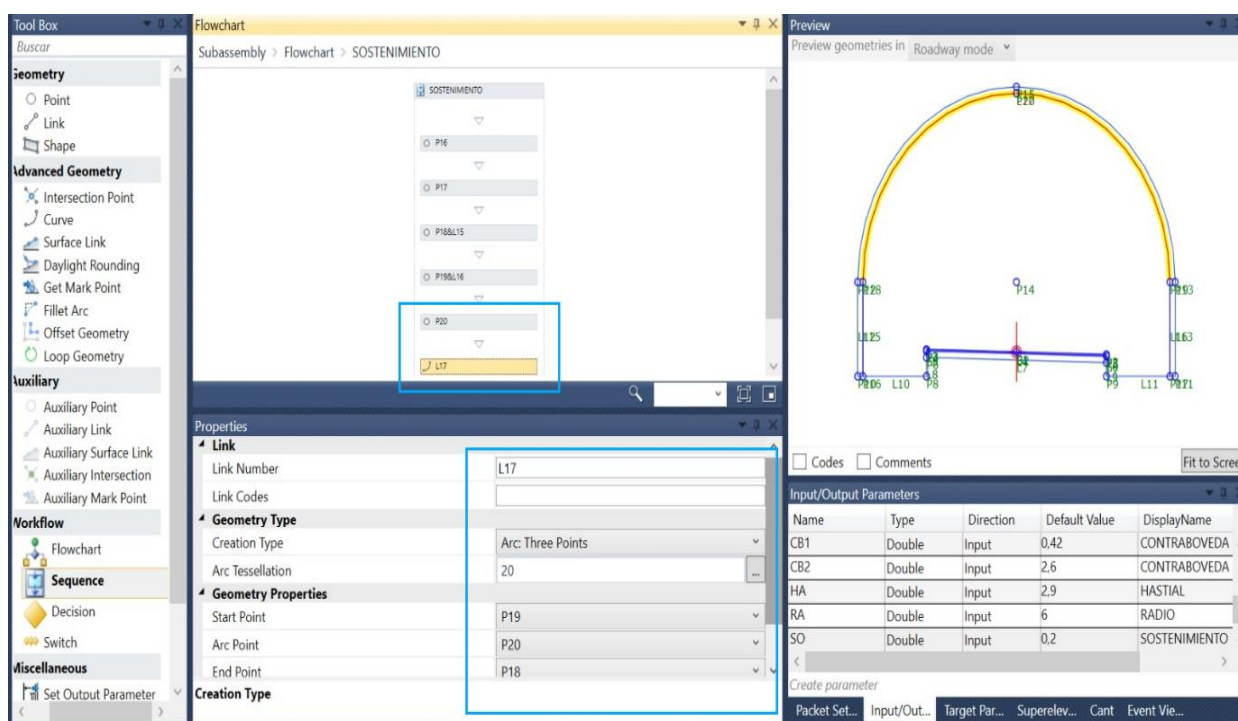
Accedemos a la ventana “**Tool Box**” y, en la opción “**Advanced Geometry**”, arrastramos el comando **Curve**, denominado **L17**. En la opción “**Geometry type**”, seleccionamos “**Creation Type**” y elegimos “**Arc Three Points**”. Finalmente, en **Art Tessellation**, configuramos el valor en 20, lo que indica los puntos que se crearán en **L17**.

En la opción **Geometry Properties**, colocamos los puntos de la siguiente manera:

1. **Start Point**: Seleccionamos P19.
2. **Arc Point**: Elegimos P20.
3. **End Point**: Seleccionamos P18.

Figura 61

Creación de punto y línea P20 y L17

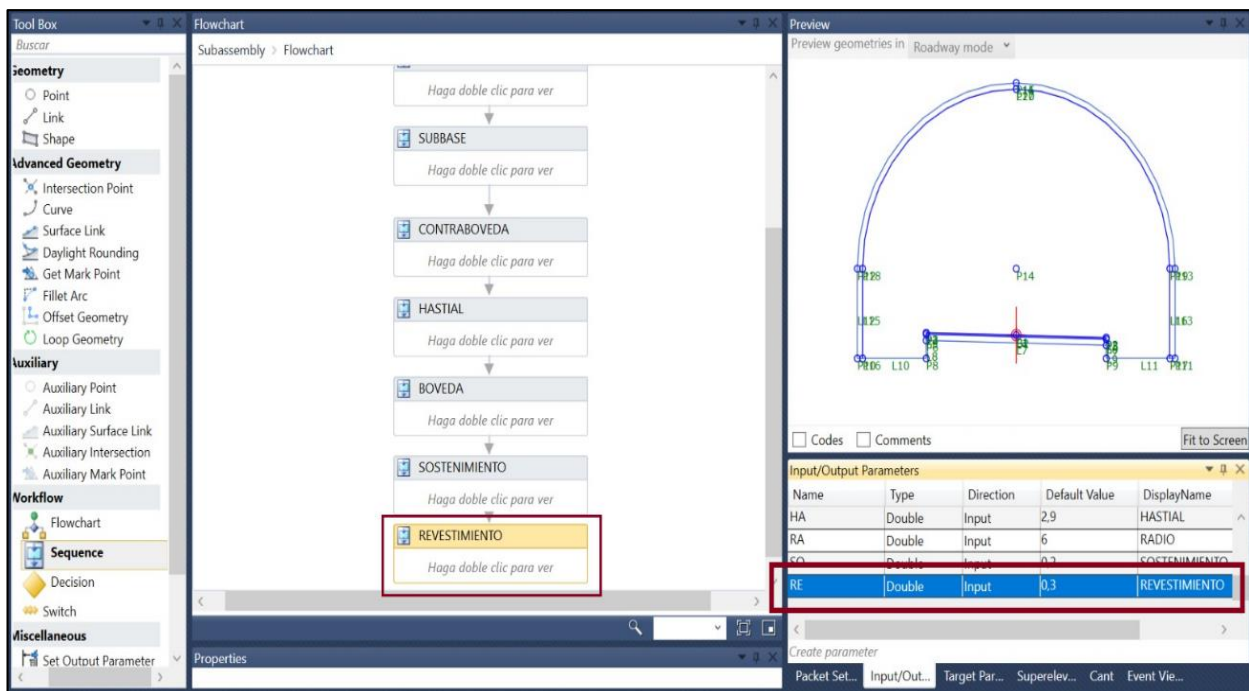


Nota: Creación de punto y línea en sequence sostenimiento. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Vamos a llevar a cabo la última sequence del diseño denominada “**Revestimiento**”. Continuamos accediendo a la ventana “**Input/Output Parameters**”, donde crearemos el parámetro denominado revestimiento (**RE**).

Figura 62

Sequence Revestimiento



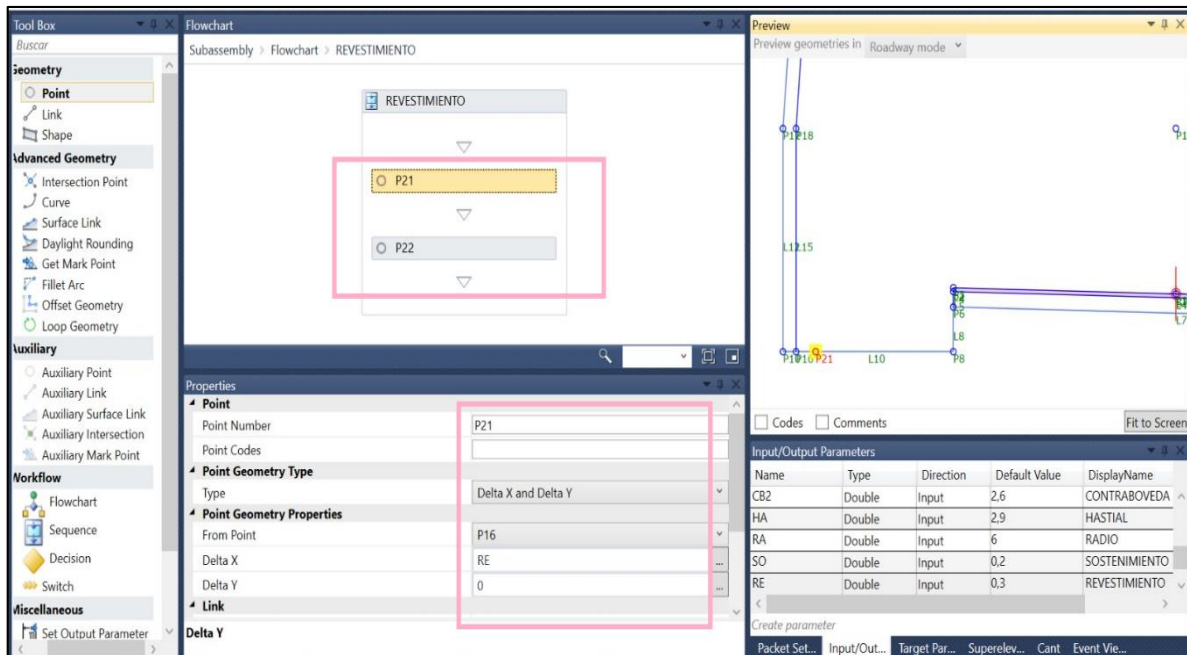
Nota: Creación del parámetro RE. Elaborado por los autores en el módulo (2024).

En la secuencia de “Revestimiento”, procedemos a la sección de Geometría, donde configuramos el comando Point como P21. Cambiamos el tipo de geometría del punto a "**Delta X and Delta Y**". En las propiedades de geometría del punto, seleccionamos "**From Point**" y elegimos el punto de origen (**P16**). Establecemos **Delta X** en (**RE**) y **Delta Y** en (**0**).

Luego, repetimos el mismo proceso para la creación de P22, pero seleccionamos como punto de origen (**P17**). En las propiedades de geometría del punto, ajustamos **Delta X** a (**-RE**) y **Delta Y** a (**0**).

Figura 63

Creación de puntos P21 Y P22



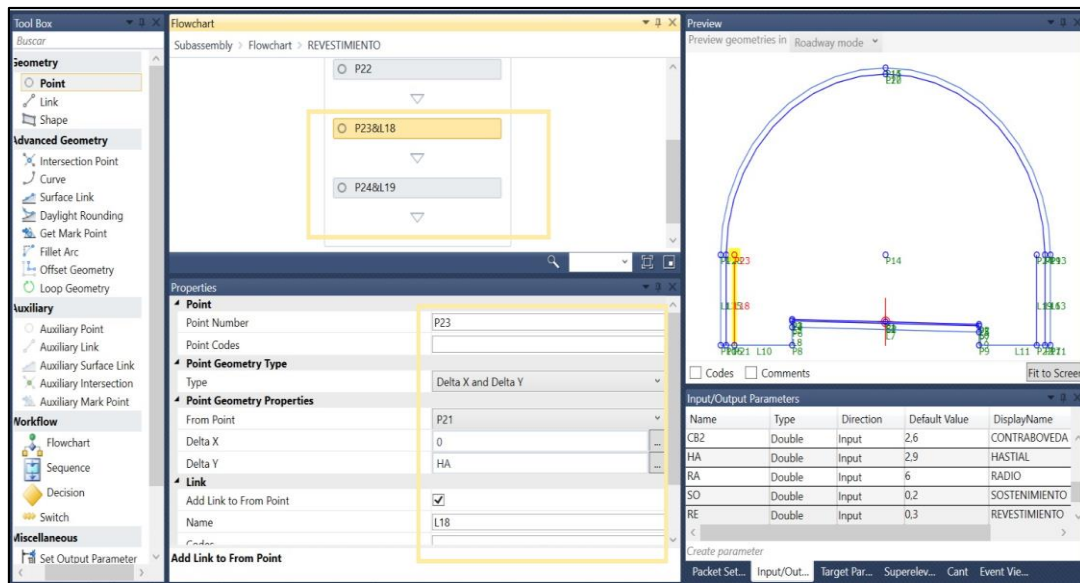
Nota. Creación de puntos en sequence revestimiento. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la misma secuencia de "Revestimiento", accedemos a la sección "**Geometry2**", donde movemos el comando "**Point**" y los denominamos (**P23 y P24**). Cambiamos el tipo de geometría del punto seleccionando "Delta X and Delta Y".

En las propiedades de geometría del punto, seleccionamos "**From Point**" y elegimos el punto de origen (**P21 y P22**). Establecemos "**Delta X**" (0) y **Delta Y** (HA). Luego, nos dirigimos a la opción "**Link**" y seleccionamos "**Add Link to From Point**", marcando check, lo cual genera automáticamente las líneas denominadas L18 y L19.

Figura 64

Creación de puntos y líneas P23,P24,L18 Y L19



Nota. Creación de puntos y líneas en sequence revestimiento. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

En la sequence anterior mencionada, nos dirigimos a la sección **Geometry** y movemos el comando **Point**, que denominamos **P25**. Cambiamos el tipo de geometría del punto seleccionando "**Delta X and Delta Y**". En la opción **Point Geometry Properties**, seleccionamos "**From Point**" y elegimos el punto de origen (**P20**). Establecemos **Delta X en (0)** y **Delta Y en (-RE)**.

Accedemos a la ventana "**Tool Box**" y, en la opción "**Advanced Geometry**", arrastramos el comando **Curve**, denominado **L20**. En la opción "**Geometry type**", seleccionamos "**Creation Type**" y elegimos "**Arc Three Points**". Finalmente, en **Art Tessellation**, configuramos el valor en 20, lo que indica los puntos que se crearán en **L20**.

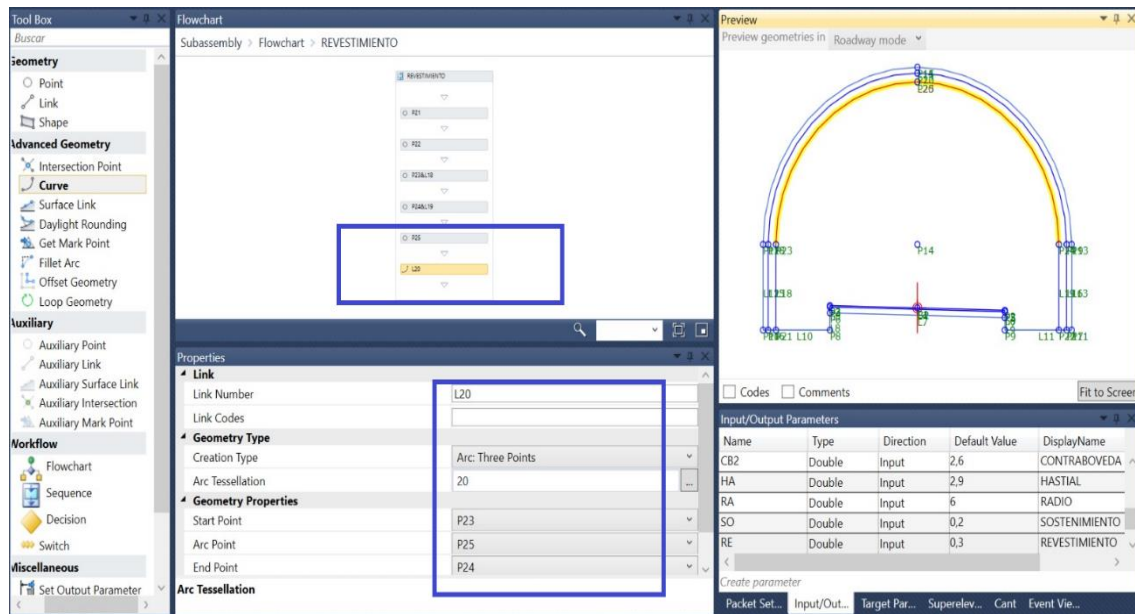
En la opción **Geometry Properties**, colocamos los puntos de la siguiente manera:

1. **Start Point:** Seleccionamos P23.

2. **Arc Point:** Elegimos P25.
3. **End Point:** Seleccionamos P24.

Figura 65

Creación de punto y línea P25 y L20



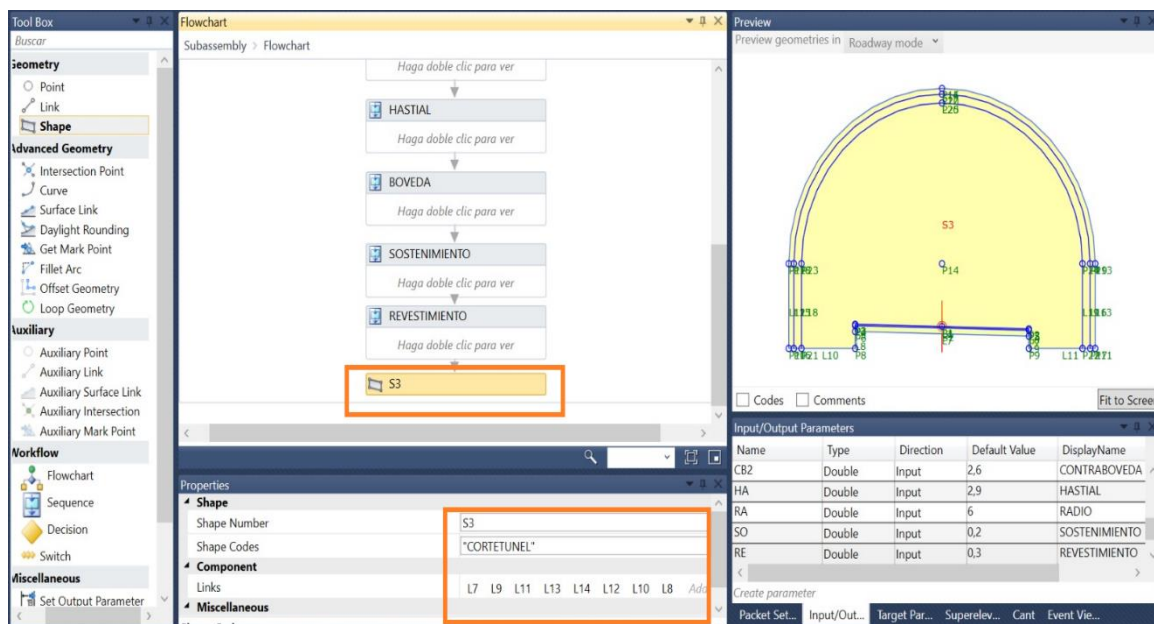
Nota. Creación de punto y línea en sequence revestimiento. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Se procede con la creación de un área denominada S1 utilizando la herramienta Shape ubicada en la ventana “Tool Box”. Esta herramienta se arrastra a la ventana “Flowchart”, donde nos permite seleccionar el área deseada. En la sección “Component-Link”, hacemos clic en "Select Shape in Preview" y elegimos el área requerida en la ventana Preview. Esta área se designará a el código con el nombre "Carpeta de Rodadura".

Este procedimiento se repetirá para la creación de la Subbase, Sostenimiento, Revestimiento y el corte del túnel.

Figura 66

Shapes



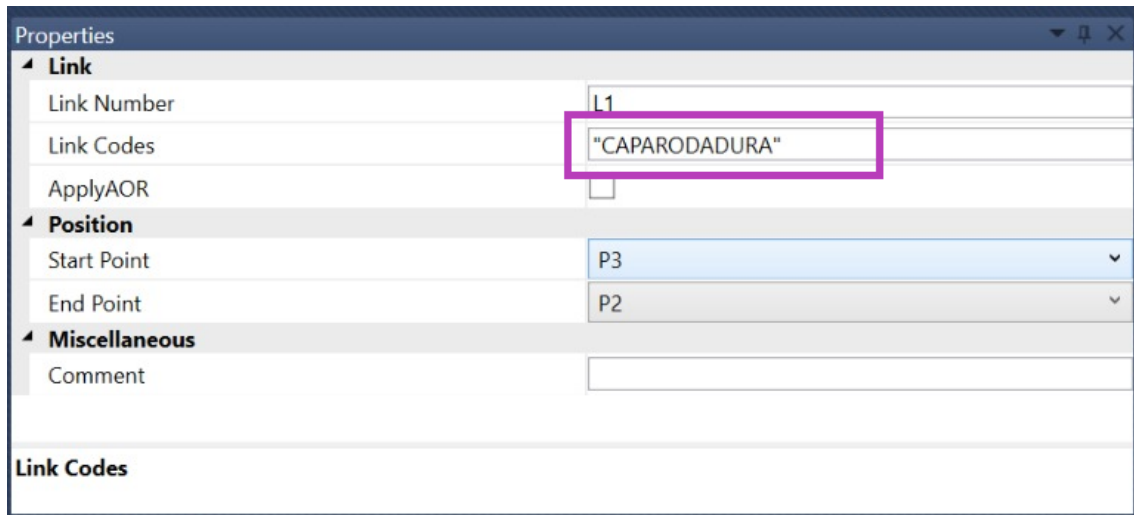
Nota. Creación de shapes en L17, L9, L11, L13, L14, L12, L10 y L8. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

2.4.1 Asignación de superficies correspondientes a la sección de corte

Se procede a asignar códigos a las líneas en los contornos de la sección de la vía. El código general de la vía se denomina “CAPA RODADURA” y se coloca en la ventana Properties, en la opción Point Codes. Las líneas que representan el mejoramiento llevan el código “SUBBASE”. Además, se asigna el código “CORTETUNEL” a las líneas de toda la parte exterior del túnel. Cabe recalcar que, para asignar dos nombres en el código, se debe separar con coma y comillas. Esta codificación es crucial para que, al modelar la sección en el diseño vial con Civil 3D, se realicen los cortes especificados en el proyecto.

Figura 67

Creación de nombre de código

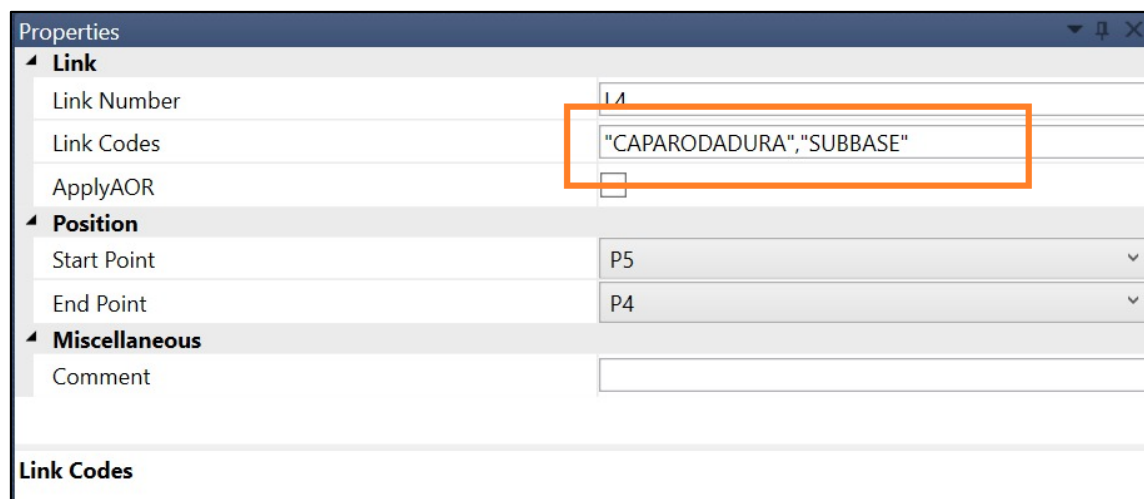


The screenshot shows the 'Properties' dialog box with the 'Link' section expanded. The 'Link Number' is set to 'L1'. The 'Link Codes' field contains the text '"CAPARODADURA"', which is highlighted by a purple rectangular box. Below this, the 'Position' section shows 'Start Point' as 'P3' and 'End Point' as 'P2'. The 'Miscellaneous' section has a 'Comment' field. At the bottom, there is a 'Link Codes' section.

Nota. El nombre del código debe ir entre comillas. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Figura 68

Creación de nombre de código

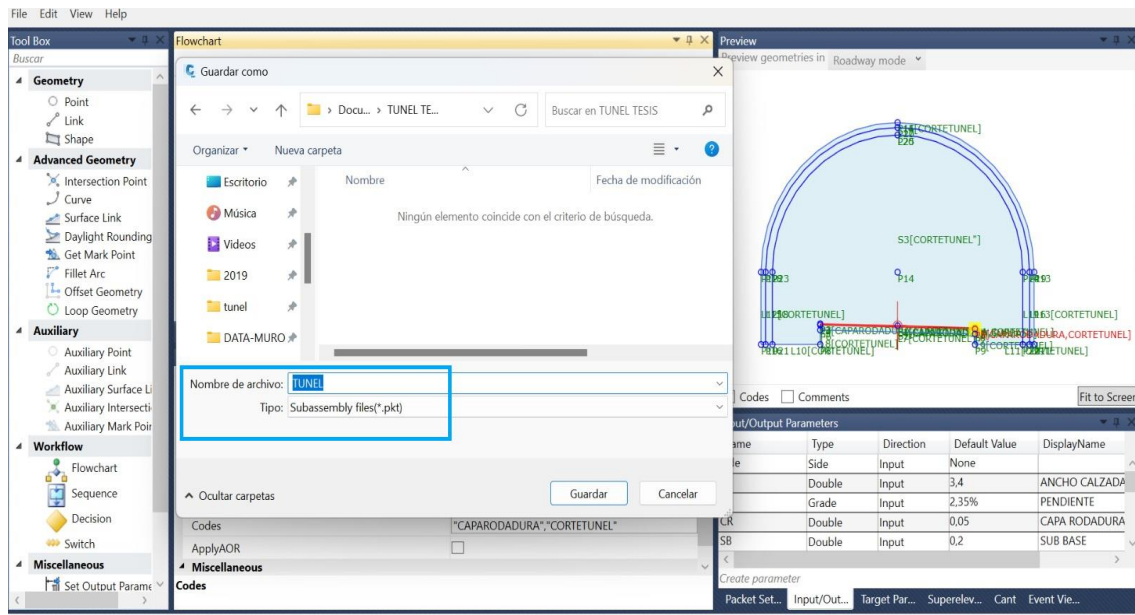


The screenshot shows the 'Properties' dialog box with the 'Link' section expanded. The 'Link Number' is set to 'L1'. The 'Link Codes' field contains the text '"CAPARODADURA","SUBBASE"', which is highlighted by an orange rectangular box. Below this, the 'Position' section shows 'Start Point' as 'P5' and 'End Point' as 'P4'. The 'Miscellaneous' section has a 'Comment' field. At the bottom, there is a 'Link Codes' section.

Nota. Dos palabras en el nombre del código deben ir entre comillas y separados por una coma. Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

Figura 70

Guardar archivo



Nota. El archivo es tipo (*.pkt). Elaborado por: Los autores a través del programa Autodesk Subassembly Composer, 2022.

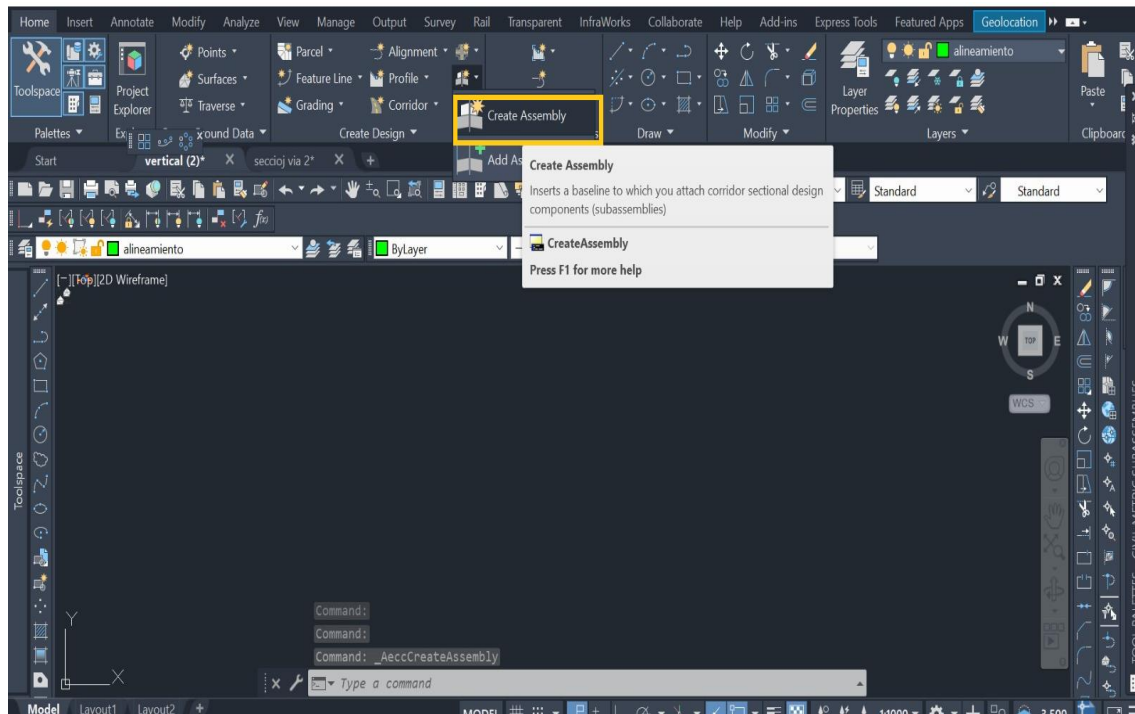
PARTE 3: EXPORTACIÓN DE UNA SECCIÓN A UN TRAZADO VIAL EN CIVIL 3D.

3.1 Importación De Sub-Ensamblaje Al Software Civil 3d.

Es necesario generar un subensamblaje, esta acción se lleva a cabo en la pestaña Inicio, en la sección Subensamble donde se presentarán dos alternativas entre las cuales se debe seleccionar Crear Ensamblaje.

Figura 71

Assembly

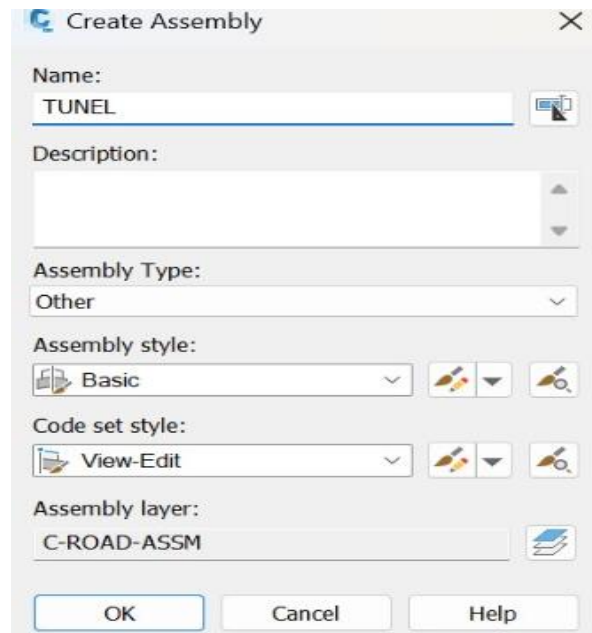


Nota. Se escoge la opción Create Assembly. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Después de elegir la opción Create Assembly, se abrirá una ventana en la que se podrá ingresar el nombre de la Assembly a crear, seleccionar el tipo de asamblea (**Assembly Type**) eligiendo la opción **Other**, el estilo de asamblea (**Assembly style**) seleccionando la opción Básico, los estilos de códigos (**code set style**) en donde se deben seleccionar todos los códigos (**All codes**) y finalmente hacer clic en Aceptar. Luego, se hace clic en un espacio vacío para crear la Asamblea.

Figura 72

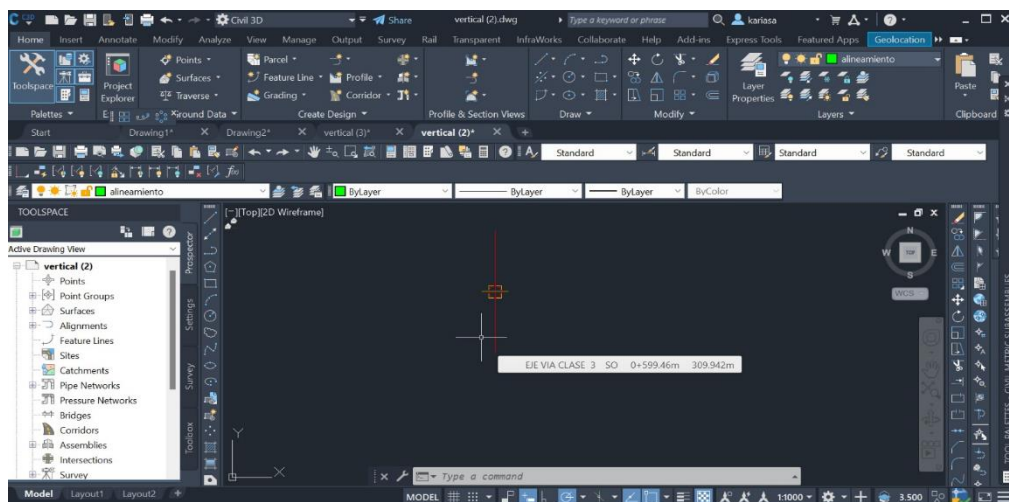
Ventana Create Assembly



Nota. En la opción Code set style, colocamos View Edit. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Figura 73

Assembly creada

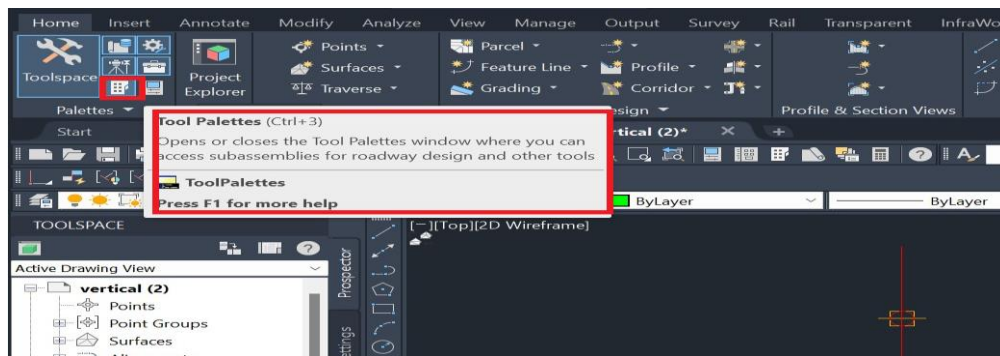


Nota: Inserción del Assembly. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Después de la creación del Assembly, se procede a exportar el archivo denominado TÚNEL al software AutoCAD Civil 3D para su aplicación en un tramo de carretera. Para llevar a cabo esta operación, se debe hacer clic en la pestaña Home y seleccionar la opción Tool Palettes en la ventana desplegada.

Figura 74

Icono Tool Palettes

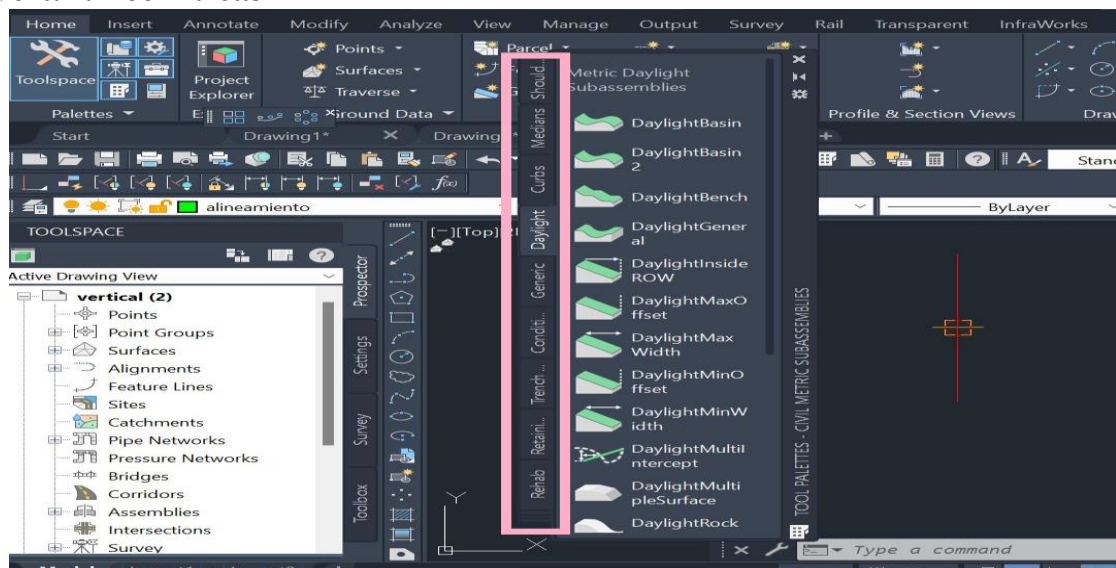


Nota. Ventana de acceso a subassemblies. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Se abre la paleta de herramientas, donde se pueden encontrar los subassemblies predefinidos por el software.

Figura 75

Ventana Tool Palettes

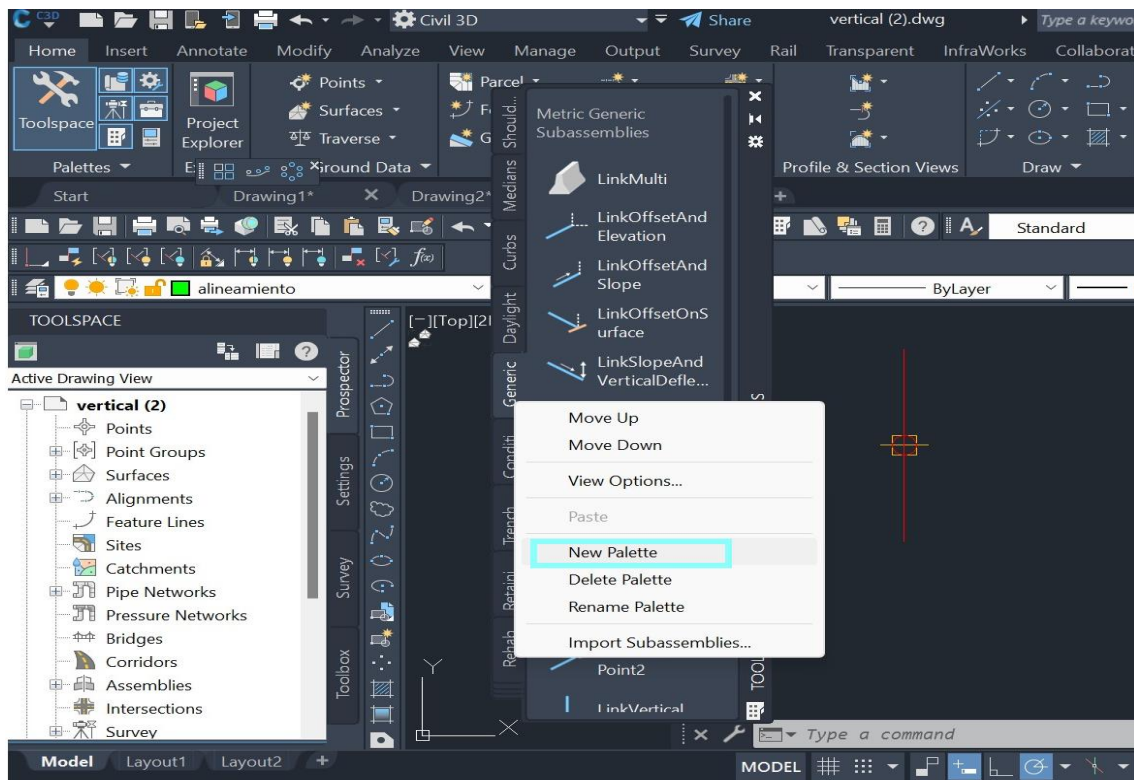


Nota. Tipos de subassemblies. Elaborado por los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Antes de importar un Subassembly, es necesario crear una nueva ventana en las Tool Palettes. Para esto, se debe hacer clic derecho en cualquier ventana y seleccionar la opción New Palette. Procedemos a ingresar el nombre del Subassembly creado como DISEÑO TUNEL

Figura 76

Subassembly denominado DISEÑO TUNEL

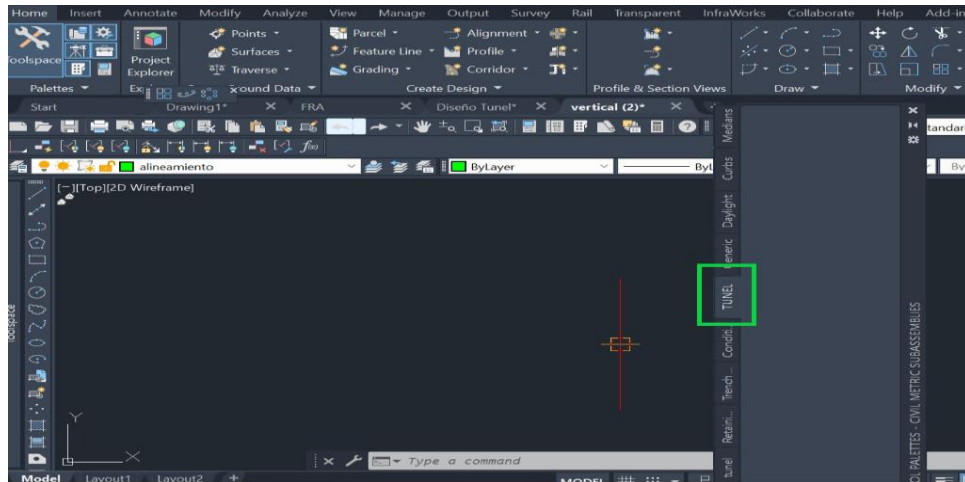


Nota. Creación de New Palette. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

A la New Palette creada se le asigna un nombre denominado “Túnel”.

Figura 77

Palette TUNEL

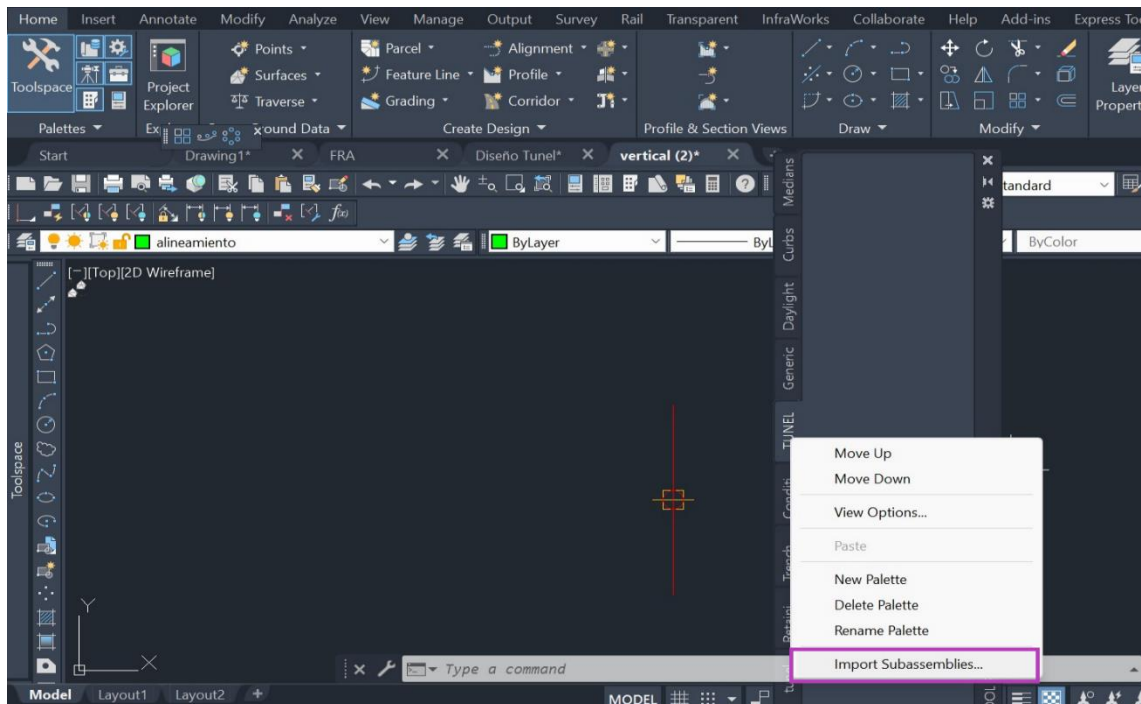


Nota. Asignación de nombre. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Después de eso, se realiza un clic derecho en la ventana denominada **Túnel**, donde se elige la opción Import Subassemblies

Figura 78

Import Subassembly



Nota. Se importa archivo guardado (*.pkt). Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

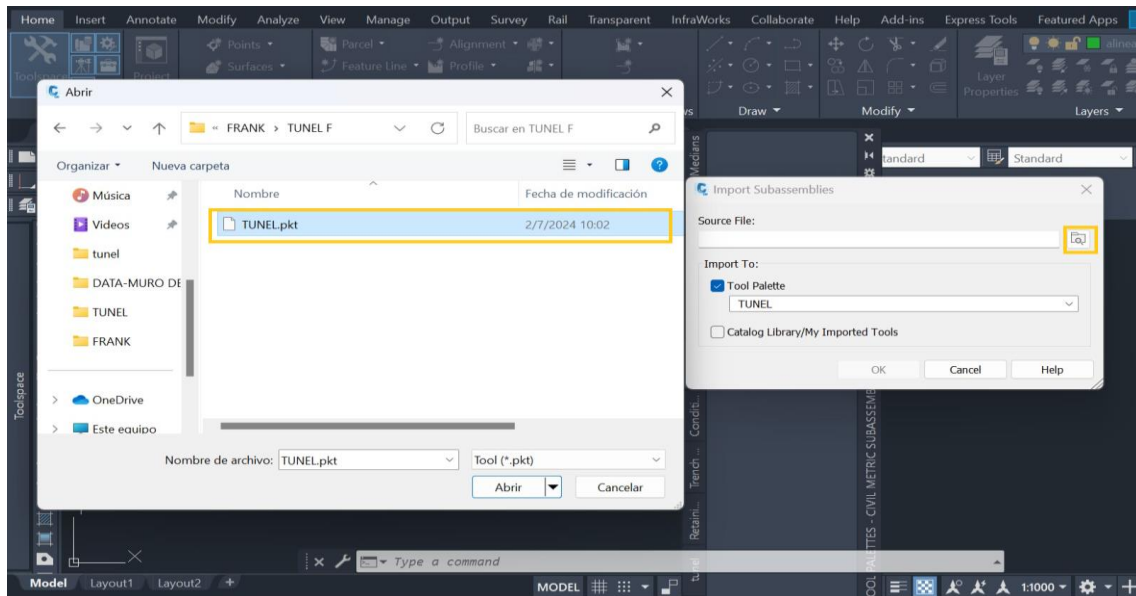
Para seleccionar y cargar un archivo guardado, así como agregar el nuevo subensamblaje a la ventana del Túnel, sigue los siguientes pasos:

1. Haz clic en el botón "Cargar archivo" o "Seleccionar archivo" en la ventana del Túnel.
2. Selecciona el archivo guardado que deseas cargar desde tu dispositivo.
3. Una vez que el archivo haya sido cargado, busca la opción para agregar un nuevo subensamblaje a la ventana del Túnel.
4. Haz clic en el botón de "Agregar subensamblaje" o similar.
5. Selecciona el nuevo subensamblaje que deseas agregar desde la lista de opciones disponibles.
6. Ajusta la posición y configuración del nuevo subensamblaje dentro de la ventana del Túnel según sea necesario.
7. Guarda los cambios realizados y continúa trabajando con el Túnel con el nuevo subensamblaje agregado.

Siguiendo estos pasos, podrás seleccionar un archivo guardado y agregar un nuevo subensamblaje a la ventana del Túnel de forma más efectiva y eficiente.

Figura 79

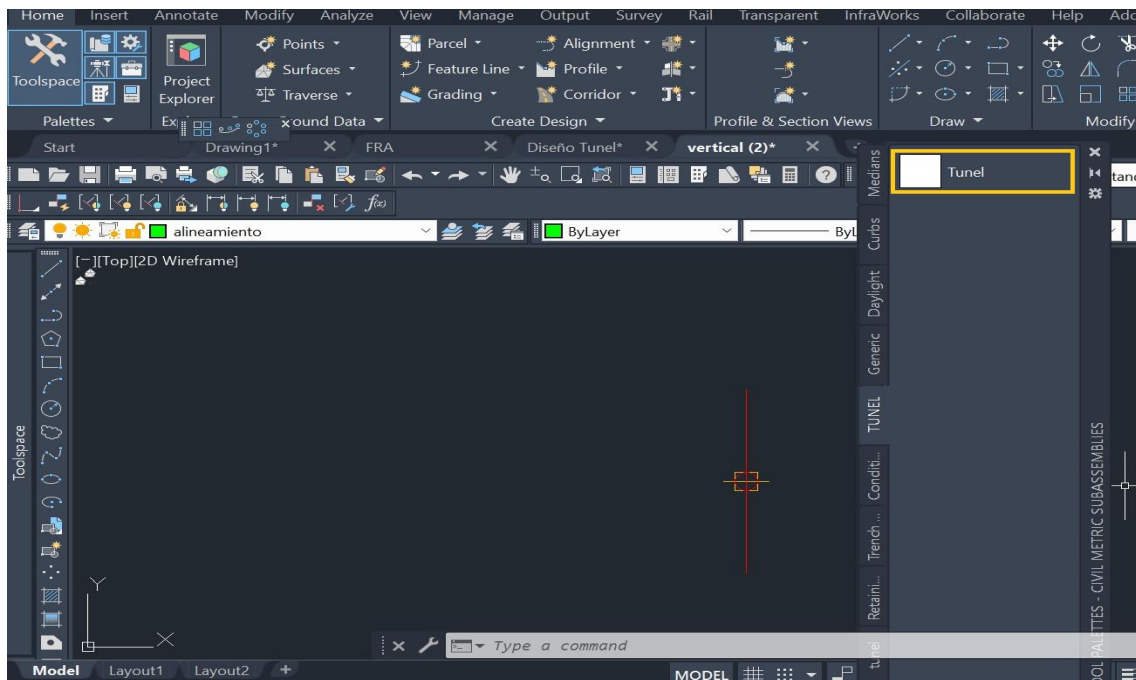
Archivo TUNELpkt



Nota. Escoger archivo creado en modulo. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Figura 80

Subassembly creado

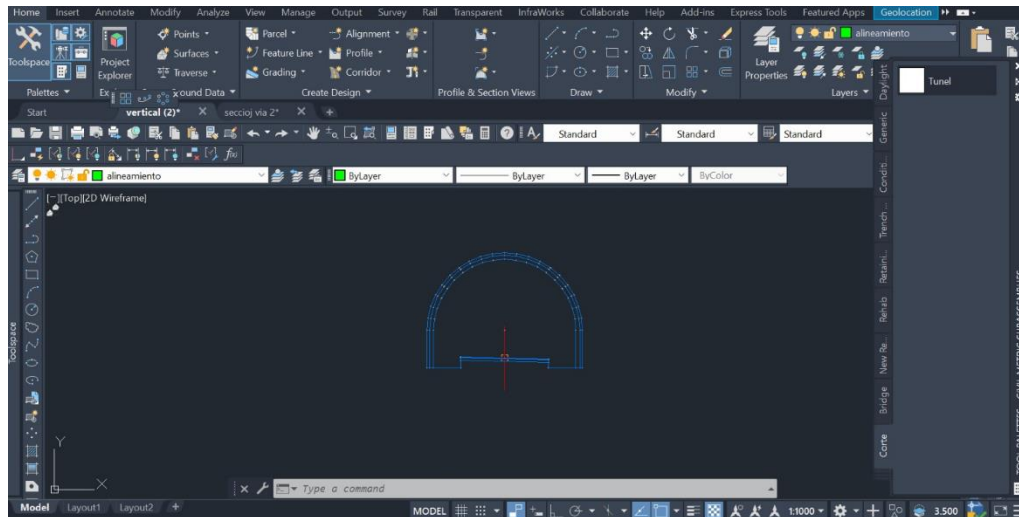


Nota. Aparece el archivo en la venta Tool Palettes Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Luego, regresamos a la opción de "Tool Palettes" y elegimos el subensamblaje "TUNEL" que hemos importado. Posteriormente, procedemos a hacer clic en el eje, lo cual resultará en el ensamblaje automático de la sección transversal.

Figura 81

Diseño túnel en Civil 3D

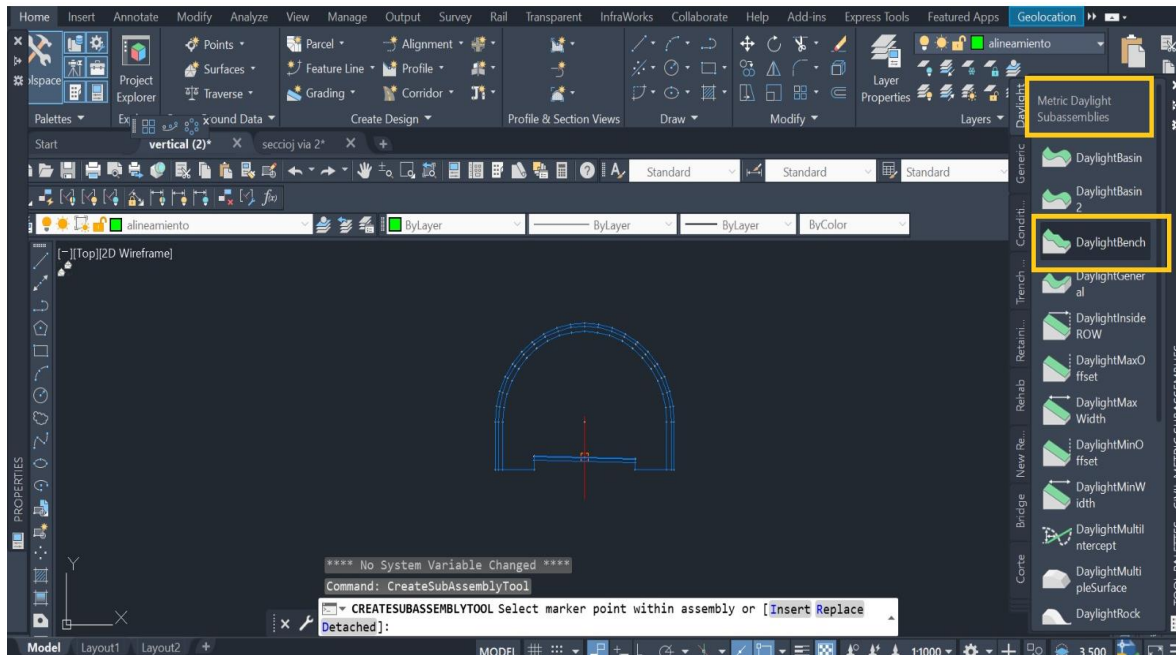


Nota. Se crea el subassembly TUNEL. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Solo resta unir el corte y relleno para poder acceder al corredor vial. Para hacer esto, volvemos a abrir el "**Tool Palettes**" y seleccionamos la opción "Basic" para luego escoger el ensamblaje "**Basic Side Slope Cut Ditch**", que representa un túnel básico natural. Luego, simplemente hacemos clic izquierdo en el punto donde queremos insertarlo.

Figura 82

Opción DaylightBench

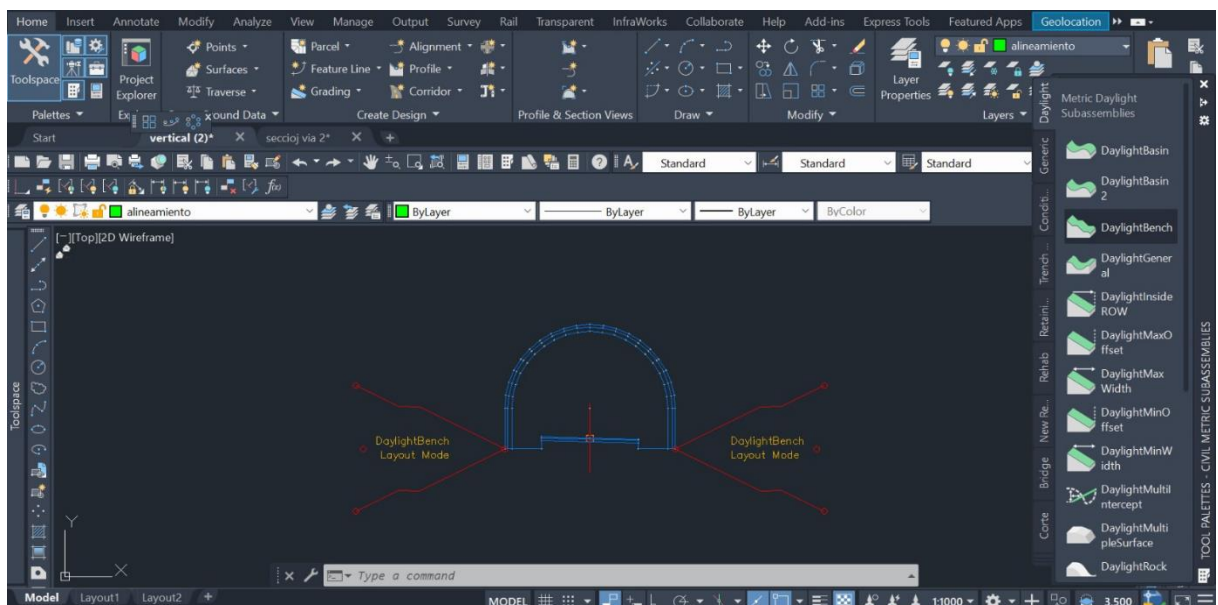


Nota. Creación de corte y relleno. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Luego, simplemente hacemos clic izquierdo en el punto donde queremos insertarlo.

Figura 83

Corte del túnel



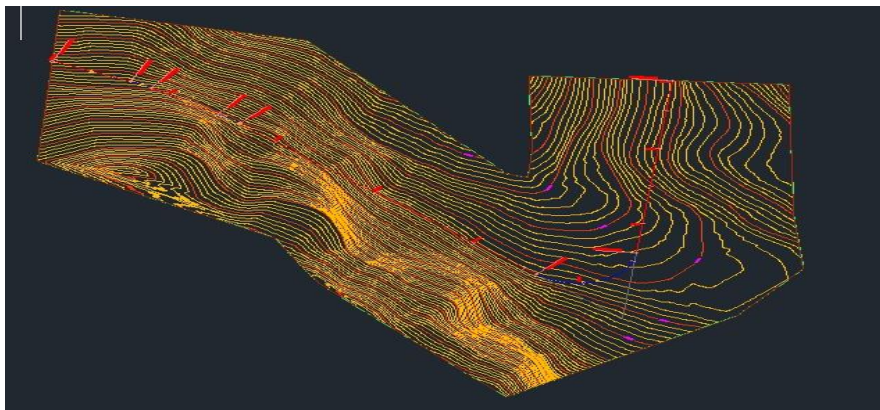
Nota: El túnel solo tiene corte. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

3.2 Integración De Sub-Ensamblaje A Un Trazado Vial.

Después de diseñar la sección con los parámetros establecidos en el Subassembly Composer, se procede a exportarla a AutoCAD Civil 3D. En este software, se podrá aplicar la sección sobre un tramo de vía en la zona del túnel de corte.

Figura 84

Trazado vial

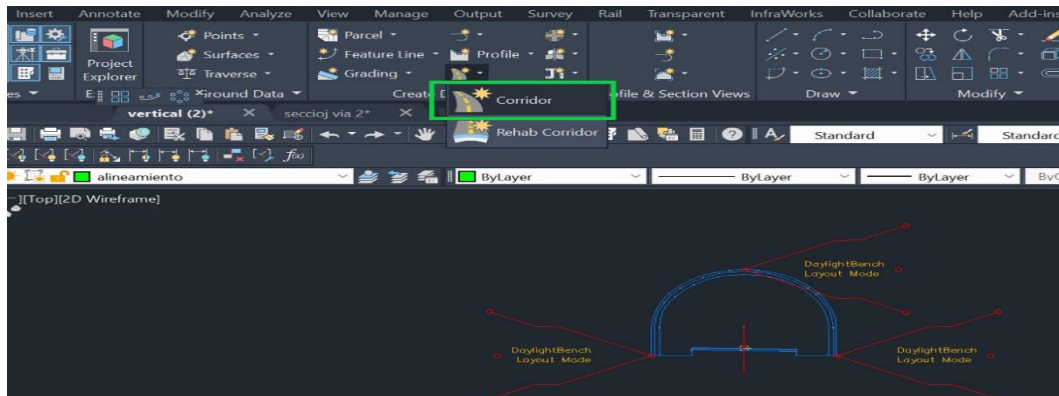


Nota. Trazado para colocar el corredor. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

A continuación, se debe crear un corredor en el cual se utilice el subensamblaje previamente creado. Esto se lleva a cabo en la pestaña Home, seleccionando la opción **Corridor**, lo que abrirá una ventana llamada **Create corridor**.

Figura 85

Creación de Corridor

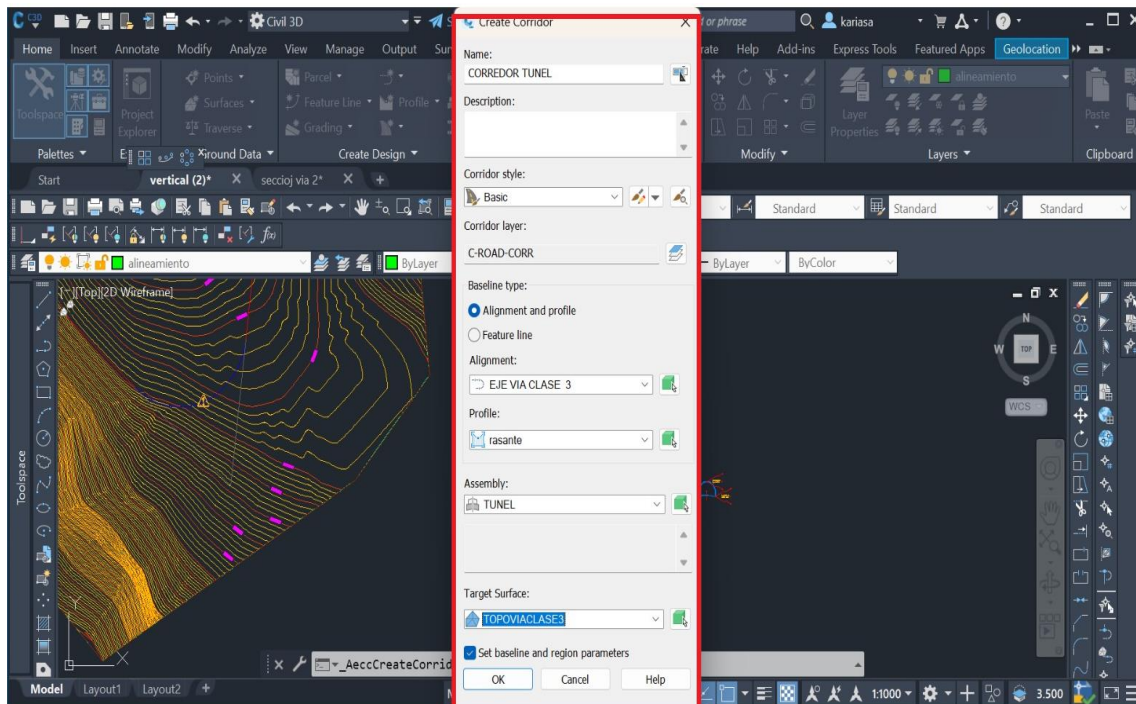


Nota. Clic en cuadro verde para la creación del corredor. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Se asigna el nombre "**Corredor TUNEL**", se elige el estilo "**Basic**", se selecciona el tipo de línea base "**Alignment and profile**", se elige la alineación previamente creada llamada "Eje via clase (3)" y se añade el perfil de la vía llamado "Rasante".

Figura 86

Ventana Create Corridor



Nota. Asignamos nombre al corredor. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

3.3 Configuración de las secciones en corte y relleno del trazado vial.

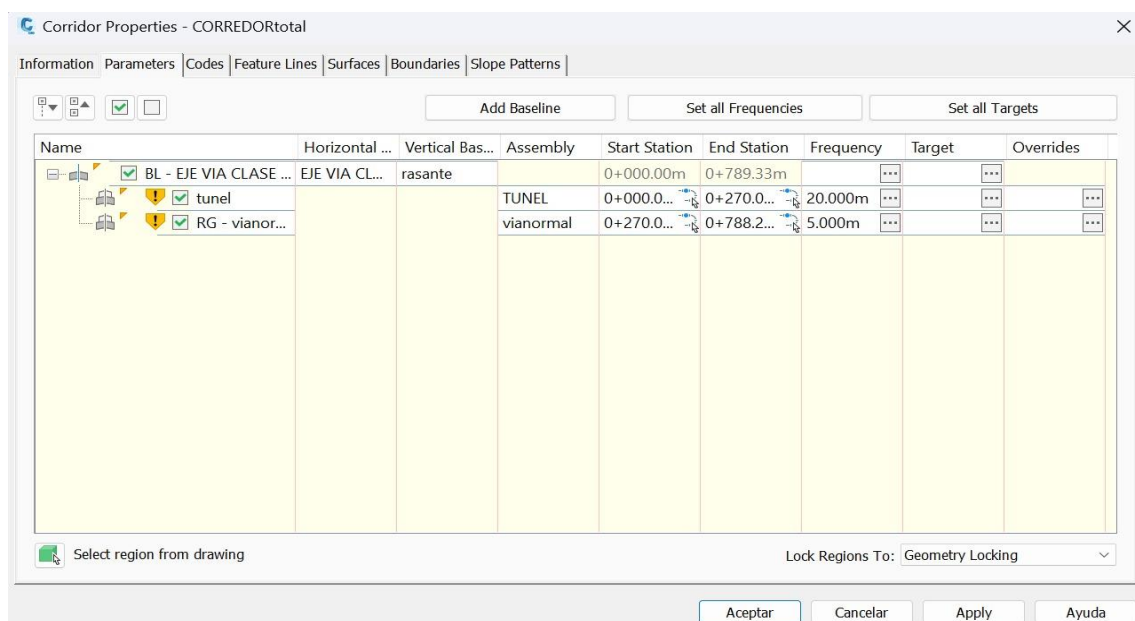
En la sección de Assembly, se selecciona el nombre del subensamblaje creado previamente, que en este caso es "Túnel", lo que permitirá que la sección de vía se implemente en el corredor sobre la topografía. En la sección de Superficie Objetivo se selecciona la topografía del terreno y se hace clic en OK para generar el corredor

Creación de un nuevo corredor para instalar el túnel en el área seleccionada. El corredor abarcará únicamente la distancia en la que se colocará el sub-ensamblaje. El nuevo corredor contará con las siguientes medidas y características:

- Punto de inicio del túnel en el kilómetro 0+040
- Punto final del túnel en el kilómetro 0+270
- Punto de inicio vía en el kilómetro 0+280
- Punto final del túnel en el kilómetro 0+780

Figura 87

Ventana Baseline and Region Parameters

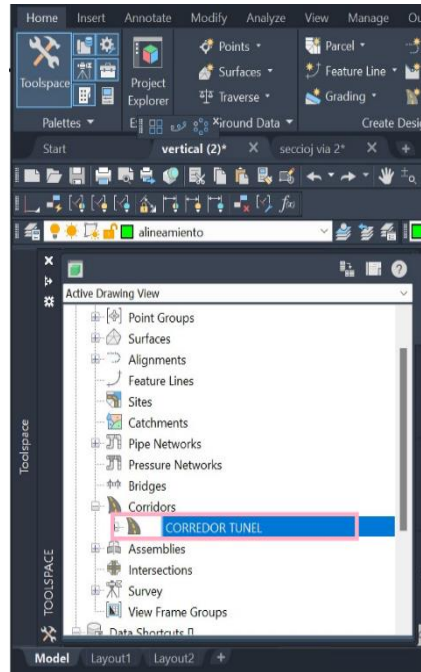


Nota. La figura muestra la distancia en la que se colocará el sub-ensamblaje. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

En la ventana **Toolspace**, seleccionamos '**Corridor**', luego hacemos clic derecho en '**Corridor Túnel**'. Se abrirá una pestaña donde seleccionamos '**Properties**'.

Figura 88

Ventana Toolspace

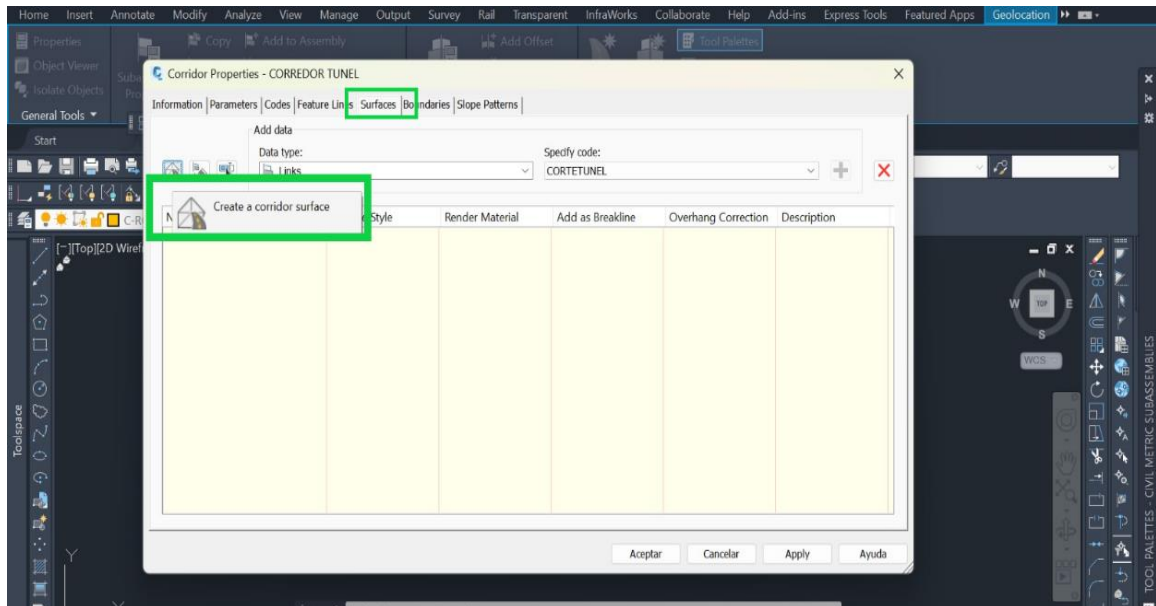


Nota. Clic derecho en el cuadro rosado. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

En la ventana **Properties** se muestran diferentes esquemas, dentro de los cuales se elige la opción **Surface** para poder generar una superficie sobre el corredor al seleccionar la opción **Create a corridor surface**.

Figura 89

Ventana Corridor Properties

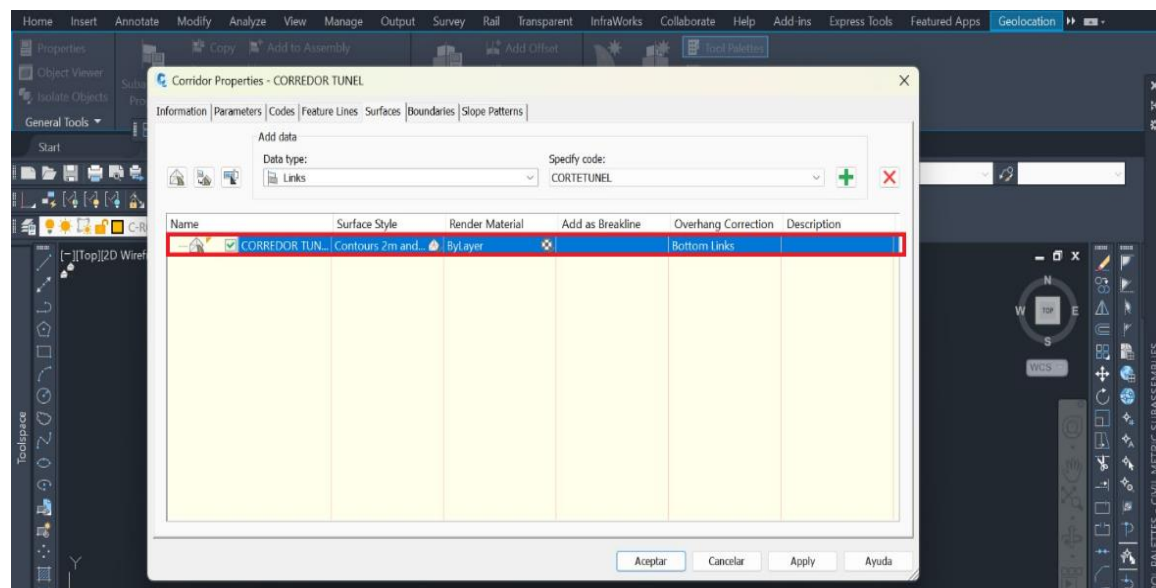


Nota. Clic en el cuadro verde para crear el corredor. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Una vez que se ha diseñado la superficie del corredor, se agregan los códigos previamente creados en el Subassembly Composer.

Figura 90

Ventana Corridor Properties

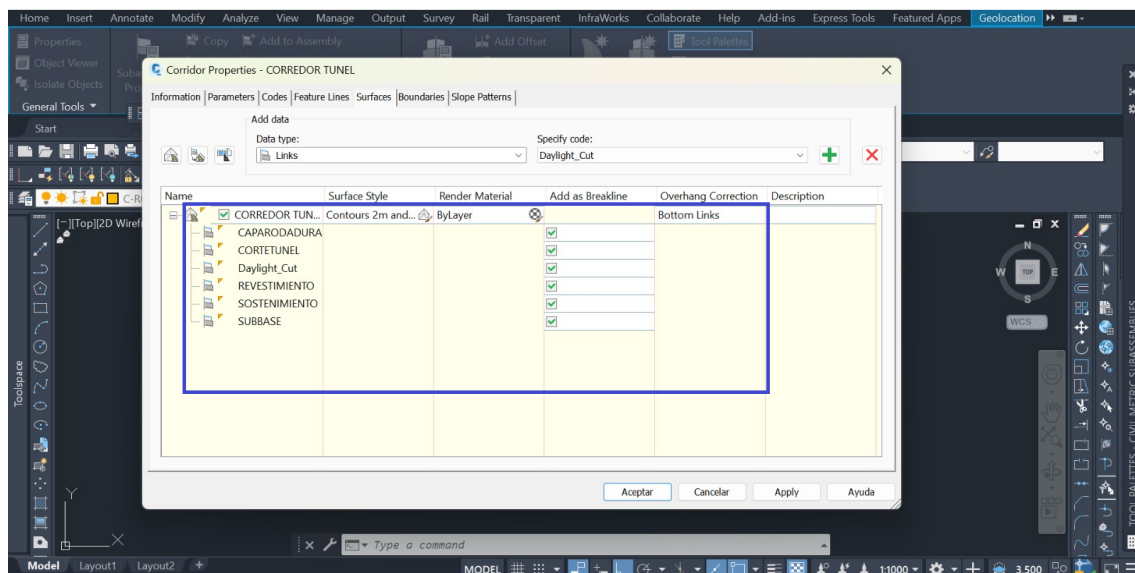


Nota: Se añaden los códigos creados en el módulo. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

En la sección ***Specify codes***, se eligen los códigos CORTE TUNEL, CARPETA RODADURA, SUB-BASE, REVESTIMIENTO Y SOSTENIMIENTO se pulsa la opción ***Add Surface ítem*** para agregarlos. Para realizar el corte, se añade el código del Civil 3D llamado ***Daylight_Cut***. Para finalizar, se da check en la opción ***Add as Breakline*** y se hace clic en Aplicar.

Figura 91

Ventana Corridor Properties

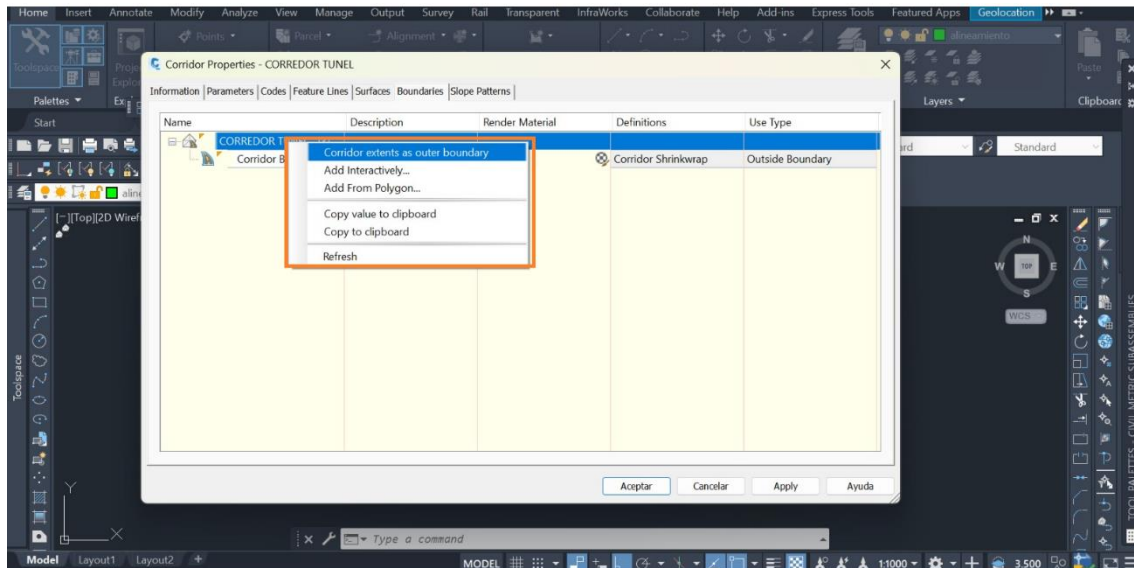


Nota. Se visualiza los nombres de cada código creado en el módulo. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Pasamos a la siguiente pestaña titulada ***"Boundaries"***, donde configuraremos los contornos y sus límites. En esta sección veremos las superficies generadas, pero al hacer clic derecho en la superficie de CORREDOR TUNEL, elegiremos la opción ***"Corridor extends as outer boundary"***.

Figura 92

Pestaña Boudaries

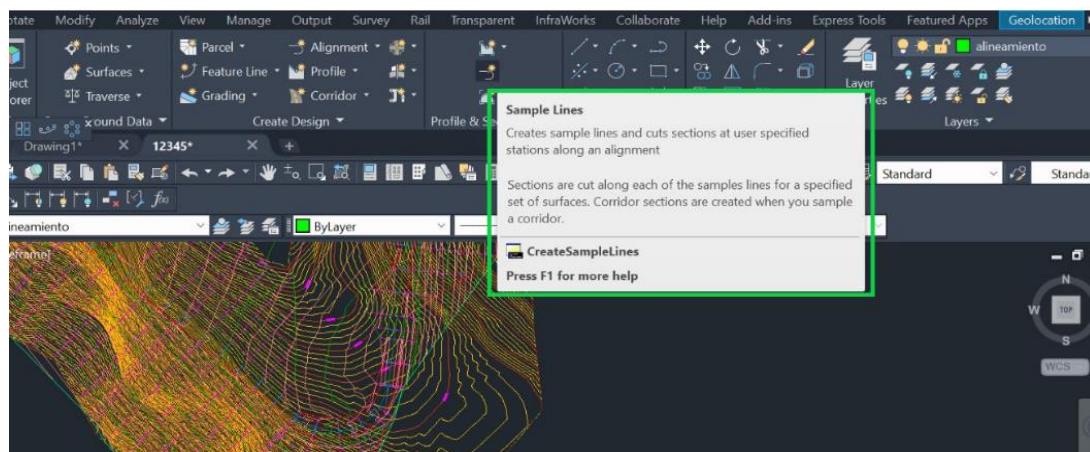


Nota. Configuración de contornos y límites. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Primero, es necesario generar un “**Sample Lines**” para crear el cuadro de volúmenes de masa. Se puede acceder a esta opción en la pestaña Home, en la sección Perfil y Vistas

Figura 93

Icono Sample Lines

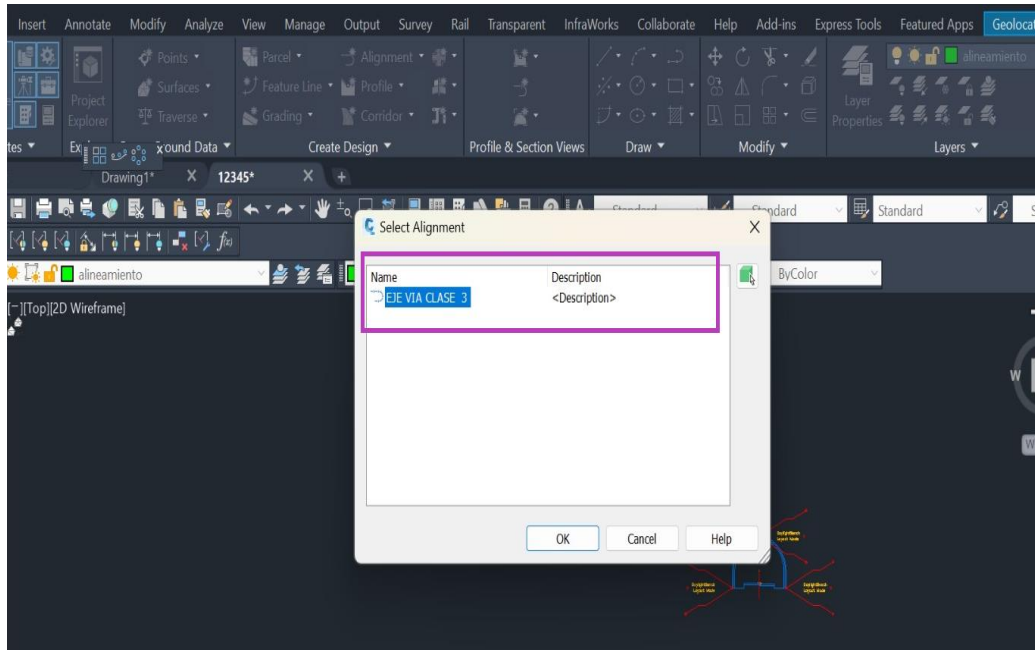


Nota. Clic en el icono para proceder a crear volúmenes de masa. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Luego se procede hacer clic derecho en la pantalla, se abrirá una ventana donde se podrá seleccionar el eje a utilizar, en este caso el Eje vía clase 3.

Figura 94

Ventana Select Alignment

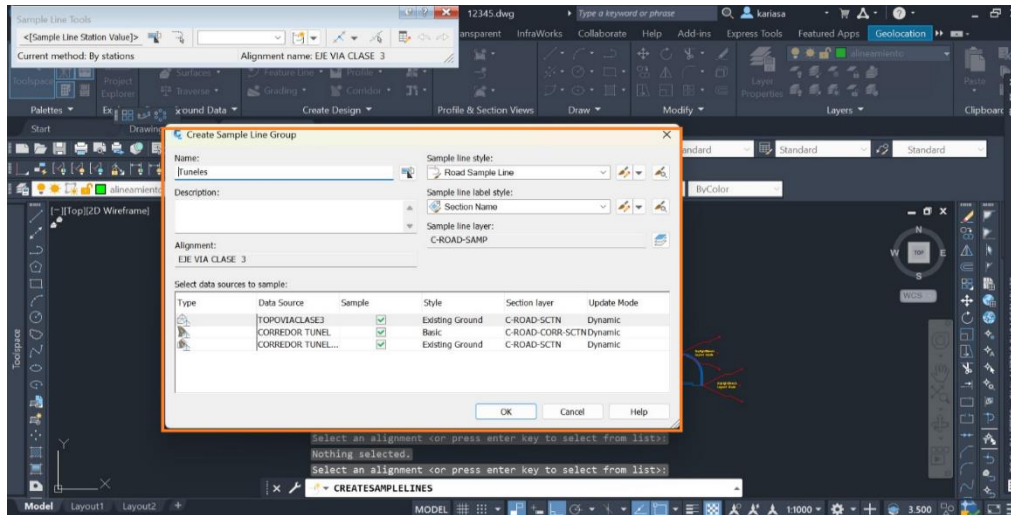


Nota. Escogemos el Alignment. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Después de elegir Eje vía clase 3 y pulsar OK, aparecerán dos ventanas adicionales. En la ventana **Create Sample Line Group**, se renombrará a Túneles y se mantendrán los demás ajustes por defecto.

Figura 95

Ventana Sample Line Group

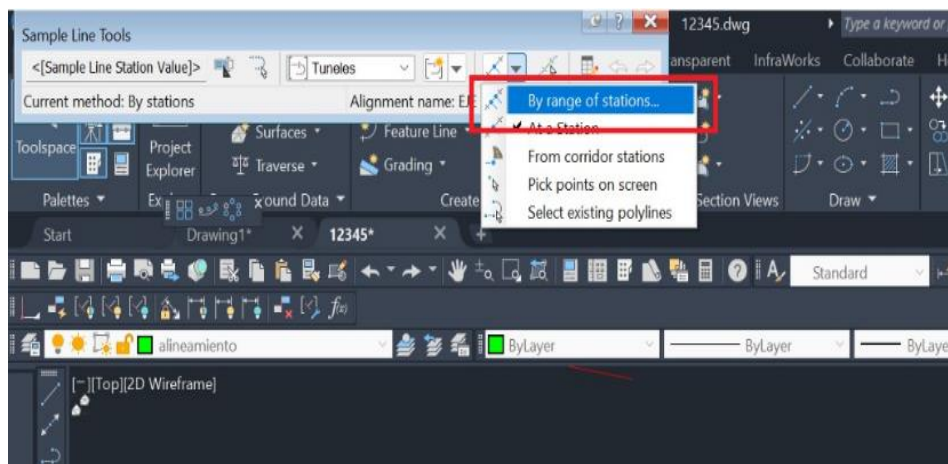


Nota. Renombrar Túneles. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Después, en la ventana de Sample Line Tools, se hace clic en la opción de **Sample Line Creation Methods**, donde se elige la opción **By Range of Stations**.

Figura 96

Ventana Sample Line Tools

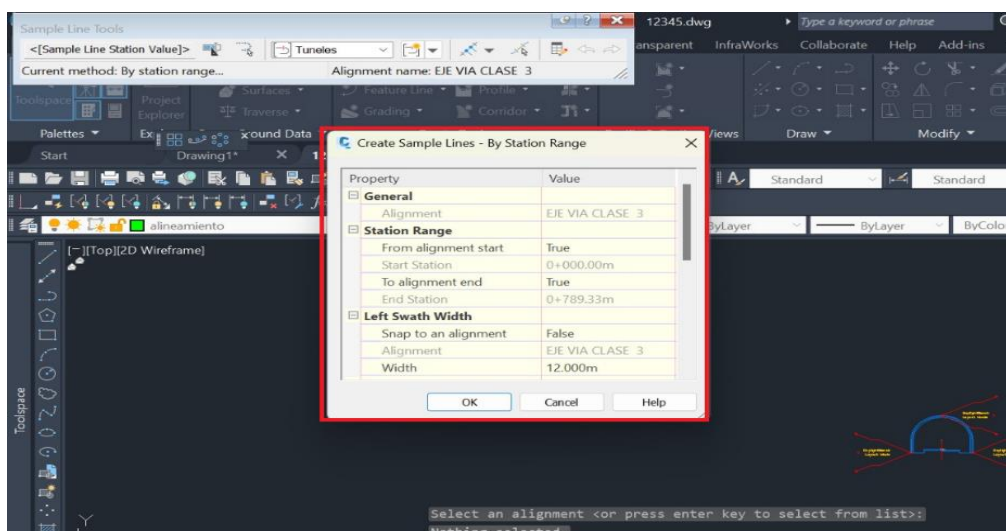


Nota. Escoger opción By Range of Stations. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Al abrir la ventana de **configuración**, se ajustarán los parámetros de ancho de franja izquierda y derecha, aumentando ambos en 12 para visualizar secciones cada 12 metros a cada lado. Además, se activará la opción de inicio y fin de rango para que las secciones comiencen desde el origen y terminen al final de la vía. Una vez configurados estos parámetros, se hará clic en OK y se presionará Enter para confirmar los cambios.

Figura 97

Ventana Create Simple Lines - By Range of Stations

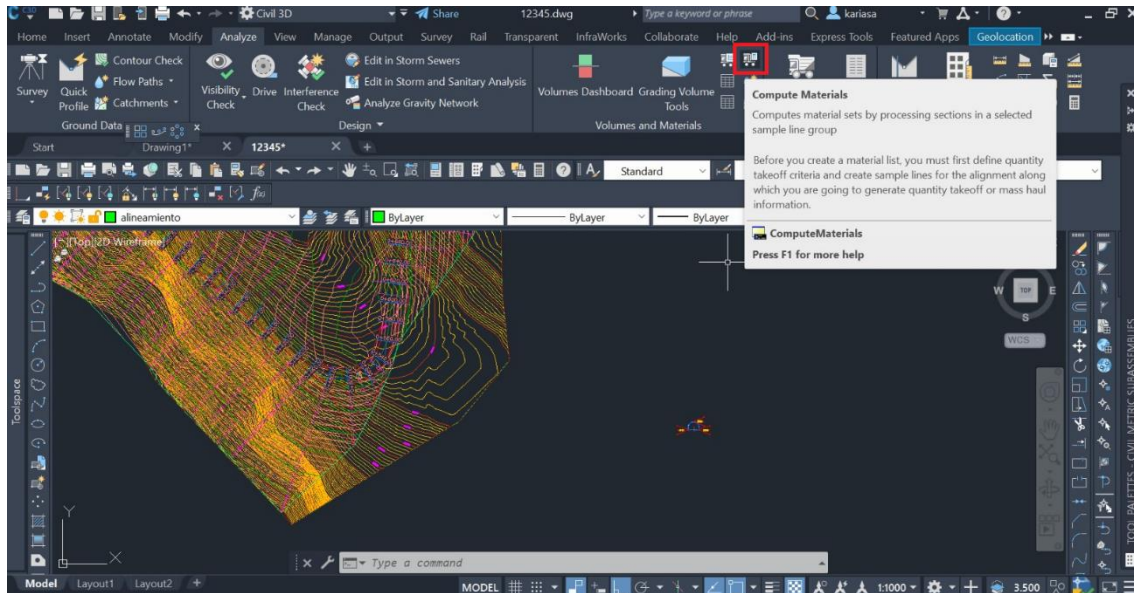


Nota. Configurar parámetros. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Después, es necesario ir a la pestaña de **Analyze** y seleccionar el icono llamado **Compute Materials**.

Figura 98

Pestaña Analyze

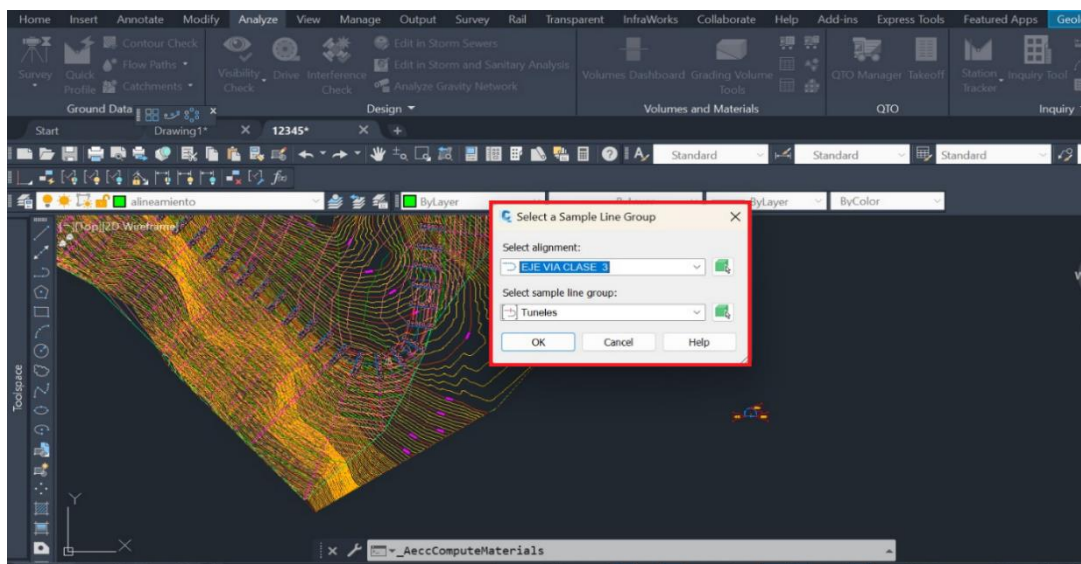


Nota. Clic en el cuadro rojo. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Se abre una ventana llamada Select a Sample Line Group, en el cual seleccionamos el alineamiento Eje vía clase 3 y en Sample Line Group seleccionamos la opción Túneles.

Figura 99

Ventana Select a Sample Line Group

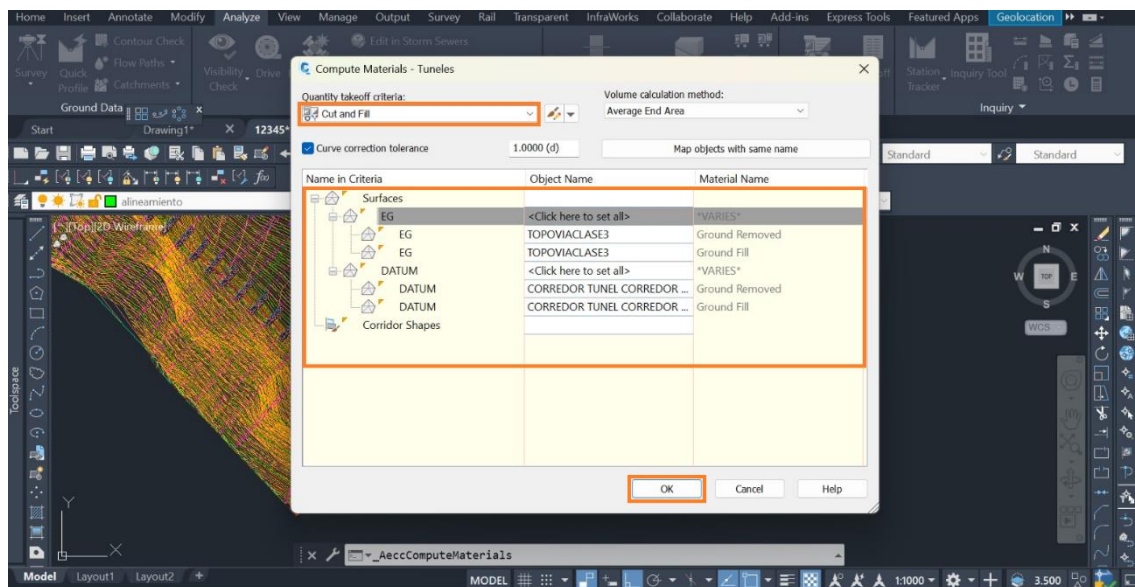


Nota. Seleccionamos Eje vía clase 3 y Túneles. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Al hacer clic en OK en el paso anterior, se crea un nuevo cuadro **llamado Compute Materials**, donde se selecciona **Quantity takeoff** criteria como Corte y Relleno. Se elige Topo vía clase 3 en las opciones de Superficie EG y Corredor Túnel en Datum, y se confirma con OK.

Figura 100

Compute Materials-Túneles



Nota. Escogemos cada nombre según el criterio. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

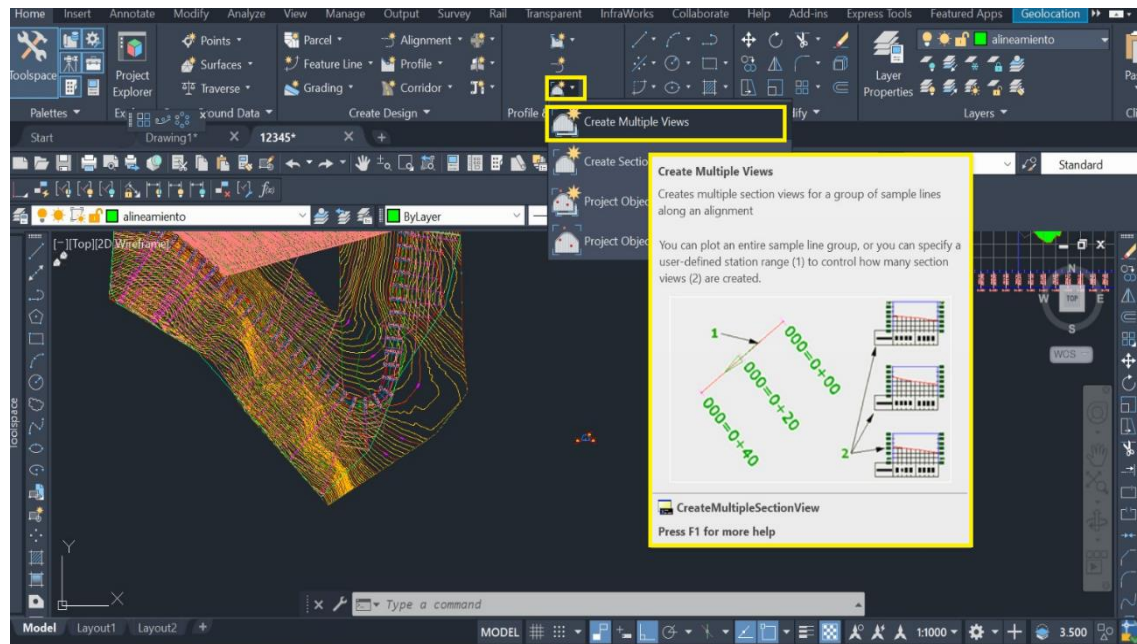
PARTE 4: VERIFICACIÓN DE SECCIONES Y VOLÚMENES

4.1 Cálculo De Volúmenes.

Luego, se vuelve a la página de inicio y se selecciona la sección de **Profile & Section Views**. En esa sección, se elige la pestaña **Section Views**, donde se opta por la opción **Create Multiple Views**.

Figura 101

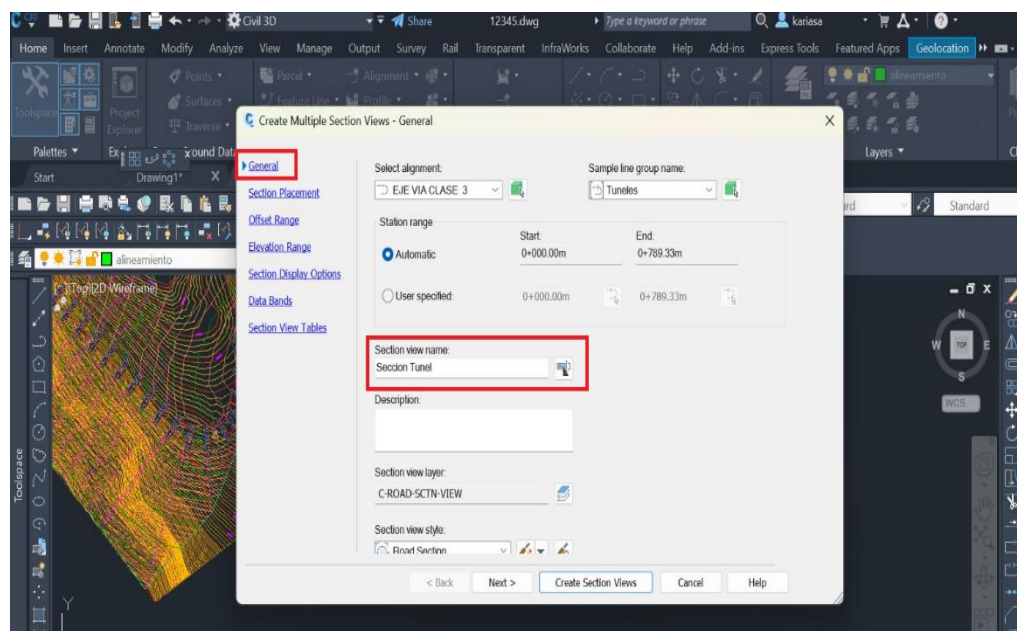
Create Multiple Views



Nota. Clic en los cuadros amarillos. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Figura 102

Ventana Multiple Section Views - General

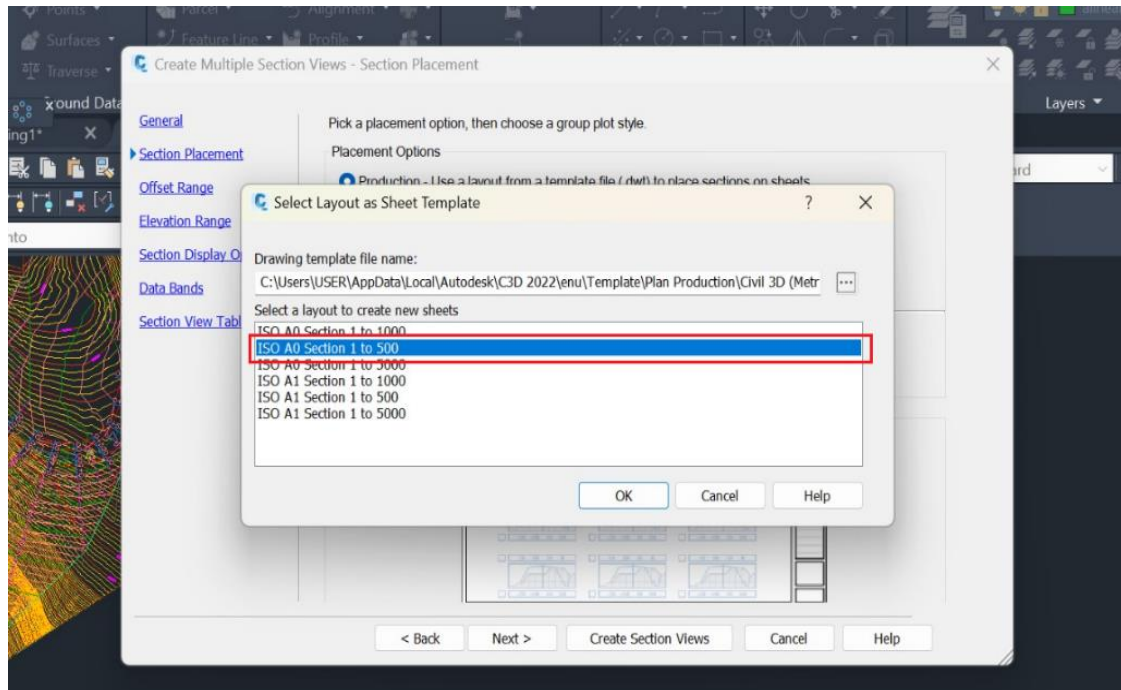


Nota. Colocar nombre de la sección. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

En la pestaña denominada Section Placement nos dirigimos a Placement Options donde hacemos clic en la opción Production y marcamos ISO A0 Section 1 to 500.

Figura 103

Create New Sheet

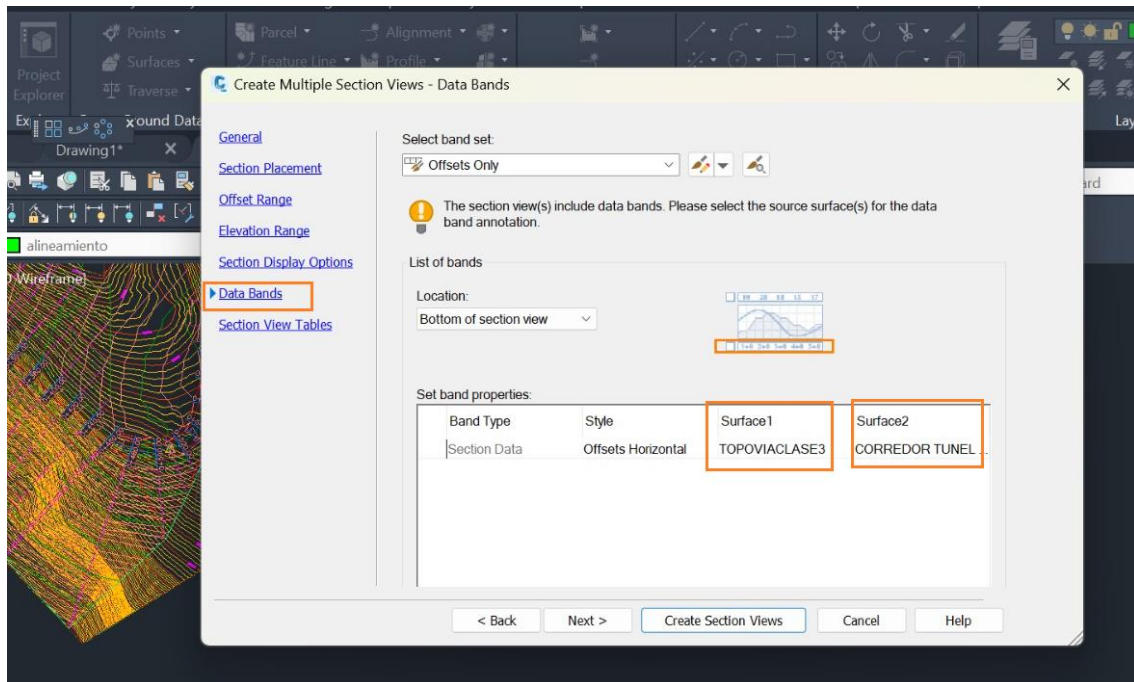


Nota. Escoger ISO A0 Section 1 to 500. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Luego vamos a la pestaña **Data Bands** en la opción Surface 1 marcamos Topo Vía Clase 3 y en la opción Surface 2 marcamos Corredor Túnel.

Figura 104

Data Bands

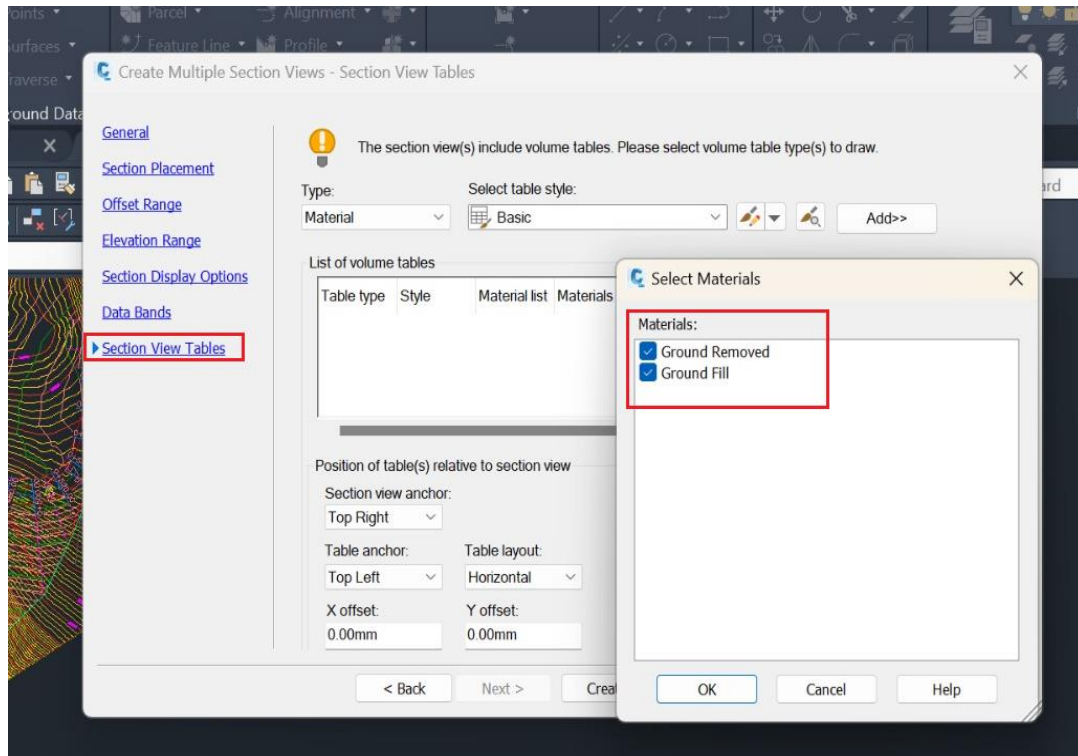


Nota. Escoger SUPERFICIE 1 y SUPERFICIE 2. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Para finalizar con este comando en la pestaña **Section View Tables** se selecciona en **Type** como Material para incluir el corte y relleno en la lista de tablas de volumen. Para agregarlo, se hace clic en el botón Añadir y se elige la opción Ground Removed y **Ground Fill**, ya que es necesario conocer el volumen de corte y relleno, manteniendo los demás parámetros por defecto.

Figura 105

Select Materials



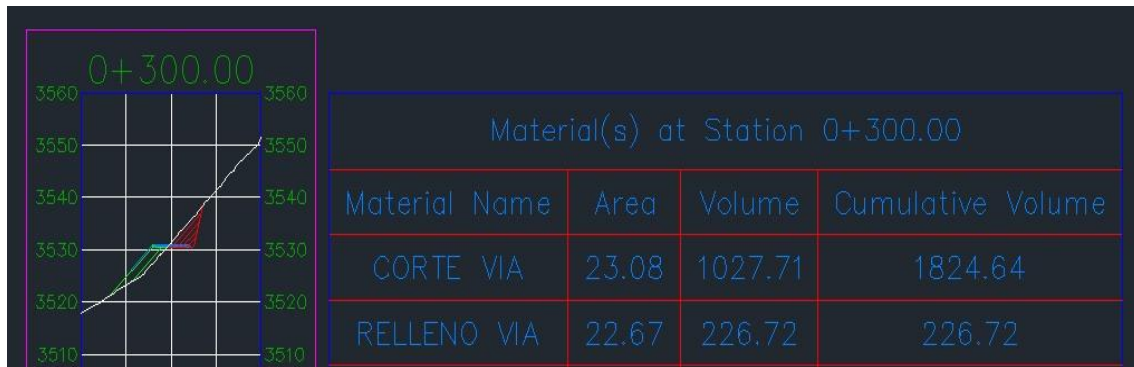
Nota. Se incluye el corte y el relleno. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

4.2 Vista de secciones.

Finalmente, haga clic en "Create Section Views" y posicione el puntero del ratón en un área vacía de la pantalla, luego haga clic para generar los recuadros que representan las secciones de área y volúmenes.

Figura 106

Área y volumen del trazado vial

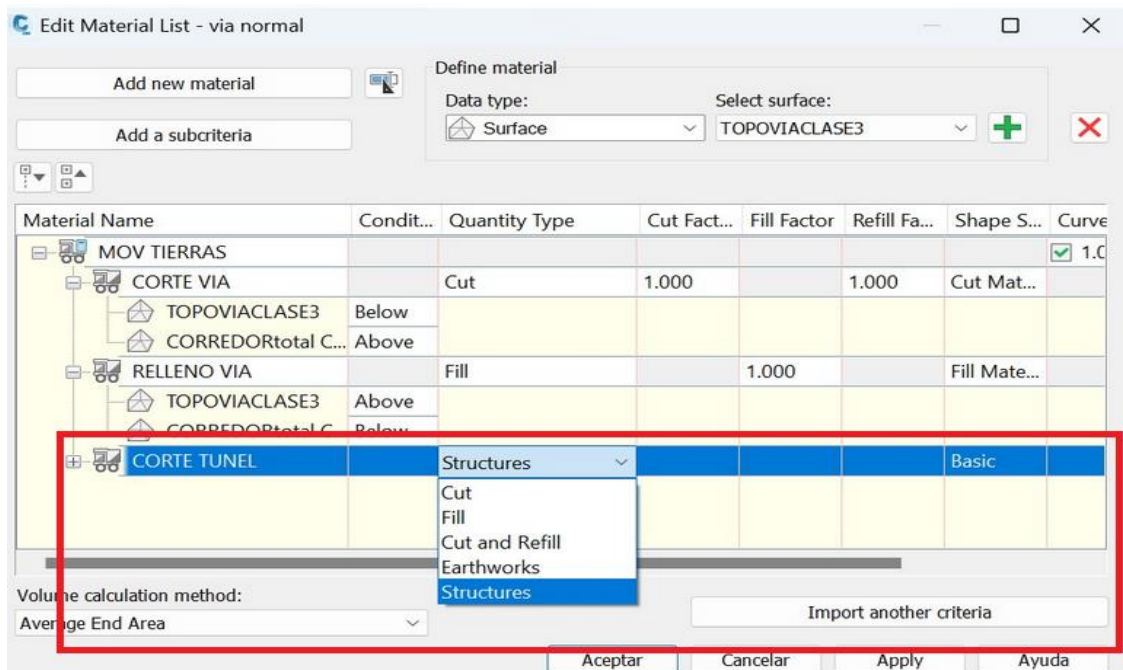


Nota. Cuadro de materiales. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Para crear el corte en el túnel asignamos un nuevo material el cual nos dirigimos al comando **Compute Materials** y lo identificamos como CORTETUNEL. Seguidamente, se procedió a la pestaña "**Quantity Type**", donde se seleccionó la opción "**Structures**".

Figura 107

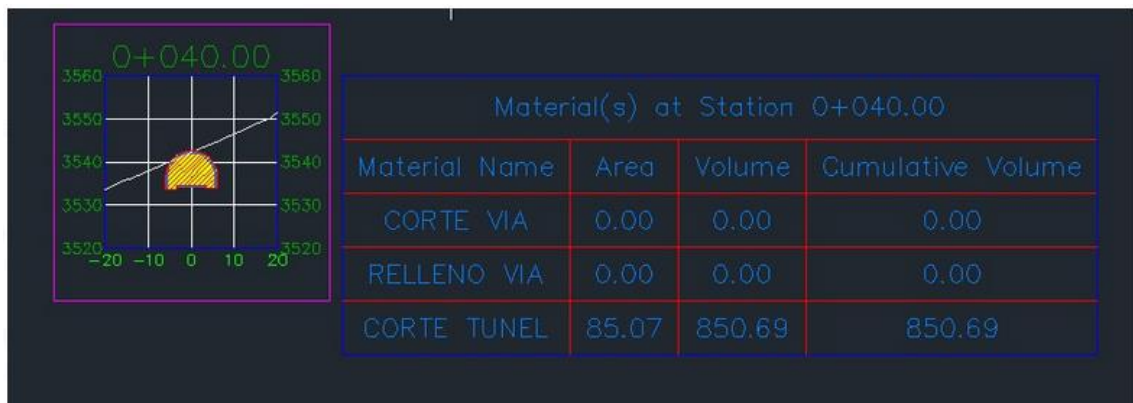
Ventana Edit Material List



Nota. Creado material CORTE TUNEL. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Figura 108

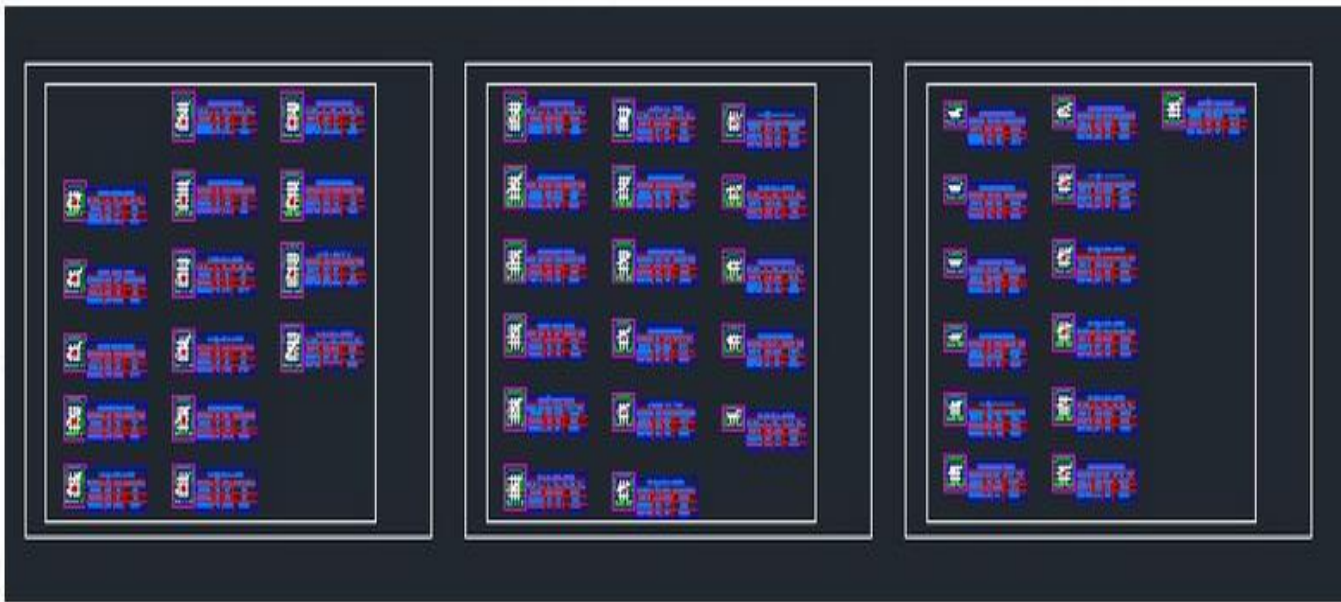
Vista sección CORTE TUNEL



Nota. Cuadro material CORTE TUNEL. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Figura 109

Secciones



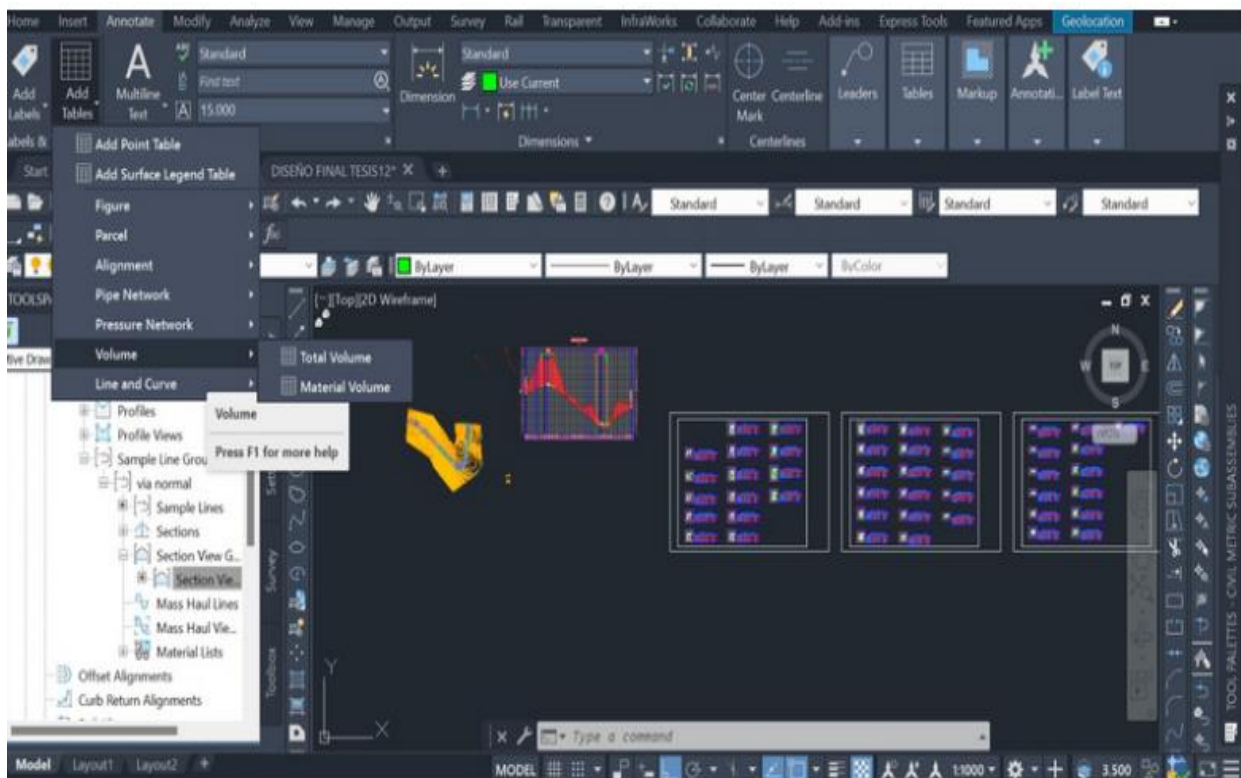
Nota. Cuadros de materiales del túnel y la vía. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

4.3 Reportes De Volúmenes.

Para generar la tabla que presenta los volúmenes totales de corte y relleno, accede a la pestaña Annotate ubicada en la sección Labels & Tables. Haz clic en Add Tables y en la ventana que aparece, selecciona primero la opción de Volumen y luego la de Material Volumen.

Figura 110

Material Volumen



Nota. Volúmenes totales de corte y relleno. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Después, aparecerá un cuadro titulado "**Create Material Volume Table**". En este paso, seleccionamos el alineamiento previamente creado, que es "Eje vía Clase 3", y la línea simple correspondiente, "Vía normal". En la opción "**Select a material**", elegimos "Corte vía". Las demás opciones se dejan en sus configuraciones predeterminadas.

Figura 111

Corte vial

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+280.00	79.89	798.92	798.92
0+300.00	23.08	1027.71	1824.64
0+320.00	25.21	489.84	2307.48
0+340.00	36.91	621.19	2928.67
0+360.00	46.79	836.99	3765.66
0+380.00	42.91	896.91	4662.58
0+400.00	25.64	685.45	5348.02
0+420.00	27.89	535.29	5883.31
0+440.00	40.80	684.88	6568.19
0+460.00	63.93	1045.27	7613.46
0+470.00	82.01	746.46	8359.92
0+480.00	97.80	921.73	9281.65
0+490.00	58.40	1022.51	10304.16
0+500.00	87.27	944.61	11248.77
0+510.00	69.95	796.24	12045.00

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+520.00	51.78	614.98	12639.97
0+530.00	42.51	476.07	13116.03
0+540.00	38.28	405.53	13520.56
0+550.00	32.28	353.70	13874.26
0+560.00	26.24	293.66	14167.91
0+580.00	7.87	341.28	14509.19
0+600.00	0.00	78.73	14587.92
0+620.00	0.00	0.00	14587.92
0+640.00	6.61	66.07	14643.98
0+660.00	42.35	579.60	15223.58
0+680.00	93.26	1456.17	16679.75
0+700.00	93.67	1869.37	18549.12
0+720.00	73.63	1673.00	20222.12
0+740.00	55.37	1289.93	21512.04
0+760.00	42.27	976.37	22488.42

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+780.00	28.17	704.48	23192.51

Nota. Desde la abscisa 0+280 hasta 0+780. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Para crear la tabla de relleno, seguimos los mismos pasos mencionados anteriormente hasta llegar a la ventana "**Create Material Volume Table**". Aquí, elegimos el alineamiento que hemos configurado previamente como "Eje vía Clase 3" y la línea simple asociada, "Vía normal". En la opción "**Select a material**", seleccionamos "Relleno vía". Las configuraciones restantes se mantienen en sus valores por defecto.

Figura 112

Relleno vía

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+280.00	0.00	0.00	0.00
0+300.00	22.67	226.72	226.72
0+320.00	7.98	306.49	533.21
0+340.00	0.10	80.76	613.97
0+360.00	0.12	2.22	616.18
0+380.00	0.01	1.33	617.51
0+400.00	0.23	2.40	619.92
0+420.00	0.00	2.31	622.22
0+440.00	0.00	0.00	622.22
0+460.00	0.00	0.00	622.22
0+470.00	0.00	0.00	622.22
0+480.00	0.00	0.00	622.22
0+490.00	0.00	0.00	622.22
0+500.00	0.00	0.00	622.22
0+510.00	0.00	0.00	622.22

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+520.00	0.00	0.00	622.22
0+530.00	0.00	0.00	622.22
0+540.00	0.00	0.00	622.22
0+550.00	0.00	0.00	622.22
0+560.00	0.00	0.00	622.22
0+580.00	0.00	0.00	622.22
0+600.00	17.35	173.48	795.70
0+620.00	25.33	428.80	1222.50
0+640.00	0.98	263.13	1485.63
0+660.00	0.00	9.81	1495.44
0+680.00	0.00	0.00	1495.44
0+700.00	0.00	0.00	1495.44
0+720.00	0.00	0.00	1495.44
0+740.00	0.00	0.00	1495.44
0+760.00	0.00	0.00	1495.44

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+780.00	0.00	0.00	1495.44

Nota. Desde la abscisa 0+280 hasta 0+780. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

Para concluir, creamos otra tabla siguiendo los pasos previamente mencionados, con la única diferencia de que en la opción "**Select a material**" seleccionamos "Corte túnel", dejando las demás configuraciones por defecto.

Figura 113

Corte túnel

Material Table			
Station	Area	Volume	Cumulative Volume
0+020.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	85.07	850.69	850.69
0+060.00	85.07	1701.39	2552.08
0+070.00	85.07	850.79	3402.88
0+080.00	85.07	850.88	4253.76
0+100.00	85.07	1701.43	5955.20
0+120.00	85.07	1701.39	7656.58
0+140.00	85.07	1701.39	9357.97
0+150.00	85.07	850.78	10208.75
0+160.00	85.07	850.82	11059.57
0+180.00	85.07	1701.43	12761.00
0+200.00	85.07	1701.39	14462.39
0+220.00	85.07	1701.39	16163.78
0+240.00	85.07	1701.39	17865.17
0+260.00	85.07	1701.39	19566.56
0+280.00	0.00	850.69	20417.25

Nota. Desde la abscisa 0+40 hasta 0+280. Elaborado por: Los autores en el programa Civil 3D, 2022.

CONCLUSIONES

La guía desarrollada para el Subassembly Composer en Civil 3D permite crear secciones transversales de túneles de manera efectiva, desde la planificación inicial hasta la ejecución en proyectos de infraestructura vial.

La elaboración de esta guía para la creación de sub-ensamblajes es una herramienta crucial en el ámbito académico, ofreciendo un apoyo significativo a los proyectos y facilitando una gestión más educativa y efectiva de los parámetros de dimensionamiento

La exploración detallada de sus componentes y funciones proporciona una comprensión clara y práctica, facilitando la personalización precisa y eficiente de diseños de infraestructuras viales.

La metodología desarrollada para la utilización del módulo 'Autodesk® Subassembly Composer', mediante el uso de infografías y otros recursos visuales, facilita significativamente la capacitación de los usuarios.

La sección creada puede reutilizarse en proyectos similares, ya que al importarse a CIVIL 3D, es posible ajustar sus dimensiones según sea necesario

RECOMENDACIONES

Es recomendable mantener la guía actualizada conforme evolucione el software y sus funcionalidades. Esto garantizará que los usuarios siempre dispongan de información relevante y precisa.

Motivar a los estudiantes a investigar y crear nuevos subensambles y utilizar el módulo en otras áreas del diseño vial, aparte de las secciones transversales de túneles.

Se sugiere considerar la inclusión de otras estructuras, como cunetas, dentro del diseño del túnel utilizando el módulo Autodesk Subassembly Composer.

Se sugiere utilizar Autodesk Civil 3D en su versión en inglés para facilitar la comprensión de los procesos de diseño descritos en esta guía.

REFERENCIAS

Abdul, F., & Acosta, N. A. (2009). *CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES EN ROCA DURA MEDIANTE EL MÉTODO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA* [Tesis Doctoral, Universidad de Oriente.

<file:///C:/Users/lab/Downloads/03-TESIS.IC009A34.pdf>

Colmenares Núñez, R. (2015). *Creación de un tutorial paso a paso de uso académico para el software autodesk autocad civil 3D 2012*. [Tesis De Grado, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga].

https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2200/digital_24013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Del Castillo Gallegos, P. D., & Mena Guerrero, B. W. (2022). *Manual para la modelación en civil 3D de taludes de corte en secciones transversales de vías, con la utilización del módulo autodesk subassembly composer* (Bachelor's thesis). [Tesis De Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito].

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23071/1/UPS%20-%20TTS877.pdf>

Grisales, J. C. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. ECOE ediciones.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1t03DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=dise%C3%B1o+vial+de+carreteras&ots=v4oqLIUESF&sig=pj_5A4qUXdy8H6rAJkgNDp-UOjY#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20vial%20de%20carreteras&f=false

Manene, L. M. (2011). *Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas,*

elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones. *Recopilado el*, 22, 09-18.

<https://docplayer.es/222759316-Los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones.html>

Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. Recuperado el, 11(3).

https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23919w/Conozca%203%20tipos%20de%20investigaci_%B3n.pdf

Momente, D., Dadone, A., & Arattano, M. (2012). Análisis y evaluación del riesgo por la caída de bloques en túneles carreteros. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 12(1), 53-66.

<https://www.scielo.cl/pdf/ric/v22n2/art04.pdf>

MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*.

https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf

Olaya, R. A. (2012). *Tutorial AutoCAD Civil 3D 2012 Básico v.1.0*. Robalexo Soluciones en Topografía, GPS y SIG.

<https://robalexo.files.wordpress.com/2013/04/tutorial-autocad-civil-3d-2012-bc3a1sico-v.pdf>

Reyes Villanueva, N. N. (2018). Propuesta de diseño geométrico en carreteras de camino vecinal utilizando software Autocad civil 3d.

<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4004>

Rodríguez, F. N. (2007). Generalidades acerca de las técnicas de investigación cuantitativa. Paradigmas, 2(1), 9-39

<file:///C:/Users/kathy/Downloads/DialnetGeneralidadesAcercaDeLasTecnicasDeInvestigacionCua-4942053.pdf>

Ruiz, M. R. (2002). Nuevas recomendaciones de excavación y sostenimiento para túneles y boquillas.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52038443/EXCAVACION_Y_SOSTENIMIENTO_PARA_TUNELES-libre.pdf

Santoyo, E., Bermúdez, E., & Contreras, R. (2013). Evolución de la construcción de túneles urbanos. Revista Geotecnia, (228), 3.

<http://tgc.com.mx/tgc/wp-content/uploads/2013/11/TURBANOS2.pdf>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Drenaje: Garantía de que el agua que entra en el túnel se evacue de manera efectiva, tanto en situaciones normales como en casos de emergencia.

Voladura: Es el uso de explosivos de manera controlada para excavar túneles subterráneos en construcción o en una estructura subterránea existente con el fin de crear espacio y facilitar la construcción o el acceso a través de dicho túnel.

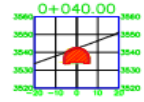
Hastial: Es la sección que actúa como entrada o salida del túnel y suele estar ubicada más cerca de la superficie o de la estructura con la que el túnel se conecta.

Saneamiento: Actividades y procesos de mantenimiento realizados en un túnel para garantizar su seguridad y funcionalidad a largo plazo.

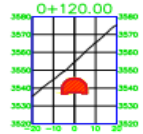
Gunitado: Consiste en proyectar una mezcla de concreto a alta presión sobre las paredes y techos de un túnel, con el propósito de fortalecer y recubrir dichas superficies.

MTOP: Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador.

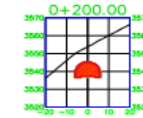
ANEXOS



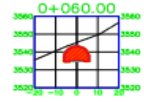
Material(s) at Station 0+040.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	850.69	850.69



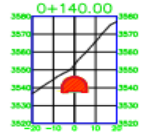
Material(s) at Station 0+120.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.39	7656.58



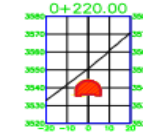
Material(s) at Station 0+200.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.39	14462.39



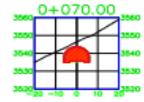
Material(s) at Station 0+060.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.39	2552.08



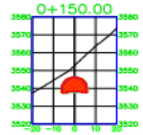
Material(s) at Station 0+140.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.39	9357.97



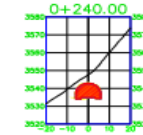
Material(s) at Station 0+220.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.39	16163.78



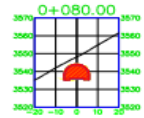
Material(s) at Station 0+070.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	850.79	3402.88



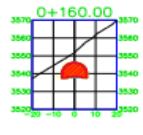
Material(s) at Station 0+150.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	850.78	10208.75



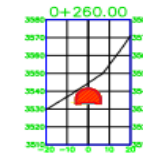
Material(s) at Station 0+240.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.39	17865.17



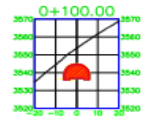
Material(s) at Station 0+080.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	850.88	4253.76



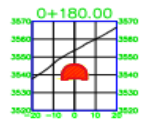
Material(s) at Station 0+160.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	850.82	11059.57



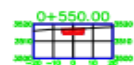
Material(s) at Station 0+260.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.39	19566.56



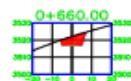
Material(s) at Station 0+100.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.43	5955.20



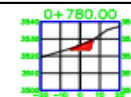
Material(s) at Station 0+180.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	0.00
RELLENO VIA	0.00	0.00	0.00
CORTE TUNEL	85.07	1701.43	12761.00



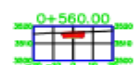
Material(s) at Station O+550.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	32.28	353.70	13874.26
RELLENO VIA	0.00	0.00	622.22
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



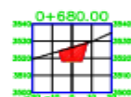
Material(s) at Station O+660.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	52.35	579.60	15223.58
RELLENO VIA	0.00	9.81	1495.44
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



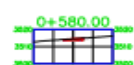
Material(s) at Station O+780.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	28.17	704.40	23192.81
RELLENO VIA	0.00	0.00	1495.44
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



Material(s) at Station O+560.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	26.24	293.65	14167.91
RELLENO VIA	0.00	0.00	622.22
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



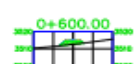
Material(s) at Station O+680.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	93.26	1456.17	16679.75
RELLENO VIA	0.00	0.00	1495.44
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



Material(s) at Station O+580.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	7.87	341.28	14509.19
RELLENO VIA	0.00	0.00	622.22
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



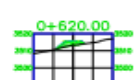
Material(s) at Station O+700.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	93.67	1869.37	18549.12
RELLENO VIA	0.00	0.00	1495.44
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



Material(s) at Station O+600.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	78.73	14587.92
RELLENO VIA	17.35	173.48	795.70
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



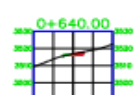
Material(s) at Station O+720.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	73.63	1673.00	20222.12
RELLENO VIA	0.00	0.00	1495.44
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



Material(s) at Station O+620.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	0.00	0.00	14587.92
RELLENO VIA	25.33	426.80	1222.50
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



Material(s) at Station O+740.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	55.37	1289.93	21512.04
RELLENO VIA	0.00	0.00	1495.44
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



Material(s) at Station O+640.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	5.61	56.07	14643.98
RELLENO VIA	0.98	263.13	1485.63
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25



Material(s) at Station O+760.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE VIA	42.27	976.37	22488.42
RELLENO VIA	0.00	0.00	1495.44
CORTE TUNEL	0.00	0.00	20417.25

