



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN EN INGENIERÍA
CIVIL

TRANSFORMACIÓN DE UN PROYECTO DEL CAD AL BIM. APLICACIÓN AL FUTURO ACCESO AL NUEVO HOSPITAL DE TERUEL

AUTOR: CARLOS VILLENA AGUSTÍN

TUTOR: JOSÉ ÁNGEL ARANDA DOMINGO

FECHA: SEPTIEMBRE 2021

CURSO ACADÉMICO: 2020-2021



Índice de contenido

RESUMEN	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. PLANTEAMIENTO	12
2.1 Justificación.....	12
2.2 Objeto.....	12
2.3 Objetivos	12
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 Metodología BIM	13
3.1.1 Ventajas.....	14
3.1.2 Dimensiones BIM	16
3.2 Contexto actual del BIM.....	18
3.2.1 En el mundo	18
3.2.2 En España	19
3.3 Aplicación BIM en carreteras	26
3.4 Evolución del CAD al BIM. Diferencias entre ambas metodologías.....	28
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	30
5. CASO DE ESTUDIO	33
5.1 Antecedentes y situación de partida	33
5.1.1 Descripción de la obra.....	33
5.1.2 Situación de partida: Documentos CAD.....	34
5.2 Desarrollo del trabajo.....	35
7.2.1. 3D: Modelo tridimensional	35
7.2.2. 4D: Planificación.....	67
7.2.3. 5D: Control de costes	71
7.2.4. Animación y simulación del trazado	73
8. CONCLUSIONES	74
9. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	75
10. BIBLIOGRAFÍA.....	75



ANEJO 1: SITUACIÓN DE PARTIDA. DOCUMENTACIÓN CAD

ANEJO 2: 4D PLANIFICACIÓN

ANEJO 3: 5D CONTROL DE COSTES

ANEJO 4: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030 DE LAS NACIONES UNIDAS



Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de vida BIM para proyectos de ingeniería. Fuente: Espaciobim	13
Figura 2. Ventajas de la metodología BIM	15
Figura 3. Dimensiones BIM. Fuente: Apuntes asignatura de BIM	16
Figura 4. Mapa de implantación BIM 2016. Fuente: Building Smart	18
Figura 5. Hoja de ruta BIM en España. Fuente: Apuntes de la asignatura de BIM	19
Figura 6. Evolución de la inversión y número de licitaciones públicas con requisitos BIM. Fuente: “Análisis de la Inclusión de Requisitos BIM en la Licitación Pública Española” del Observatorio de Licitaciones de esBIM	20
Figura 7. Desglose del número e inversión total acumulado en las licitaciones públicas con requisitos BIM según nivel de la administración. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM	21
Figura 8. Mapa de la distribución del valor estimado de contrato total acumulado por CCAA (millones de euros) en infraestructuras. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM	22
Figura 9. Evolución de la inversión y número de licitaciones públicas con requisitos BIM. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM	23
Figura 10. Desglose de los porcentajes del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM en infraestructuras por año y fase. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM	23
Figura 11. Comparativa del porcentaje del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM en infraestructuras según su tipología de uso (2017-2019 1er semestre). Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM	24
Figura 12. Desglose de los porcentajes del número e inversión en licitaciones públicas con requisitos BIM por año y nivel de administración en infraestructuras. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM	24
Figura 13. Mapa de la distribución del valor estimado de contrato total acumulado por CCAA (millones de euros) en infraestructuras.....	25
Figura 14. Comparativa % número e inversión en licitaciones públicas con requisitos BIM en edificación y en infraestructura.....	26
Figura 15. Ejemplo de modelado 3D de una red de carreteras. Fuente: CITOP Andalucía.	27
Figura 16. Modelo 3D del proyecto: Futuro acceso al nuevo hospital de Teruel	30
Figura 17. Planificación de obra del proyecto	31
Figura 18. Simulación del avance temporal de las obras en Infraworks.....	31
Figura 19. Cálculo de mediciones del proyecto con Navisworks	32
Figura 20. Extracción de mediciones de la obra en Excel a través de Navisworks.....	32
Figura 21. Trazado proyectado vista cartográfica. Fuente: Documento Nº1 del proyecto	33
Figura 22. Trazado aproximado desde vista satélite	34
Figura 23. Modelo tridimensional del proyecto “Futuro acceso al nuevo hospital de Teruel” ...	36
Figura 24. Modelo tridimensional con la identificación de las diferentes partes que lo componen	36
Figura 25. Modelado del ramal de incorporación directa desde rotonda barrios	37



<i>Figura 26. Modelado de la glorieta Ronda Barrios acceso Arrabal.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 27. Modelado del tronco principal</i>	<i>38</i>
<i>Figura 28. Modelado del tronco principal</i>	<i>38</i>
<i>Figura 29. Modelado de Glorieta Collado y Camino Fontana</i>	<i>39</i>
<i>Figura 30. Modelado de Camino Fontana.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 31. Modelado Glorieta Acceso Urgencias y Acceso Urgencias</i>	<i>40</i>
<i>Figura 32. Modelado Glorieta enlace 420A y 420ª</i>	<i>40</i>
<i>Figura 33. Centro de Descargas CNIG. Fuente: CNIG</i>	<i>41</i>
<i>Figura 34. Curvas de nivel tridimensionales.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 35. Modelo digital del terreno con las curvas de nivel a priori de la modelización</i>	<i>42</i>
<i>Figura 36. Modelo digital del terreno con las curvas de nivel con el modelado completo del proyecto.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 37. Asignación de la normativa vigente y tipología de carreteras.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 38. Definición de alineaciones en planta del trazado</i>	<i>44</i>
<i>Figura 39. Definición de perfiles transversales: Ejemplo de un perfil transversal del trazado....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 40. Ejemplo de rasantes del tronco principal del trazado</i>	<i>45</i>
<i>Figura 41. Características geométricas para la definición del trazado</i>	<i>46</i>
<i>Figura 42. Secciones tipo</i>	<i>46</i>
<i>Figura 43. Definición del paquete de firmes.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 44. Definición de la tabla de bordillos (ejemplo).....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 45. Visualización del modelado de bordillos y aceras</i>	<i>48</i>
<i>Figura 46. Diseño de caz en Istram</i>	<i>49</i>
<i>Figura 47. Tabla de caz proyectados en el proyecto: Anejo 04 de Climatología, hidrología y drenaje</i>	<i>49</i>
<i>Figura 48. Ejemplo de caz en el PK 0+660</i>	<i>50</i>
<i>Figura 49. Ejemplo de caz del proyecto.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 50. Ejemplo de sumidero en calzada izquierda</i>	<i>51</i>
<i>Figura 51. Diseño de las obras de drenaje transversal.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 52. Detalle del modelado de las obras de drenaje transversal</i>	<i>52</i>
<i>Figura 53. ODT 2-2</i>	<i>52</i>
<i>Figura 54. Embocadura ODT 3-3</i>	<i>53</i>
<i>Figura 55. Desembocadura ODT 3-3</i>	<i>53</i>
<i>Figura 56. Vista completa de la ODT 3-3.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 57. Vista aérea del desagüe de la ODT 4-4</i>	<i>54</i>
<i>Figura 58. Embocadura de la ODT 4-4</i>	<i>54</i>
<i>Figura 59. Desagüe de la ODT 4-4.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 60. Vista de la ODT 4-4 completa.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 61. Vista general ODT 5-5</i>	<i>55</i>
<i>Figura 62. Desagüe ODT 6-6.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 63. Vista general de la ODT 6-6.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 64. Embocadura ODT 7-7</i>	<i>56</i>
<i>Figura 65. Desagüe ODT 7-7.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 66. Vista general ODT 7-7</i>	<i>57</i>
<i>Figura 67. Embocadura ODT 8-8</i>	<i>58</i>



<i>Figura 68. Desagüe ODT 8-8.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 69. Vista general ODT 8-8</i>	<i>59</i>
<i>Figura 70. Embocadura y desagüe de la ODT 9-9</i>	<i>59</i>
<i>Figura 71. Vista general de la ODT 9-9.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 72. Embocadura ODT 11-11</i>	<i>60</i>
<i>Figura 73. Desagüe ODT 11-11.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 74. Vista general ODT 11-11</i>	<i>61</i>
<i>Figura 75. Tabla de definición de barreras New Jersey.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 76. Ejemplo de definición de biondas.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 77. Modelado de barreras New Jersey y biondas</i>	<i>63</i>
<i>Figura 78. Líneas delimitadoras de carriles y calzadas y flechas de dirección</i>	<i>64</i>
<i>Figura 79. Ejemplo de señalización horizontal</i>	<i>64</i>
<i>Figura 80. Ejemplo de señalización vertical de circulación</i>	<i>65</i>
<i>Figura 81. Ejemplo señalización horizontal en glorietas.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 82. Ejemplo de señalización vertical de circulación</i>	<i>66</i>
<i>Figura 83. Ejemplo de señalización vertical de información diseñada específicamente para el proyecto.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 84. Señalización vertical de información.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 85. Planificación general de obra.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 86. Diagrama de Gantt</i>	<i>68</i>
<i>Figura 87. Conexión del modelo con la planificación</i>	<i>69</i>
<i>Figura 88. Simulación avance temporal de las obras estado inicial.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 89. Simulación avance temporal de las obras estado intermedio</i>	<i>70</i>
<i>Figura 90. Simulación avance temporal de la obra estado final.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 91. Catálogo de trabajo para la asignación de elementos del modelo y extracción de mediciones.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 92. Ejemplo de información, propiedades y mediciones de los elementos.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 93. Mediciones de los elementos asociados a su unidad de obra.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 94. Detalle de mediciones</i>	<i>72</i>
<i>Figura 95. Hoja Excel con las mediciones del modelo exportadas de Navisworks.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 96. Fotograma de la animación del modelo</i>	<i>73</i>



Índice de tablas

<i>Tabla 1. Desglose anual del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM</i>	20
<i>Tabla 2. Desglose del número e inversión total acumulado en las licitaciones públicas con requisitos BIM según nivel de la administración. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM</i>	21
<i>Tabla 3. Desglose anual del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM en infraestructuras. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM.....</i>	22
<i>Tabla 4. Comparativa número e inversión en licitaciones públicas con requisitos BIM en edificación y en infraestructura.....</i>	25
<i>Tabla 5. Diferencias CAD vs BIM</i>	29



RESUMEN

La metodología BIM (Building Information Modeling) se trata de una realidad que se está consolidando como forma de trabajo en el ámbito de la concepción, construcción y mantenimiento tanto de obras de edificación como de ingeniería civil, representando una transformación y evolución en el desarrollo y gestión del proceso constructivo hacia un modelo más fiable, eficaz y realista.

De esta manera, BIM involucra una metodología de trabajo que permite la compatibilidad y el intercambio de la información entre los distintos agentes intervinientes, de manera que estas queden conexas y sea posible la gestión e integración de la totalidad del ciclo de vida de la construcción.

La adecuada explotación de esta novedosa metodología propicia una serie de notables ventajas que no se reducen únicamente en el beneficio económico, como fin primordial, sino que van mucho más allá, implicando mejoras medioambientales y una certeza mayor de los trabajos a ejecutar. Esto supone una mayor gestión, planificación y estimación de costes y plazos y, con ello, una certeza mayor de los trabajos a realizar y la eliminación de imprevistos e incertidumbres en obra.

El presente Trabajo Final de Máster *“Transformación de un proyecto del CAD al BIM. Aplicación al futuro acceso al nuevo hospital de Teruel”* se trata de la transformación del proyecto del futuro acceso al nuevo hospital de Teruel que se encuentra en formato CAD a formato BIM, aplicando la metodología del mismo para el desarrollo del modelo, planificación y costes del proyecto.

De este modo, el desarrollo de este trabajo pretende aplicar el modelo de trabajo BIM a un proyecto tradicional, de manera que sea posible detectar las posibles interferencias y anticiparse a posibles errores e integrar toda la información en un modelo y espacio común. Esta anticipación es fundamenta en los proyectos de ingeniería actuales.

A pesar del exponencial aumento de dicha metodología en proyectos de ingeniería civil, BIM aún se encuentra desarrollado en menor escala en estas infraestructuras, más concretamente en carreteras, que en el ámbito de la edificación, donde se encuentra mucho más consolidado y avanzado. Es por ello que las dimensiones BIM que se implementan al presente proyecto concentran e involucran las tres dimensiones físicas (3D) del modelo, la integración de la dimensión tiempo en forma de planificación y cronograma de las obras y la extracción de las mediciones reales de la obra y su derivación en costes, permitiendo una valoración de la construcción de la infraestructura y su seguimiento de obra, presentando un modelo realista del estado final del proyecto. Concretamente, se pretende alcanzar una quinta dimensión y un modelo 5D.



RESUMEN EJECUTIVO

TÍTULO DEL TFM: TRANSFORMACIÓN DE UN PROYECTO DEL CAD AL BIM. APLICACIÓN AL FUTURO ACCESO AL NUEVO HOSPITAL DE TERUEL

AUTOR: CARLOS VILLENA AGUSTÍN

RESUMEN EJECUTIVO

1. Planteamiento del problema a resolver	Durante el curso del máster, la asignatura más atractiva y que mayor interés me generó fue la de “BIM”, por lo que no dude en realizar un Trabajo Final de Máster en relación a esta metodología. Además, me resulta muy interesante poder transformar un proyecto existente en formato tradicional a formato BIM y dotarle de un aspecto más realista, visual e innovador y poder confeccionar una gestión del mismo más beneficiosa y óptima.
2. Objetivos	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none">Realizar una modelización 5D del vial de acceso al nuevo hospital de Teruel, pasando del proyecto en formato CAD disponible a formato BIM utilizando su metodología. <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none">Alcanzar dimensiones adicionales a las conseguidas en los proyectos tradicionales o habituales en proyectos de ingeniería civil, concretamente de infraestructura viaria.Examinar y estudiar los beneficios y ventajas del uso de la metodología BIM en el proceso de diseño de una infraestructura viaria.Conseguir un diseño óptimo de una infraestructura viaria que permita la detección en fases tempranas de posibles anomalías en el diseño y la integración de la información en un espacio común.Analizar y comprobar el estado de la metodología BIM para infraestructuras viarias y diagnosticar el estado actual de la misma para detectar posibles fallos en el modelo que permitan posteriores mejoras y una evolución próspera y favorable de la metodología.



3. Estructura organizativa	<ol style="list-style-type: none">1. INTRODUCCIÓN: donde se introducirá en que consiste el TFM y cuál es su estructura.2. PLANTEAMIENTO: se definirá la justificación del trabajo, su objeto y cuáles son sus objetivos.3. MARCO TEÓRICO: se explicará la base teórica de la metodología empleada, el BIM, describiendo en que consiste su metodología y cuales son sus ventajas y diferencias respecto al formato CAD.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO: se describirá de forma genérica cual ha sido el método de trabajo y en que han consistido las diferentes fases que lo componen, así como los medios que se han utilizado para la implementación del BIM en el proyecto existente.5. CASO DE ESTUDIO: se detallará minuciosamente el cuerpo principal del trabajo, describiendo de forma detallada todo su desarrollo y las diferentes partes y fases que lo componen.6. CONCLUSIÓN: se establecerán las conclusiones extraídas de la realización del TFM.7. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO: se definirán las posibles líneas de investigación y de trabajo tras la realización del TFM con relación al perfeccionamiento de la metodología BIM en proyectos de infraestructuras.8. BIBLIOGRAFIA: se detallará la bibliografía empleada para la realización del TFM.
4. Método	<p>Para la realización del TFM y, por tanto, para conseguir los objetivos previstos, ha sido necesario partir de la información en formato CAD del proyecto que envuelve el trabajo y, para su transformación a formato BIM, se han utilizado diferentes softwares relativos a dicha metodología:</p> <ul style="list-style-type: none">- <i>Istram</i>, para el modelo tridimensional- <i>Microsoft Project</i>, para la planificación de obra- <i>Navisworks</i>, para la simulación del avance temporal de las obras y para el control de costes



5. Cumplimiento de objetivos	<p>Tanto el objetivo general como, por tanto, los específicos se cumplen mediante la implementación de la metodología BIM gracias a los diferentes softwares utilizados que han permitido satisfacer las necesidades y objetivos del TFM.</p> <p>Los beneficios obtenidos de la implementación del BIM en el proyecto en formato CAD se observan y se obtienen gracias al conjunto de softwares utilizados, así como gracias al intercambio sencillo de información entre todos ellos.</p>
6. Contribuciones	<p>Tras la realización del TFM, se ha extraído, personalmente, el conocimiento de la metodología BIM y de los softwares utilizados, así como las numerosas ventajas y beneficios que permiten su implementación.</p>
7. Recomendaciones	<p>Recomiendo la implementación de la metodología BIM en la gestión de los proyectos para desarrollar proyectos y gestionarlos de forma más eficiente, productiva y beneficiosa.</p> <p>Es importante continuar formándose en la ampliación de los conocimientos BIM y de sus softwares ya que se encuentran en constante evolución y mejora, así como ser partícipes de este perfeccionamiento de los softwares comunicando las imperfecciones o errores a sus desarrolladores, de manera que entre todos seamos capaces de conseguir, más si cabe, una metodología más perfecta y desarrollada.</p>
8. Limitaciones	<p>La metodología BIM en infraestructuras aún sigue en desarrollo y perfeccionamiento, de manera que no está totalmente desarrollada al 100%. Es por ello que durante el desarrollo del trabajo se han encontrado dificultades en el modelado de algunos elementos puntuales, debido a la falta de perfeccionamiento de algunos softwares como Istram.</p> <p>Además, para el modelado del proyecto, se han encontrado dificultades en el conocimiento del software Istram, que ha habido que dedicarle tiempo para su concepción.</p>



1. INTRODUCCIÓN

Tal y como concebimos el mundo de la ingeniería civil y, concretamente, las infraestructuras de transporte, se trata de un campo indispensable y pilar básico para permitir y fomentar el progreso de cualquier sociedad y nación permitiendo la comunicación entre diferentes lugares.

El proyecto objeto de este Trabajo Final de Máster se trata de un vial con una longitud total de 2.206 m y que sirve y permite, fundamentalmente, el acceso al futuro hospital de Teruel además de la conexión con la carretera Nacional N-420 y con la Vía Perimetral, que posteriormente se describirá con un mejor nivel de detalle.

El modelado del proyecto se realizará con el software informático **Istram** permitiendo e involucrando las tres dimensiones físicas (3D) al modelo y dotándole de sus dimensiones geométricas y morfológicas. La información modelada mediante este software, y con la definición de la planificación y cronograma de los trabajos a realizar mediante el programa informático **Microsoft Project**, se integra toda ella en el software **Navisworks**, permitiendo en un único espacio incorporar los distintos datos del proyecto integrando la metodología BIM: dimensiones geométricas y plazo y planificación de la obra, traducido al tiempo real para la dedicación de cada unidad de obra y la interrelación existente entre ellas, pudiendo observarse el avance temporal de las obras cronológicamente.

Con la implantación de esta metodología a un proyecto convencional de infraestructura lineal se pretende plasmar y demostrar que el proceso de optimización ejecutado mediante estas herramientas informáticas, además de representar el resultado final gráficamente, permite detectar de forma prematura posibles incongruencias, interferencias o errores de datos que se traducen en anomalías técnicas en la ejecución de los trabajos.

En cuanto a la materia y desglose del trabajo, el contenido del presente Trabajo Final de Máster se divide en los puntos siguientes:

1. **Planteamiento del trabajo.** En él se justifican los trabajos a realizar y se define el objeto y objetivos que se pretenden alcanzar.
2. **Marco teórico.** Recopila la información relativa al contexto que envuelve el trabajo, es decir, relacionado con la metodología BIM, su situación actual y contextualización con especial hincapié en la situación de España, su desarrollo y evolución en infraestructuras de carreteras y sus diferencias y ventajas respecto a los formatos tradicionales de proyectos en CAD.
3. **Metodología de trabajo.** Se describe el procedimiento llevado a cabo para la ejecución de los trabajos definidos.
4. **Caso de estudio.** En este capítulo es donde se encuentra el cuerpo principal y la descripción de los trabajos realizados con gran detalle, especificando y justificándolos minuciosamente en cada uno de los softwares informáticos utilizados y su integración BIM en el espacio común.
5. **Conclusiones.** Se recogen las principales conclusiones extraídas de la realización del trabajo y de la metodología BIM que lo envuelve.



2. PLANTEAMIENTO

2.1 Justificación

Actualmente, la metodología BIM está experimentando un crecimiento exponencial y se está asentando como metodología de trabajo. Aunque en el ámbito de la edificación se encuentra mucho más desarrollada y asentada que en el de las infraestructuras, no sirve como excusa o forma de evasión para tener la necesidad de progresar y maximizar todos los beneficios.

Hoy en día, la necesidad de producir y construir eficientemente sin causar trastornos ni retrasos en la entrega de un proyecto determinado es un factor de vital importancia para las empresas que desean permanecer activas en un mercado tan competitivo y globalizado como es el actual y diferenciarse para no quedarse atrás. Es por ello la importancia de innovar, de crecer, de mejorar y de salir de lo tradicional y comúnmente rutinario, ya que estas son las claves de progresar y aumentar las expectativas y exigencias que llevarán a mejores beneficios.

Por ello, con el desarrollo de este trabajo se pretende realizar un aprendizaje de esta metodología y mostrar las numerosas ventajas y forma de trabajo del entorno BIM a través de la transformación de un proyecto tradicional en formato CAD de un vial de comunicación y acceso al nuevo hospital de Teruel a un formato de Building Information Modeling (BIM).

2.2 Objeto

El objeto del presente Trabajo Final de Máster es la transformación del proyecto del vial de acceso al nuevo hospital de Teruel que se encuentra en formato CAD a modelo BIM.

2.3 Objetivos

Objetivo general

- Realizar una modelización 5D del vial de acceso al nuevo hospital de Teruel, pasando del proyecto en formato CAD disponible a formato BIM utilizando su metodología.

Objetivos específicos

- Alcanzar dimensiones adicionales a las conseguidas en los proyectos tradicionales o habituales en proyectos de ingeniería civil, concretamente de infraestructura viaria.
- Examinar y estudiar los beneficios y ventajas del uso de la metodología BIM en el proceso de diseño de una infraestructura viaria.
- Conseguir un diseño óptimo de una infraestructura viaria que permita la detección en fases tempranas de posibles anomalías en el diseño y la integración de la información en un espacio común.
- Analizar y comprobar el estado de la metodología BIM para infraestructuras viarias y diagnosticar el estado actual de la misma para detectar posibles fallos en el modelo que permitan posteriores mejoras y una evolución próspera y favorable de la metodología.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Metodología BIM

En este epígrafe se procederá a desarrollar con mayor detalle la metodología BIM, en qué consiste, su progreso y evolución a lo largo de su existencia hasta la actualidad (con principal hincapié a su aplicación en España) y cuáles son sus ventajas respecto al formato CAD de proyectos tradicionales.

Se conoce *Building Information Modeling (BIM)* como el “conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizadas por el uso de información de forma coordinada, coherente, con modelos de información, computable y continua, empleando uno o más modelos compatibles que contengan toda la información en lo referente a la edificación y/o infraestructuras que se pretenden diseñar, construir, mantener o usar”.

De forma particular en este Trabajo Final de Máster, esta definición hace referencia a la propia infraestructura y, concretamente, a la infraestructura vial de transporte.

A continuación, en la **Figura 1** se puede observar el ciclo de vida de una infraestructura desde su idea y concepción hasta su demolición, tal y como indica la propia definición de la palabra BIM según la *US National Building Information Model Standard Project Committee*.

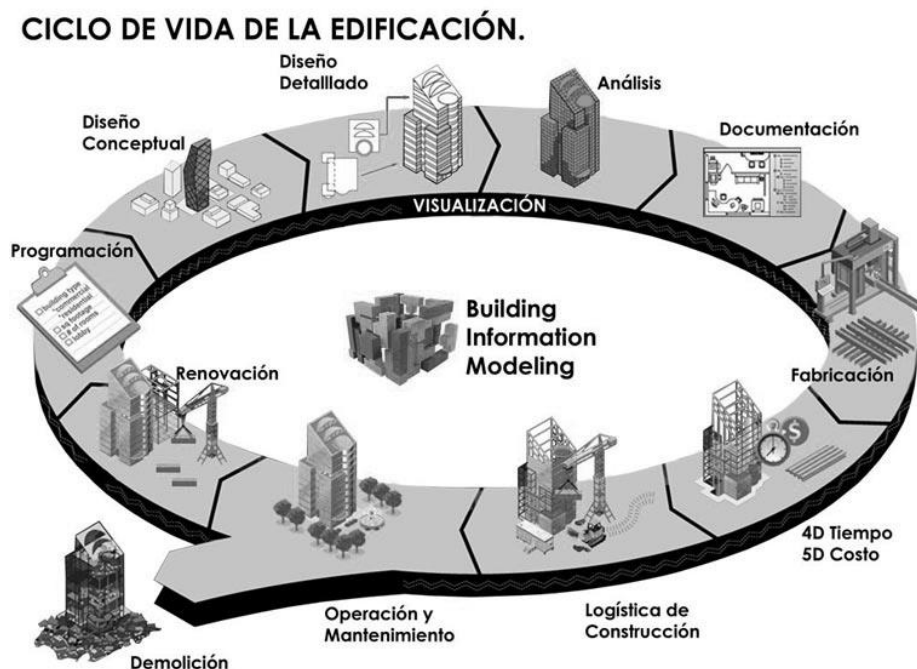


Figura 1. Ciclo de vida BIM para proyectos de ingeniería. Fuente: Espaciobim



Tal y como se ha mencionado, BIM gestiona la totalidad del ciclo de vida de la construcción; el diseño y planificación, la ejecución y el posterior mantenimiento, siendo una metodología que se encuentra intrínsecamente relacionada y conectada a lo largo de todas las fases del proyecto u obra.

La metodología BIM se trata de una herramienta de gestión de proyectos mediante el modelo digital de información, que reduce costos, acorta tiempos de diseño y producción y mejora la calidad de los proyectos de ingeniería y de arquitectura.

El modelo BIM, el cual se pretende alcanzar en el presente trabajo, contiene una representación en tiempo real de las distintas partes que conforman el proceso constructivo de cualquier infraestructura. Dicho modelo contiene la geometría, la información geográfica, las relaciones espaciales, el número y la naturaleza de los componentes y materiales utilizados, la estimación de costos, la planificación del proyecto y el inventario de material.

Esta metodología permite ayudar a tener una mayor precisión y accesibilidad sobre la información del diseño, de manera que su uso adecuado revierte en mejoras en la calidad de los procesos, reducción de riesgos, estimaciones más precisas y ambiciosas de plazos y costes, y mitiga o elimina las incompatibilidades presentes en los componentes de la infraestructura, viéndose beneficiado y mejorada la calidad final del proyecto.

3.1.1 Ventajas

De forma genérica, la ventaja de esta metodología reside en la mejora en la eficiencia de los resultados de un proyecto en todos los niveles y fases del ciclo de vida del mismo: en el diseño, producción y gestión de las infraestructuras, permitiendo reducir costes y tiempos de todos los agentes participantes en el proceso constructivo del proyecto.

Además, permite la automatización de procesos, generación veloz de entregables, análisis y estudio de la constructibilidad y la simulación previa del estado final del proyecto u obra, lo cual permite una mejor calidad del producto/proyecto final.

El uso del BIM contribuye a facilitar la definición de los requisitos del proyecto, pudiendo utilizarse en estudios previos de planificación y planeamiento mediante modelos volumétricos que permiten estudiar la viabilidad de los proyectos aportando información relativa al programa funcional, sistemas constructivos, su coste y análisis del ciclo de vida.

Esta metodología BIM, no solo ofrece grandes beneficios desde el punto de vista económico, sino también desde el punto de vista medioambiental debido a la posibilidad de reducción de la cantidad de residuos que acaban en vertederos o acopiados gracias a una mayor precisión y conocimiento de las cantidades de materiales necesarios.

De forma más particularizada, otra serie de ventajas que proporciona la implementación de la metodología BIM en los proyectos son las siguientes:

- Permite trabajar en vistas 3D y cualquier elemento se crea en tiempo real en todas sus vistas, mejorando la comunicación entre agentes intervinientes y comprensión del proyecto haciéndolo más visible.
- Permite la interferencia entre los distintos componentes del modelo y la diferente información del mismo en un espacio común, facilitando la comprensión y visualización conjunta y reduciéndose los problemas en obra.
- El modelo virtual permite realizar simulaciones de la ejecución de obra, mejorando la gestión del proyecto y diagnosticar y detectar las interferencias.
- Mayor capacidad de cambio en el diseño gracias a la gran facilidad de actualización.

De forma resumida, los principales beneficios y ventajas de la metodología BIM se sintetizan en la **Figura 2**.

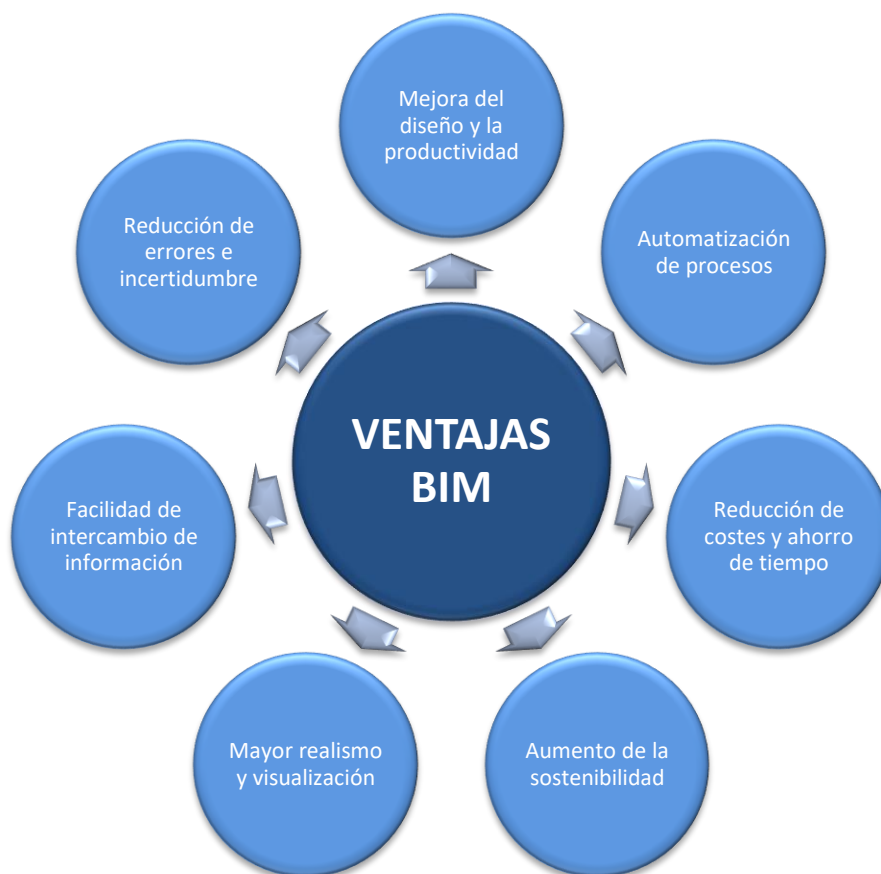


Figura 2. Ventajas de la metodología BIM



3.1.2 Dimensiones BIM

Tal y como se ha comentado anteriormente, BIM se trata de una metodología de trabajo colaborativo en un entorno simultáneo en el que los modelos deben resultar útiles en función del uso que se les vaya a dar. A cada uno de estos usos o fases se les llama “Dimensiones del BIM”.

Existen, actualmente, un total de 5 dimensiones o usos de BIM hasta alcanzar la dimensión 7D, tal y como se puede observar en la **Figura 3** siguiente, pero un mismo modelo no tiene por qué contener información de todas las dimensiones, ya que la información a incorporar en un modelo deberá adecuarse estrictamente a la necesidad del uso que se le quiera dar y a la particularidad del mismo.

De forma particularizada al presente trabajo, tal y como se ha mencionado y comentado, se llegará hasta la dimensión 5D. No obstante, a lo largo de este epígrafe se incluirá la definición de la totalidad de las dimensiones existentes en la metodología BIM actual, aunque dos de ellas no acontezcan al trabajo.



Figura 3. Dimensiones BIM. Fuente: Apuntes asignatura de BIM



❖ 3D MODELO TRIDIMENSIONAL

Se basa en la generación de un modelo virtual tridimensional en el cual se plasman todos los elementos con su descripción, posición y geometría real y dimensiones. Este modelo puede ser exportado a otros programas o softwares de otras especialidades o ámbito para complementar el desarrollo y gestión de la infraestructura verificando que se cumplen las normativas vigentes específicas.

❖ 4D PLANIFICACIÓN

Es el resultado de añadir al modelo 3D la variable tiempo y establecer la conexión entre el modelo y la planificación de obra definida. Concretamente, permite ejercer un control de la dinámica del proyecto, permitiendo simular el proceso de ejecución en el tiempo visualizando el avance temporal de la obra.

❖ 5D COSTES

Hace referencia a la vinculación y conexión entre el modelo 3D y unas bases de datos de las partidas del presupuesto asociadas a los diferentes elementos que componen la obra, para tener una medición real y exacta y de forma directa. Además, estas mediciones pueden ser exportadas a softwares específicos de presupuestos, que leerán la información y crearán un presupuesto ordenado y coherente. Esto permite mejorar la estimación del coste del proyecto ya que se definen cantidades exactas de materiales asociadas a unos costes.

❖ 6D SOSTENIBILIDAD

Consiste en la conexión del modelo con softwares específicos para la simulación energética a través de simulaciones que permiten, a partir de la posición y orientación del modelo, de los tipos de materiales empleados y de las instalaciones proyectadas, conocer la eficiencia energética de la obra y optimizar su coste medioambiental.

En el ámbito de las infraestructuras civiles esta dimensión tiene una aplicación más compleja, ya que se encuentra más desarrollado y enfocado en obras de edificación.

❖ 7D MANTENIMIENTO

Consiste en la conexión del modelo con software para el mantenimiento y gestión del proyecto en su fase de explotación, permitiendo gestionar el ciclo de vida del mismo durante su vida útil, consiguiendo la optimización de los procesos.

Actualmente, estas son las dimensiones que se encuentran relacionadas e instauradas en el mundo BIM, aunque se está trabajando y empezando a mencionar en la posibilidad de una dimensión 8D relativa a la Seguridad y Salud y Prevención de Riesgos Laborales.

3.2 Contexto actual del BIM

A continuación, se va a contextualizar la situación actual de la metodología BIM en el mundo y en España, realizando una breve descripción del nivel de uso de la misma en los países que ya tienen implantada dicha metodología y aquellos en los que su implantación está en desarrollo.

Desde sus inicios, la metodología BIM está transformando la industria de la construcción y cada vez son más los países y organismos que están implantando esta herramienta de trabajo para facilitar los trabajos de obra y maximizar sus beneficios, experimentando un crecimiento exponencial en su implantación.

3.2.1 En el mundo

En la actualidad, la metodología BIM se ha convertido en una realidad y son varios los indicadores que reflejan el creciente uso de dicha metodología:

- Licitaciones públicas con requisitos BIM.
- Legislación, reglamentos y guías BIM.
- Oferta formativa relacionada con BIM, tanto de procesos como de uso de herramientas.
- Ofertas de empleo para profesionales con capacidades BIM.
- Congresos y publicaciones de referencia.

La situación y contexto actual de la metodología BIM en el mundo, tal y como se puede observar en la **Figura 4**, es muy dispar en cada país, pero se puede observar como en gran parte del mundo se trata de una metodología que ya está instaurada, reglamentada y legislada con un uso habitual o está empezando progresivamente a serlo cada vez más.

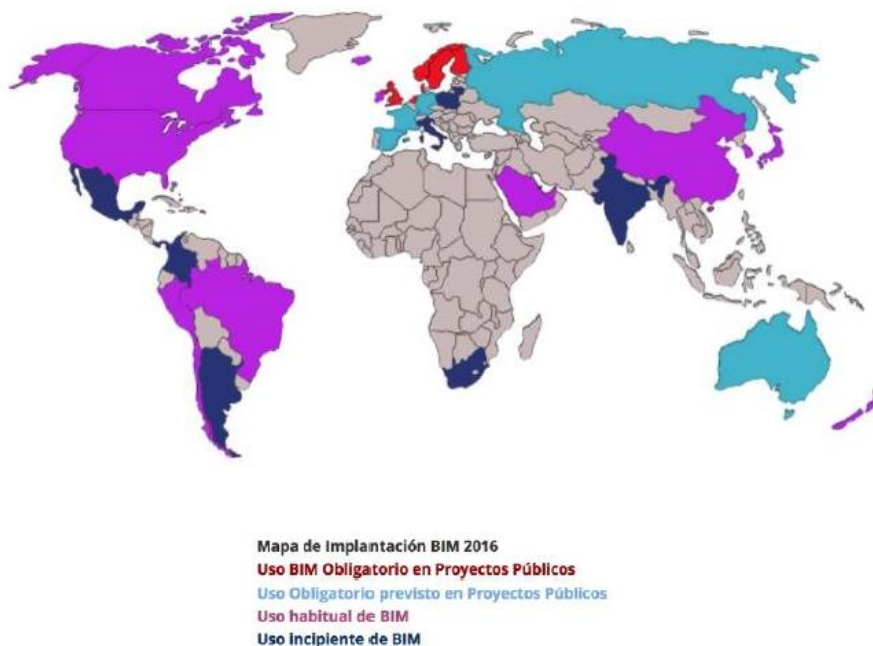


Figura 4. Mapa de implantación BIM 2016. Fuente: Building Smart



El nivel de estabilidad y asentamiento de la metodología BIM en cada país es debido a la propia concepción particular de la metodología, creándose organismos encargados de redactar y actualizar las diferentes legislaciones y normativas.

Entre los países con mayor grado de implicación en este aspecto destacan Reino Unido, Dinamarca, Finlandia, Suecia, Noruega, Estados Unidos o Singapur, donde en los cuatro primeros, tal y como se observa en la figura anterior, el uso de BIM es obligatorio en proyectos públicos.

En algunos países, como Estados Unidos, Reino Unido y Finlandia, el BIM se combina con sistemas de contratación colaborativos que permiten compartir beneficios y riesgos y maximizar sus ventajas.

3.2.2 En España

En España, en 2014 la delegación española de **BuildingSMART** presentó la primera guía de protocolos BIM en español abierta a cualquier profesional. **BuildingSMART** es una asociación sin ánimo de lucro cuyo principal objetivo es fomentar la eficacia de la metodología BIM en el sector de la construcción para alcanzar objetivos ambiciosos de reducción de costes y tiempos de ejecución y aumento de la calidad.

Posteriormente, en julio de 2015 el Estado, mediante el Ministerio de Fomento, empezó a interesarse e involucrarse en la implementación del BIM a través la constitución de una Comisión para la implementación de la metodología BIM en España. Este organismo establece las bases legales y la hoja de ruta para el uso obligatorio de BIM en las licitaciones públicas, comprendiendo tanto proyectos de edificación como de infraestructuras, para el año 2018 y 2019 respectivamente. (Ver **Figura 5**).



Figura 5. Hoja de ruta BIM en España. Fuente: Apuntes de la asignatura de BIM

A continuación, se va a realizar y mostrar un análisis de la implementación de la metodología BIM en España abarcando el **periodo de estudio desde 2017 hasta el primer semestre de 2019 realizado por el Observatorio es.BIM**, distinguiendo entre un análisis general de todo el entorno BIM y otro particularizado al ámbito de las infraestructuras.

▪ **Análisis general del entorno BIM**

El observatorio es.BIM fue creado en Mayo del 2017 con el objetivo la inclusión de los requisitos BIM en los pliegos de licitaciones públicas. En su séptima edición (**Séptimo Informe del Observatorio**) se recogen los resultados fruto del análisis de un total de 517 licitaciones públicas que incluyen algún requisito BIM entre sus pliegos y han sido publicadas **durante el periodo comprendido entre comienzos del 2017 hasta el primer semestre del 2019**, lo que supone una inversión acumulada de **1.532,7 millones de euros** (ver **Tabla 1**).

	2017	2018	2019*	Total
Número	106	216	195	517
Inversión	264,5 mill	424,8 mill	843,3 mill	1.532,7 mill

Tabla 1. Desglose anual del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

*1er semestre 2019

Tal y como podemos observar, tanto en la Tabla 1 como en la **Figura 6** siguiente, cabe destacar que, a partir de la obligatoriedad del uso de la metodología BIM en España desde 2018 está siendo efectiva y la tendencia al alza de la inversión y número de licitaciones públicas con requisitos BIM es clara.

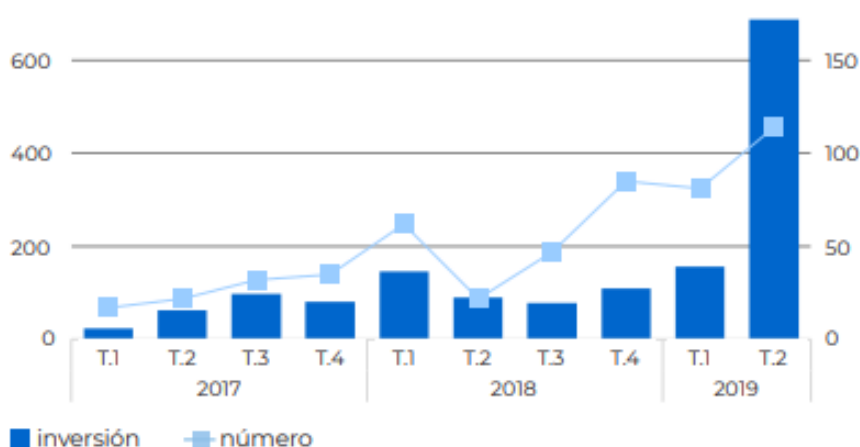


Figura 6. Evolución de la inversión y número de licitaciones públicas con requisitos BIM. Fuente: "Análisis de la Inclusión de Requisitos BIM en la Licitación Pública Española" del Observatorio de Licitaciones de esBIM

Los datos analizados muestran como en el primer semestre de 2019 el número total de licitaciones publicada con requisitos BIM se acerca al total del 2018 (195), suponiendo el 38% del total publicado hasta la fecha analizada. Además, estas licitaciones publicadas solo en el



primer semestre de 2019 conllevan una **inversión total de 843,3 millones de euros**, un valor que duplica prácticamente la inversión total en 2018 (424,81 mill).

Por otro lado, y de forma más particularizada, cabe destacar que el **nivel Autonómico es el mayor dinamizador** y el que mayor número de licitaciones publica con un número total de **279 licitaciones** con requisitos BIM, suponiendo más de la mitad del total acumulado. (Ver **Tabla 2** y **Figura 7**).

	Autonómica	Estatal	Local	Otros
Número	279	106	98	33
Inversión	591,1 mill	224,9 mill	181,3 mill	74,5 mill

Tabla 2. Desglose del número e inversión total acumulado en las licitaciones públicas con requisitos BIM según nivel de la administración. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

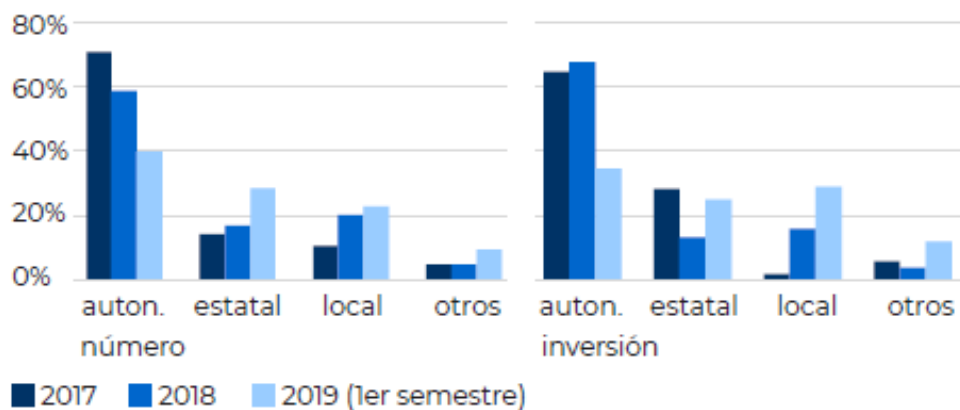


Figura 7. Desglose del número e inversión total acumulado en las licitaciones públicas con requisitos BIM según nivel de la administración. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

Sin embargo, los valores desglosados a nivel de administración mostrados en la figura anterior, muestran que el nivel Estatal, en el orimer semestre del 2019 ya casi ha duplicado el número y la inversión total realizada en 2018, suponiendo un 28% y un 25% respecto a los valores acumulados en 2019 durante el primer semestre, y que los valores Autonómicos disminuyen respecto al anterior año tanto en número como en inversión (40% y 34%).

Dentro del nivel autonómico, las comunidades que se sitúan a la cabeza en cuanto al número total de licitaciones son **Cataluña con un 41% del total de licitaciones, Comunidad Valenciana con un 13% del total y Madrid y Andalucía con un 9% ambas**, de manera que es Cataluña la autonomía con mayor número de licitaciones publicadas con requisitos BIM con gran diferencia respecto a las demás. (Ver **Figura 8**)

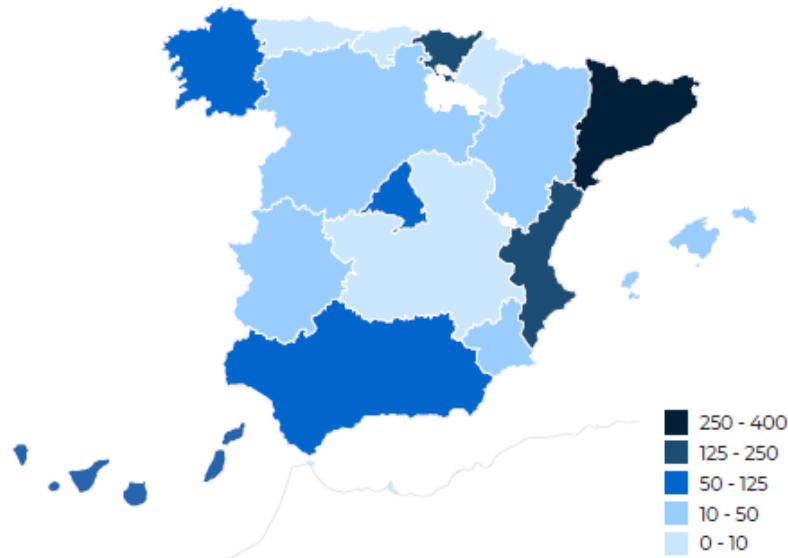


Figura 8. Mapa de la distribución del valor estimado de contrato total acumulado por CCAA (millones de euros) en infraestructuras. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

Es por ello que la metodología BIM ya es una realidad implantada en el mundo y también en España, donde está experimentando un crecimiento exponencial y esto no ha hecho nada más que empezar.

▪ **Análisis en el sector de las infraestructuras del entorno BIM**

El sector de la ingeniería civil y de las infraestructuras ha aumentado de forma considerable el número de licitaciones publicadas desde comienzos del 2017, con un total de 142 y una inversión de 394 millones de euros, tal y como se observa en la **Tabla 3** y la **Figura 9**.

	2017	2018	2019*	Total
Número	13	62	67	142
Inversión	42,2 mill	153,1 mill	198,7 mill	394 mill

Tabla 3. Desglose anual del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM en infraestructuras. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

*1er semestre 2019

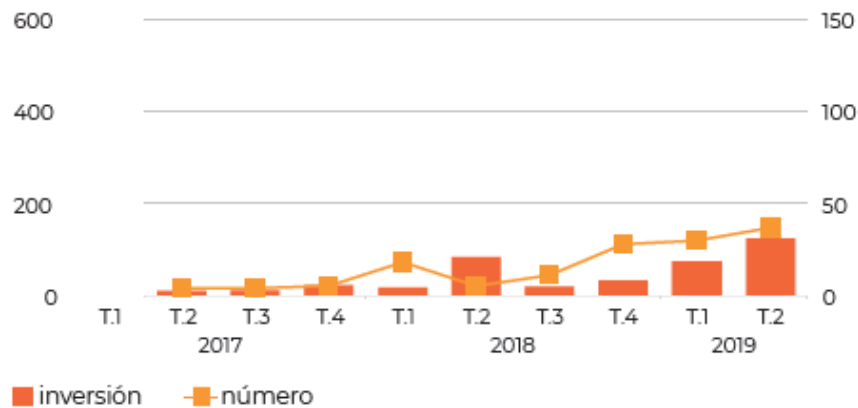


Figura 9. Evolución de la inversión y número de licitaciones públicas con requisitos BIM. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

Si relacionamos el número de licitaciones públicas con requisitos BIM publicadas en el sector de las infraestructuras con el de la edificación, **en la actualidad una de cada tres corresponde al sector de las infraestructuras.**

Estableciendo un análisis de la evolución del valor estimado de contrato, **en el primer semestre del 2019 se ha invertido el 50% del total acumulado en estos tres años** y un poco más que la suma de todo el 2017 y 2018 juntos, de manera que queda constatado que el número de licitaciones con requisitos BIM sigue creciendo progresiva y exponencialmente.

En los proyectos de infraestructuras, el porcentaje de licitaciones referentes a **proyectos de rehabilitación suponen más del doble que los relativos a obra nueva** (70% y 30% respectivamente), sin embargo es en obra nueva donde la inversión ha sido mayor en estos tres años (52%). (Ver Figura 10).

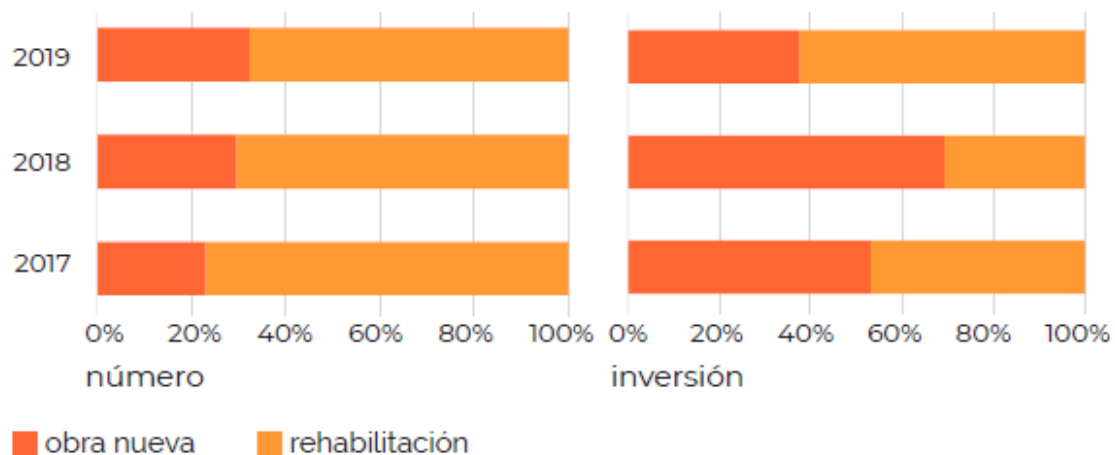


Figura 10. Desglose de los porcentajes del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM en infraestructuras por año y fase. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

En referencia a la tipología o uso de la infraestructura, se puede observar en la **Figura 11** el **predominio de licitaciones en carreteras y ferrocarriles** (46% y 25% respectivamente) y en inversión es en **carreteras donde se ha producido una mayor inversión** de presupuesto con un 41% del valor total acumulado.

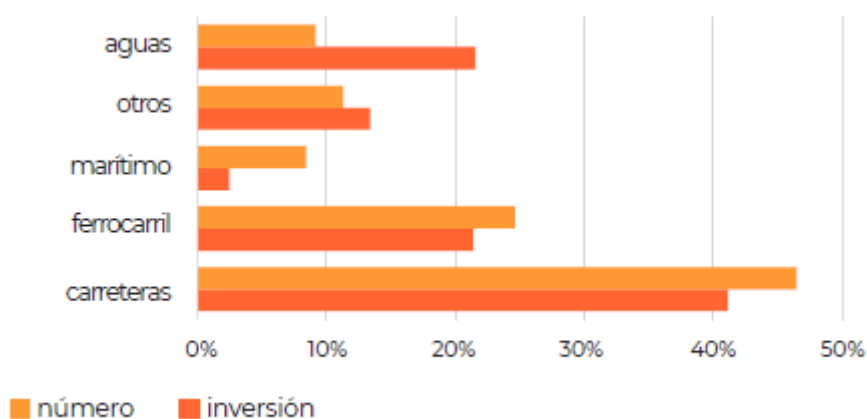


Figura 11. Comparativa del porcentaje del número e inversión en las licitaciones públicas con requisitos BIM en infraestructuras según su tipología de uso (2017-2019 1er semestre). Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

En cuanto al nivel de administración, observando la **Figura 12**, el nivel **Autonómico ha publicado un mayor número de licitaciones durante este periodo de análisis de 3 años** (54% del total), pero de igual modo que sucede en el ámbito de la edificación este liderazgo y dominio va disminuyendo con el paso de los años, y en **2019 es el nivel estatal el que ha publicado un mayor número de licitaciones y ha invertido un mayor presupuesto.**

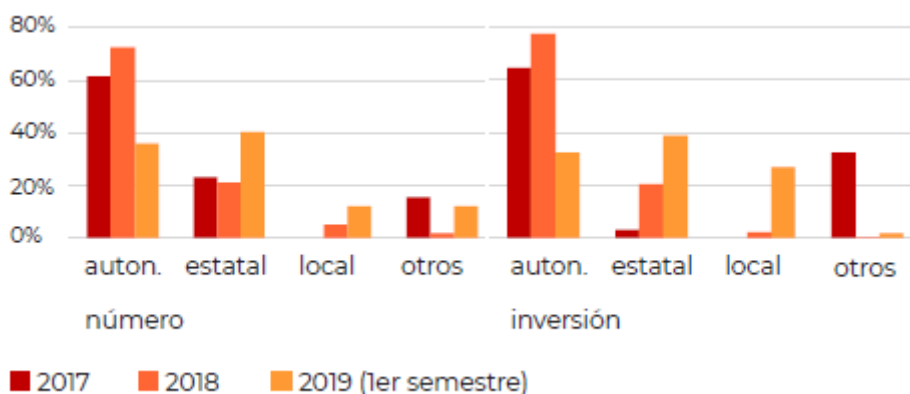


Figura 12. Desglose de los porcentajes del número e inversión en licitaciones públicas con requisitos BIM por año y nivel de administración en infraestructuras. Fuente: Observatorio de Licitaciones de esBIM

En cuanto a la distribución nacional, los resultados de la inversión total acumulada durante este periodo de estudio de 3 años muestran que **País Vasco (30%)**, **Comunidad Valenciana (20%)**, **Cataluña (15%)** y **Galicia (15%)** lideran las inversiones más altas en licitaciones públicas de infraestructuras con requisitos BIM. (Ver **Figura 13**).

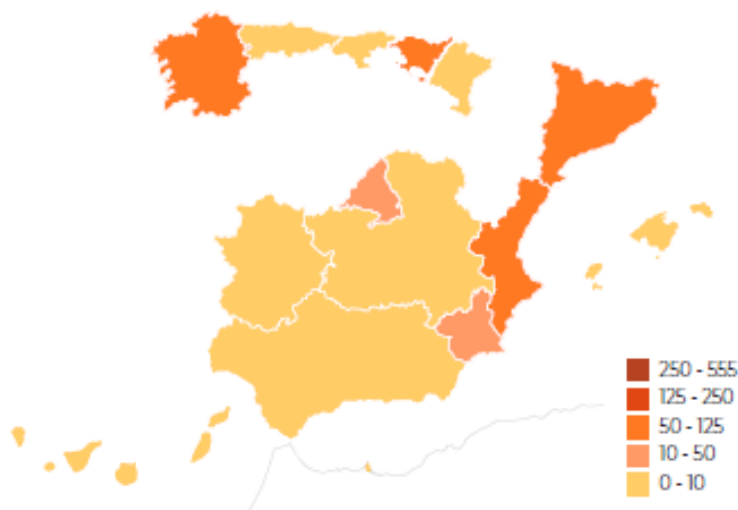


Figura 13. Mapa de la distribución del valor estimado de contrato total acumulado por CCAA (millones de euros) en infraestructuras

Con todo ello, se puede concluir que la metodología BIM ya es una realidad implantada también en España, tanto a nivel de edificación como a nivel de infraestructura, donde está experimentando un crecimiento rápido y exponencial y esto no ha hecho nada más que empezar.

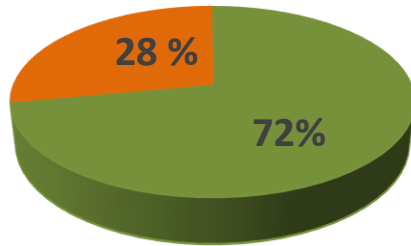
Tal y como se ha comentado y, tras el análisis de la metodología BIM en nuestro país, se reitera el mayor desarrollo y uso de la metodología BIM en el sector de la edificación que en el de las infraestructuras. (Ver **Tabla 4** y **Figura 14**).

EDIFICACIÓN					
	2017	2018	2019*	Total	% del total
Número	93	154	125	372	72%
Inversión	222,3 mill	271,6 mill	178,9 mill	672,9 mill	63%

INFRAESTRUCTURA					
	2017	2018	2019*	Total	% del total
Número	13	62	67	142	28%
Inversión	42,2 mill	153,1 mill	198,7 mill	394 mill	37%

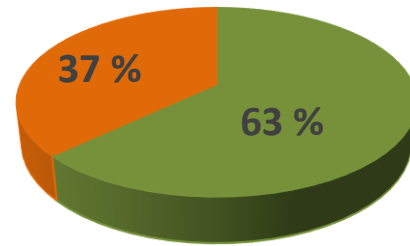
Tabla 4. Comparativa número e inversión en licitaciones públicas con requisitos BIM en edificación y en infraestructura

% número licitaciones públicas con requisitos BIM



■ Edificación ■ Infraestructura

% inversión licitaciones públicas con requisitos BIM



■ Edificación ■ Infraestructura

Figura 14. Comparativa % número e inversión en licitaciones públicas con requisitos BIM en edificación y en infraestructura

No obstante, se puede observar el notable crecimiento exponencial que están experimentando las licitaciones públicas en el sector de las infraestructuras, lo cual demuestra y evidencia la importancia de esta metodología para el desarrollo de proyectos de esta índole.

3.3 Aplicación BIM en carreteras

Es.BIM es una Comisión abierta promovida por el Ministerio de Fomento para la implantación de BIM en el proceso constructivo en España, constituida el 14 de Julio de 2015.

El portal es.BIM, al cual se ha hecho referencia para analizar el contexto actual y la tendencia evolutiva de la metodología BIM en España, recoge en su documento BIM en infraestructuras lineales que, en dicha tipología de obras, es necesario contar con información clasificada y organizada en referencia a cartografía, información lineal de la traza, secciones tipo, estructuras, drenaje, sostenibilidad y medio ambiente, geotecnia etc. de manera que se garantice la uniformidad, coherencia y mayor entendimiento y comprensión de la información.

Modelado virtual 3D

Las ventajas de la realización de un modelado tridimensional favorecen la visualización, proporciona una mejor comprensión y comunicación entre los diferentes agentes intervinientes, permite la coordinación de los diferentes elementos y la integración de los mismos en el entorno, permiten el estudio previo de las soluciones a adoptar valorando su eficiencia, se detectan incongruencias o posibles errores y las soluciones finales a adoptar son más eficaces (Figura 15).



Figura 15. Ejemplo de modelado 3D de una red de carreteras. Fuente: CITOP Andalucía.

Requerimientos de los softwares BIM

El software para este tipo de obras necesitan o requieren: visualización en 3D, generación de planos 2D, comunicación, coordinación y compatibilidad entre diferentes modelos, detecciones de colisiones o incompatibilidades, comprobación de normativa, visualización 4D de programación de obra y avance temporal de la misma, determinación y cuantificación de mediciones y coste final 5D, compatibilidad e interoperabilidad entre softwares o aplicaciones diferentes, uso del modelo en el mantenimiento y permite la incorporación y conexión con datos iniciales GIS actuales.

Dificultades del BIM en infraestructuras

La principal dificultad de la implantación del BIM desde el punto de vista empresarial reside en la inversión inicial, tanto de personal como de herramientas y la menor productividad en fases iniciales debido a la necesidad del periodo de adaptación y aprendizaje.

El principal problema de la evolución 'lenta' de la metodología BIM en obra civil (concretamente en obra lineal de carreteras) es debido a la falta de estandarización de los modelos y archivos de partida, en contraposición de lo que sucede en edificación, de manera que sean compatibles entre todo el software que hay disponible. Esto provoca que hoy en día exista una diversidad y dispersión de software importante en el mercado sin ninguno que recoja todos los requisitos que permitan ofrecer un modelado BIM totalmente práctico y requiere del uso de diversos softwares.



3.4 Evolución del CAD al BIM. Diferencias entre ambas metodologías

Hace 20 años el sector de la construcción vivió una transformación total: el uso de programas CAD en la introducción de la informática como herramienta de trabajo principal. Las ventajas que introdujo fueron esenciales, de gran importancia y que supusieron una evolución y avance en el desarrollo de proyectos: mejoraba considerablemente la velocidad de trabajo frente al papel, añadía la posibilidad de guardar y recuperar en cualquier momento la información para consultarla o incluso imprimirla.

En ningún momento supuso un cambio realmente en la forma de trabajar, pensar y entender los proyectos de construcción. No ocurre lo mismo en el caso del BIM, tal y como se va a describir a continuación.

En primer lugar, para comprender las diferencias y los beneficios que brinda el uso de la metodología BIM en los proyectos de diseño y construcción, se necesita comprender la diferencia entre los conceptos de BIM y CAD.

BIM, o Building Information Modeling, es una metodología de trabajo colaborativa para centralizar y gestionar toda la información de un proyecto en un modelo 3D. La información es coordinada a lo largo del ciclo de vida de la construcción y proyecto de la misma.

CAD, o Computer-Aided Design, (Diseño Asistido por Computadora), estrictamente es el uso de sistemas de computadora para asistir en el diseño básicamente en 2D. CAD es una herramienta (como AutoCAD) para crear dibujos digitales para representar el diseño constructivo de una obra.

La metodología tradicional de diseño de proyectos mediante herramientas CAD sigue un flujo o modelo de trabajo básicamente lineal que, en comparación con la metodología BIM, es más lento, menos eficiente y con mayor grado de error e incongruencias en el diseño debido a su falta de información e integración de la misma. Además, la gestión del proceso constructivo mantiene un cierto nivel de incertidumbre en cuanto a la anticipación de desviaciones presupuestarias, control de plazos y calidad final del proyecto.

En contra posición, la metodología BIM aporta un mayor nivel de fiabilidad y precisión en la estimación de costes, plazos y resultado final debido a las siguientes razones:

- Por su capacidad de generación de documentos de proyecto más consistentes, más precisos y en menos tiempo.
- Por la mejora que supone en la colaboración y coordinación entre los distintos agentes intervinientes durante el ciclo de vida del proyecto.
- Por su relación con otras metodologías de gestión colaborativas, como Agile Project Management o Lean Construction, y también con las que abarcan el ciclo de vida completo, como Product Lifecycle Management (PLM).



A continuación, se muestra en la **Tabla 5** las principales diferencias entre las metodologías BIM y CAD en relación a los aspectos fundamentales:

Concepto	CAD	BIM
Metodología	- Software para dibujos digitales en 2D y 3D sin información de sus elementos	- Metodología de gestión de información de una construcción durante su ciclo de vida mediante un modelo 3D
Dibujo	- Entidades geométricas (líneas, círculos, polígonos etc.)	- Elementos constructivos con propiedades (muros, pilares, firmes, estructuras etc.)
Relación modelos 3D	- Son independientes. Hay que realizar cambios por separados, no están integrados	- Existe un único modelo integrado. Sólo se modifica éste y los cambios se adaptan a las necesidades del modelo y a la normativa
Datos asociados	- Bloques con características	- Propiedades de los elementos asociadas (precios, materiales...)- Cálculo de superficies y volúmenes
Informes	- Cálculo de datos y exportación a otro software	- Son generados automáticamente y vinculados al modelo
Trabajo colaborativo	- No se puede colaborar en el mismo archivo al mismo tiempo	- Se puede trabajar y colaborar en un mismo archivo al mismo tiempo
Detección de errores	- Es difícil detectar errores e interferencias debido a la falta de información y automatización. La revisión se realiza a ojo y genera errores	- Se pueden detectar fácilmente errores e interferencias de forma visual o automática

Tabla 5. Diferencias CAD vs BIM

De esta manera, queda en evidencia las grandes ventajas y beneficios que proporciona el BIM frente a la metodología de trabajo tradicional y la necesidad de seguir progresando y consolidando, más si cabe, el BIM, sobre todo en el ámbito de la ingeniería civil.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El Trabajo Final de Máster “*Transformación de un proyecto del CAD al BIM. Aplicación al futuro acceso al nuevo hospital de Teruel*” parte del propio proyecto de dicho vial en formato CAD hacia la transformación del mismo en formato BIM y utilizando y aplicando su ventajosa metodología.

Concretamente, se parte de documentos de proyecto tales como memoria, planos y presupuestos para poder conocer la situación de partida de la obra, las características técnicas y geométricas, los diferentes elementos que componen el proyecto y sus ubicaciones, los trabajos necesarios y los costes requeridos para la ejecución del proyecto en forma de presupuesto.

A continuación, de forma breve y genérica, se va a proceder a comentar la metodología y secuencia de trabajos realizados para la consecución del trabajo final. Más adelante se precisará con un mayor nivel de detalle.

En primer lugar, a partir de la información CAD del presente proyecto, tal y como se ha comentado y descrito, se ha diseñado y realizado el modelo 3D del proyecto mediante el software informático **Istram (Figura 16)**, uno de los programas informáticos más desarrollados en la modelización 3D de infraestructuras de transporte y, concretamente, las viarias.

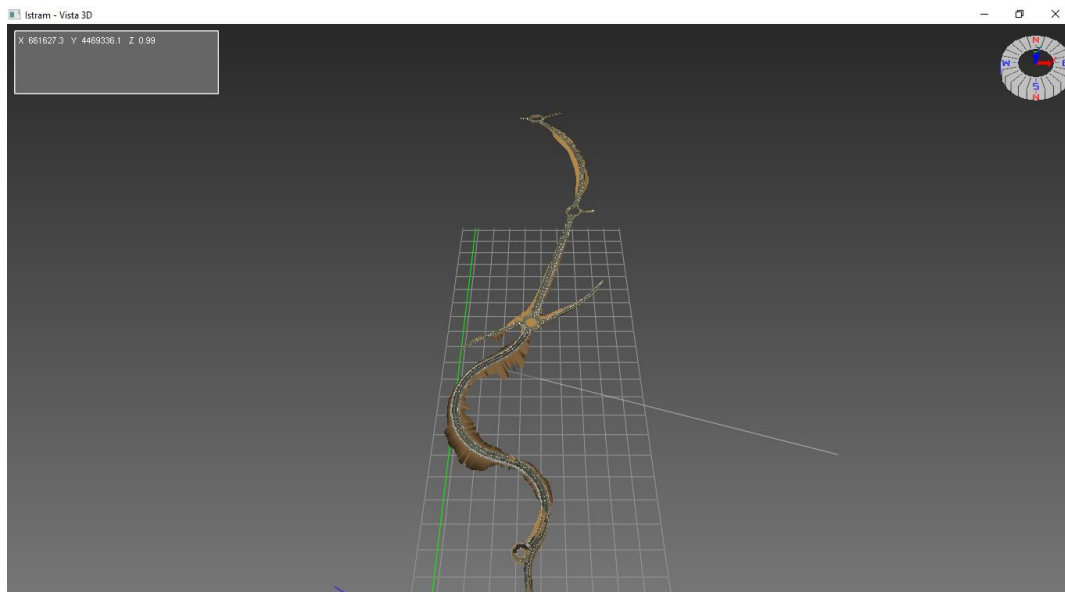


Figura 16. Modelo 3D del proyecto: Futuro acceso al nuevo hospital de Teruel

Se ha realizado un modelo 3D de alta realidad dentro de las limitaciones técnicas del software informático, mostrando, tal y como se observa en la figura anterior y se verá más adelante, un amplio nivel de detalle y realidad.

De forma concreta, se ha realizado una modelización completa a partir de los datos CAD disponibles, tanto de movimientos de tierras, firmes y pavimentos, obras de fábrica y drenaje



transversal y longitudinal, elementos de balizamiento y defensa y señalización horizontal y vertical, dentro de los límites técnicos del software informático.

Tras el desarrollo y diseño del modelado 3D del proyecto, se ha implementado la planificación de obra en **Microsoft Project**, incluyendo la secuencia y duración de los trabajos a realizar y el propio Diagrama de Gantt (**Figura 17**).

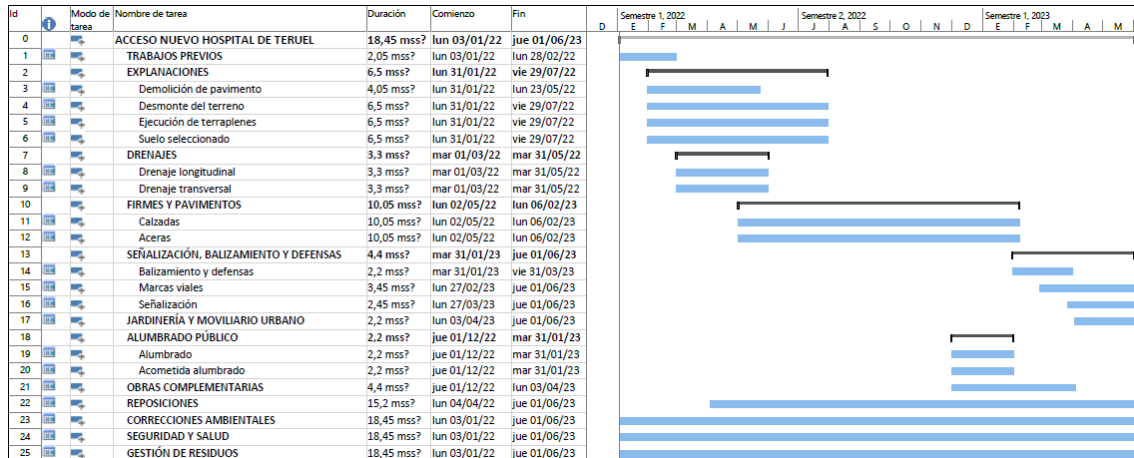


Figura 17. Planificación de obra del proyecto

A continuación, se ha implementado y conectado en el software **Navisworks** el modelo 3D y la planificación de trabajos, para poder realizar una simulación virtual del avance temporal de las obras relacionando los diferentes elementos del modelo con las actividades a las cuales pertenecen, tal y como se observa en la **Figura 18**.

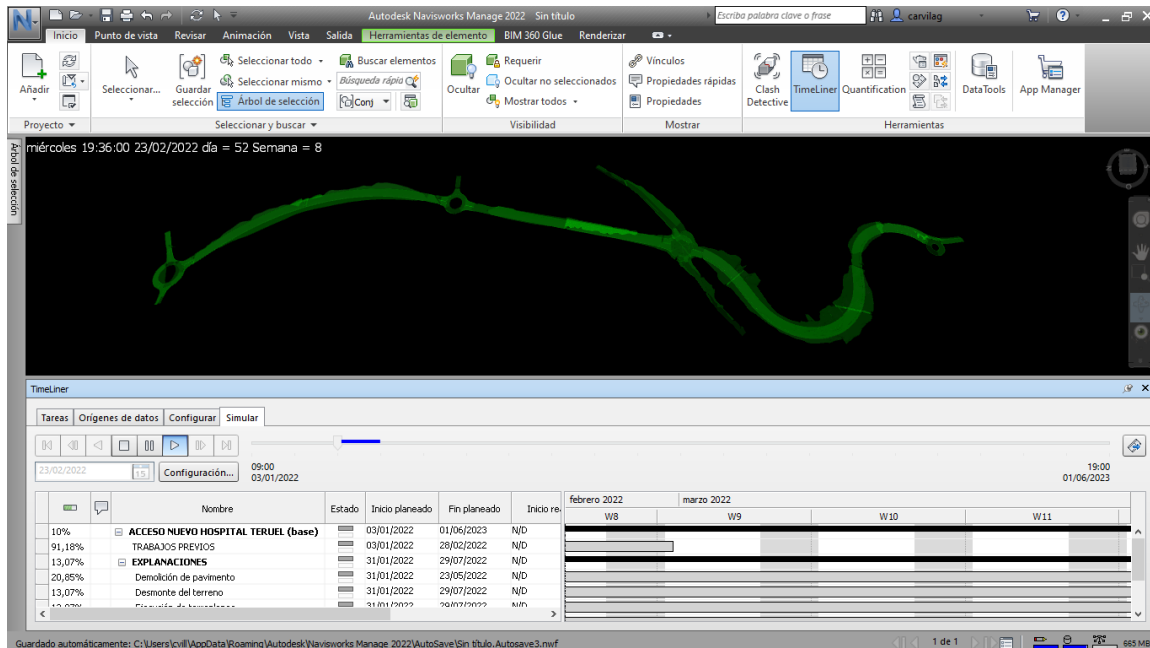


Figura 18. Simulación del avance temporal de las obras en Infraworks



También en este software informático BIM, se han extraído las cantidades y mediciones de los diferentes elementos que componen el proyecto a partir del modelo enlazado, con el objetivo de, además de poder conocer las mediciones parciales y totales de la obra, poder extraer un coste (Figura 19). Se han extraído dichas mediciones en una hoja de cálculo de Excel de forma automática (Figura 20).

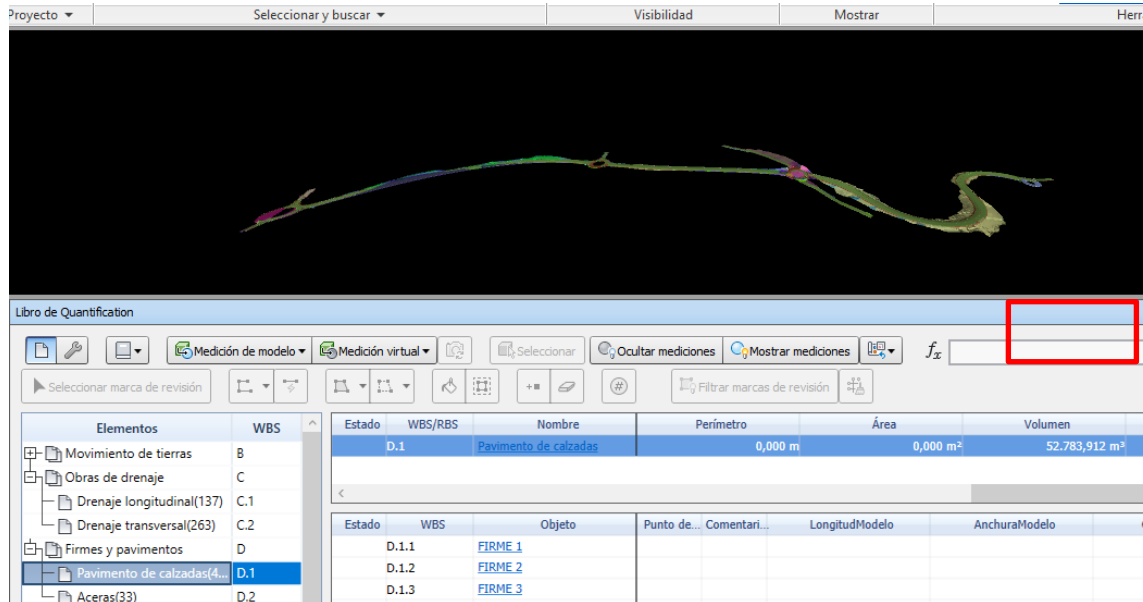


Figura 19. Cálculo de mediciones del proyecto con Navisworks

Elemento	Objeto	Área	Volumen	Vol	Número	Núri	CantidadPrimar	Car
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas	m²	52.783,912 m³	417,000 ea	52.783,912 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1	m²	7,572,916 m³	1,000 ea	7,572,916 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 2	m²	4,699,258 m³	1,000 ea	4,699,258 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 3	m²	6,024,430 m³	1,000 ea	6,024,430 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (2)	m²	42,229 m³	1,000 ea	42,229 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (3)	m²	38,582 m³	1,000 ea	38,582 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (4)	m²	117,398 m³	1,000 ea	117,398 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (5)	m²	171,181 m³	1,000 ea	171,181 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (6)	m²	132,782 m³	1,000 ea	132,782 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (7)	m²	154,000 m³	1,000 ea	154,000 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (8)	m²	144,911 m³	1,000 ea	144,911 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (9)	m²	125,739 m³	1,000 ea	125,739 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (10)	m²	113,556 m³	1,000 ea	113,556 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (11)	m²	161,166 m³	1,000 ea	161,166 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (12)	m²	134,820 m³	1,000 ea	134,820 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (13)	m²	126,016 m³	1,000 ea	126,016 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (14)	m²	582,830 m³	1,000 ea	582,830 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (15)	m²	644,089 m³	1,000 ea	644,089 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (16)	m²	464,347 m³	1,000 ea	464,347 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (17)	m²	153,411 m³	1,000 ea	153,411 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (18)	m²	63,085 m³	1,000 ea	63,085 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (19)	m²	63,049 m³	1,000 ea	63,049 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (20)	m²	943,608 m³	1,000 ea	943,608 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 2 (2)	m²	1,305,393 m³	1,000 ea	1,305,393 m³			
Firmes y pavimentos	Pavimento de calzadas FIRME 1 (21)	m²	64,427 m³	1,000 ea	64,427 m³			

Figura 20. Extracción de mediciones de la obra en Excel a través de Navisworks

Por último, y en forma de presentación y visualización final del proyecto, se ha realizado una simulación y animación real de la obra en su estado final mediante *Istram* realizando un recorrido en primera persona del trazado.

5. CASO DE ESTUDIO

En el presente capítulo se va a proceder a describir la situación de partida del trabajo, describir las características y elementos principales del proyecto y detallar con más profundidad la metodología particular de trabajo seguida para la elaboración del presente Trabajo Final de Máster.

Cabe añadir, tal y como se ha comentado anteriormente, que existen algunos pequeños detalles que, debido a una falta de perfeccionamiento del desarrollo de los softwares BIM para infraestructuras, no se han podido modelar. Estos detalles son insignificantes de cara al resultado y modelo final, como se comentará más adelante, y sirven de crítica constructiva para un mayor perfeccionamiento del desarrollo de softwares.

5.1 Antecedentes y situación de partida

Con fecha 10 de diciembre de 2019, se adjudica la redacción PROYECTO DE ACCESOS AL HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO.

5.1.1. Descripción de la obra

El vial proyectado por el que se accederá al futuro hospital de Teruel conecta la denominada Ronda de Barrios de la ciudad con el trazado de la carretera N-420a muy próximo a la rotonda de la autovía A-23 en su enlace denominado Teruel Centro (**Figura 21 y Figura 22**).

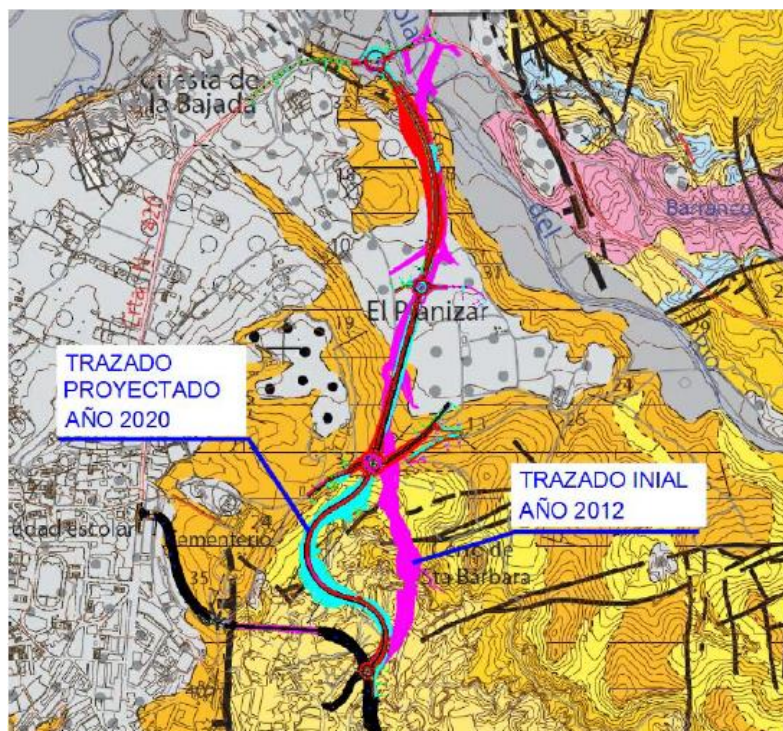


Figura 21. Trazado proyectado vista cartográfica. Fuente: Documento Nº1 del proyecto



Figura 22. Trazado aproximado desde vista satélite

El eje principal (2.206,84 m) tiene su origen en la rotonda (Arrabal-Carrel) que hay en la Avenida Manuel Pertegaz o Avda. conexión de barrios. A continuación, discurre por el paraje denominado localmente “Los Monotes” ascendiendo con una pendiente máxima del 6,12% hasta culminar en el punto más alto, proximo a la estación de tratamiento de agua potable de Teruel. En este punto se proyecta una rotonda por la que se accederá a las consultas externas al hospital y conectará con al final de la Avenida Alcañiz por el acceso al cementerio.

A partir de este punto se produce un cambio de pendiente, y el trazado discurre por la zona del futuro Hospital hasta llegar a la ladera de la margen izquierda del barranco del Río Seco; discurriendo a media ladera en este último tramo hasta conectar con la carretera N-420 a. Este tramo tiene una pendiente inicial del 6,17%, una intermedia del 0,74%, donde se ubica la rotonda de acceso a urgencias del hospital; y una pendiente final del 6%.

La sección tipo del vial principal presenta diferentes variantes, en función de la existencia de aceras en una no los márgenes o de arcenes. El eje principal tiene dos carriles de circulación de 3 m cada uno encada sentido de la marcha, separados por una mediana central de 2,20 m de anchura donde se proyecta una barrera de seguridad de hormigón tipo New Jersey.

5.1.2. Situación de partida: Documentos CAD

Tal y como se ha comentado, y se reitera debido a su importancia al ser la base del Trabajo Final de Máster, el presente trabajo parte de unos documentos en formato CAD (planos y presupuesto) para realizar la transformación de los mismos a un formato BIM empleando su metodología.

Para el desarrollo del trabajo y, concretamente, el modelado 3D de la obra, se ha partido del **DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS** del proyecto, es decir, la memoria del propio proyecto



y de los diferentes anejos necesarios para poder modelar el trazado, las obras de drenaje, el movimiento de tierras y la señalización, balizamiento y defensas.

Para la programación de los trabajos y la parte 4D de planificación, ha sido necesario recurrir al anejo de presupuestos para ver la descomposición de los trabajos realizados.

De forma resumida, los documentos que se han necesitado y han servido de base son los siguientes:

- *Memoria del proyecto*
- *Anejo 4: Climatología, Hidrología y Drenaje*
- *Anejo 7: Trazado geométrico*
- *Anejo 8: Movimiento de tierras*
- *Anejo 9: Firmes y pavimentos*
- *Anejo 13: Señalización, balizamiento y defensas*
- *Hoja de cálculo Arquímedes del presupuesto*

Estos documentos CAD que han servido de base para la realización del trabajo figuran en el **ANEJO 1: SITUACIÓN DE PARTIDA. DOCUMENTACIÓN CAD**. En este anejo figuran la gran mayoría de las hojas de los anejos empleados, aunque no en su totalidad debido a su gran extensión.

5.2 Desarrollo del trabajo

En el presente epígrafe se va a describir con detalle el procedimiento, el desarrollo del trabajo y la metodología BIM empleada de acuerdo a las dimensiones BIM comentadas en anteriores epígrafes, diferenciando particularmente en cada una de ellas los trabajos realizados y los softwares utilizados para la consecución de cada una de ellas.

Es importante recordar que el trabajo consiste en la transformación del proyecto “*Futuro acceso al nuevo hospital de Teruel*” en formato CAD a formato BIM, partiendo de documentos de este primer formato utilizando la metodología del segundo.

7.2.1. 3D: Modelo tridimensional

Se ha generado, a partir de documentos técnicos y sobre todo de los planos existentes del proyecto que figuran en el capítulo de **ANEJOS**, un modelo virtual tridimensional en el cual se plasman todos los elementos de la obra con su descripción, posición y geometría real y dimensiones. Este modelo, posteriormente, ha sido exportado a otros programas o softwares de otras especialidades o ámbito para complementar el desarrollo y gestión de la infraestructura verificando que se cumplen las normativas vigentes específicas.

La modelización 3D del proyecto se ha llevado a cabo mediante el software **Istram**, posiblemente el más desarrollado y completo para el modelo 3D de obras lineales de carreteras y proyectos viarios completos.

En la imagen siguiente (**Figura 23**), se puede observar de forma general el modelo tridimensional del proyecto del “*Futuro acceso al nuevo hospital de Teruel*” desde una vista 3D, en el cual se ha modelado el propio trazado del vial de acuerdo a la morfología de terreno existente, incluyendo tanto la señalización vertical como horizontal y balizamiento y defensas que permite el propio software, y las obras de drenajes longitudinal y transversal.

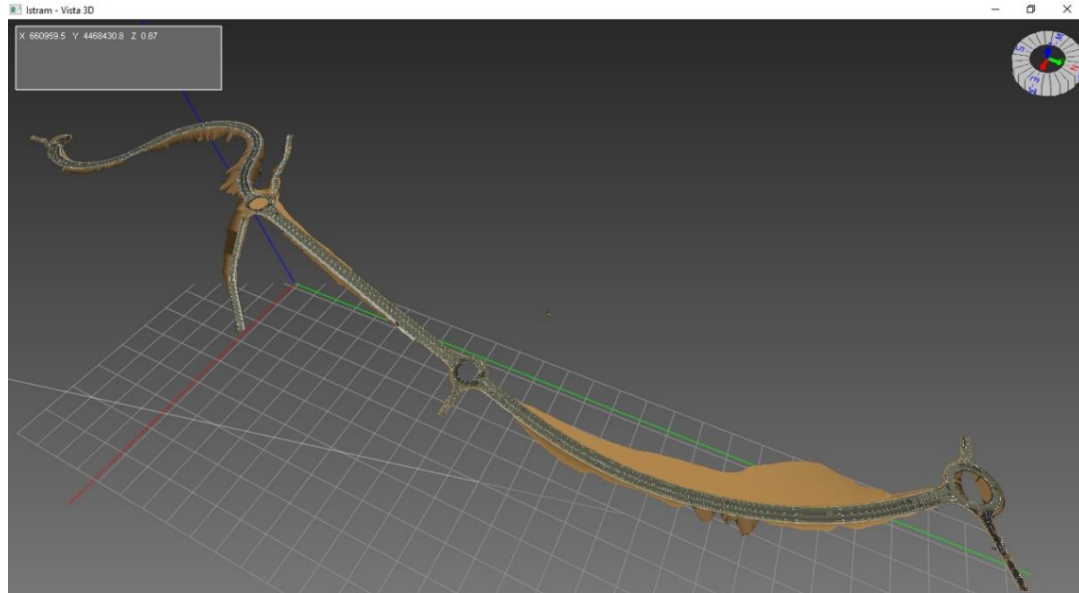


Figura 23. Modelo tridimensional del proyecto “*Futuro acceso al nuevo hospital de Teruel*”

El proyecto del “*Futuro acceso al nuevo hospital de Teruel*”, tal y como se ha descrito anteriormente, está formado, de forma general, por un tronco principal, 4 glorietas y 4 salidas y entradas que conectan sendas glorietas con el tronco principal (**Figura 24**).

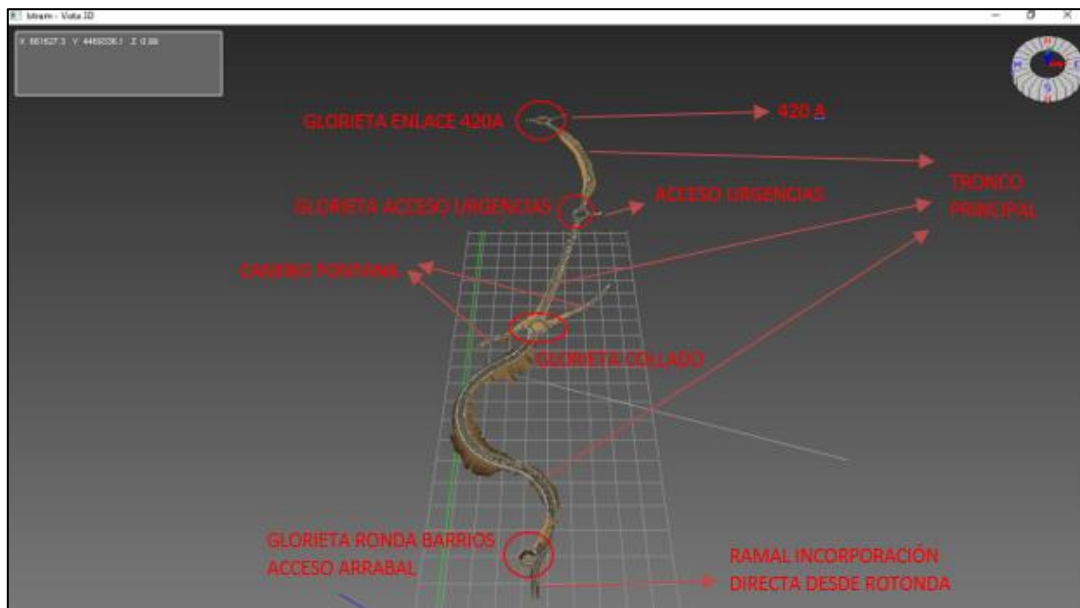


Figura 24. Modelo tridimensional con la identificación de las diferentes partes que lo componen



A continuación, se adjuntan capturas del modelado de las diferentes partes a modo de ejemplos:

Ramal de incorporación directa desde rotonda barrios

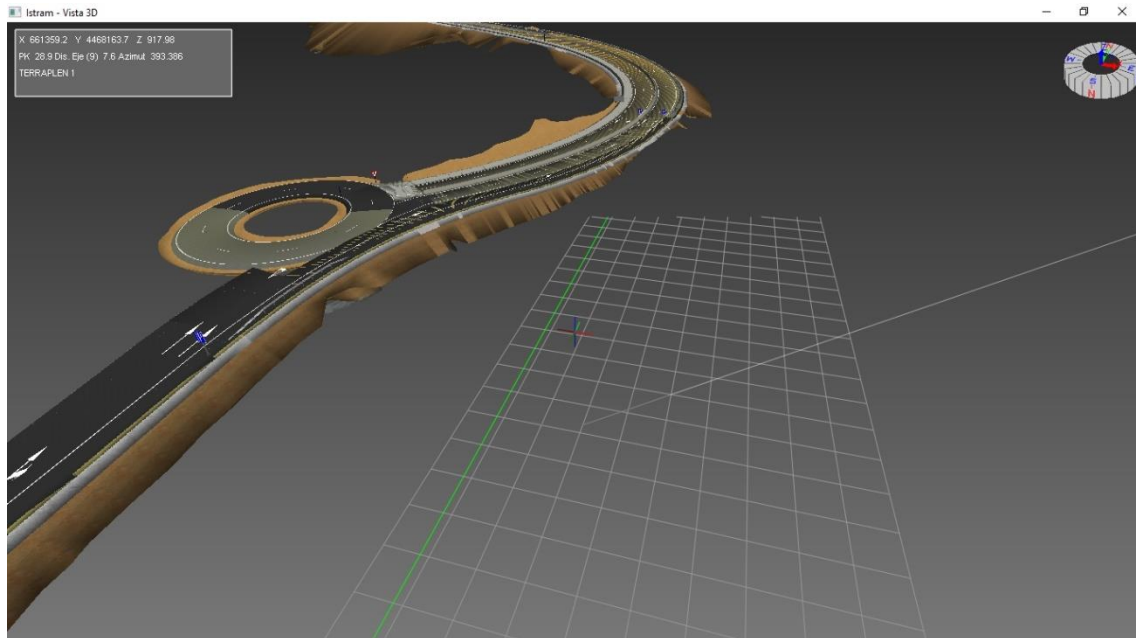


Figura 25. Modelado del ramal de incorporación directa desde rotonda barrios

Glorieta Ronda Barrios acceso Arrabal

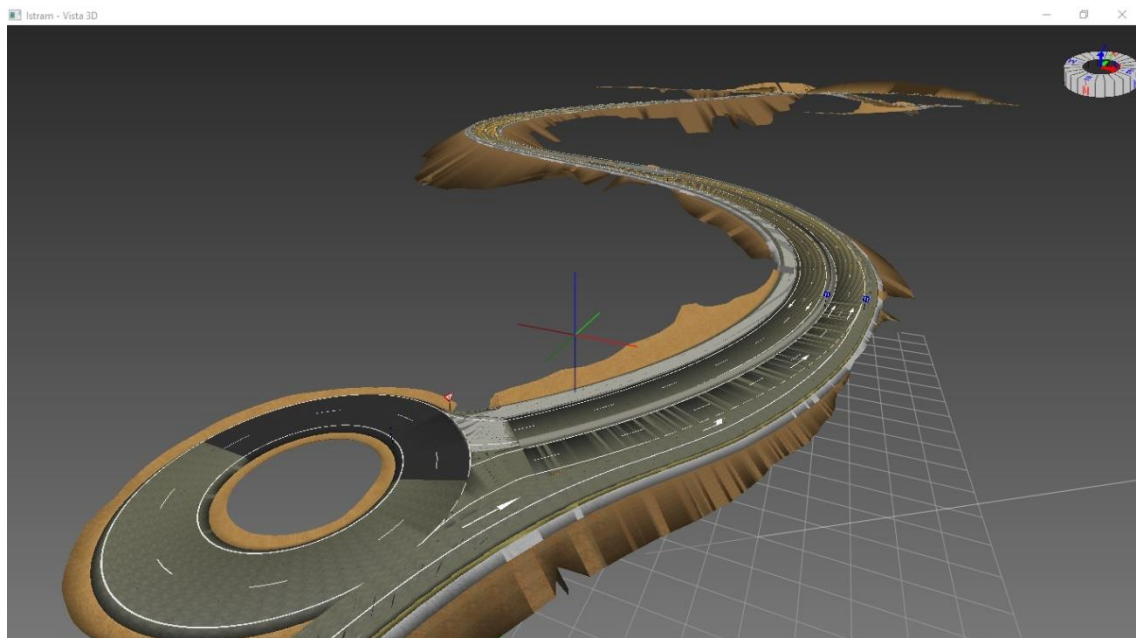


Figura 26. Modelado de la glorieta Ronda Barrios acceso Arrabal



Tronco principal

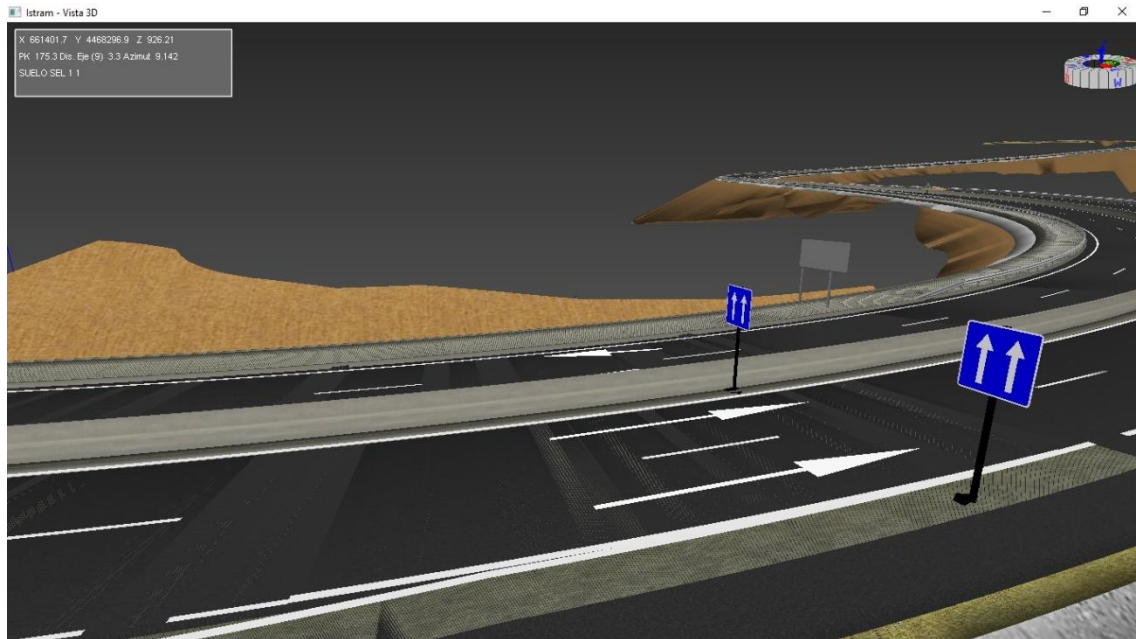


Figura 27. Modelado del tronco principal

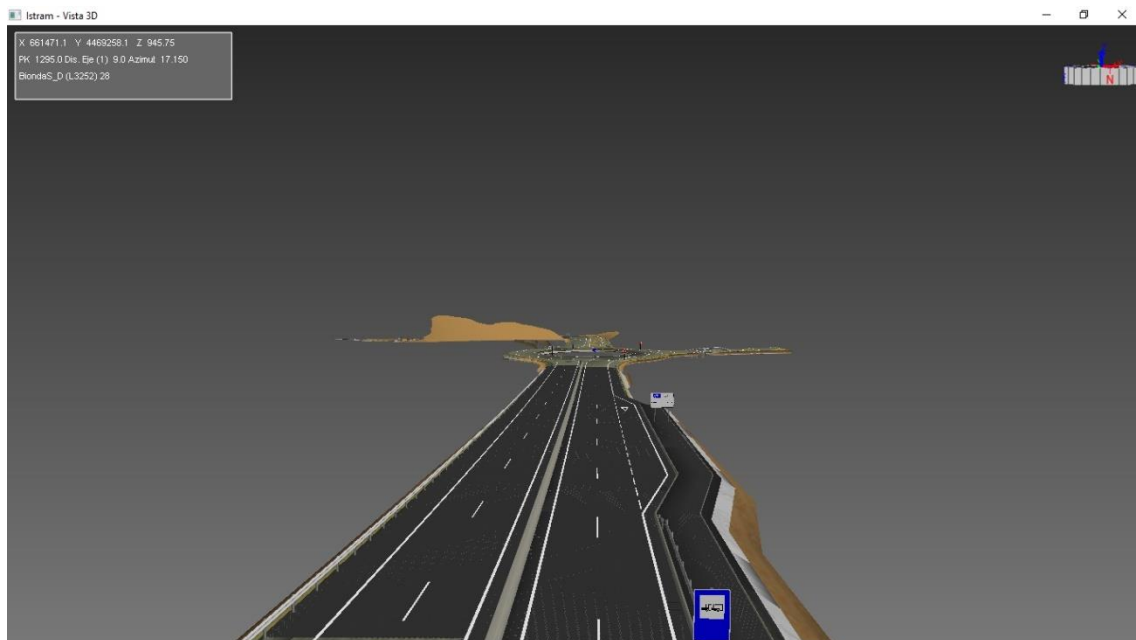


Figura 28. Modelado del tronco principal



Glorieta Collado + Camino Fontana

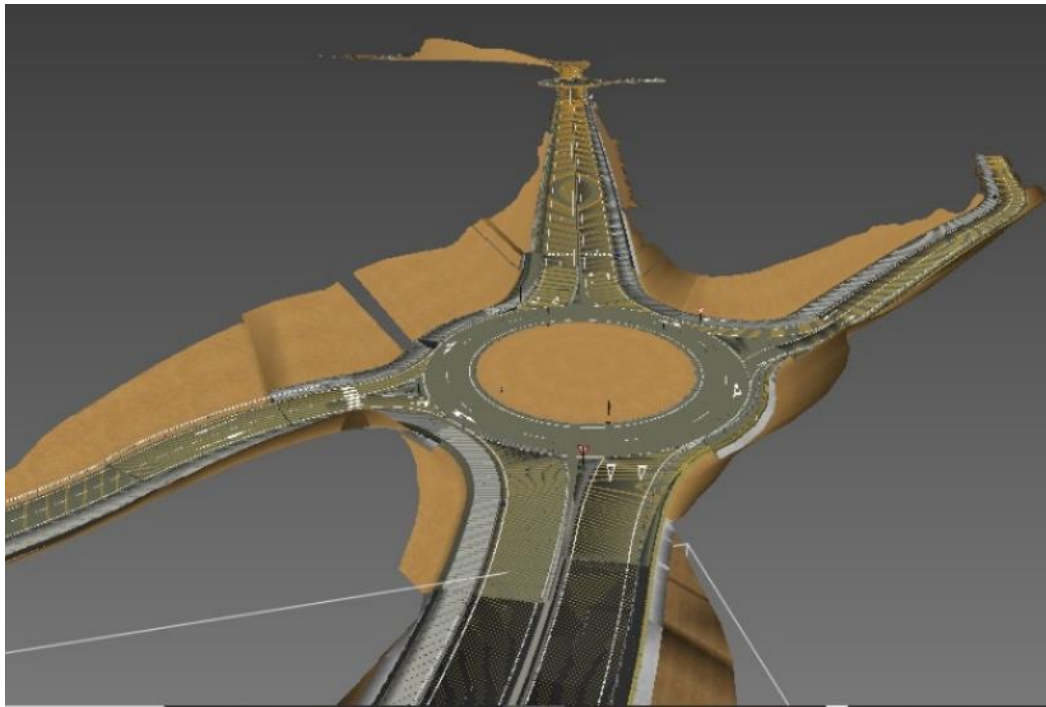


Figura 29. Modelado de Glorieta Collado y Camino Fontana

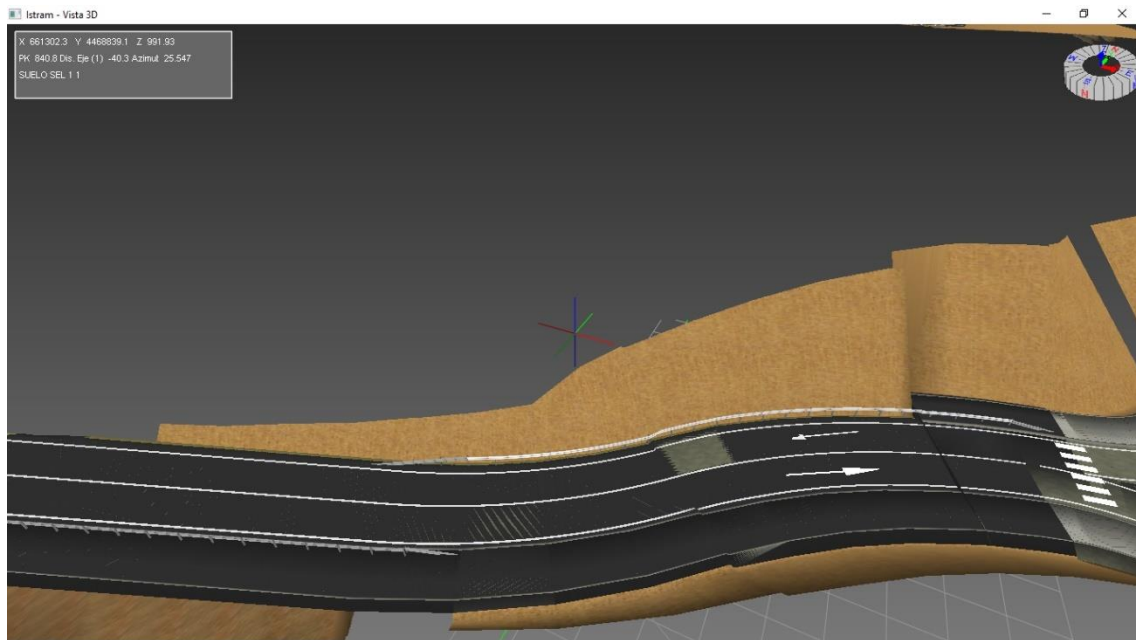


Figura 30. Modelado de Camino Fontana



Glorieta Acceso Urgencias + Acceso Urgencias

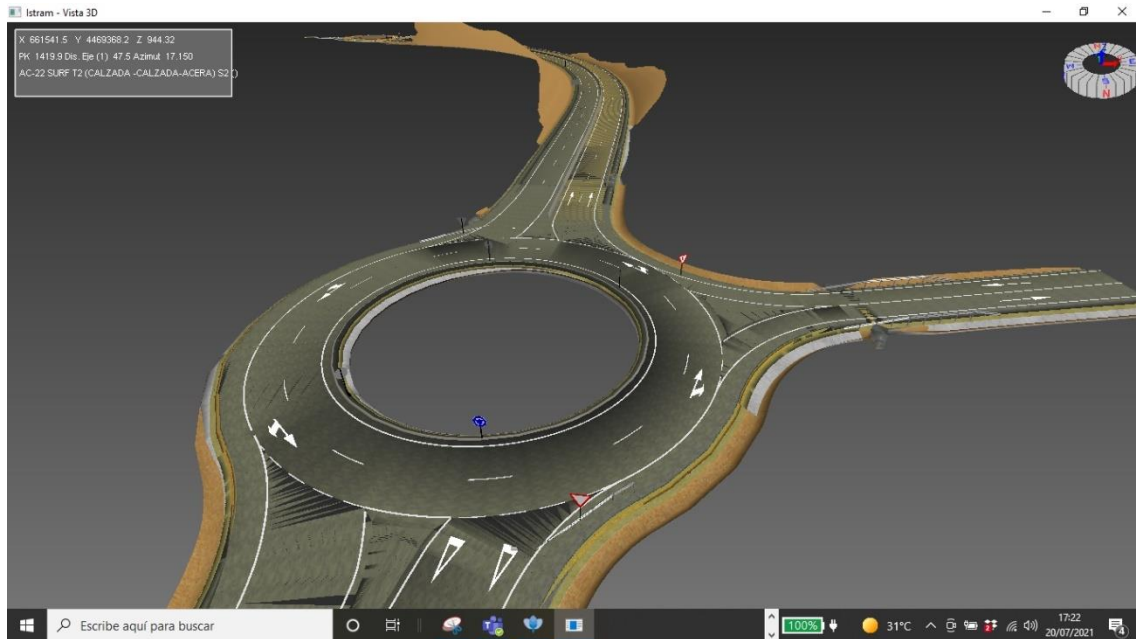


Figura 31. Modelado Glorieta Acceso Urgencias y Acceso Urgencias

Glorieta enlace 420A y 420ª

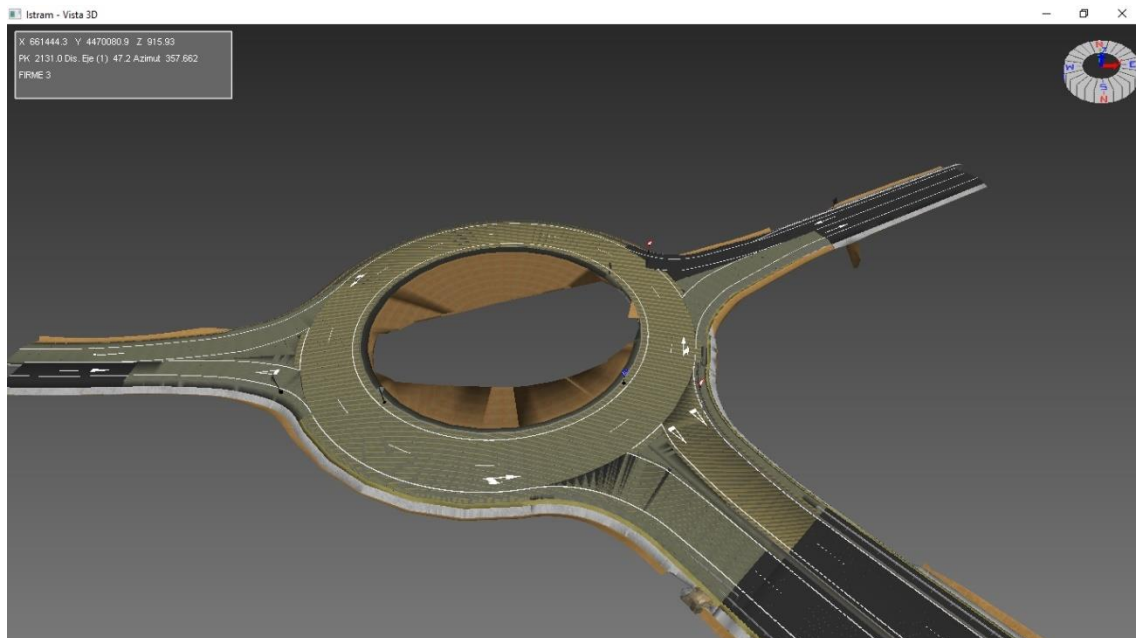


Figura 32. Modelado Glorieta enlace 420A y 420ª

A continuación, se van a detallar los procedimientos y diferentes fases que conforman el diseño del modelado 3D del proyecto.

TOPOGRAFÍA

En primer lugar, antes de todo, se ha configurado el sistema de coordenadas (ETRS 89) y se ha descargado desde el CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica) la topografía de la ubicación donde se localiza el proyecto y la nube de puntos de la misma (**Figura 33**) para poder encuadrar el modelo en su lugar concreto.



Figura 33. Centro de Descargas CNIG. Fuente: CNIG

La nube de puntos permite obtener un modelo digital del terreno y la representación tridimensional de la superficie y elementos del mismo, de manera que el terreno queda definido y representado en el modelo y se definen las curvas de nivel que lo conforman con sus cotas correspondientes (**Figura 34**).

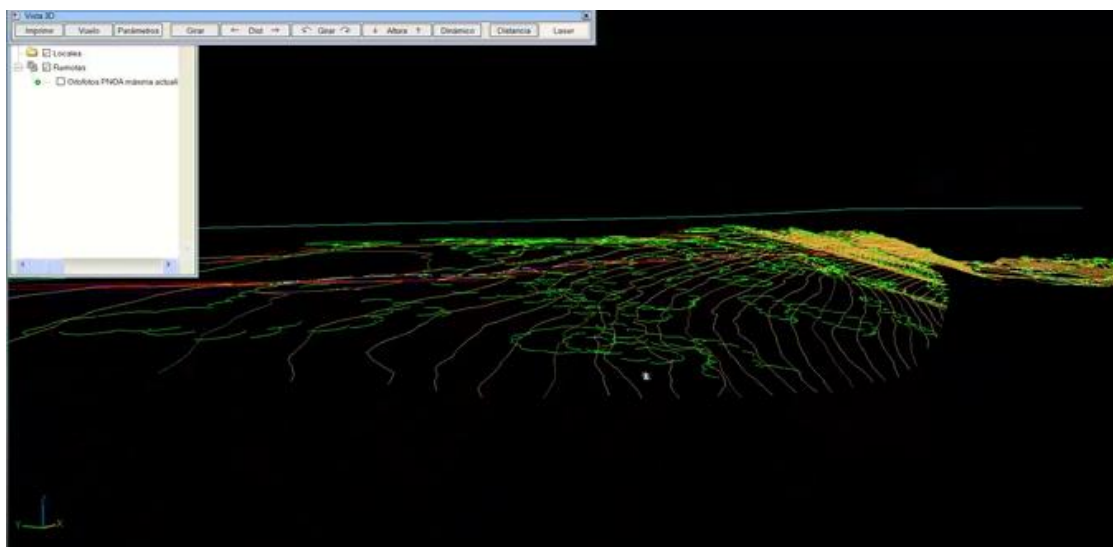


Figura 34. Curvas de nivel tridimensionales

En las siguientes imágenes (**Figura 35** y **Figura 36**), respectivamente, se puede observar el modelo digital del terreno con las curvas de nivel, tanto al inicio sin el modelado del proyecto como al final del mismo.

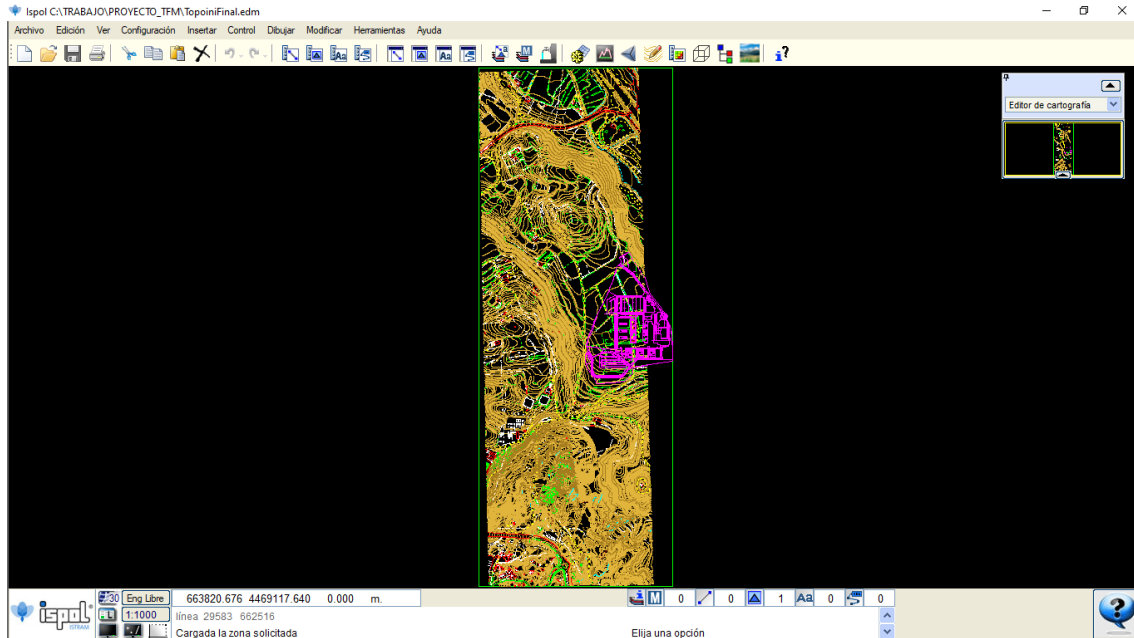


Figura 35. Modelo digital del terreno con las curvas de nivel a priori de la modelización

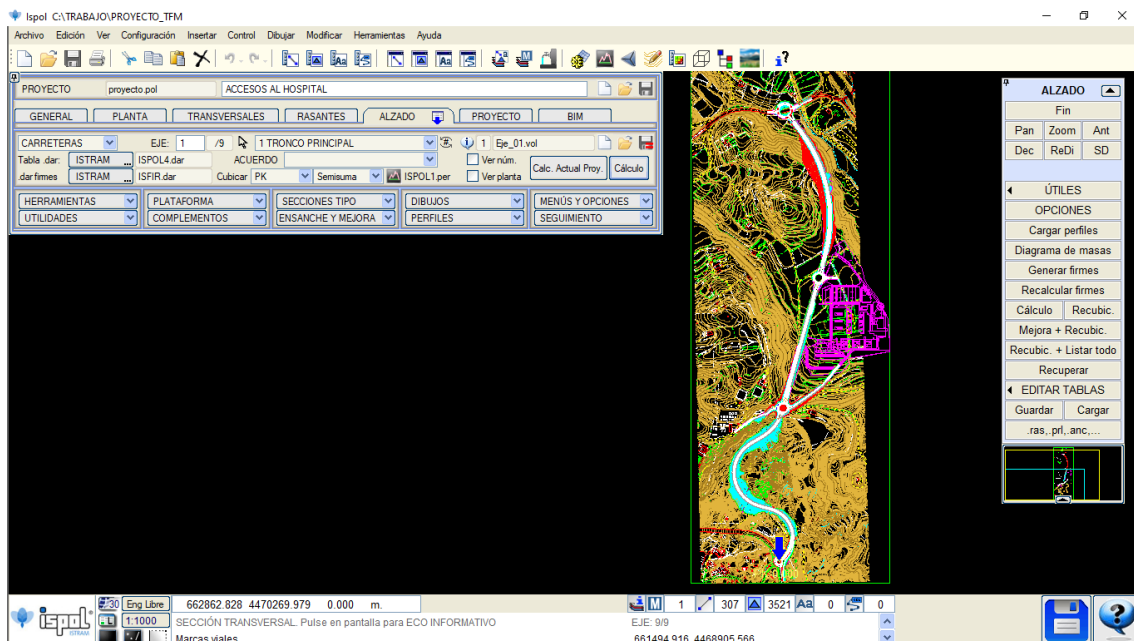


Figura 36. Modelo digital del terreno con las curvas de nivel con el modelado completo del proyecto



A continuación, al tratarse de una obra viaria, hay que definir la normativa que va a regular y permitir el correcto diseño del trazado del proyecto (**Norma Española 3.1 IC 2016 (Grupos I II y III) revisión 2016**), de manera que éste se va a adecuar a dicha legislación. Además, hay que definir la tipología de carreteras que se van a diseñar, ya que cada una de ellas lleva asociada unas características y normativa particular (**Figura 37**), así como el número de carriles y ancho, principalmente. La tipología de carreteras para este proyecto es **Carreteras de C90-C40 (Grupo III)**.

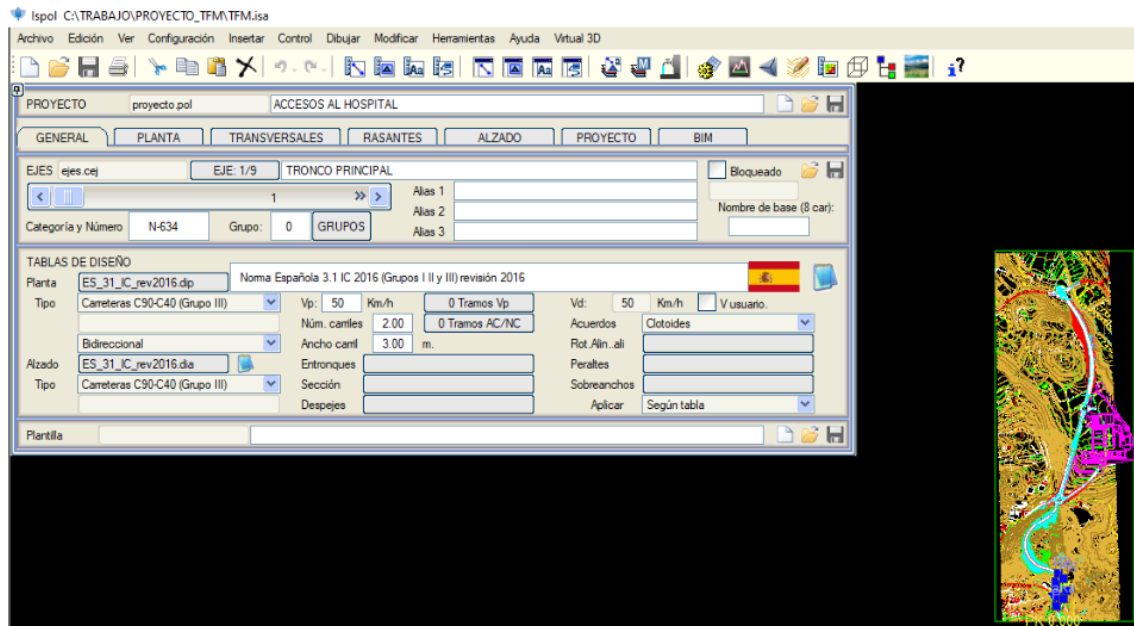


Figura 37. Asignación de la normativa vigente y tipología de carreteras

PLANTA

A continuación, para definir la planta, se han introducido el conjunto de alineaciones que definen la obra lineal. Concretamente, una sucesión de alineaciones rectas, curvas y clotoides que definen el trazado en planta de la obra lineal (**Figura 38**).

Una vez finalizada la generación de las alineaciones, el programa permite la comprobación de forma automática de las mismas de acuerdo con la normativa vigente establecida, de manera que los errores, imprecisiones o incongruencias geométricas se detectan y se corrigen hasta que se satisface y cumple correctamente la normativa.

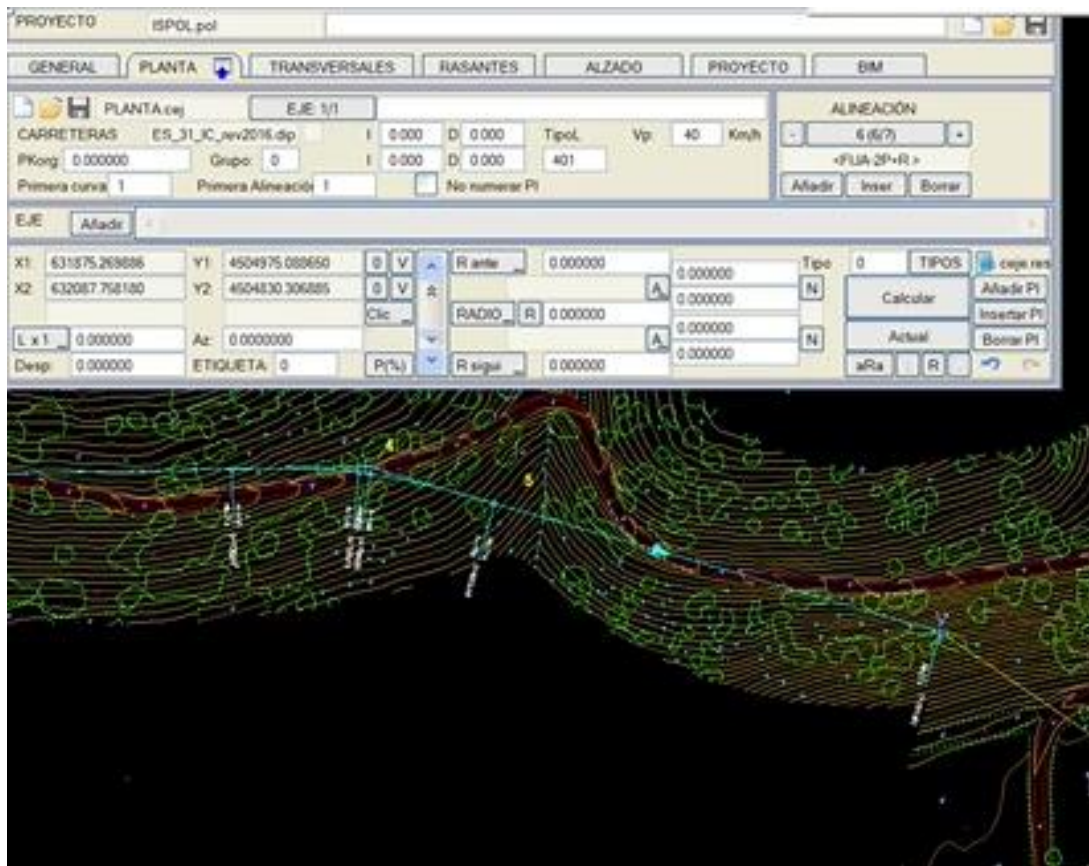


Figura 38. Definición de alineaciones en planta del trazado

PERFILES TRANSVERSALES

Una vez definido el eje en planta se ha procedido a definir los perfiles transversales del trazado, definiendo las equidistancias de los perfiles (**Figura 39**).

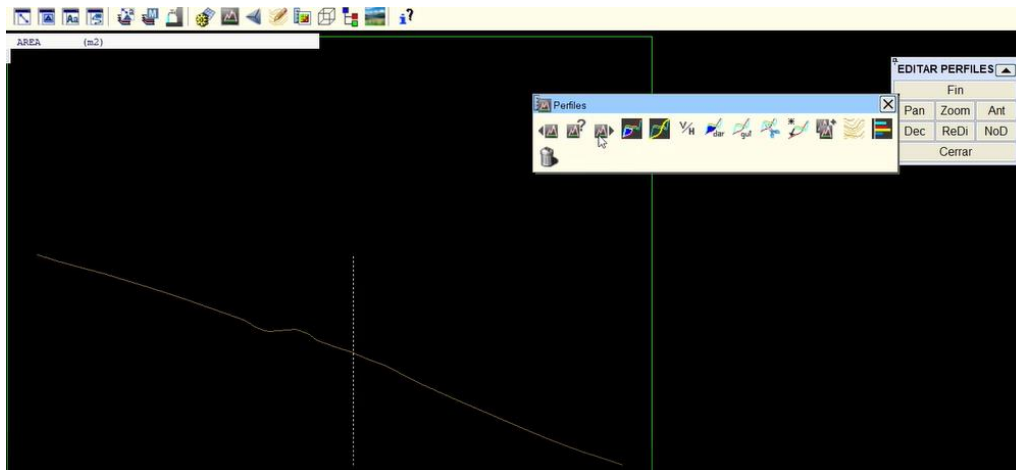


Figura 39. Definición de perfiles transversales: Ejemplo de un perfil transversal del trazado

RASANTES

Una vez generado los perfiles de la obra lineal se procede a introducir las rasantes del perfil del trazado adecuándolas al perfil del terreno lo mejor posible (**Figura 40**). Hay que tener en cuenta, para ello, las limitaciones de normativa en función de la tipología de carretera en cuanto a las pendientes (del 7-10% en Carreteras C90-C40).

De forma análoga al eje en planta, una vez finalizada la generación de las rasantes, es posible comprobar si se adecúa a la normativa y modificarlas donde no se verifique.

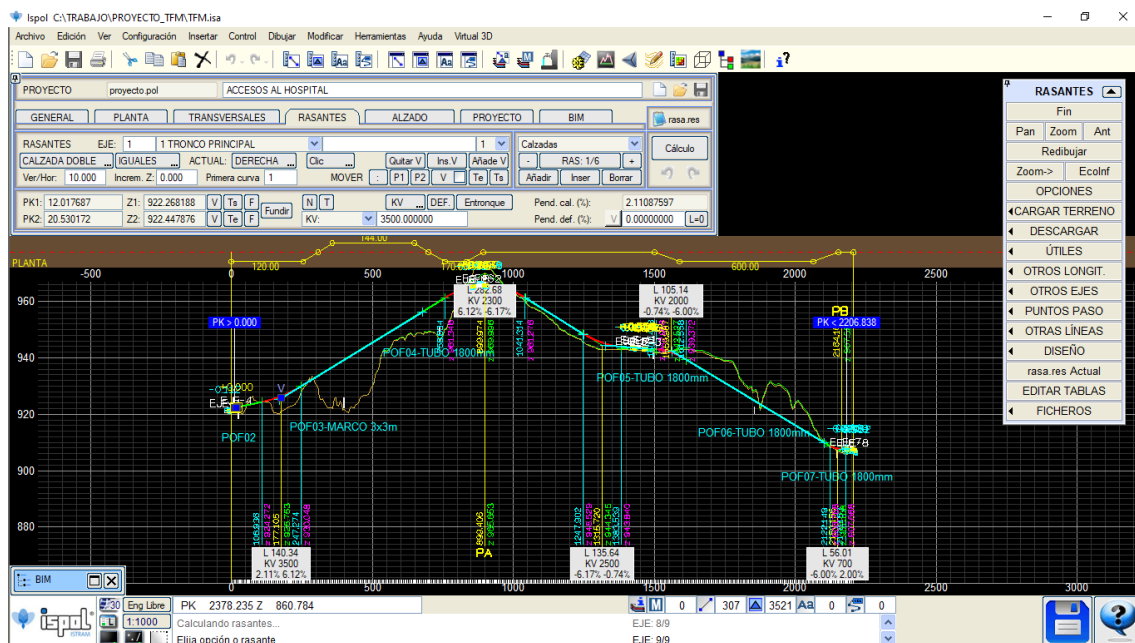


Figura 40. Ejemplo de rasantes del tronco principal del trazado

ALZADO

Consiste en la definición de la sección transversal del trazado. Para ello, se definen las secciones tipo que conforman el trazado de la obra lineal y los criterios y características que las definen dentro de las limitaciones de la normativa: ley de anchos, peraltes, arcenes y calzadas auxiliares y los desmontes y terraplenes (firmes, cunetas, bermas, y desmontes de tierra).

Para ello, como se ha comentado, se hace alusión al *Anejo 07: Trazado geométrico* y a los planos de secciones tipo (**Figura 41** y **Figura 42**).

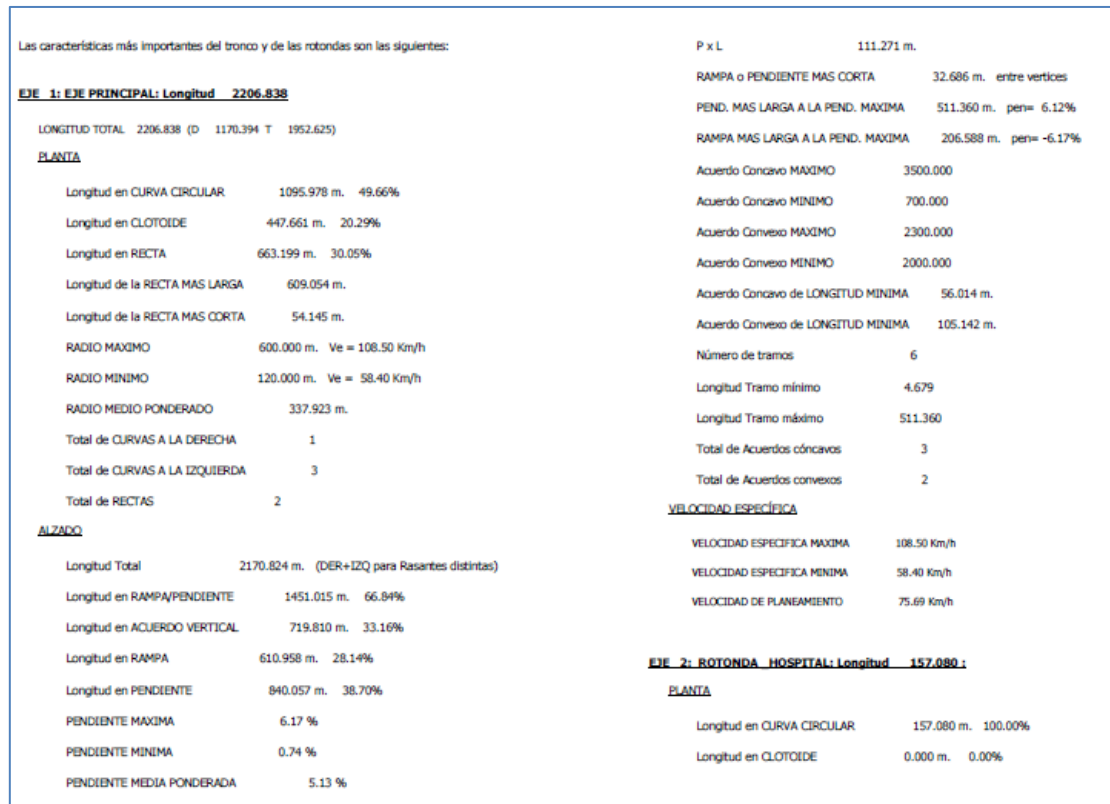


Figura 41. Características geométricas para la definición del trazado

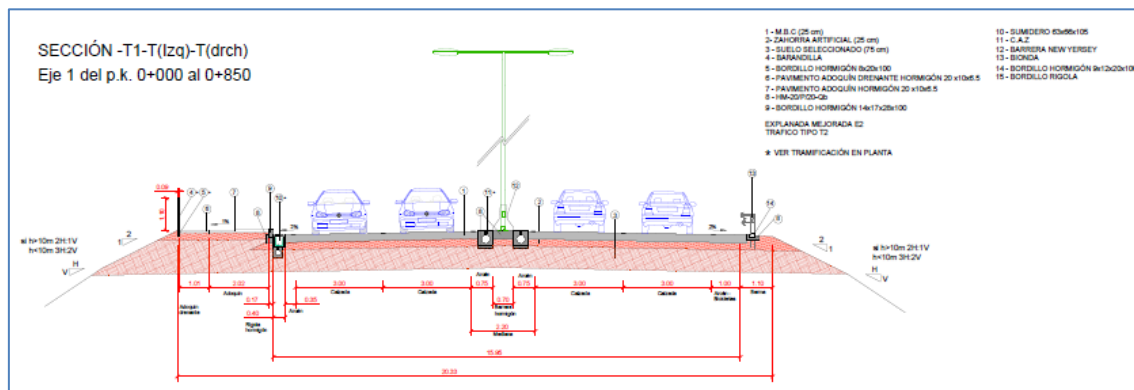


Figura 42. Secciones tipo

A continuación, se definen los paquetes de firmas, definiendo los elementos que lo definen y sus dimensiones geométricas y donde se han de aplicar (**Figura 43**).

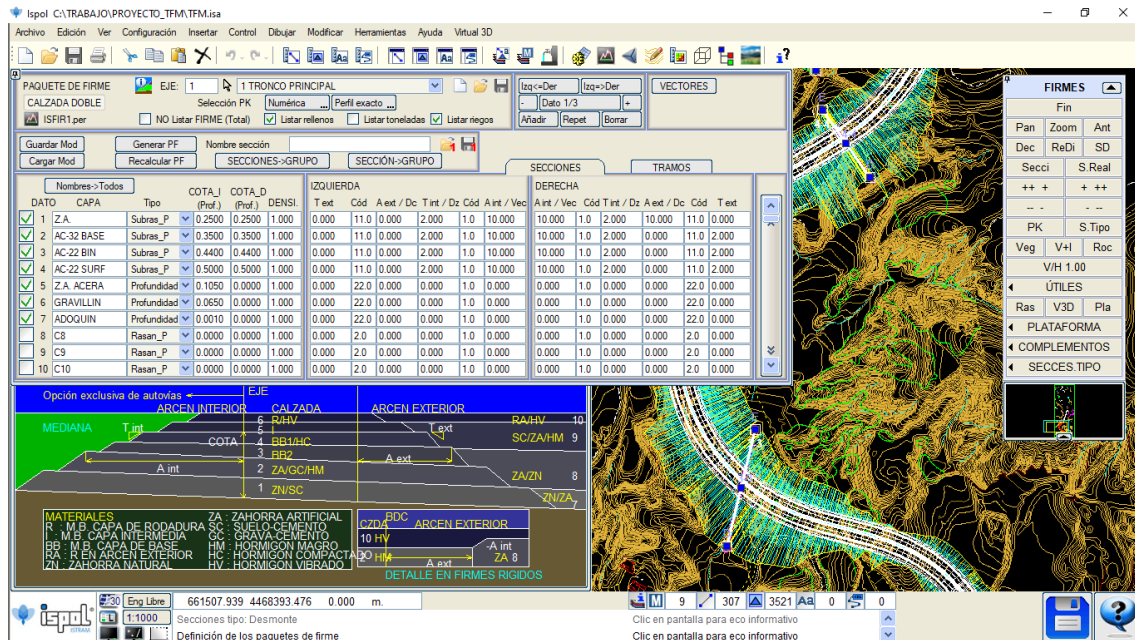


Figura 43. Definición del paquete de firmas

El alzado es la parte más compleja de definir del modelo debido a su variedad de parámetros, condicionantes, características y elementos a dimensionar. Además de la definición de los parámetros anteriores, se han definido los bordillos, aceras, las obras de fábrica que conforman tanto el drenaje longitudinal como el drenaje transversal, las defensas y balizamientos y la señalización, tanto horizontal como vertical, de acuerdo a lo estipulado en los documentos correspondientes del proyecto.

Para el diseño del trazado, hay que hacer lo propio, según convenga, para todas las partes (ejes) del trazado, tanto para el tronco principal como para las glorietas y demás caminos y salidas o entradas de las glorietas.

▪ BORDILLOS Y ACERAS

A continuación, se muestra la tabla de definición de los bordillos (**Figura 44**) y un ejemplo del modelado de los bordillos y aceras en el diseño final (**Figura 45**).

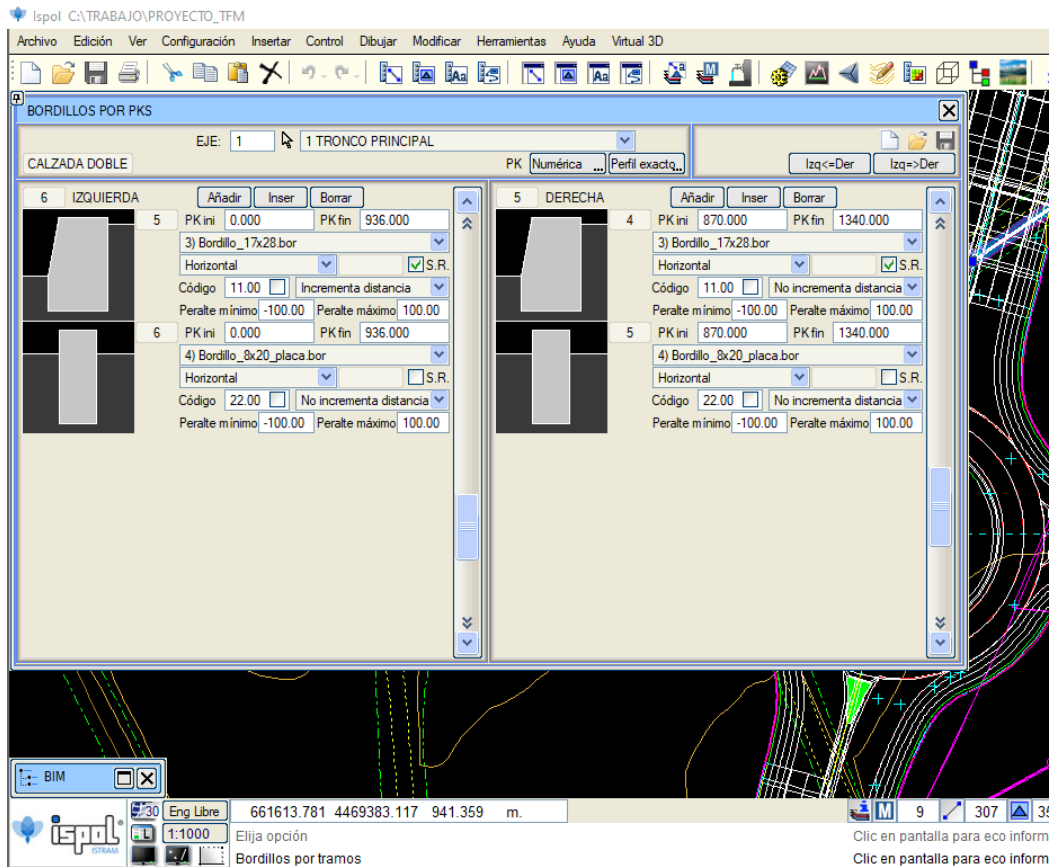


Figura 44. Definición de la tabla de bordillos (ejemplo)

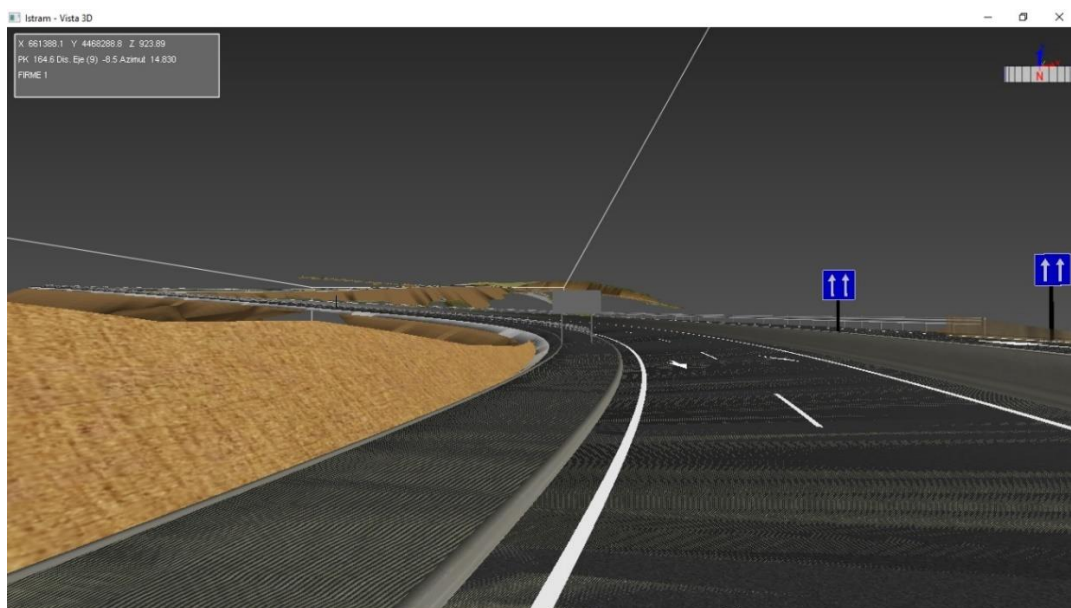


Figura 45. Visualización del modelado de bordillos y aceras

▪ DRENAJE

Se distingue entre drenaje longitudinal y drenaje transversal.

➤ Drenaje longitudinal

La definición del drenaje longitudinal se ha fundamentado en la modelización de los caz y los sumideros, de acuerdo a lo establecido en el *Anejo 04 de Climatología, hidrología y drenaje* del proyecto (Figura 46). Son los elementos de recogida y conducción de agua de la carretera para su canalización.

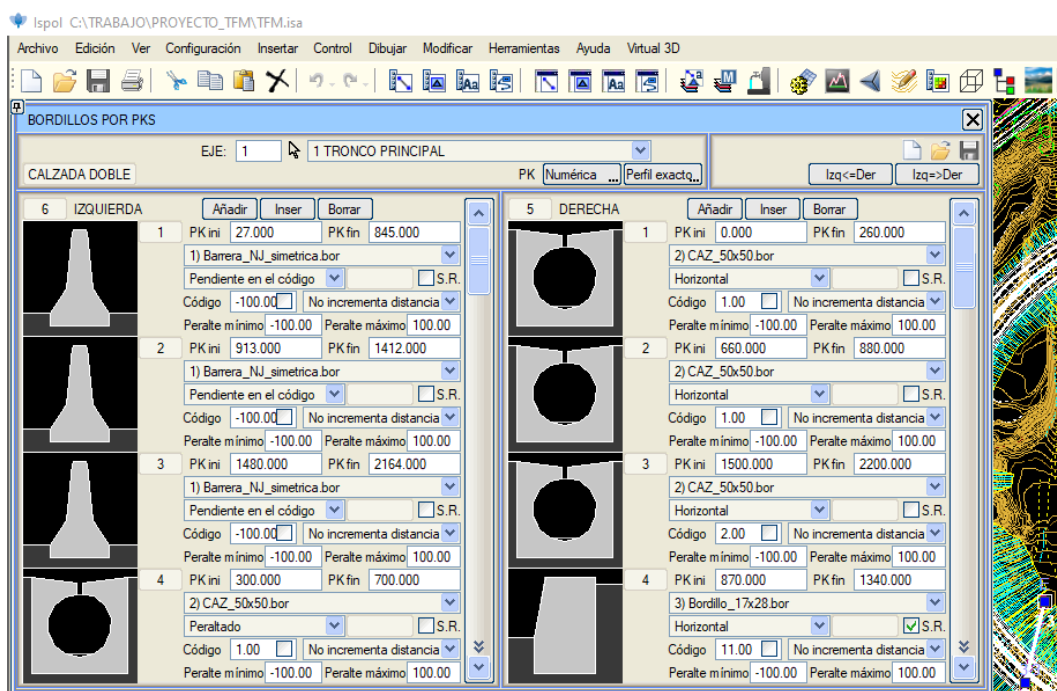


Figura 46. Diseño de caz en Istram

P.K.	Lado (Calzada dcha.)	Q max. (l/s)	Drenaje	Capacidad absorción caz (l/s)	Pendiente mínima (m/m)	Capacidad Hidráulica (l/s) caz D=300 mm
0-260	Izquierda	100	Caz (mediana)	364	0,02	86
660-880	Izquierda	50	Caz (mediana)	308	0,06	150
P.K.	Lado (Calzada izq.)	Q max. (l/s)	Drenaje	Capacidad absorción caz (l/s)	Pendiente mínima (m/m)	Capacidad Hidráulica (l/s) caz D=300 mm
300-700	Derecha	160	Caz (mediana)	560	0,06	150
P.K.	Lado (Calzada dcha.)	Q max. (l/s)	Drenaje	Capacidad absorción caz (l/s)	Pendiente mínima (m/m)	Capacidad Hidráulica (l/s) caz D=300 mm
1+500 - 2+200	Izquierda	260	Caz (Junto mediana)	308	0,06	150

Figura 47. Tabla de caz proyectados en el proyecto: Anejo 04 de Climatología, hidrología y drenaje

Existen 4 cazes, tres en el carril derecho y uno en el carril izquierdo. A continuación, se observa un ejemplo de caz modelado en el interior del carril derecho en el PK 0+660 (**Figura 48** y **Figura 49**).

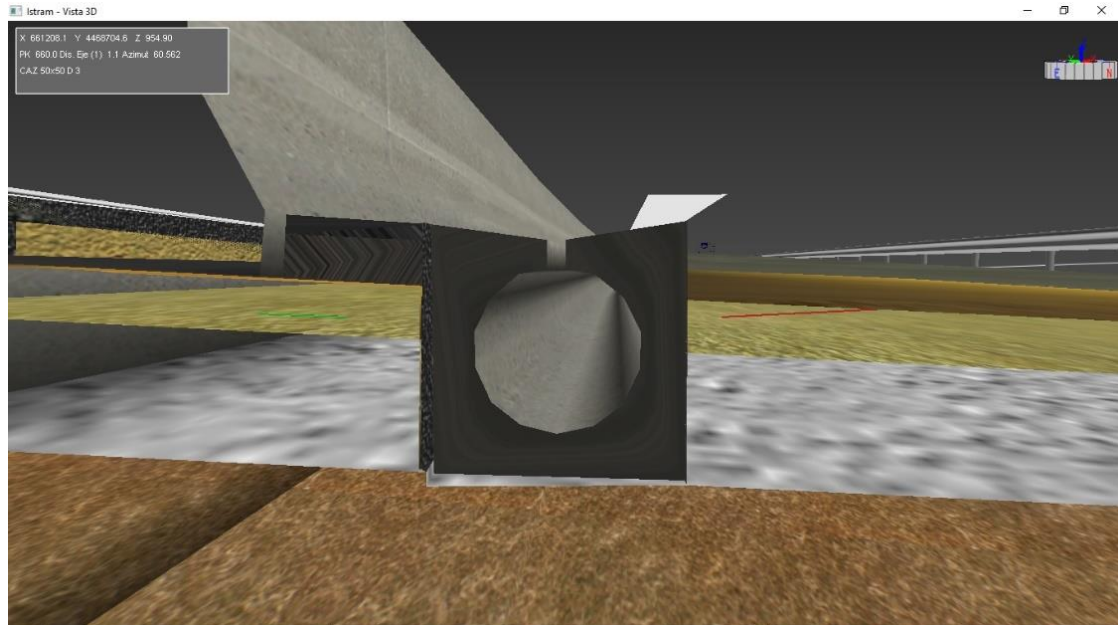


Figura 48. Ejemplo de caz en el PK 0+660

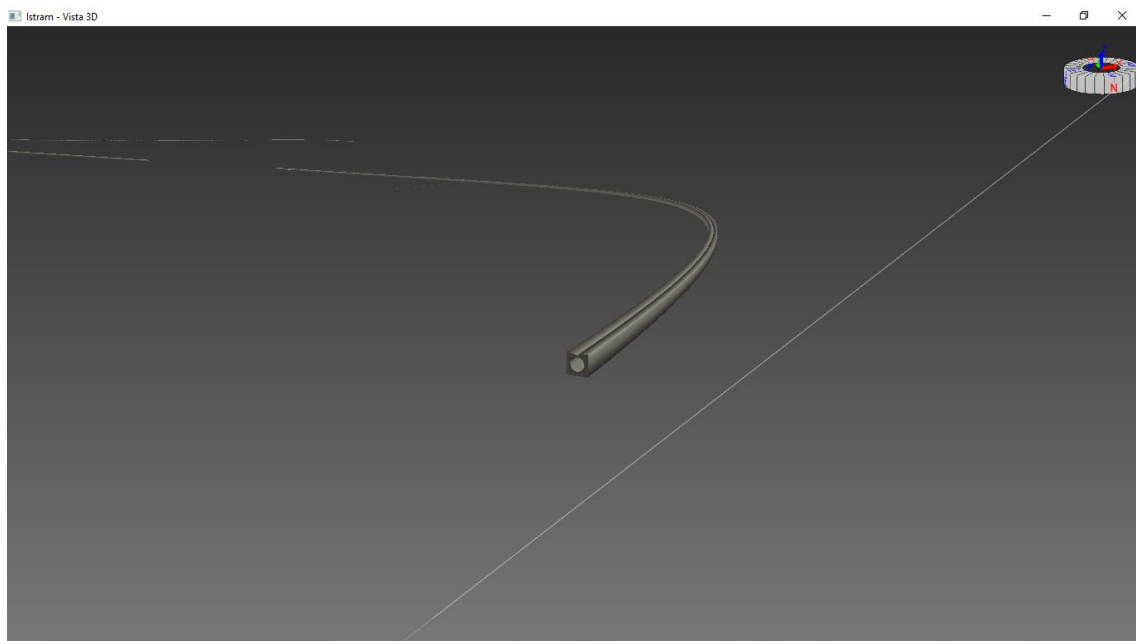


Figura 49. Ejemplo de caz del proyecto

En cuanto a los sumideros, existen un total de 53 separados cada 18m, ubicándose 24 de ellos en la calzada izquierda y 29 en la calzada derecha (**Figura 50**).

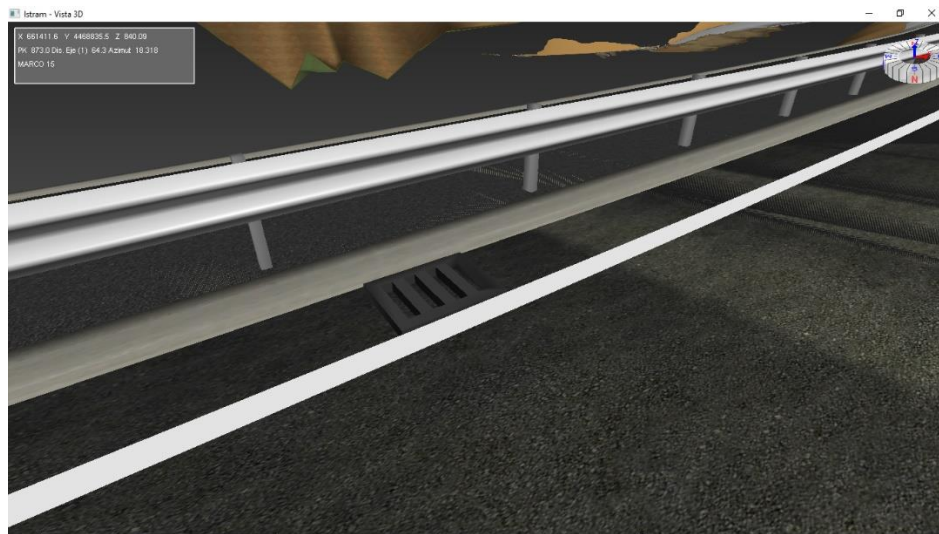


Figura 50. Ejemplo de sumidero en calzada izquierda

➤ **Drenaje transversal**

En referencia al drenaje transversal, se han modelado las 9 ODT (Obras de Drenaje Transversal) que conforman el proyecto (**Figura 51** y **Figura 52**), ya que las bajantes, de momento, no se pueden modelar en el programa. Se tratan de 8 obras con tubo conector entre la embocadura y el desagüe y 1 donde la unión es mediante un marco.

OBRA (Número/Tipo)	NOMBRE	EMBOCADURA / DESAGÜE			Pendi	ESVIAJES	
		X	Y	Z		Longitud	áng./PK
1	POF01-MARCO DE 2x2m	E 661362.286	4468196.671	917.500	-5.66 %	0.0000	0
	POF01.OBF	D 661352.299	4468186.686	916.700	11.140	0.000	
2	POF02	E 661345.477	4468236.956	919.000	-2.99 %	89.8927	1
	POF02.OBF	D 661371.917	4468216.407	918.000	29.400	24.603	
3	POF03-MARCO 3x3m	E 661205.660	4468518.635	925.600	-7.67 %	-130.1894	1
	POF03.OBF	D 661183.605	4468427.866	918.435	84.658	398.241	
4	POF04-TUBO 1800mm	E 661258.182	4468767.923	951.000	-8.21 %	98.5203	1
	POF04.OBF	D 661284.968	4468715.209	945.721	58.476	737.522	
5	POF05-TUBO 1800mm	E 661497.809	4469441.686	940.000	-0.71 %	44.9203	1
	POF05.OBF	D 661532.714	4469465.350	939.700	36.171	1495.672	

Figura 51. Diseño de las obras de drenaje transversal

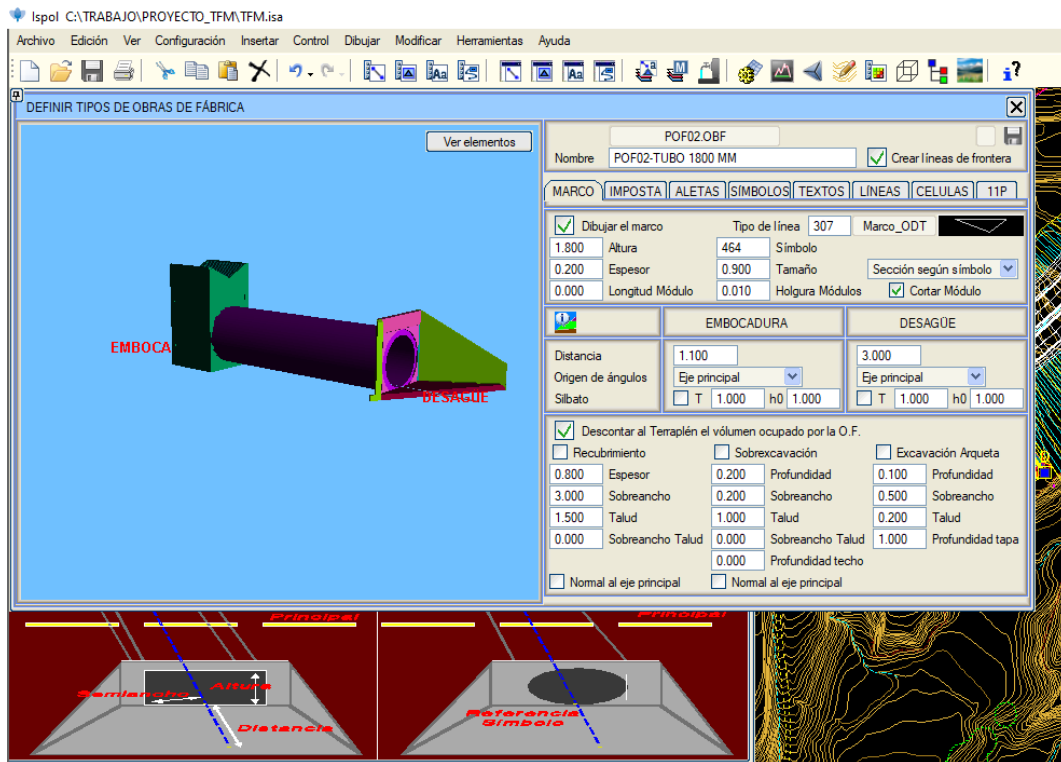


Figura 52. Detalle del modelado de las obras de drenaje transversal

A continuación, se muestran cada una de las obras de drenaje transversal modeladas.

❖ ODT 2-2

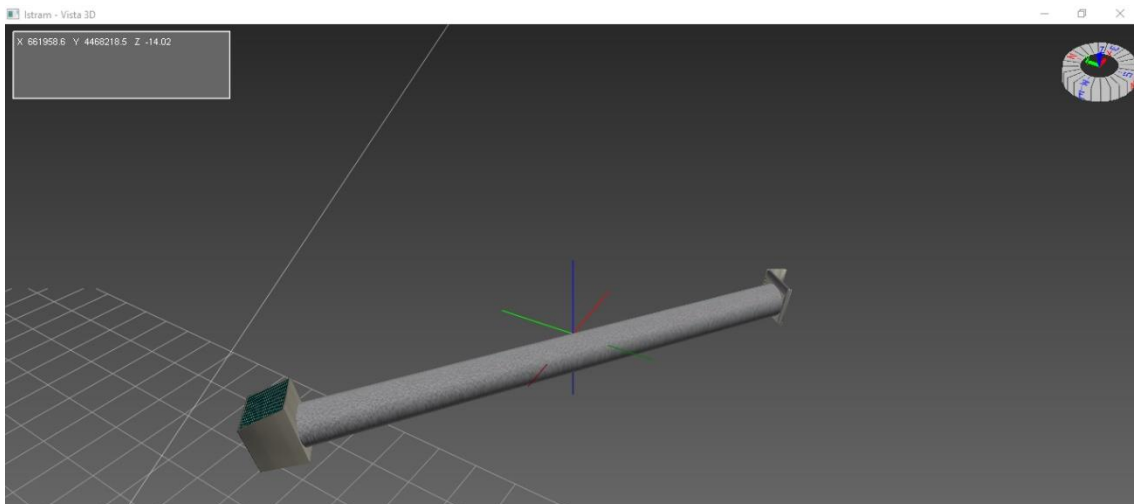


Figura 53. ODT 2-2



❖ ODT 3-3

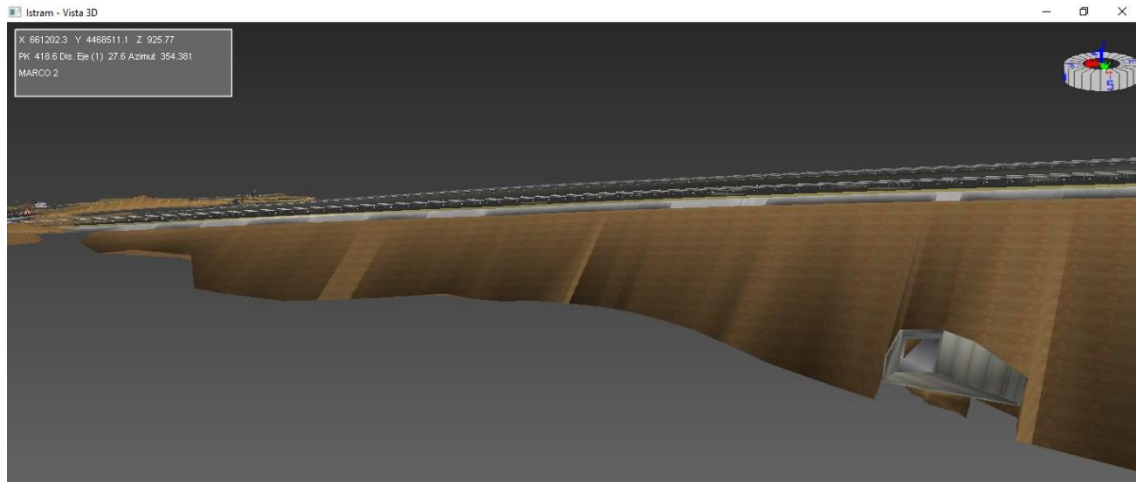


Figura 54. Embocadura ODT 3-3

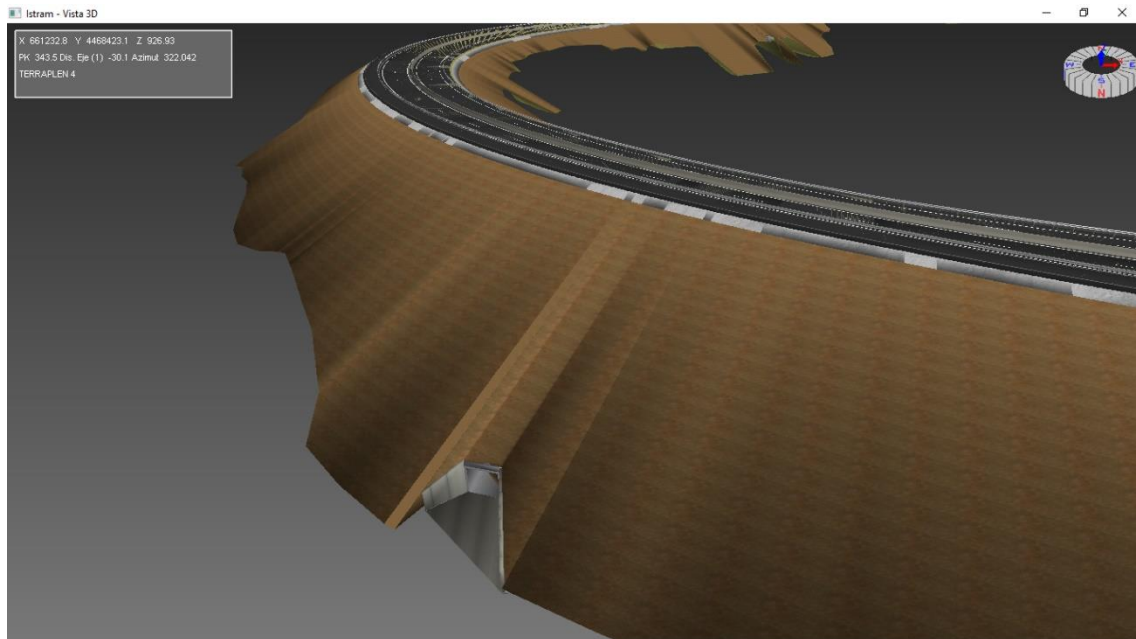


Figura 55. Desembocadura ODT 3-3

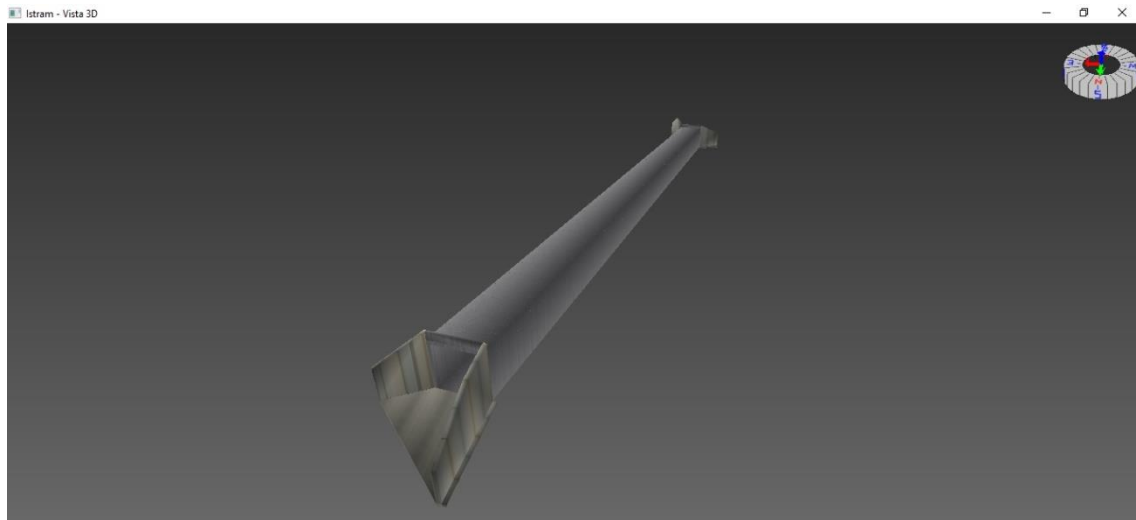


Figura 56. Vista completa de la ODT 3-3

❖ ODT 4-4

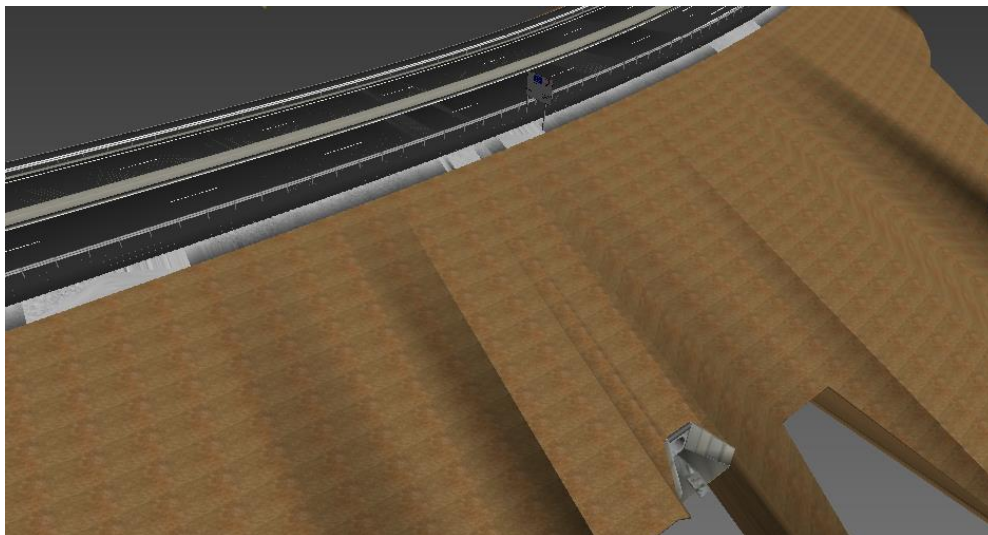


Figura 57. Vista aérea del desagüe de la ODT 4-4

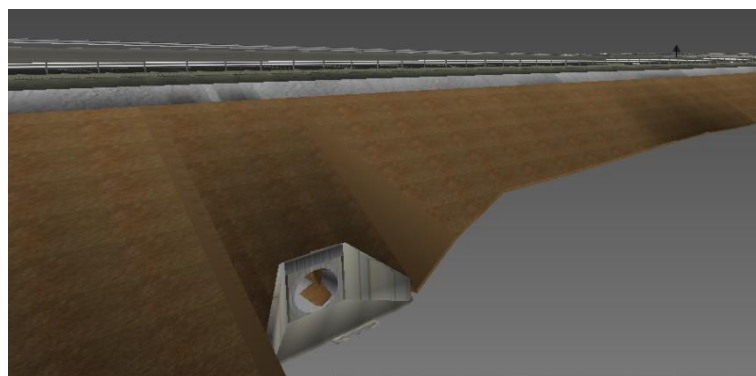


Figura 58. Embocadura de la ODT 4-4



Figura 59. Desagüe de la ODT 4-4



Figura 60. Vista de la ODT 4-4 completa

❖ ODT 5-5

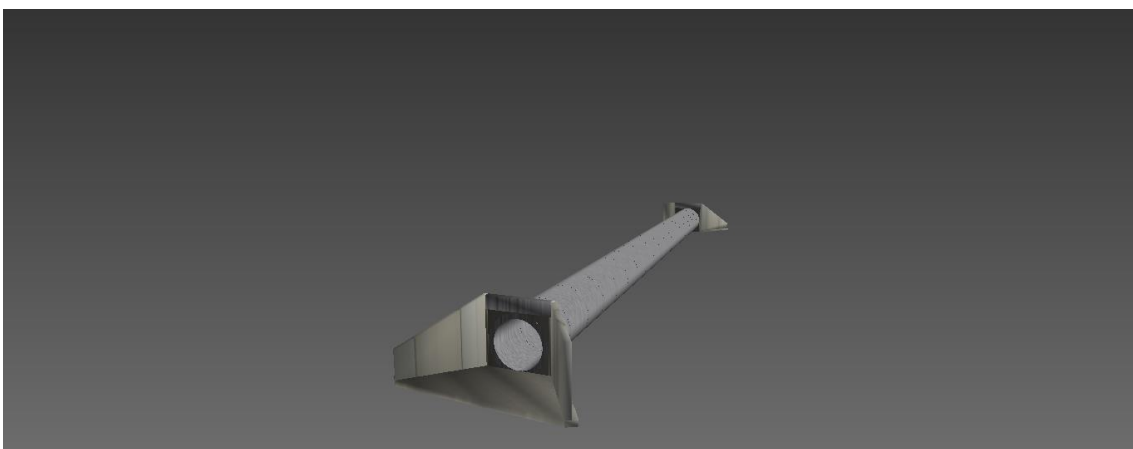


Figura 61. Vista general ODT 5-5

❖ ODT 6-6

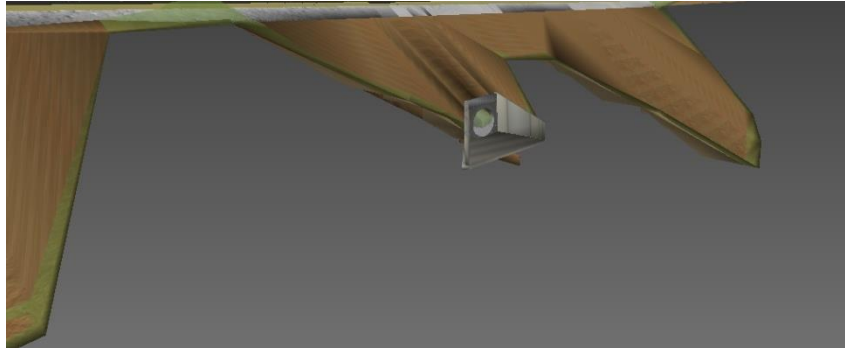


Figura 62. Desagüe ODT 6-6

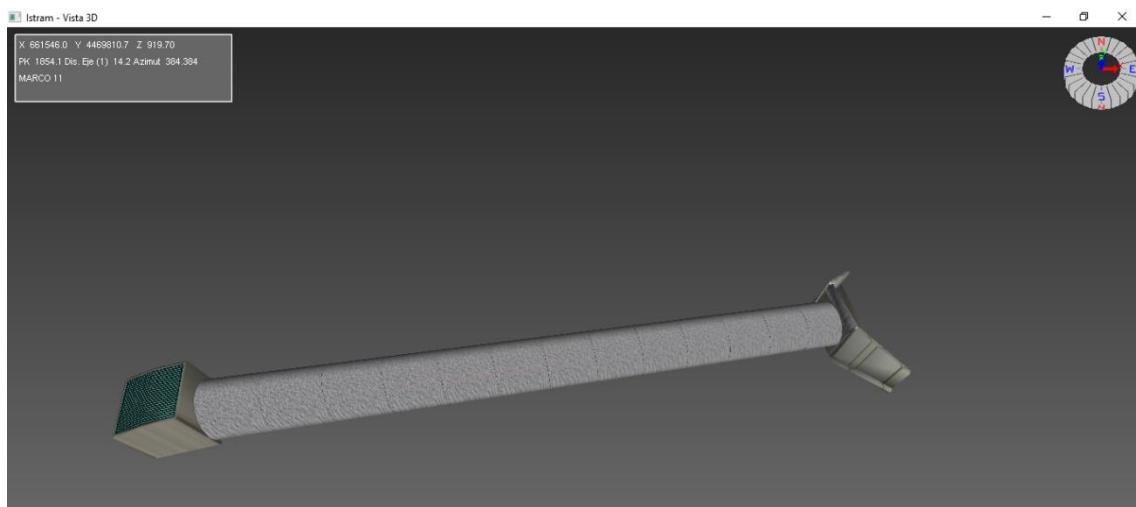


Figura 63. Vista general de la ODT 6-6

❖ ODT 7-7

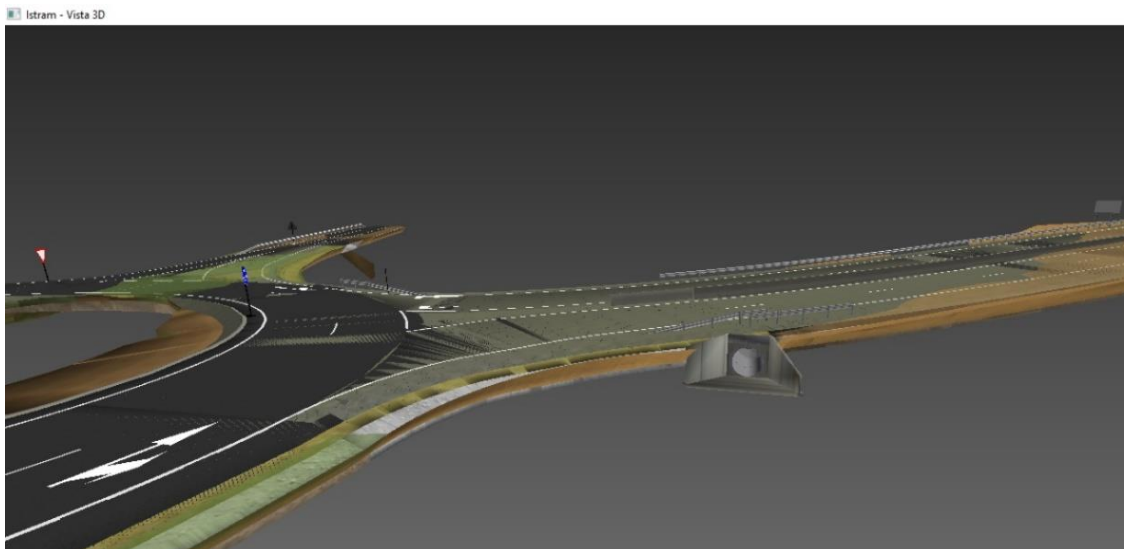


Figura 64. Embocadura ODT 7-7

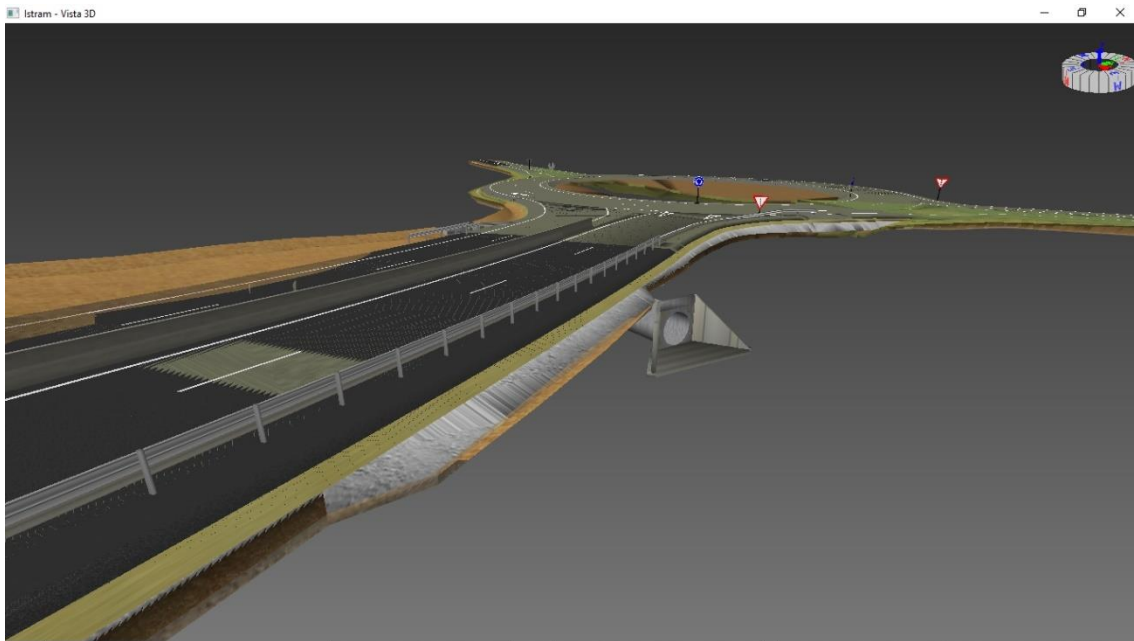


Figura 65. Desagüe ODT 7-7

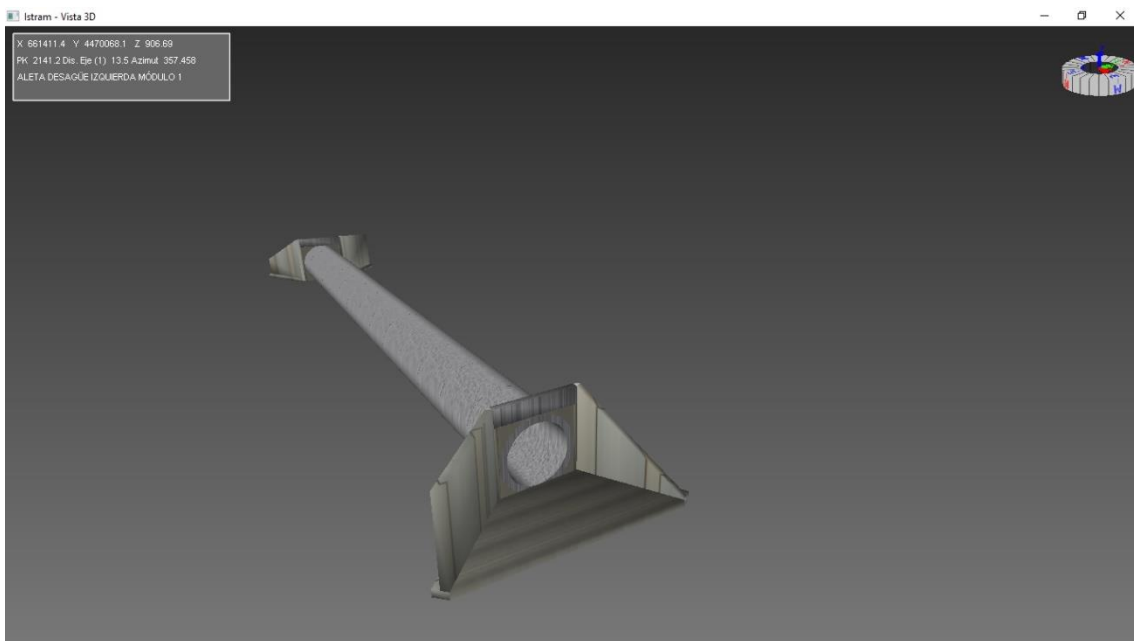


Figura 66. Vista general ODT 7-7



❖ ODT 8-8

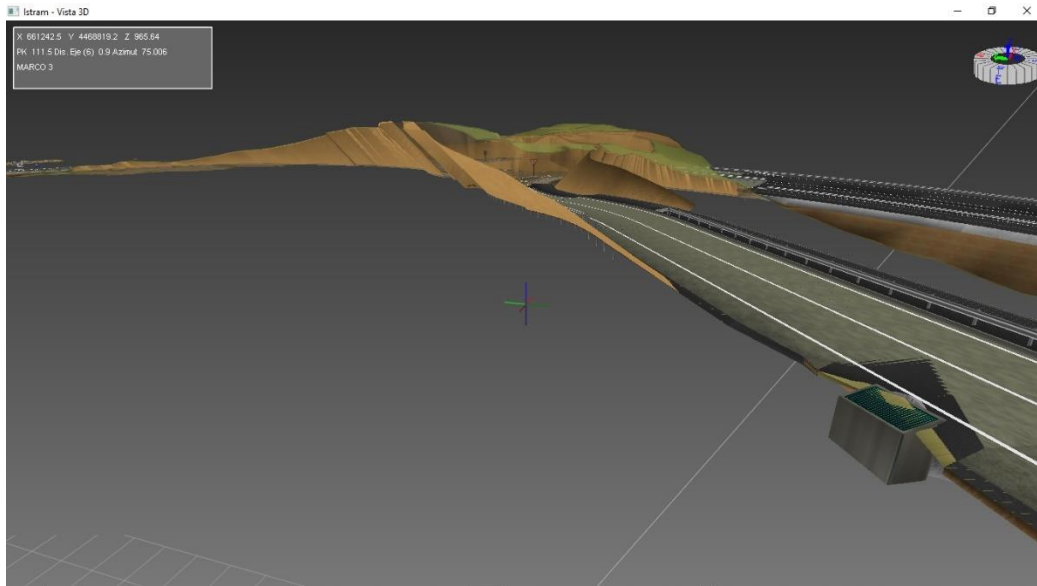


Figura 67. Embocadura ODT 8-8

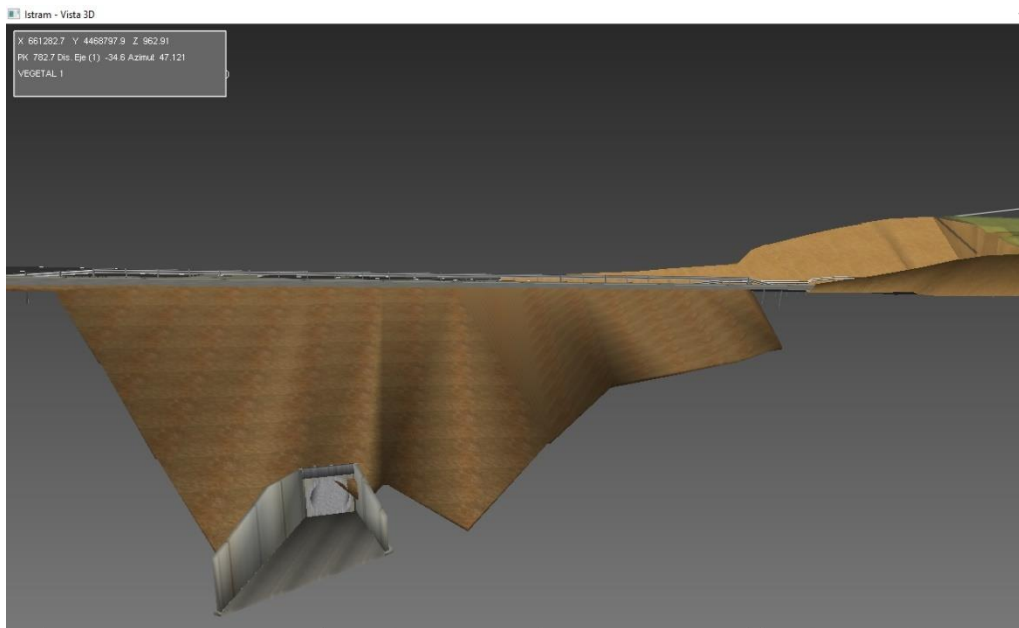


Figura 68. Desagüe ODT 8-8

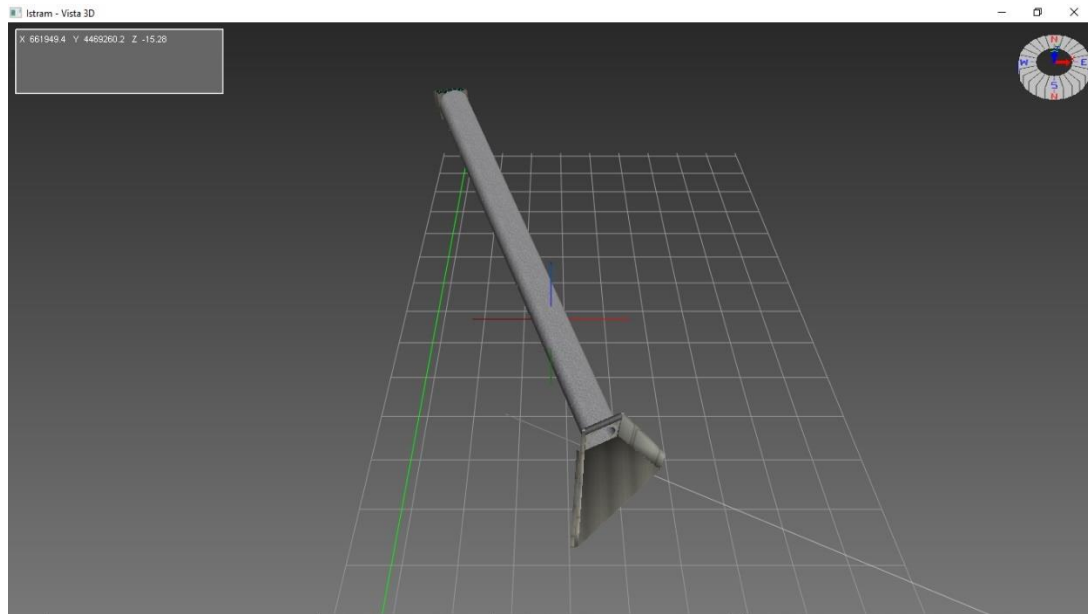


Figura 69. Vista general ODT 8-8

❖ ODT 9-9

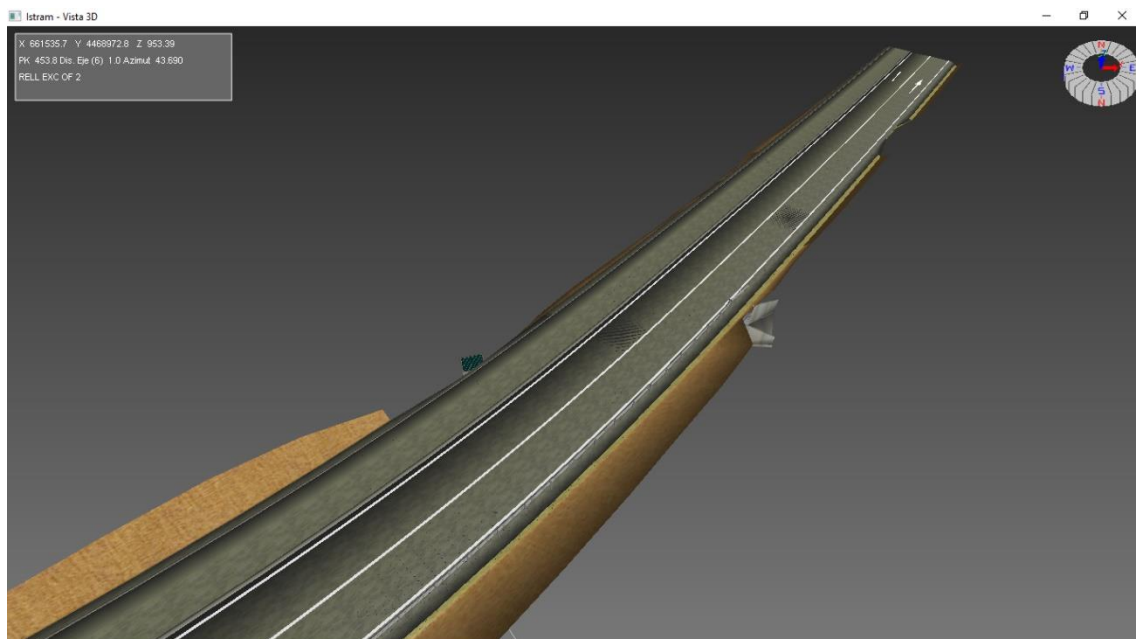


Figura 70. Embocadura y desagüe de la ODT 9-9

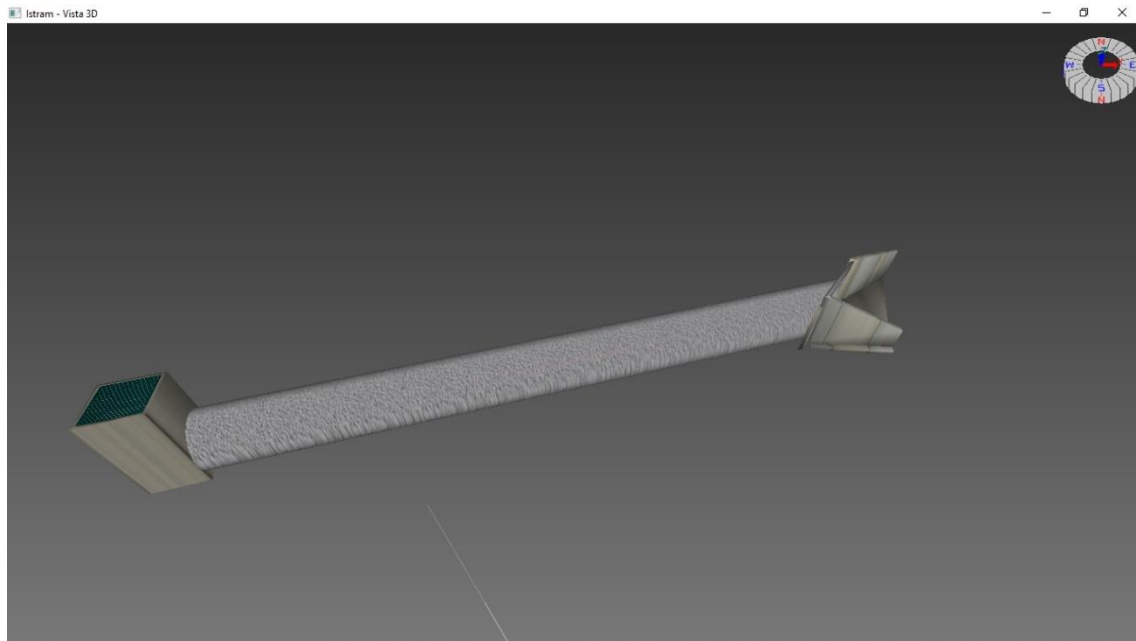


Figura 71. Vista general de la ODT 9-9

❖ ODT 11-11

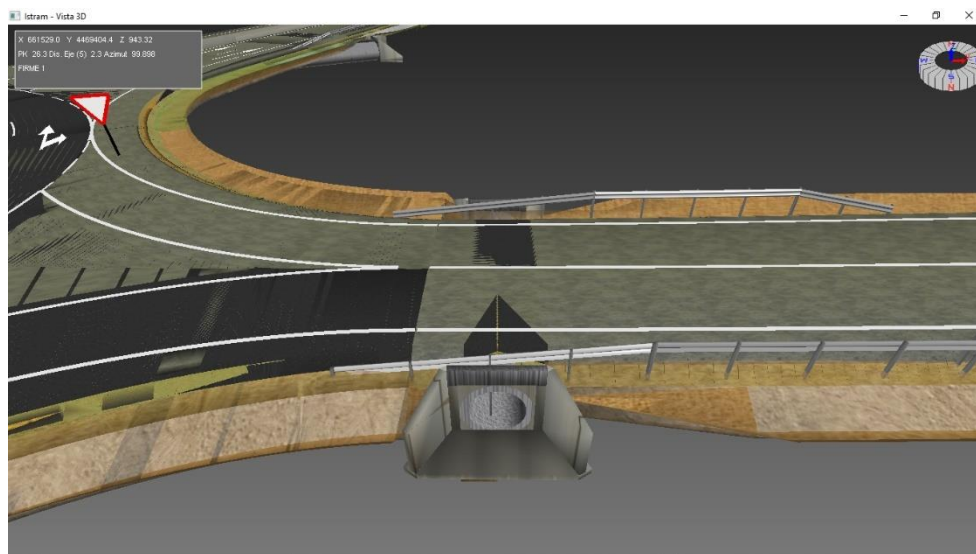


Figura 72. Embocadura ODT 11-11



Figura 73. Desagüe ODT 11-11

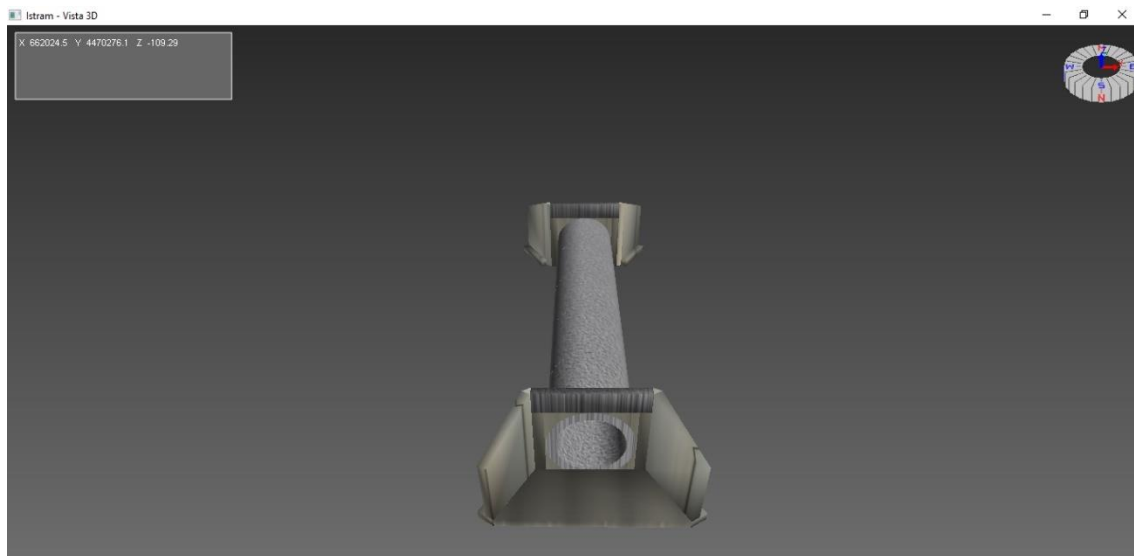


Figura 74. Vista general ODT 11-11

▪ **BALIZAMIENTO Y DEFENSAS**

Se han definido y modelado las barreras New Jersey de separación de carriles y protección y las biondas de seguridad tal y como figura en proyecto.

Las biondas se han dispuesto en aquellos tramos con desmontes importantes que puedan suponer un peligro grave de caída de vehículos en caso de salirse de la calzada, así como en aquellos lugares donde se disponen las obras de drenaje transversal para su protección y la de los vehículos.

No ha sido posible el modelado de bandas sonoras ni de mallas de simple y triple torsión, ya que son elementos que se exceden del desarrollo actual del software.

A continuación, se muestra la tabla de diseño de las barreras New Jersey (**Figura 75**) y un ejemplo de definición de biondas (**Figura 76**).

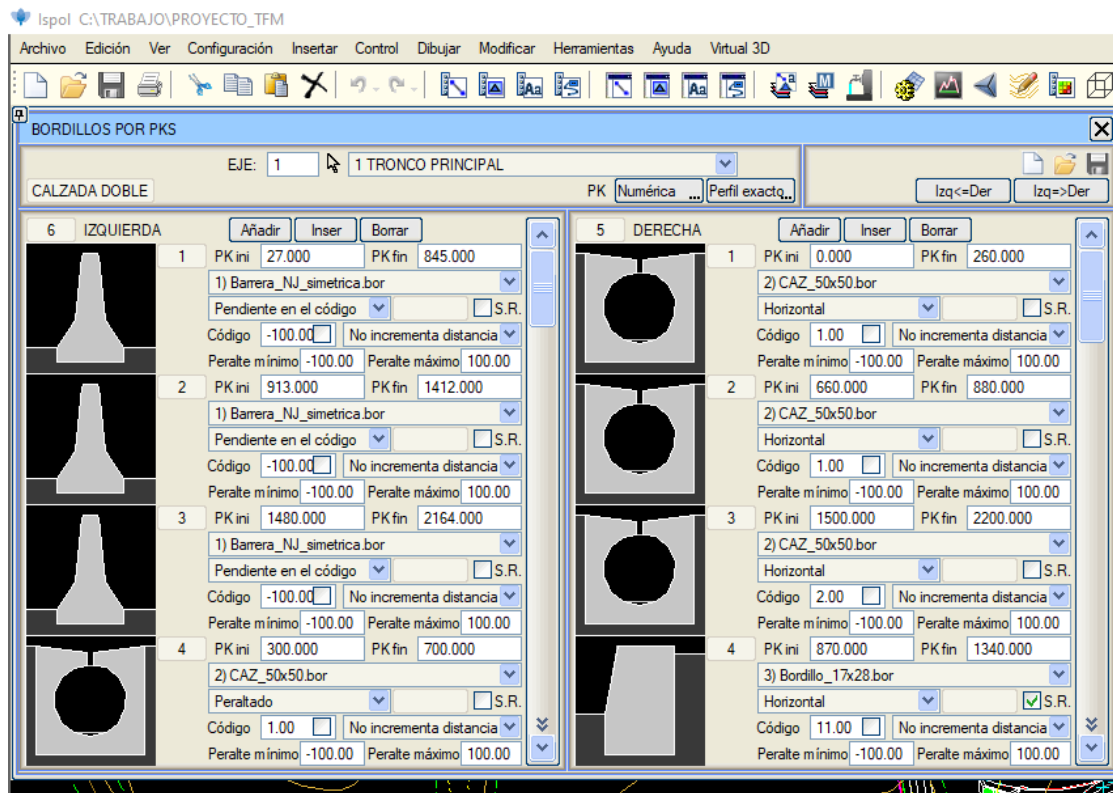


Figura 75. Tabla de definición de barreras New Jersey

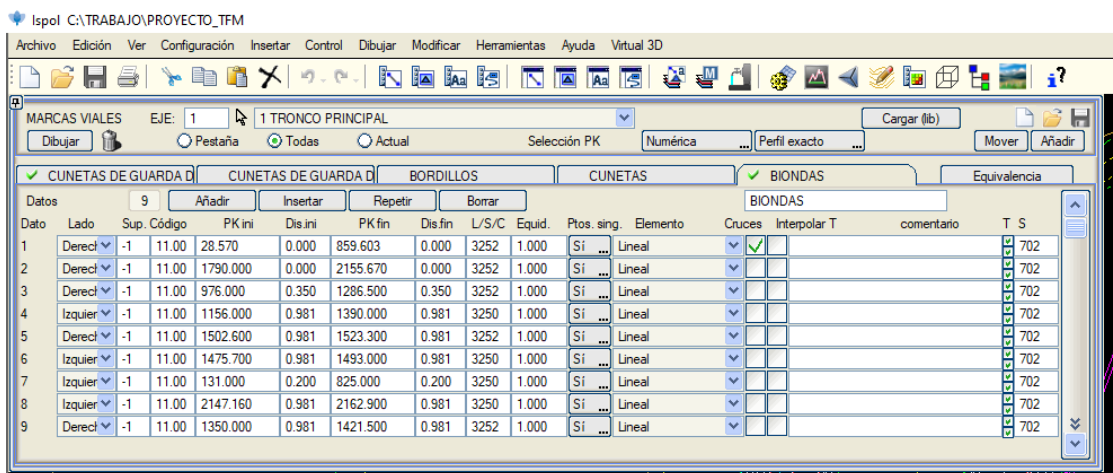


Figura 76. Ejemplo de definición de biondas



En la imagen siguiente, se puede observar el modelado de barreras New Jersey de separación de carriles y de protección y las biondas de seguridad (**Figura 77**).

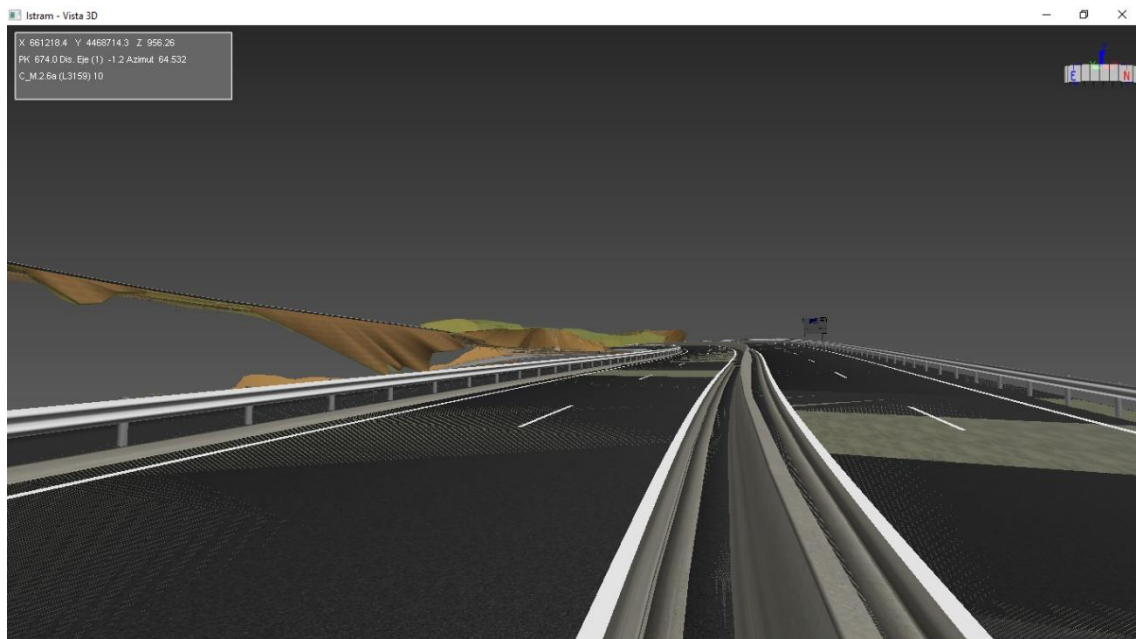


Figura 77. Modelado de barreras New Jersey y biondas

▪ SEÑALIZACIÓN

En referencia a la señalización, hay que distinguir entre la señalización horizontal (marcas viales) y la señalización vertical. Ambas señalizaciones se han modelado de acuerdo a lo establecido en el proyecto, concretamente en el *Anejo 13 de Señalización, balizamiento y defensas*, excepto las bandas sonoras, tal y como se ha comentado, y alguna señalización vertical que Istram no tiene implementada, como señales de velocidad o de pendiente del trazado.

Por otro lado, se ha diseñado gran parte de la señalización vertical de información particularizada del proyecto y se ha importado al programa Istram, pudiéndose añadir al modelo de forma complementaria y adicional.

➤ Señalización horizontal

Se trata básicamente de las marcas viales: líneas de delimitación de carriles (continuas y discontinuas), flechas de dirección, cedas el paso y pasos peatonales.

A continuación, se muestran ejemplos del modelado de la señalización horizontal.



Líneas delimitadoras de carriles y calzadas y flechas de dirección

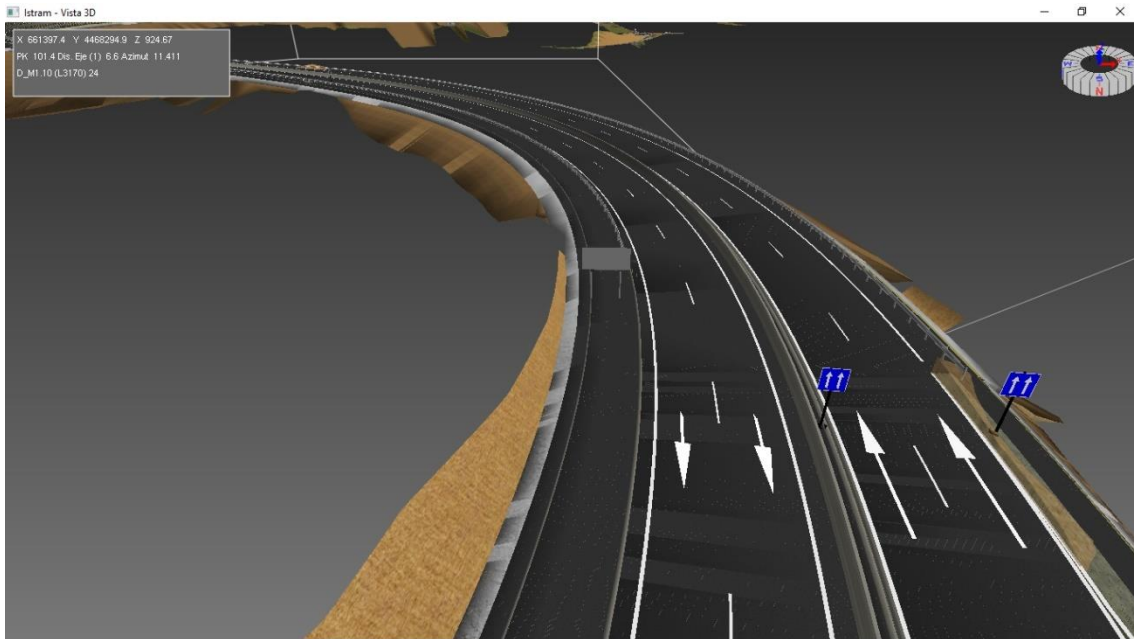


Figura 78. Líneas delimitadoras de carriles y calzadas y flechas de dirección



Figura 79. Ejemplo de señalización horizontal

➤ **Señalización vertical**

Dentro de la señalización vertical hay que diferenciar entre la señalización de circulación y la de información.

La señalización vertical de circulación hace referencia a obligaciones de sentido en glorietas y a la entrada de las mismas, proximidad de glorieta, cedas el paso, existencia de paso de peatones y prohibiciones de sentidos de circulación.

A continuación, se observan ejemplos modelados de dichas señales verticales de circulación:



Figura 80. Ejemplo de señalización vertical de circulación



Figura 81. Ejemplo señalización horizontal en glorietas

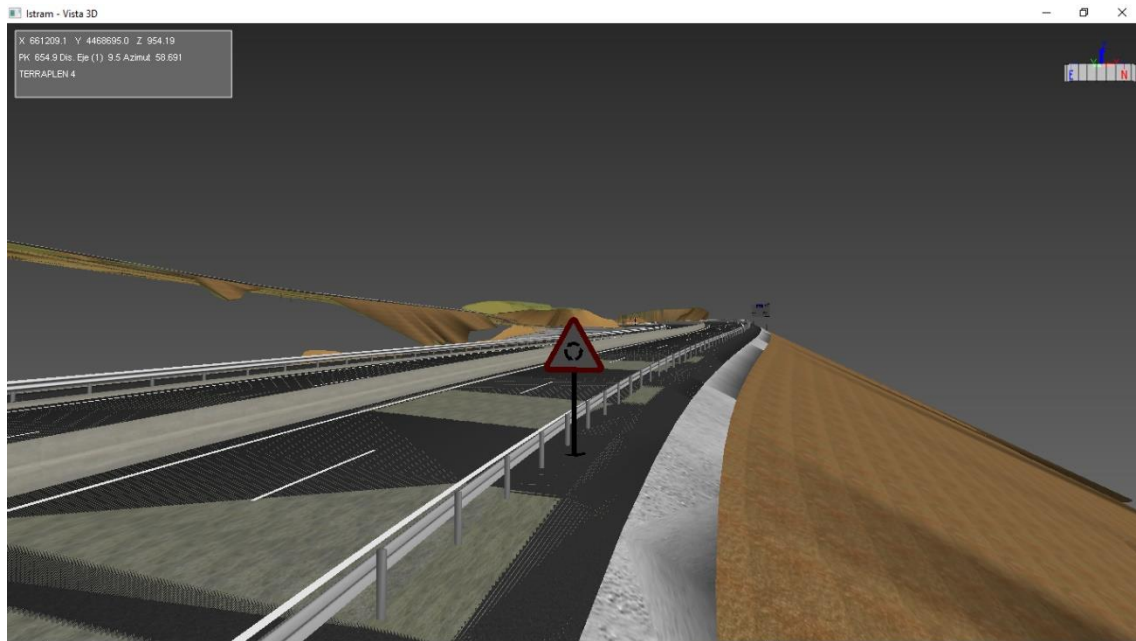


Figura 82. Ejemplo de señalización vertical de circulación

En cuanto a la señalización vertical de información, ya que ésta es particularizada para cada proyecto o tramo viario, se ha diseñado, en gran medida, y se ha importado a Istram para poder ser añadida al modelo (Figura 83).

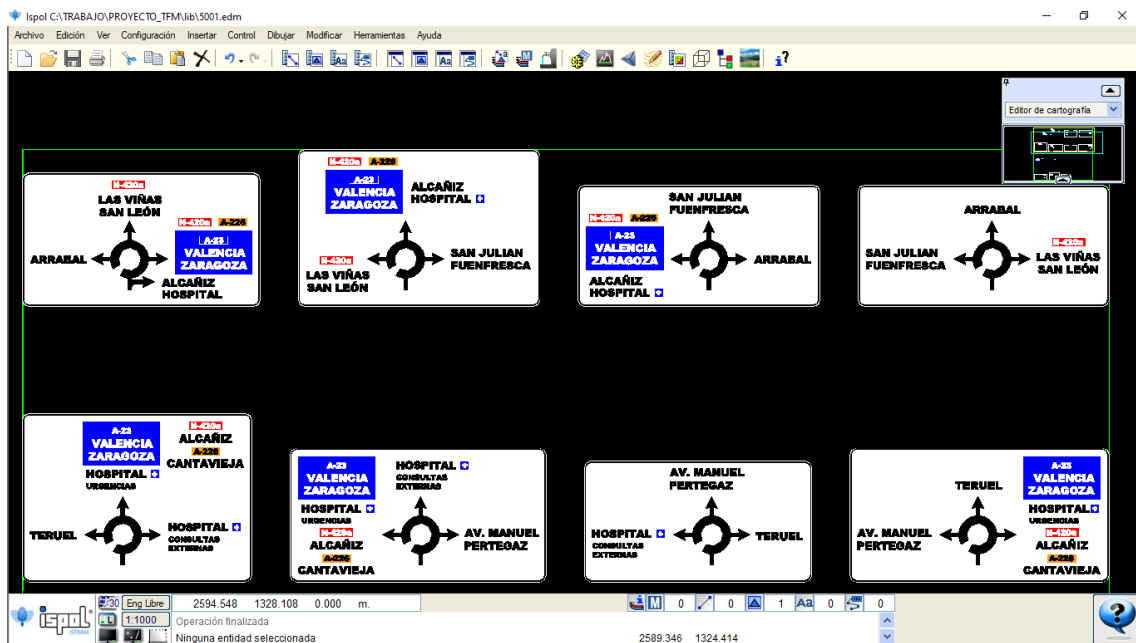


Figura 83. Ejemplo de señalización vertical de información diseñada específicamente para el proyecto



A continuación, se muestra el modelado, a modo de ejemplo, de la señalización vertical de información, la cual muestra algunos problemas de resolución gráfica (**Figura 84**).

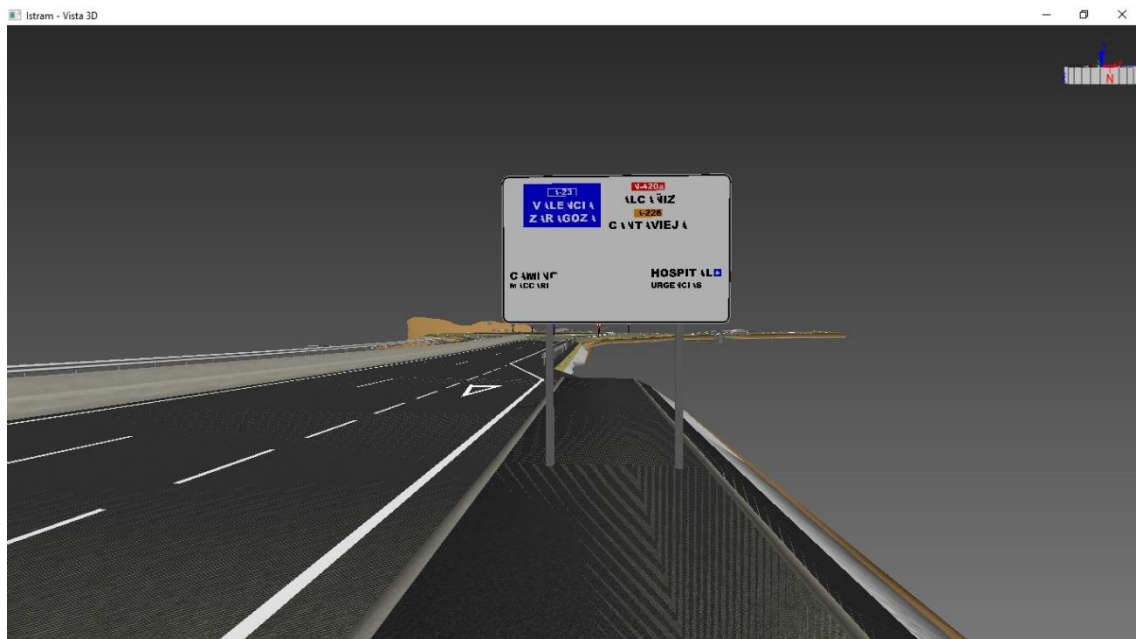


Figura 84. Señalización vertical de información

7.2.2. 4D: Planificación

Una vez finalizado el modelo 3D del proyecto se le ha añadido la variable “tiempo”, conectando el propio modelo con la planificación de obra previamente definida.

En primer lugar, se ha elaborado en **Microsoft Project** la planificación de obra general del proyecto estableciendo los plazos y secuencias constructivas de las diferentes unidades o partes que conforman la obra, incluyéndose el Diagrama de Gantt (**Figura 85 y Figura 86**).

En el **ANEJO 2: 4D PLANIFICACIÓN** se encuentra la planificación y diagrama de Gantt de forma conjunta.



Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
0		ACCESO NUEVO HOSPITAL DE TERUEL	18,45 mss?	lun 03/01/22	jue 01/06/23
1		TRABAJOS PREVIOS	2,05 mss?	lun 03/01/22	lun 28/02/22
2		EXPLANACIONES	6,5 mss?	lun 31/01/22	vie 29/07/22
3		Demolición de pavimento	4,05 mss?	lun 31/01/22	lun 23/05/22
4		Desmante del terreno	6,5 mss?	lun 31/01/22	vie 29/07/22
5		Ejecución de terraplenes	6,5 mss?	lun 31/01/22	vie 29/07/22
6		Suelo seleccionado	6,5 mss?	lun 31/01/22	vie 29/07/22
7		DRENAJES	3,3 mss?	mar 01/03/22	mar 31/05/22
8		Drenaje longitudinal	3,3 mss?	mar 01/03/22	mar 31/05/22
9		Drenaje transversal	3,3 mss?	mar 01/03/22	mar 31/05/22
10		FIRMES Y PAVIMENTOS	10,05 mss?	lun 02/05/22	lun 06/02/23
11		Calzadas	10,05 mss?	lun 02/05/22	lun 06/02/23
12		Aceras	10,05 mss?	lun 02/05/22	lun 06/02/23
13		SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	4,4 mss?	mar 31/01/23	jue 01/06/23
14		Balizamiento y defensas	2,2 mss?	mar 31/01/23	vie 31/03/23
15		Marcas viales	3,45 mss?	lun 27/02/23	jue 01/06/23
16		Señalización	2,45 mss?	lun 27/03/23	jue 01/06/23
17		JARDINERÍA Y MOVILIARIO URBANO	2,2 mss?	lun 03/04/23	jue 01/06/23
18		ALUMBRADO PÚBLICO	2,2 mss?	jue 01/12/22	mar 31/01/23
19		Alumbrado	2,2 mss?	jue 01/12/22	mar 31/01/23
20		Acometida alumbrado	2,2 mss?	jue 01/12/22	mar 31/01/23
21		OBRAS COMPLEMENTARIAS	4,4 mss?	jue 01/12/22	lun 03/04/23
22		REPOSICIONES	15,2 mss?	lun 04/04/22	jue 01/06/23
23		CORRECCIONES AMBIENTALES	18,45 mss?	lun 03/01/22	jue 01/06/23
24		SEGURIDAD Y SALUD	18,45 mss?	lun 03/01/22	jue 01/06/23
25		GESTIÓN DE RESIDUOS	18,45 mss?	lun 03/01/22	jue 01/06/23

Figura 85. Planificación general de obra



Figura 86. Diagrama de Gantt



Seguidamente, en el software **Navisworks** se han implementado y conectado tanto el modelo 3D exportado desde Istram como la planificación de obra desarrollada en Microsoft Project y se han relacionado las diferentes partes o elementos del modelo con las actividades o unidades de obra a las que van asociados o hacen referencia (**Figura 87**).

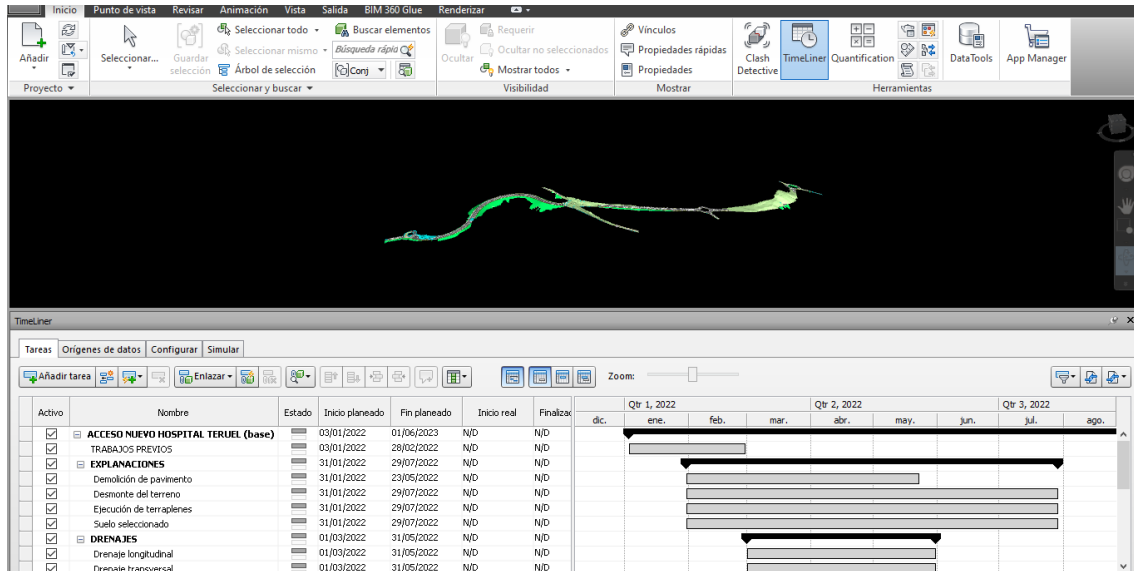


Figura 87. Conexión del modelo con la planificación

De esta manera se ha permitido realizar una simulación virtual del proceso constructivo del proyecto, visualizando en tiempo real el avance temporal de las obras hasta su estado final (**Figuras 88, 89 y 90**).

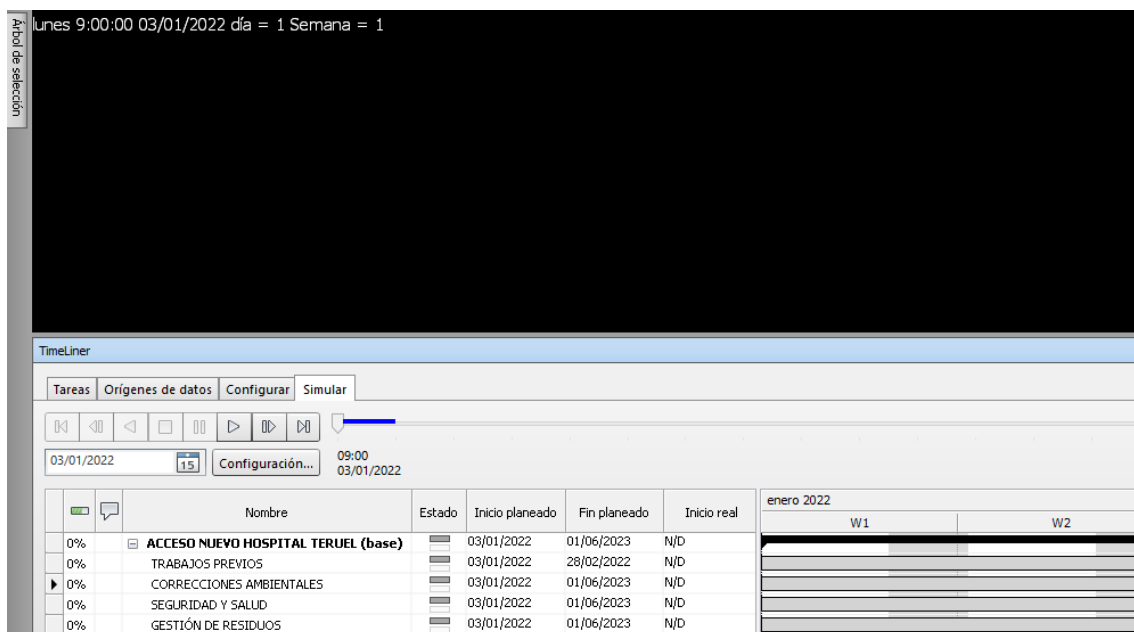


Figura 88. Simulación avance temporal de las obras estado inicial

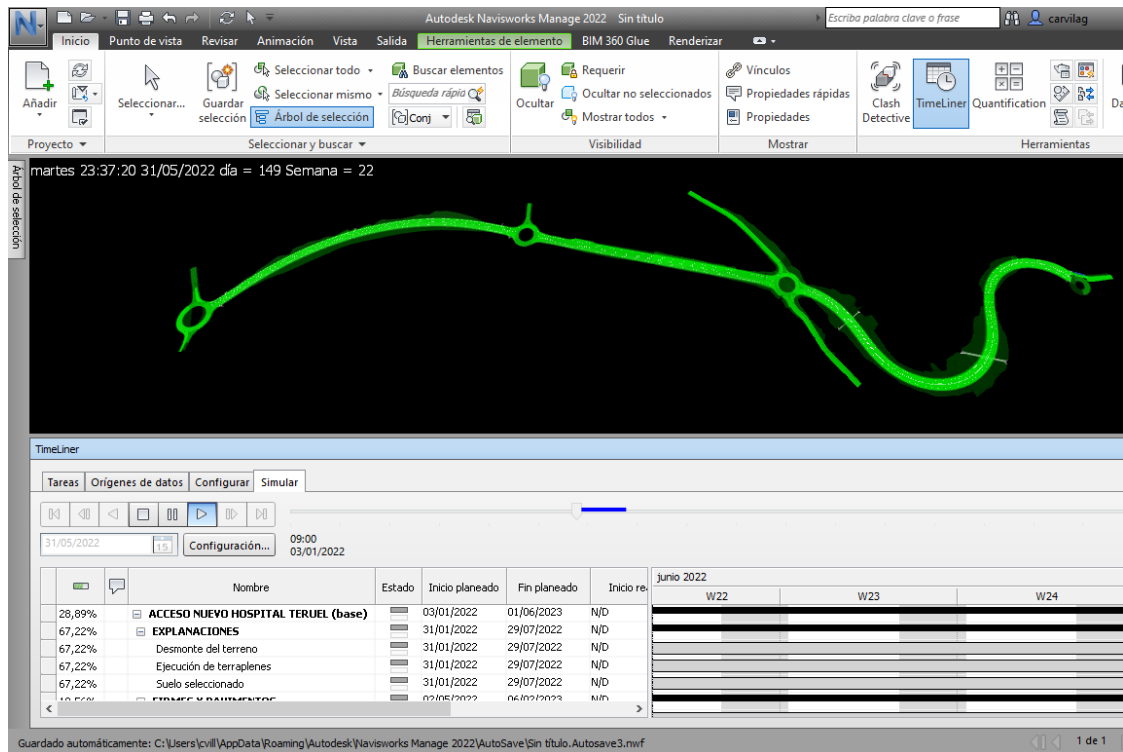


Figura 89. Simulación avance temporal de las obras estado intermedio

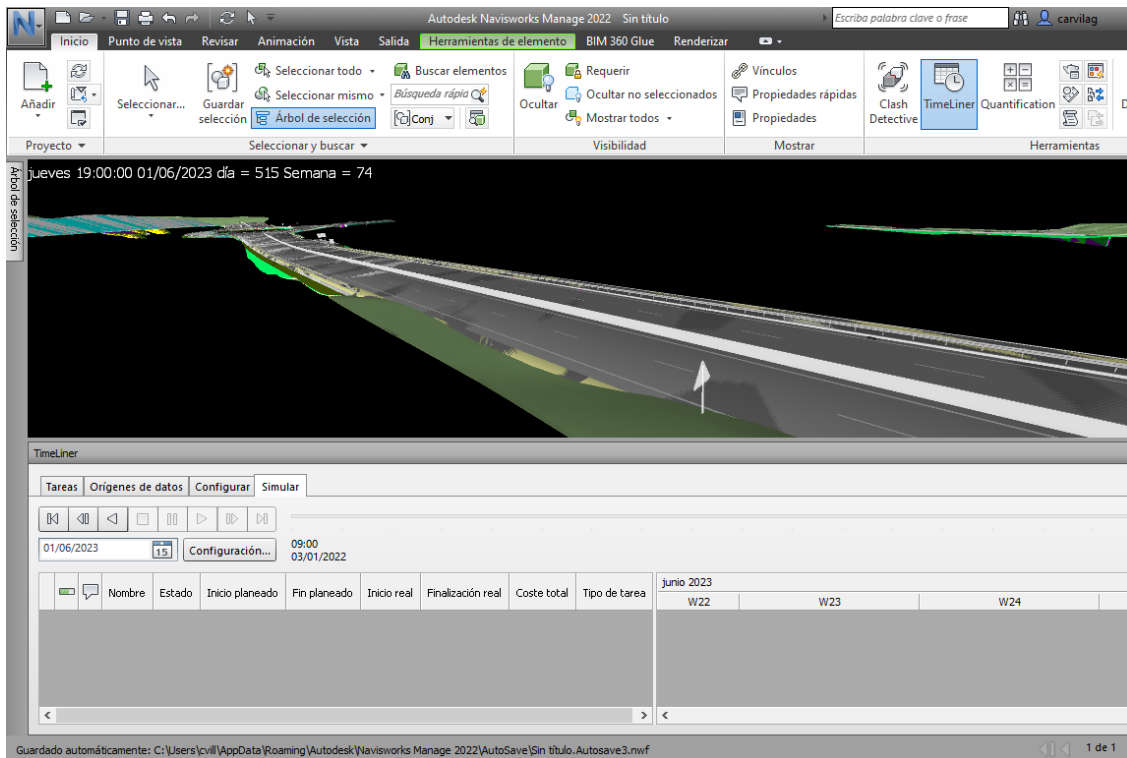


Figura 90. Simulación avance temporal de la obra estado final

La simulación es posible descargarla en formato video y visualizar el avance temporal desde cualquier punto del modelo para poder ver el avance temporal con más detalle o en un punto o tramo en concreto.

7.2.3. 5D: Control de costes

También en el mismo software, **Navisworks**, se ha creado un catálogo (**Figura 91**) con la estructura similar a la planificación donde aparecen las unidades de obra que conforman la ejecución del modelo y se han asociado todos los elementos y partes del mismo con estas actividades o unidades de obra (**Figura 92, Figura 93 y Figura 94**).

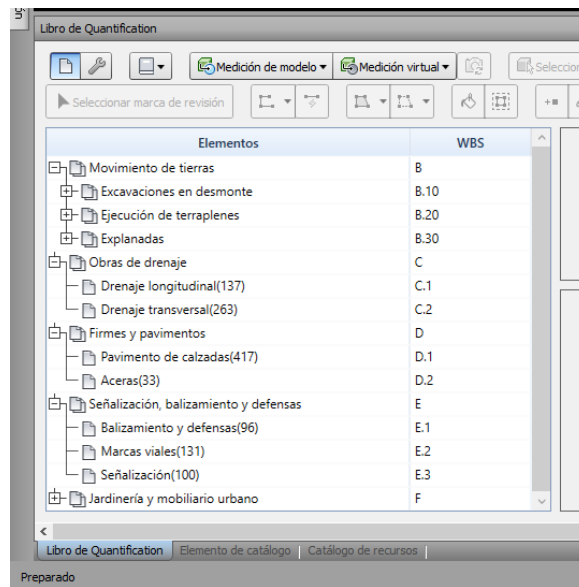


Figura 91. Catálogo de trabajo para la asignación de elementos del modelo y extracción de mediciones

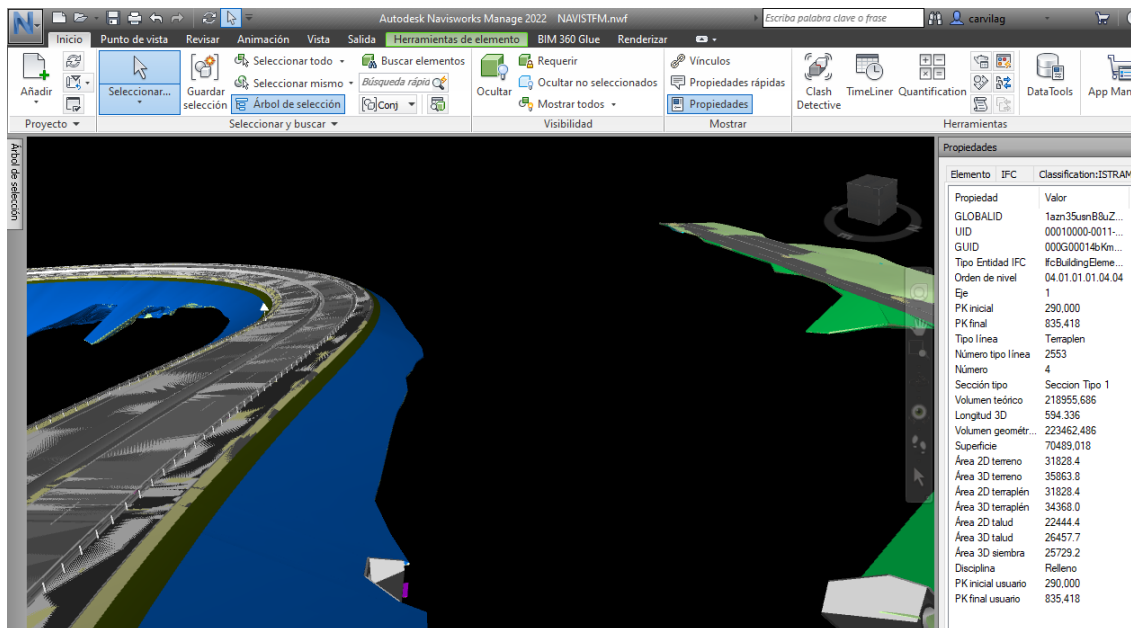


Figura 92. Ejemplo de información, propiedades y mediciones de los elementos

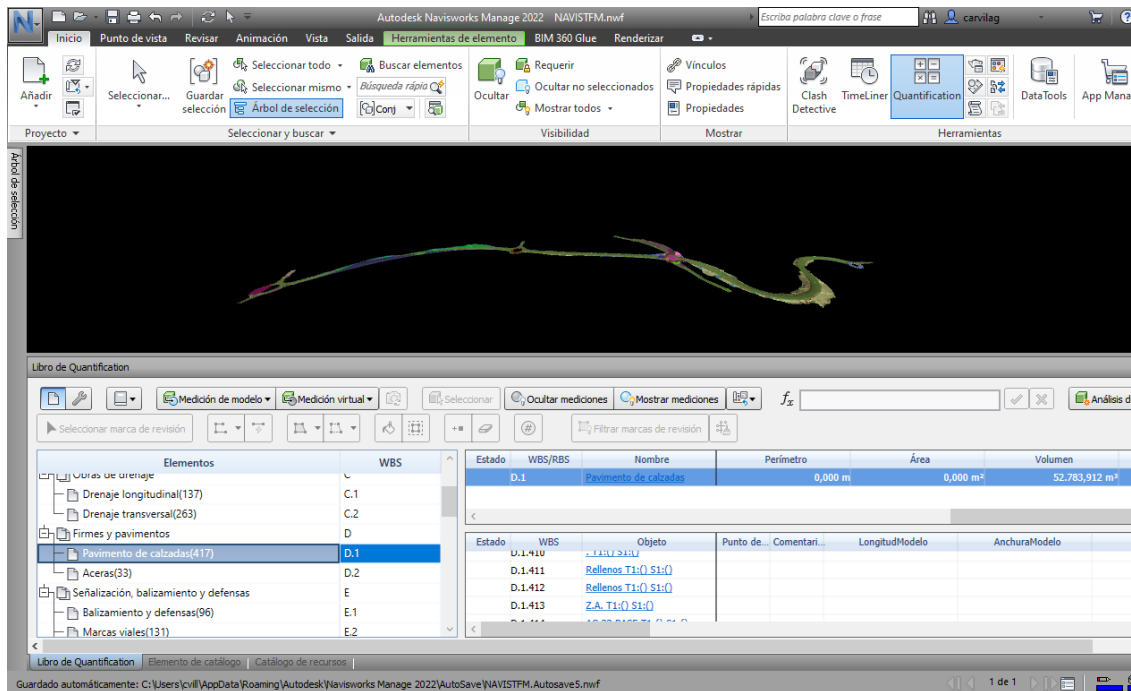


Figura 93. Mediciones de los elementos asociados a su unidad de obra

Estado	WBS/RBS	Nombre	Perímetro	Área	Volumen
	D.1	Pavimento de calzadas	0,000 m	0,000 m ²	52.783,912 m ³

Figura 94. Detalle de mediciones

En la Figura 94 anterior, se puede observar un ejemplo de la extracción y contabilización del volumen de “pavimentos de calzadas” de forma automática una vez se han relacionado todos los firmes y pavimentos del modelo con la actividad creada en el catálogo del libro de cuantificación de “firmes y pavimentos”.

De esta manera, el programa, a partir de esta interconexión, es capaz de recoger las mediciones y cuantificarlas dentro de su unidad de obra, pudiendo conocer, únicamente con el agrupamiento de los diferentes elementos o partes en categorías de actividades, la medición, tanto particular de cada elemento como conjunta del propio capítulo.

Así pues, se trata de una herramienta muy potente que permite conocer las cantidades y mediciones reales y totales necesarias de forma automática únicamente asociando los elementos del modelo con su unidad o actividad correspondiente.

Además, permite exportar estas mediciones asociadas a los diferentes elementos y unidades de obra, de forma particular y total, a una hoja Excel de forma automática, de manera que se pueda visualizar con detalle todas las mediciones del proyecto (**Figura 95**).

Grupo1	Grupo2	Elemento	Objeto	Área	Volumen	Vol	Número	Núm	CantidadPrimar	Car
Firmes y pavimentos										
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas		m²	52.783,912 m³		417,000 ea		52.783,912 m³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1	m ²	7.572,916 m ³		1,000 ea		7.572,916 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 2	m ²	4.699,258 m ³		1,000 ea		4.699,258 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 3	m ²	6.024,430 m ³		1,000 ea		6.024,430 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (2)	m ²	42,229 m ³		1,000 ea		42,229 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (3)	m ²	38,582 m ³		1,000 ea		38,582 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (4)	m ²	117,398 m ³		1,000 ea		117,398 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (5)	m ²	171,181 m ³		1,000 ea		171,181 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (6)	m ²	132,782 m ³		1,000 ea		132,782 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (7)	m ²	154,000 m ³		1,000 ea		154,000 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (8)	m ²	144,911 m ³		1,000 ea		144,911 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (9)	m ²	125,739 m ³		1,000 ea		125,739 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (10)	m ²	113,556 m ³		1,000 ea		113,556 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (11)	m ²	161,166 m ³		1,000 ea		161,166 m ³	
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzadas	FIRME 1 (12)	m ²	134,820 m ³		1,000 ea		134,820 m ³	

Figura 95. Hoja Excel con las mediciones del modelo exportadas de Navisworks

En el **ANEJO 3: 5D CONTROL DE COSTES** se puede observar la hoja Excel total con todas las mediciones extraídas del modelo desde Navisworks.

Por tanto, se trata de una herramienta muy importante que permite estimar el coste del proyecto en la fase de diseño ya que permite extraer las cantidades y mediciones exactas de los elementos que definen el proyecto.

7.2.4. Animación y simulación del trazado

Por último, se ha realizado una animación en primera persona, como si desde la vista del conductor se tratara, del estado final del proyecto mostrando el recorrido y el aspecto virtual y realista del modelo (**Figura 96**).



Figura 96. Fotografía de la animación del modelo



8. CONCLUSIONES

La sociedad, de por sí, es inquieta, ambiciosa, es cambiante y pretende salir de lo comúnmente tradicional y rutinario e innovar hacia nuevos retos y objetivos y maximizar sus beneficios, y más aún en este mundo actual tan globalizado y competitivo. La metodología BIM es un claro ejemplo de evolución, eficiencia y de ambición en alcanzar mejores beneficios.

Tras conocer la metodología BIM y aplicarla a un proyecto real de infraestructura viaria, las principales conclusiones extraídas de la elaboración del presente TFM son las siguientes:

Bim no solo implica un cambio de softwares, sino también un cambio en la forma de trabajar y de proyectar. Aunque es verdad que la implementación del BIM en infraestructuras continúa en desarrollo, las numerosas ventajas y beneficios que proporciona y supone su uso son innegables: la automatización de procesos, la conexión entre espacios de trabajo, la integración de otras dimensiones en el proyecto como el tiempo, el coste, la sostenibilidad etc. Permitiendo reducir costes, ahorrar tiempos de trabajo y plazos, reducir las incertidumbres de los proyectos, mejorar la sostenibilidad y conseguir resultados de mayor calidad.

Es necesario, más si cabe, seguir desarrollando y mejorando esta metodología, sobre todo en infraestructuras, para conseguir resultados de mayor calidad y de mayores beneficios que es, al final, la meta de todas las empresas y de la sociedad en común.

De forma particular al trabajo realizado, se ha podido comprobar que la utilización del BIM puede permitir crear presupuestos más reales y ajustados a las necesidades del proyecto y reducir las incertidumbres, tanto técnicas de diseño y ejecución, como económicas.

Además, se ha comprobado la rápida automatización de los procesos, la exactitud, realidad y calidad del diseño y la facilidad de interconectar y compartir espacios de trabajo de diferentes ámbitos o campo, consiguiendo resultados finales con mayor nivel de detalle y calidad.

Por último, se ha observado que la integración del cronograma de obra al modelo ha permitido visualizar la cronología de actividades para tener un mayor control y comprensión de los requerimientos en obra, de manera que es posible comprobar en todo momento cuánto dista lo planificado en la fase de diseño a lo realmente ejecutado.

Es por todo ello que BIM ha llegado para quedarse y ha supuesto al contexto actual de la construcción una inyección de optimismo y una magnífica noticia.



9. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Seguir perfeccionando y desarrollando los softwares BIM es una principal futura línea de trabajo para conseguir resultados, si cabe, de mayor calidad. Durante la ejecución del trabajo, se ha encontrado, aunque insignificantes, algún problema con el modelado de algún elemento como las bandas sonoras, problemas relativos a biondas, las bajantes o cierta señalización vertical que estoy seguro de que se solventarán pronto de cara a un software más perfecto aún.

Además, en cuanto a las dimensiones BIM, es aquí donde existen más líneas de trabajo en el futuro para la ampliación de las mismas, ya sea la relacionada a la conservación y explotación de las infraestructuras o en referencias a la Seguridad y Salud que tan importante es a lo largo de la obra desde su diseño.

10. BIBLIOGRAFÍA

Informes y artículos relativos a BIM

- es.BIM. (2019). “Análisis de la Inclusión de Requisitos BIM en la Licitación Pública Española” en *Observatorio de Licitaciones*
- es.BIM. (2016). “BIM en 8 puntos”
- BuildingSMART Spanish Chapter. (2018). “Estudio Macro de Adopción BIM en España”
- Instituto Didactia. “Tema 0: Introducción al método BIM”
- “Apuntes de la asignatura de BIM”

Documentos relativos al proyecto

- Documento Nº1: Memoria y Anejos. *Proyecto de accesos al nuevo hospital general de Teruel. Trazado alternativo*

Trabajos académicos

- PAZ GARCÍA, M. (2019). *Aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en el diseño de una glorieta en la carretera CV-310 PK 15+750 en la provincia de Valencia*. Trabajo Final de Máster. Valencia: Universitat Politècnica de València
- GARCELÁN DOCIO, J. (2016). *Impacto del BIM en la gestión de un proyecto y obra arquitectónica: de Autocad a Revit*. Trabajo Final de Grado. Valencia: Universitat Politècnica de València
- AGUSTÍ BRUGAROLAS, S. (2016). *Implementación de metodología BIM en el Project Management*. Trabajo Final de Grado. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya
- MARTÍN REDONDO, A (2019). *Aplicación de la Metodología BIM 4D a un Proyecto de Infraestructura Nodal*. Trabajo Final de Grado. Sevilla: Universidad de Sevilla
- PÉREZ GONZÁLEZ, L.A. (2019). *Posibilidades de la metodología BIM en la Ingeniería Civil*. Trabajo Final de Máster. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid



- MONAR GONZÁLEZ, J. (2020). *Modelado BIM para Proyecto AS-BUILT de Infraestructuras Lineales*. Trabajo Final de Grado. Sevilla: Universidad de Sevilla

Páginas web

AUTOR o ENTIDAD. Título en cursiva. [Consulta: fecha]

- RECURSO V. *BIM vs. CAD, ¿Cuál es la diferencia?*. [5 de Julio, 2021]
- ESPACIO BIM. [4 de Julio, 2021]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANEJO Nº1: SITUACIÓN DE PARTIDA. DOCUMENTACIÓN CAD

TRANSFORMACIÓN DE UN PROYECTO DEL CAD AL BIM. APLICACIÓN AL FUTURO
ACCESO AL NUEVO HOSPITAL DE TERUEL

AUTOR: CARLOS VILLENA AGUSTÍN



ÍNDICE

- 1. TRAZADO GEOMÉTRICO**
- 2. MOVIMIENTO DE TIERRAS**
- 3. SECCIONES TIPO**
- 4. DRENAJE LONGITUDINAL**
- 5. DRENAJE TRANSVERSAL**
- 6. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA**
- 7. PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL GENERAL**

1.- TRAZADO EN PLANTA

1.1.- GENERALIDADES.

A partir de la cartografía base, mediante el programa informático ISTRAM se ha realizado el diseño y encaje de la obra.

ISTRAM es un producto de la casa BuHodra S.L. Se trata de un sistema de aplicaciones integradas dirigido al tratamiento, manipulación y explotación de cartografía digital. Está constituido por varios módulos que cubren distintas áreas, desde la edición cartográfica a la aplicación de esta en proyectos de ingeniería.

El módulo básico está dirigido al tratamiento de planos, mapas y datos topográficos, pudiendo por ello trabajar sobre cualquier otro tipo de mapas y planos, como son los propios de la obra civil.

El módulo de Diseño de Obras Lineales, dispone de todas las funciones necesarias para el proyecto interactivo de obras lineales: definición del eje en planta y alzado sobre modelos digitales del terreno, tratamiento general y específico de la sección transversal, cálculo de volúmenes de tierra y materiales empleados, generación de planos y listados para proyecto y construcción.

El trazado proyectado, presenta una velocidad de proyecto en el tronco principal de 50 km/h debido a los radios de curvatura establecidos para el proyecto, todos superiores a 120 metros, el tronco parte de una rotonda de velocidad 30 Km/h y finaliza entroncando en otra de velocidad 30 km/h, a lo largo de su recorrido entronca con dos rotondas mas, de velocidad 30 km/h.

Para la elaboración del trazado en planta se han utilizado tres tipos de alineaciones: la recta, la curva circular y entre estas dos, como curvas de transición, las clotoides. Los parámetros mínimos de estas clotoides vienen definidos en función de las siguientes condiciones:

- Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal.
- Limitación de la variación de la pendiente transversal por unidad de tiempo.
- Limitación del ángulo girado en la transición.
- Limitación del retranqueo mínimo.

1.2.- EJE EN PLANTA ALINEACIONES.

```

EJE      :      1 : TRONCO PRINCIPAL

***** LISTADO DE LAS ALINEACIONES *****
*****

DATO TIPO  LONGITUD  P.K.      X TANGENCIA  Y TANGENCIA  RADIO      PARAMETRO  AZIMUT  Cos/Xc/Xinf  Sen/Yc/Yinf
-----
1 CIRC.    254.059      0.000     661335.174   4468214.914   -120.000   80.000     65.2206   661272.829   4468317.448
  CLOT.    53.333      254.059   661328.043   4468423.991   85.000     330.4382   661277.697   4468441.233
  CLOT.    50.174      307.392   661277.697   4468441.233   85.000     316.2911   661277.697   4468441.233
2 CIRC.    291.519      357.566   661230.040   4468456.707   144.000   327.3819   661290.084   4468587.591
  CLOT.    50.174      649.084   661198.752   4468698.921   85.000     56.2614   661240.912   4468725.997
  CLOT.    58.824      699.258   661240.912   4468725.997   100.000    67.3522   661240.912   4468725.997
3 CIRC.    75.233      758.082   661290.354   4468757.722   -170.000  56.3380   661182.689   4468889.282
  CLOT.    58.824      833.315   661336.322   4468816.503   100.000    28.1645   661355.194   4468872.134
  CLOT.    609.054     892.138   661355.194   4468872.134   17.1503    0.2661494   0.9639318
4 RECTA    88.167      1501.193  661517.294   4469459.221   230.000    17.1503   661517.294   4469459.221
  CLOT.    475.167     1589.359  661538.666   4469544.736   -600.000   12.4729   660950.145   4469661.540
  CLOT.    88.167     2064.526  661446.690   4469998.352   230.000    362.0561   661393.697   4470068.789
6 RECTA    54.145     2152.693  661393.697   4470068.789   357.3787   -0.6205886   0.7841364
  CLOT.    2206.838   661360.095  4470111.246   357.3787

# EJES EN PLANTA
#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE      1      0.000000      2 TRONCO PRINCIPAL
REV      2003
ALIAS4  N-634
GRUPO    0
TIPO     401
CM       0
CAR      0
VD       50.000
MD       0
RV       20.05 538
VU       0 80.000
DPT      3
DAT      3
DIP      ES_31_IC_rev2016.dip
DIA      ES_31_IC_rev2016.dia
NCE      2.000
ACE      3.000
#-----
# Anchos derecha derecha izquierda izquierda
#-----
ANCHOS   0.000   0.000   0.000   0.000
#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
ALI FIJA-2P+R 8 661335.174054 4468214.914313 -120.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
661347.706298 4468411.221089
ALI GIRATORIA 8 661216.792924 4468711.543905 144.000000 80.000000 85.000000 80.000000 0.000000 0.000000 0.000000
ALI FLOTANTE 8 0.000000 0.000000 -170.000000 85.000000 100.000000 85.000000 0.000000 0.000000 0.000000
ALI FIJA-2P+R 0 661352.791800 4468863.433633 0.000000 100.000000 100.000000 100.000000 0.000000 0.000000 0.000000
661525.318989 4469488.287401
ALI FLOTANTE 8 0.000000 0.000000 -600.000000 230.000000 230.000000 230.000000 0.000000 0.000000 0.000000
ALI FIJA-2P+R 0 661393.697171 4470068.789160 0.000000 230.000000 230.000000 230.000000 0.000000 0.000000 0.000000
661360.095393 4470111.246236
#---
FIN

EJE      :      2 : GLORIETA COLLADO

***** LISTADO DE LAS ALINEACIONES *****
*****

DATO TIPO  LONGITUD  P.K.      X TANGENCIA  Y TANGENCIA  RADIO      PARAMETRO  AZIMUT  Cos/Xc/Xinf  Sen/Yc/Yinf
-----
1 CIRC.    157.080      0.000     661327.096   4468859.660   25.000     0.0000    661352.096   4468859.660
  CLOT.    157.080     661327.096  4468859.660   400.0000

# EJES EN PLANTA
#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE      2      0.000000      2 GLORIETA COLLADO
REV      2003
ALIAS4  N-634
GRUPO    1
TIPO     401
CM       0
CAR      0
VD       30.000
MD       0
RV       20.05 538
VU       0 30.000
DPT      2
DIP      ES_31_IC_rev2001.dip
DIA      ES_31_IC_rev2001.dia
NCE      1.000
ACE      3.500
#-----

```



```
#Anchos derecha derecha izquierda izquierda
#-----
# ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000
#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
AAI FIJA-C+R 5 661352.095684 4468859.660315 25.000000 0.000000 0.000000 0.000000 360.000000 0.000000 0.0000000
#-----
# FIN
```

EJE : 3 : GLORIETA ACCESO URGENCIAS

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

```
DATO TIPO LONGITUD P.K. X TANGENCIA Y TANGENCIA RADIO PARAMETRO AZIMUT Cos/Xc/Xinf Sen/Yc/Yinf
#-----
1 CIRC. 157.080 0.000 661477.772 4469406.628 25.000 0.0000 661502.772 4469406.628
#-----
157.080 661477.772 4469406.628 400.0000
```

EJES EN PLANTA

```
#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 3 0.000000 3 GLORIETA ACCESO URGENCIAS
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 0
CAR 0
VD 30.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 0 30.000
DPT 2
DIP ES_31_IC_rev2001.dip
DIA ES_31_IC_rev2001.dia
NCE 1.000
ACE 3.500
```

```
#Anchos derecha derecha izquierda izquierda
#-----
# ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000
#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
AAI FIJA-C+R 5 661502.772293 4469406.628457 25.000000 125.000000 125.000000 125.000000 360.000000 0.000000 0.0000000
#-----
# FIN
```

EJE : 4 : GLORIETA RONDA DE BARRIOS ACCESO ARRABAL

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

```
DATO TIPO LONGITUD P.K. X TANGENCIA Y TANGENCIA RADIO PARAMETRO AZIMUT Cos/Xc/Xinf Sen/Yc/Yinf
#-----
1 CIRC. 125.664 0.000 661315.687 4468215.074 20.000 0.0000 661335.687 4468215.074
#-----
125.664 661315.687 4468215.074 0.0000
```

EJES EN PLANTA

```
#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 4 0.000000 6 GLORIETA RONDA DE BARRIOS ACCESO ARRABAL
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 0
CAR 0
VD 30.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 0 30.000
DPT 2
DIP ES_31_IC_rev2001.dip
DIA ES_31_IC_rev2001.dia
NCE 1.000
ACE 3.500
```

```
#Anchos derecha derecha izquierda izquierda
#-----
# ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000
#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
AAI FIJA-C+R 5 661335.686521 4468215.074289 20.000000 0.000000 0.000000 0.000000 360.000000 0.000000 0.0000000
#-----
# FIN
```

EJE : 5 : ACCESO A URGENCIAS

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

```
DATO TIPO LONGITUD P.K. X TANGENCIA Y TANGENCIA RADIO PARAMETRO AZIMUT Cos/Xc/Xinf Sen/Yc/Yinf
#-----
1 RECTA 130.220 0.000 661502.772 4469406.628 80.000 99.8984 0.9999987 0.0015963
2 CIRC. 73.436 130.220 661632.992 4469406.836 99.8984 661633.120 4469326.836
3 RECTA 15.487 203.656 661696.591 4469375.534 158.3368 0.6087187 -0.7933861
#-----
219.143 661706.018 4469363.247 158.3368
```

EJES EN PLANTA

```
#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 5 0.000000 3 ACCESO A URGENCIAS
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 0
CAR 0
VD 30.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 0 30.000
DPT 2
DIP ES_31_IC_rev2001.dip
DIA ES_31_IC_rev2001.dia
NCE 1.000
ACE 3.500
```

```
#Anchos derecha derecha izquierda izquierda
#-----
# ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000
#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
AAI FIJA-2P+R 0 661502.772293 4469406.628457 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.0000000
#-----
661622.987434 4469406.820361
ALI FLOTANTE 8 0.000000 0.000000 80.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.0000000
ALI FIJA-2P+R 0 661682.857514 4469393.433799 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.0000000
#-----
661706.018047 4469363.247037
```

EJE : 6 : CAMINO FONTANA

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

```
DATO TIPO LONGITUD P.K. X TANGENCIA Y TANGENCIA RADIO PARAMETRO AZIMUT Cos/Xc/Xinf Sen/Yc/Yinf
#-----
1 RECTA 72.039 0.000 661149.323 4468759.394 80.000 58.9192 0.7989215 0.6014353
2 CIRC. 20.215 72.039 661206.876 4468802.721 58.9192 661254.991 4468738.807
3 RECTA 52.037 92.253 661224.383 4468812.720 75.0056 0.9239132 0.3826021
4 CIRC. 20.383 144.290 661272.460 4468832.630 -50.000 75.0056 661253.330 4468878.825
5 CIRC. 41.446 164.673 661289.207 4468844.000 50.000 49.0531 661325.085 4468809.174
6 RECTA 42.792 206.119 661326.517 4468859.154 101.8236 0.9995897 -0.0286415
7 CIRC. 32.130 248.911 661369.291 4468857.928 -50.000 101.8236 661370.724 4468907.908
8 RECTA 91.175 281.042 661399.529 4468867.039 60.9139 0.8173709 0.5761118
CLOT. 50.139 372.217 661474.053 4468919.566 95.000 60.9139 661474.053 4468919.566
9 CIRC. 6.384 422.356 661513.617 4468950.296 -180.000 52.0474 661390.496 4469081.602
CLOT. 40.139 428.740 661518.195 4468954.744 85.000 49.7894 661544.276 4468985.226
10 RECTA 79.864 468.879 661544.276 4468985.226 42.6913 0.6214509 0.7834531
#-----
548.743 661593.908 4469047.795 42.6913
```

EJES EN PLANTA

```
#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 6 0.000000 2 CAMINO FONTANA
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 0
CAR 0
VD 30.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 1 30.000
DPT 2
DIP ES_31_IC_rev2001.dip
DIA ES_31_IC_rev2001.dia
NCE 1.000
ACE 3.500
```

```
#Anchos derecha derecha izquierda izquierda
#-----
# ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000
#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
ALL FIJA-2P+R 0 661149.322987 4468759.394403 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.0000000
#-----
661167.565616 4468773.127618
ALL FLOTANTE 8 0.000000 0.000000 80.000000 0.000000 50.000000 50.000000 0.000000 0.000000 0.0000000
ALL FIJA-2P+R 0 661213.500428 4468808.213783 0.000000 0.000000 50.000000 50.000000 0.000000 0.000000 0.0000000
#-----
661275.000334 4468833.681535
```

```

ALI FLOTANTE      8      0.000000      0.000000     -50.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
ALI RETROGIRAT   8 661298.477828 4468851.507074     50.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
ALI FIJA-2P+R    0 661320.087688 4468859.337937     0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
        661385.926543 4468857.451437
ALI FLOTANTE      8      0.000000      0.000000     -50.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
ALI FIJA-2P+R    0 661385.926543 4468857.451437     0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
        661452.609980 4468904.452277
ALI FLOTANTE      8      0.000000      0.000000    -180.000000     95.000000     95.000000     95.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
ALI FIJA-2P+R    0 661542.400050 4468982.860329     0.000000     85.000000     85.000000     85.000000      0.000000      0.000000      0.000000      0.000000
        661593.907772 4469047.795278
#---
FIN
    
```

EJE : 7 : GLORIETA ENLACE 420A

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 CIRC.	157.080	0.000	661385.095	4470111.246	-25.000		0.0000	661360.095	4470111.246
		157.080	661385.095	4470111.246			0.0000		

EJES EN PLANTA

```

#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 7 0.000000 3 GLORIETA ENLACE 420A
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 0
CAR 0
VD 30.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 0 30.000
DPT 2
DIP ES_31_IC_rev2001.dip
DIA ES_31_IC_rev2001.dia
NCE 1.000
ACE 3.500
    
```

#Anchos derecha derecha izquierda izquierda

ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000

```

#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
ALI FIJA-C+R 5 661360.095393 4470111.246236 -25.000000 0.000000 0.000000 0.000000 360.000000 0.000000 0.000000
#---
FIN
    
```

EJE : 8 : 420A

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 RECTA	100.378	0.000	660967.594	4469990.403			55.5592	0.7660817	0.6427432
CLOT.	45.125	100.378	661044.492	4470054.920		95.000	55.5592	661044.492	4470054.920
2 CIRC.	133.054	145.503	661080.107	4470082.589	200.000		62.7411	661190.591	4469915.875
CLOT.	45.125	278.557	661206.576	4470115.235		95.000	105.0935	661251.133	4470108.263
3 CIRC.	162.944	323.682	661251.133	4470108.263	-250.000		112.2754	661299.040	4470353.630
4 RECTA	154.804	486.626	661409.793	4470129.501			70.7819	0.8965154	0.4430125
		641.430	661548.577	4470198.081			70.7819		

EJES EN PLANTA

```

#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 8 0.000000 1 420A
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 0
CAR 0
VD 40.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 0 80.000
DPT 2
DIP ES_31_IC_rev2001.dip
DIA ES_31_IC_rev2001.dia
NCE 1.000
ACE 3.500
    
```

#Anchos derecha derecha izquierda izquierda

ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000

```

# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
ALI FIJA-2P+R 0 660967.594452 4469990.403134 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
        661019.274538 4470033.762765
ALI FLOTANTE 8 0.000000 0.000000 200.000000 95.000000 0.000000 95.000000 0.000000 0.000000 0.000000
ALI RETROGIRAT 8 661295.483642 4470103.655047 -250.000000 95.000000 0.000000 95.000000 0.000000 0.000000 0.000000
ALI FIJA-2P+R 0 661432.061165 4470140.504644 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
        661548.577192 4470198.080965
#---
FIN
    
```

EJE : 9 : RAMAL INCORPORACION DIRECTA DESDE ROTONDA BARRIOS

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 RECTA	39.106	0.000	661354.654	4468134.188			393.3865	-0.1036982	0.9946088
2 CIRC.	67.840	39.106	661350.599	4468173.084	83.000		393.3865	661433.151	4468181.691
3 CIRC.	74.202	106.947	661370.395	4468236.011	-120.000		45.4208	661279.664	4468314.546
		181.149	661399.121	4468303.149			6.0554		

EJES EN PLANTA

```

#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 9 0.000000 6 RAMAL INCORPORACION DIRECTA DESDE ROTONDA BARRIOS
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 2
CAR 1
VD 50.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 0 80.000
NCE 1.000
ACE 3.500
    
```

#Anchos derecha derecha izquierda izquierda

ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000

```

#-----
# Tipo clave X (L ant) Y (dL ant) R A1 A2 A L D Az
#-----
ALI FIJA-2P+R 0 661354.654034 4468134.188473 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
        661349.477593 4468183.837670
ALI FLOTANTE 8 0.000000 0.000000 83.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
ALI FIJA-2P+R 0 661365.441120 4468241.139005 -120.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 7.100000 0.000000
        661392.053322 4468303.823779
#---
FIN
    
```

EJE : 10 : CAMINO SANTIAGO

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

DATO TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1 RECTA	24.124	0.000	661538.717	4468978.217			133.4238	0.8653137	-0.5012307
2 CIRC.	10.456	24.124	661559.592	4468966.126	-20.000		133.4238	661569.617	4468983.432
3 RECTA	48.456	34.581	661569.573	4468963.432			100.1405	0.9999976	-0.0022075
4 CIRC.	29.767	83.036	661618.029	4468963.325	10.000		100.1405	661618.006	4468953.325
5 RECTA	35.532	112.803	661619.626	4468943.457			289.6433	-0.9867962	-0.1619665
6 CIRC.	16.072	148.336	661584.563	4468937.702	-50.000		289.6433	661592.662	4468888.362
7 RECTA	77.870	164.407	661569.390	4468932.616			269.1798	-0.8850837	-0.4654319
8 CIRC.	9.765	242.278	661500.468	4468896.373	-50.000		269.1798	661523.740	4468852.119
9 RECTA	42.734	252.043	661492.323	4468891.016			256.7467	-0.7779361	-0.6283434
		294.777	661459.078	4468864.164			256.7467		

EJES EN PLANTA

```

#-----
# Num Eje P.K. inicial N.Palabras Titulo del Eje
#-----
EJE 10 0.000000 2 CAMINO SANTIAGO
REV 2003
ALIAS4 N-634
GRUPO 1
TIPO 401
CM 2
CAR 1
VD 30.000
MD 0
RV 20.05 538
VU 0 80.000
NCE 1.000
ACE 3.500
    
```

#Anchos derecha derecha izquierda izquierda

ANCHOS 0.000 0.000 0.000 0.000

#	Tipo	clave	X (L ant)	Y (dL ant)	R	A1	A2	A	L	D	Az
ALI FIJA-2P+R		0	661538.717222	4468978.217448	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FLOTANTE		8	661553.687174	4468969.546143	-20.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FIJA-2P+R		0	661569.572838	4468963.431895	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FLOTANTE		8	661618.028555	4468963.324929	10.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FIJA-2P+R		0	661619.626145	4468943.456991	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FLOTANTE		8	661604.641205	4468940.997457	-50.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FIJA-2P+R		0	661552.988635	4468923.991504	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FLOTANTE		8	661515.588077	4468904.323969	-50.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FIJA-2P+R		0	661482.639853	4468883.194789	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
			661459.078258	4468864.163957							

Velocidad	Acuerdo Convexo	Acuerdo Cóncavo
80	3.050	2.636
70	2.067	2.005
60	1.085	1.374
40	303	568

EJE : 11 : CAMINO MACCARI

*** LISTADO DE LAS ALINEACIONES ***

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	37.923	0.000	661502.772	4469406.628			311.2798	-0.9843443	0.1762563
2	CIRC.	14.238	37.923	661465.443	4469413.313	-20.000		311.2798	661461.918	4469393.626
3	RECTA	35.768	52.160	661451.726	4469410.834			265.9598	-0.8604208	-0.5095842
			87.928	661420.951	4469392.607			265.9598		

EJES EN PLANTA

Num Eje	P.K. inicial	N.Palabras	Titulo del Eje
EJE 11	0.000000	2	CAMINO MACCARI
REV 2003			
ALIAS4 N-634			
GRUPO 1			
TIPOL 401			
CM 2			
CAR 1			
VD 30.000			
MD 0			
RV 20.05 538			
VU 0 80.000			
NCE 1.000			
ACE 3.500			

Anchos	derecha	derecha	izquierda	izquierda
ANCHOS	0.000	0.000	0.000	0.000

#	Tipo	clave	X (L ant)	Y (dL ant)	R	A1	A2	A	L	D	Az
ALI FIJA-2P+R		0	661502.772293	4469406.628457	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FLOTANTE		8	661458.284559	4469414.594413	-20.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
ALI FIJA-2P+R		0	661443.164991	4469405.763623	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
			661420.951005	4469392.607390							

2.- ALZADO

2.1.- GENERALIDADES.

Los acuerdos entre tramos de pendiente constante son parabólicos.

Los parámetros mínimos por criterios de visibilidad de parada, superan los exigidos en la instrucción 3.1-I.C. para una velocidad específica de 50 km/h, a excepción de los entronques de inicio y final que reducen el acuerdo con el fin de ajustarse a las alineaciones existentes, pero cumpliendo acuerdo para las velocidades de dichos entronques.

Valores mínimos de la curva de acuerdo por consideraciones de visibilidad:

Los valores mínimos de la curva de acuerdo por consideraciones estéticas, debe cumplir que la longitud de la curva sea menor o igual que la velocidad de proyecto:

$$L \geq V_p$$

La pendiente máxima en el trazado es del 6,17 % superando la inclinación máxima para una velocidad de proyecto de 50 km/h (5%), pero esto se justifica desde el punto de vista de una intensidad media diaria inferior a 3.000 vehículos/día y por razones del terreno al ser muy accidentado, pudiendo llegar como una inclinación excepcional al 8 %.

2.2.- EJE EN ALZADO

EJE : 1 : TRONCO PRINCIPAL

*** ESTADO DE RASANTES ***

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE PK	Z	ENTRADA AL ACUERDO PK	Z	SALIDA DEL ACUERDO PK	Z	BISECT. (m.)	DIF. PEN (%)
2.110876	140.337	3500.000	177.105	925.753	12.018	922.268	247.274	930.048	0.703	4.010
6.120510	282.680	2300.000	899.974	969.996	106.936	924.272	1041.314	961.276	4.343	-12.290
-6.169904	135.637	2500.000	1315.720	944.345	758.634	961.346	1383.539	943.840	0.920	5.425
-0.744423	105.142	2000.000	1559.987	942.527	1247.902	948.529	1612.558	939.372	0.691	-5.257
-6.001517	56.014	700.000	2150.156	907.108	1507.416	942.918	2178.163	907.668	0.560	8.002
2.000472					2122.149	908.788	2182.842	907.761		

*** PUNTOS DEL EJE EN ALZADO ***

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0.000	Rampa	922.015	2.1109 ‰
20.000	Rampa	922.437	2.1109 ‰
40.000	Rampa	922.859	2.1109 ‰
60.000	Rampa	923.281	2.1109 ‰
80.000	Rampa	923.703	2.1109 ‰
100.000	Rampa	924.125	2.1109 ‰
106.936	tg. entrada	924.272	2.1109 ‰
120.000	KV 3500	924.572	2.4841 ‰
140.000	KV 3500	925.126	3.0555 ‰
160.000	KV 3500	925.794	3.6270 ‰
180.000	KV 3500	926.577	4.1984 ‰
200.000	KV 3500	927.474	4.7698 ‰
220.000	KV 3500	928.485	5.3413 ‰
240.000	KV 3500	929.610	5.9127 ‰
247.274	tg. salida	930.048	6.1205 ‰
260.000	Rampa	930.827	6.1205 ‰
280.000	Rampa	932.051	6.1205 ‰
300.000	Rampa	933.275	6.1205 ‰
320.000	Rampa	934.499	6.1205 ‰
340.000	Rampa	935.723	6.1205 ‰
360.000	Rampa	936.947	6.1205 ‰
380.000	Rampa	938.171	6.1205 ‰
400.000	Rampa	939.395	6.1205 ‰
420.000	Rampa	940.619	6.1205 ‰
440.000	Rampa	941.843	6.1205 ‰
460.000	Rampa	943.068	6.1205 ‰

480.000	Rampa	944.292	6.1205 %
500.000	Rampa	945.516	6.1205 %
520.000	Rampa	946.740	6.1205 %
540.000	Rampa	947.964	6.1205 %
560.000	Rampa	949.188	6.1205 %
580.000	Rampa	950.412	6.1205 %
600.000	Rampa	951.636	6.1205 %
620.000	Rampa	952.860	6.1205 %
640.000	Rampa	954.085	6.1205 %
660.000	Rampa	955.309	6.1205 %
680.000	Rampa	956.533	6.1205 %
700.000	Rampa	957.757	6.1205 %
720.000	Rampa	958.981	6.1205 %
740.000	Rampa	960.205	6.1205 %
758.634	tg. entrada	961.346	6.1205 %
760.000	KV -2300	961.429	6.0611 %
780.000	KV -2300	962.554	5.1916 %
800.000	KV -2300	963.505	4.3220 %
820.000	KV -2300	964.283	3.4524 %
840.000	KV -2300	964.886	2.5829 %
860.000	KV -2300	965.316	1.7133 %
880.000	KV -2300	965.572	0.8437 %
899.406	Punto alto	965.653	0.0000 %
900.000	KV -2300	965.653	-0.0258 %
920.000	KV -2300	965.561	-0.8954 %
940.000	KV -2300	965.295	-1.7650 %
960.000	KV -2300	964.855	-2.6345 %
980.000	KV -2300	964.241	-3.5041 %
1000.000	KV -2300	963.454	-4.3737 %
1020.000	KV -2300	962.492	-5.2432 %
1040.000	KV -2300	961.356	-6.1128 %
1041.314	tg. salida	961.276	-6.1699 %
1060.000	Pendiente	960.123	-6.1699 %
1080.000	Pendiente	958.889	-6.1699 %
1100.000	Pendiente	957.655	-6.1699 %
1120.000	Pendiente	956.421	-6.1699 %
1140.000	Pendiente	955.187	-6.1699 %
1160.000	Pendiente	953.953	-6.1699 %
1180.000	Pendiente	952.719	-6.1699 %
1200.000	Pendiente	951.485	-6.1699 %
1220.000	Pendiente	950.251	-6.1699 %
1240.000	Pendiente	949.017	-6.1699 %
1247.902	tg. entrada	948.529	-6.1699 %
1260.000	KV 2500	947.812	-5.6860 %
1280.000	KV 2500	946.755	-4.8860 %
1300.000	KV 2500	945.858	-4.0860 %
1320.000	KV 2500	945.121	-3.2860 %
1340.000	KV 2500	944.543	-2.4860 %
1360.000	KV 2500	944.126	-1.6860 %
1380.000	KV 2500	943.869	-0.8860 %
1383.539	tg. salida	943.840	-0.7444 %
1400.000	Pendiente	943.718	-0.7444 %
1420.000	Pendiente	943.569	-0.7444 %
1440.000	Pendiente	943.420	-0.7444 %
1460.000	Pendiente	943.271	-0.7444 %
1480.000	Pendiente	943.122	-0.7444 %
1500.000	Pendiente	942.973	-0.7444 %
1507.416	tg. entrada	942.918	-0.7444 %
1520.000	KV -2000	942.785	-1.3736 %
1540.000	KV -2000	942.410	-2.3736 %
1560.000	KV -2000	941.835	-3.3736 %
1580.000	KV -2000	941.061	-4.3736 %
1600.000	KV -2000	940.086	-5.3736 %
1612.558	tg. salida	939.372	-6.0015 %
1620.000	Pendiente	938.925	-6.0015 %
1640.000	Pendiente	937.725	-6.0015 %
1660.000	Pendiente	936.524	-6.0015 %
1680.000	Pendiente	935.324	-6.0015 %
1700.000	Pendiente	934.124	-6.0015 %
1720.000	Pendiente	932.924	-6.0015 %
1740.000	Pendiente	931.723	-6.0015 %
1760.000	Pendiente	930.523	-6.0015 %
1780.000	Pendiente	929.323	-6.0015 %
1800.000	Pendiente	928.122	-6.0015 %
1820.000	Pendiente	926.922	-6.0015 %
1840.000	Pendiente	925.722	-6.0015 %
1860.000	Pendiente	924.521	-6.0015 %
1880.000	Pendiente	923.321	-6.0015 %
1900.000	Pendiente	922.121	-6.0015 %
1920.000	Pendiente	920.920	-6.0015 %
1940.000	Pendiente	919.720	-6.0015 %
1960.000	Pendiente	918.520	-6.0015 %
1980.000	Pendiente	917.320	-6.0015 %
2000.000	Pendiente	916.119	-6.0015 %
2020.000	Pendiente	914.919	-6.0015 %
2040.000	Pendiente	913.719	-6.0015 %
2060.000	Pendiente	912.518	-6.0015 %
2080.000	Pendiente	911.318	-6.0015 %
2100.000	Pendiente	910.118	-6.0015 %
2120.000	Pendiente	908.917	-6.0015 %
2122.149	tg. entrada	908.788	-6.0015 %
2140.000	KV 700	907.945	-3.4514 %
2160.000	KV 700	907.540	-0.5943 %
2164.160	Punto bajo	907.528	0.0000 %
2178.163	tg. salida	907.668	2.0005 %
2180.000	Rampa	907.705	2.0005 %
2200.000	Rampa	908.105	2.0005 %
2206.838	Rampa	908.242	2.0005 %

EJE : 2 : GLORIETA COLLADO

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (Radio)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
-0.800000	47.998	3000.000	-17.000	965.136	-50.000	965.400				
0.800000	47.998	3000.000	54.500	965.708	-40.999	965.328	6.999	965.328	0.096	1.600
-0.800000	47.998	3000.000	129.000	965.112	30.501	965.516	78.499	965.516	0.096	-1.600
0.800000					105.001	965.304	152.999	965.304	0.096	1.600
							165.000	965.400		

PUNTOS DEL EJE EN ALZADO

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
37.038	R -3000	965.561	0.5821 %
54.500	Punto alto	965.612	0.0000 %
40.000	R -3000	965.577	0.4833 %
60.000	R -3000	965.607	-0.1833 %
78.499	tg. salida	965.516	-0.8000 %
80.000	Pendiente	965.504	-0.8000 %
100.000	Pendiente	965.344	-0.8000 %
105.001	tg. entrada	965.304	-0.8000 %
120.000	R 3000	965.221	-0.3000 %
129.000	Punto bajo	965.208	0.0000 %
140.000	R 3000	965.228	0.3667 %
152.999	tg. salida	965.304	0.8000 %
157.080	Rampa	965.337	0.8000 %

EJE : 3 : GLORIETA ACCESO URGENCIAS

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
0.625992	62.599	5000.000	-23.883	943.646	-63.153	943.400				
-0.625992	62.599	5000.000	54.657	943.154	-55.182	943.450	7.417	943.450	0.098	-1.252
0.625992	62.599	5000.000	133.197	943.646	23.358	943.350	85.957	943.350	0.098	1.252
-0.625992					101.897	943.450	164.497	943.450	0.098	-1.252
							172.467	943.400		

PUNTOS DEL EJE EN ALZADO

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
50.629	KV 5000	943.254	-0.0806 %
54.657	Punto bajo	943.252	0.0000 %
60.000	KV 5000	943.255	0.1069 %
80.000	KV 5000	943.316	0.5069 %
85.957	tg. salida	943.350	0.6260 %
100.000	Rampa	943.438	0.6260 %
101.897	tg. entrada	943.450	0.6260 %
120.000	KV -5000	943.530	0.2639 %
133.197	Punto alto	943.548	0.0000 %
140.000	KV -5000	943.543	-0.1361 %
157.080	KV -5000	943.491	-0.4777 %

EJE : 4 : GLORIETA RONDA DE BARRIOS ACCESO ARRABAL

ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
-2.564866	45.664	890.178	-19.601	921.155	-51.017	921.961				
2.564866	45.664	890.178	43.231	922.767	-42.433	921.741	3.231	921.741	0.293	5.130
-2.564866	45.664	890.178	106.062	921.155	20.399	922.181	66.062	922.181	0.293	-5.130
2.564866					83.231	921.741	128.894	921.741	0.293	5.130
							137.478	921.961		

 PUNTOS DEL EJE EN ALZADO

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
54.820	KV -890	922.398	-1.3019 ‰
60.000	KV -890	922.316	-1.8838 ‰
66.062	tg. salida	922.181	-2.5649 ‰
80.000	Pendiente	921.824	-2.5649 ‰
83.231	tg. entrada	921.741	-2.5649 ‰
100.000	KV 890	921.469	-0.6810 ‰
106.062	Punto bajo	921.448	0.0000 ‰
120.000	KV 890	921.557	1.5657 ‰
125.664	KV 890	921.664	2.2020 ‰

EJE : 5 : ACCESO A URGENCIAS

 ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
-2.017937	36.680	1200.000	36.247	943.078	-0.076	943.811	54.587	943.268	0.140	3.057
1.038752					17.907	943.448	214.399	944.928		

 PUNTOS DEL EJE EN ALZADO

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0.000	Pendiente	943.809	-2.0179 ‰
17.907	tg. entrada	943.448	-2.0179 ‰
20.000	KV 1200	943.408	-1.8435 ‰
40.000	KV 1200	943.205	-0.1768 ‰
42.122	Punto bajo	943.204	0.0000 ‰
54.587	tg. salida	943.268	1.0388 ‰
60.000	Rampa	943.325	1.0388 ‰
80.000	Rampa	943.532	1.0388 ‰
100.000	Rampa	943.740	1.0388 ‰
120.000	Rampa	943.948	1.0388 ‰
140.000	Rampa	944.156	1.0388 ‰
160.000	Rampa	944.363	1.0388 ‰
180.000	Rampa	944.571	1.0388 ‰
200.000	Rampa	944.779	1.0388 ‰
219.143	Rampa	944.978	1.0388 ‰

EJE : 6 : CAMINO FONTANA

 ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
-1.065670	18.009	800.000	20.000	970.685	0.000	970.898	29.005	970.387	0.051	-2.251
-3.316804	41.724	800.000	190.590	965.027	10.995	970.781	211.452	965.423	0.272	5.216
1.898699	22.444	600.000	235.959	965.889	169.728	965.719	247.181	965.682	0.105	-3.741
-1.841977	58.201	1000.000	352.256	963.746	224.737	965.675	381.357	961.517	0.423	-5.820
-7.662073	100.135	1500.000	521.387	950.787	323.156	964.282	571.454	950.294	0.836	6.676
-0.986394					471.319	954.624	543.055	950.574		

 PUNTOS DEL EJE EN ALZADO

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0.000	Pendiente	970.898	-1.0657 ‰
10.995	tg. entrada	970.781	-1.0657 ‰
20.000	KV -800	970.635	-2.1912 ‰
29.005	tg. salida	970.387	-3.3168 ‰
40.000	Pendiente	970.022	-3.3168 ‰
60.000	Pendiente	969.359	-3.3168 ‰
80.000	Pendiente	968.695	-3.3168 ‰
100.000	Pendiente	968.032	-3.3168 ‰
120.000	Pendiente	967.368	-3.3168 ‰
140.000	Pendiente	966.705	-3.3168 ‰
160.000	Pendiente	966.042	-3.3168 ‰
169.728	tg. entrada	965.719	-3.3168 ‰
180.000	KV 800	965.444	-2.0328 ‰
196.262	Punto bajo	965.279	0.0000 ‰
200.000	KV 800	965.288	0.4672 ‰
211.452	tg. salida	965.423	1.8987 ‰
220.000	Rampa	965.586	1.8987 ‰
224.737	tg. entrada	965.675	1.8987 ‰
236.130	Punto alto	965.784	0.0000 ‰

240.000	KV -600	965.771	-0.6451 ‰
247.181	tg. salida	965.682	-1.8420 ‰
260.000	Pendiente	965.446	-1.8420 ‰
280.000	Pendiente	965.077	-1.8420 ‰
300.000	Pendiente	964.709	-1.8420 ‰
320.000	Pendiente	964.341	-1.8420 ‰
323.156	tg. entrada	964.282	-1.8420 ‰
340.000	KV -1000	963.830	-3.5264 ‰
360.000	KV -1000	962.925	-5.5264 ‰
380.000	KV -1000	961.620	-7.5264 ‰
381.357	tg. salida	961.517	-7.6621 ‰
400.000	Pendiente	960.088	-7.6621 ‰
420.000	Pendiente	958.556	-7.6621 ‰
440.000	Pendiente	957.023	-7.6621 ‰
460.000	Pendiente	955.491	-7.6621 ‰
471.319	tg. entrada	954.624	-7.6621 ‰
480.000	KV 1500	953.984	-7.0833 ‰
500.000	KV 1500	952.700	-5.7500 ‰
520.000	KV 1500	951.684	-4.4167 ‰
540.000	KV 1500	950.934	-3.0833 ‰
548.743	KV 1500	950.690	-2.5005 ‰

EJE : 7 : GLORIETA ENLACE 420A

 ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
-2.237132	57.080	1275.732	11.960	906.970	-27.310	907.848	40.500	907.608	0.319	4.474
2.237132	57.080	1275.732	90.500	908.727	-16.580	907.608	119.040	908.088	0.319	-4.474
-2.237132	57.080	1275.732	169.040	906.970	61.960	908.088	197.579	907.608	0.319	4.474
2.237132					140.500	907.608	208.309	907.848		

 PUNTOS DEL EJE EN ALZADO

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
-3.897	KV 1276	907.388	-1.2430 ‰
11.960	Punto bajo	907.289	0.0000 ‰
0.000	KV 1276	907.345	-0.9375 ‰
20.000	KV 1276	907.314	0.6302 ‰
40.000	KV 1276	907.597	2.1980 ‰
40.500	tg. salida	907.608	2.2371 ‰
60.000	Rampa	908.045	2.2371 ‰
61.960	tg. entrada	908.088	2.2371 ‰
80.000	KV -1276	908.364	0.8230 ‰
90.500	Punto alto	908.408	0.0000 ‰
100.000	KV -1276	908.372	-0.7447 ‰
119.040	tg. salida	908.088	-2.2371 ‰
120.000	Pendiente	908.067	-2.2371 ‰
140.000	Pendiente	907.619	-2.2371 ‰
140.500	tg. entrada	907.608	-2.2371 ‰
157.080	KV 1276	907.345	-0.9375 ‰
169.040	Punto bajo	907.289	0.0000 ‰

EJE : 8 : 420A

 ESTADO DE RASANTES

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(%)
-5.069824	45.660	1000.000	417.231	907.552	340.000	911.467	440.061	907.437	0.261	4.566
-0.503832					394.401	908.709	565.000	906.807		

 PUNTOS DEL EJE EN ALZADO

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0.899	Pendiente	928.659	-5.0698 ‰
20.000	Pendiente	927.691	-5.0698 ‰
40.000	Pendiente	926.677	-5.0698 ‰
60.000	Pendiente	925.663	-5.0698 ‰
80.000	Pendiente	924.649	-5.0698 ‰
100.000	Pendiente	923.635	-5.0698 ‰
120.000	Pendiente	922.621	-5.0698 ‰
140.000	Pendiente	921.607	-5.0698 ‰
160.000	Pendiente	920.593	-5.0698 ‰
180.000	Pendiente	919.579	-5.0698 ‰
200.000	Pendiente	918.565	-5.0698 ‰
220.000	Pendiente	917.551	-5.0698 ‰
240.000	Pendiente	916.537	-5.0698 ‰

260.000	Pendiente	915.523	-5.0698 ‰	97.985	tg. salida	923.211	0.9884 ‰
280.000	Pendiente	914.509	-5.0698 ‰	100.000	Rampa	923.231	0.9884 ‰
300.000	Pendiente	913.495	-5.0698 ‰	100.048	tg. entrada	923.231	0.9884 ‰
320.000	Pendiente	912.481	-5.0698 ‰	100.048	tg. salida	923.231	1.2892 ‰
340.000	Pendiente	911.467	-5.0698 ‰	102.127	tg. entrada	923.258	1.2892 ‰
360.000	Pendiente	910.453	-5.0698 ‰	102.127	tg. salida	923.258	1.5883 ‰
380.000	Pendiente	909.439	-5.0698 ‰	104.215	tg. entrada	923.291	1.5883 ‰
394.401	tg. entrada	908.709	-5.0698 ‰	104.215	tg. salida	923.291	1.8840 ‰
400.000	KV 1000	908.441	-4.5099 ‰	106.307	tg. entrada	923.331	1.8840 ‰
420.000	KV 1000	907.739	-2.5099 ‰	106.307	tg. salida	923.331	2.1059 ‰
440.000	KV 1000	907.437	-0.5099 ‰	108.385	tg. entrada	923.374	2.1059 ‰
440.061	tg. salida	907.437	-0.5038 ‰	108.385	tg. salida	923.374	2.1093 ‰
460.000	Pendiente	907.336	-0.5038 ‰	110.459	tg. entrada	923.418	2.1093 ‰
480.000	Pendiente	907.236	-0.5038 ‰	110.459	tg. salida	923.418	2.1020 ‰
500.000	Pendiente	907.135	-0.5038 ‰	112.532	tg. entrada	923.462	2.1020 ‰
520.000	Pendiente	907.034	-0.5038 ‰	112.532	tg. salida	923.462	2.0947 ‰
540.000	Pendiente	906.933	-0.5038 ‰	114.607	tg. entrada	923.505	2.0947 ‰
560.000	Pendiente	906.833	-0.5038 ‰	114.607	tg. salida	923.505	2.0874 ‰
580.000	Pendiente	906.732	-0.5038 ‰	116.682	tg. entrada	923.548	2.0874 ‰
600.000	Pendiente	906.631	-0.5038 ‰	116.682	tg. salida	923.548	2.0801 ‰
620.000	Pendiente	906.530	-0.5038 ‰	118.757	tg. entrada	923.592	2.0801 ‰
640.000	Pendiente	906.429	-0.5038 ‰	118.757	tg. salida	923.592	2.0728 ‰
641.430	Pendiente	906.422	-0.5038 ‰	120.000	Rampa	923.617	2.0728 ‰
				120.833	tg. entrada	923.635	2.0728 ‰
				120.833	tg. salida	923.635	2.0655 ‰
				122.910	tg. entrada	923.678	2.0655 ‰
				122.910	tg. salida	923.678	2.0582 ‰
				124.987	tg. entrada	923.720	2.0582 ‰
				124.987	tg. salida	923.720	2.0509 ‰
				127.064	tg. entrada	923.763	2.0509 ‰
				127.064	tg. salida	923.763	2.0437 ‰
				129.142	tg. entrada	923.805	2.0437 ‰
				129.142	tg. salida	923.805	2.0365 ‰
				131.220	tg. entrada	923.848	2.0365 ‰
				131.220	tg. salida	923.848	2.0322 ‰
				133.298	tg. entrada	923.890	2.0322 ‰
				133.298	tg. salida	923.890	2.0221 ‰
				135.376	tg. entrada	923.932	2.0221 ‰
				135.376	tg. salida	923.932	2.0149 ‰
				137.455	tg. entrada	923.974	2.0149 ‰
				137.455	tg. salida	923.974	2.0077 ‰
				139.534	tg. entrada	924.016	2.0077 ‰
				139.534	tg. salida	924.016	2.0006 ‰
				140.000	Rampa	924.025	2.0006 ‰
				141.613	tg. entrada	924.057	2.0006 ‰
				141.613	tg. salida	924.057	1.9935 ‰
				143.692	tg. entrada	924.099	1.9935 ‰
				143.692	tg. salida	924.099	1.9864 ‰
				145.771	tg. entrada	924.140	1.9864 ‰
				145.771	tg. salida	924.140	1.9794 ‰
				147.850	tg. entrada	924.181	1.9794 ‰
				147.850	tg. salida	924.181	1.9724 ‰
				149.929	tg. entrada	924.222	1.9724 ‰
				149.929	tg. salida	924.222	1.9654 ‰
				152.008	tg. entrada	924.263	1.9654 ‰
				152.008	tg. salida	924.263	1.9584 ‰
				154.086	tg. entrada	924.304	1.9584 ‰
				154.086	tg. salida	924.304	1.9545 ‰
				156.165	tg. entrada	924.344	1.9545 ‰
				156.165	tg. salida	924.344	1.9447 ‰
				158.243	tg. entrada	924.385	1.9447 ‰
				158.243	tg. salida	924.385	1.9379 ‰
				160.000	Rampa	924.419	1.9379 ‰
				160.322	tg. entrada	924.425	1.9379 ‰
				160.322	tg. salida	924.425	1.9311 ‰
				162.400	tg. entrada	924.465	1.9311 ‰
				162.400	tg. salida	924.465	1.9244 ‰
				164.477	tg. entrada	924.505	1.9244 ‰
				164.477	tg. salida	924.505	1.9177 ‰
				166.554	tg. entrada	924.545	1.9177 ‰
				166.554	tg. salida	924.545	1.9110 ‰
				168.631	tg. entrada	924.585	1.9110 ‰
				168.631	tg. salida	924.585	1.9044 ‰
				170.708	tg. entrada	924.624	1.9044 ‰
				170.708	tg. salida	924.624	1.8979 ‰
				172.784	tg. entrada	924.663	1.8979 ‰
				172.784	tg. salida	924.663	1.8914 ‰
				174.859	tg. entrada	924.703	1.8914 ‰
				174.859	tg. salida	924.703	1.8850 ‰
				176.934	tg. entrada	924.742	1.8850 ‰
				176.934	tg. salida	924.742	1.8816 ‰
				179.009	tg. entrada	924.781	1.8816 ‰
				179.009	tg. salida	924.781	1.9106 ‰
				180.000	Rampa	924.800	1.9106 ‰
				181.083	tg. entrada	924.820	1.9106 ‰
				181.083	tg. salida	924.820	2.6677 ‰
				181.149	Rampa	924.822	2.6677 ‰

EJE : 9 : RAMAL INCORPORACION DIRECTA DESDE ROTONDA BARRIOS

***** ESTADO DE RASANTES *****

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(‰)	(m.)	(kv)	PK	Z	PK	Z	PK	Z	(m.)	(‰)
					9.800	920.000				
3.278689	13.681	1500.000	40.300	921.000	33.460	920.776	47.140	921.287	0.016	0.912
4.190754	20.000	1858.651	65.943	922.075	55.943	921.656	75.943	922.601	0.027	1.076
5.266805	20.000	436.740	85.943	923.128	75.943	922.601	95.943	923.197	0.114	-4.579
0.687420	0.000	0.000	97.985	923.211	97.985	923.211	97.985	923.211	0.000	0.301
0.988404	0.000	0.000	100.048	923.231	100.048	923.231	100.048	923.231	0.000	0.301
1.289209	0.000	0.000	102.127	923.258	102.127	923.258	102.127	923.258	0.000	0.299
1.588326	0.000	0.000	104.215	923.291	104.215	923.291	104.215	923.291	0.000	0.296
1.883983	0.000	0.000	106.307	923.331	106.307	923.331	106.307	923.331	0.000	0.222
2.105913	0.000	0.000	108.385	923.374	108.385	923.374	108.385	923.374	0.000	0.003
2.109282	0.000	0.000	110.459	923.418	110.459	923.418	110.459	923.418	0.000	-0.007
2.101984	0.000	0.000	112.532	923.462	112.532	923.462	112.532	923.462	0.000	-0.007
2.094675	0.000	0.000	114.607	923.505	114.607	923.505	114.607	923.505	0.000	-0.007
2.087409	0.000	0.000	116.682	923.548	116.682	923.548	116.682	923.548	0.000	-0.007
2.080069	0.000	0.000	118.757	923.592	118.757	923.592	118.757	923.592	0.000	-0.007
2.072800	0.000	0.000	120.833	923.635	120.833	923.635	120.833	923.635	0.000	-0.007
2.065494	0.000	0.000	122.910	923.678	122.910	923.678	122.910	923.678	0.000	-0.007
2.058249	0.000	0.000	124.987	923.720	124.987	923.720	124.987	923.720	0.000	-0.007
2.050935	0.000	0.000	127.064	923.763	127.064	923.763	127.064	923.763	0.000	-0.007
2.043717	0.000	0.000	129.142	923.805	129.142	923.805	129.142	923.805	0.000	-0.007
2.036484	0.000	0.000	131.220	923.848	131.220	923.848	131.220	923.848	0.000	-0.004
2.032182	0.000	0.000	133.298	923.890	133.298	923.890	133.298	923.890	0.000	-0.010
2.022094	0.000	0.000	135.376	923.932	135.376	923.932	135.376	923.932	0.000	-0.007
2.014882	0.000	0.000	137.455	923.974	137.455	923.974	137.455	923.974	0.000	-0.007
2.007712	0.000	0.000	139.534	924.016	139.534	924.016	139.534	924.016	0.000	-0.007
2.000627	0.000	0.000	141.613	924.057	141.613	924.057	141.613	924.057	0.000	-0.007
1.993483	0.000	0.000	143.692	924.099	143.692	924.099	143.692	924.099	0.000	-0.007
1.986425	0.000	0.000	145.771	924.140	145.771	924.140	145.771	924.140	0.000	-0.007
1.979352	0.000	0.000	147.850	924.181	147.850	924.181	147.850	924.181	0.000	-0.007
1.972371	0.000	0.000	149.929	924.222	149.929	924.222	149.929	924.222	0.000	-0.007
1.965424	0.000	0.000	152.008	924.263	152.008	924.263	152.008	924.263	0.000	-0.007
1.958413	0.000	0.000	154.086	924.304	154.086	924.304	154.086	924.304	0.000	-0.004
1.954465	0.000	0.000	156.165	924.344	156.165	924.344	156.165	924.344	0.000	-0.010
1.944690	0.000	0.000	158.243	924.385	158.243	924.385	158.243	924.385	0.000	-0.007
1.937885	0.000	0.000	160.322	924.425	160.322	924.425	160.322	924.425	0.000	-0.007
1.931055	0.000	0.000	162.400	924.465	162.400	924.465	162.400	924.465	0.000	-0.007
1.924367	0.000	0.000	164.477	924.505	164.477	924.505	164.477	924.505	0.000	-0.007
1.917659	0.000	0.000	166.554	924.545	166.554	924.545	166.554	924.545	0.000	-0.007
1.911029	0.000	0.000	168.631	924.585	168.631	924.585	168.631	924.585	0.000	-0.007
1.904432	0.000	0.000	170.708	924.624	170.708	924.624	170.708	924.624	0.000	-0.007
1.897920	0.000	0.000	172.784	924.663	172.784	924.663	172.784	924.663	0.000	-0.006
1.891433	0.000	0.000	174.859	924.703	174.859	924.703	174.859	924.703	0.000	-0.006
1.885027	0.000	0.000	176.934	924.742	176.934	924.742	176.934	924.742	0.000	-0.003
1.881593	0.000	0.000	179.009	924.781	179					

EJE : 10 : CAMINO SANTIAGO

***** ESTADO DE RASANTES *****

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
10.139728	19.978	200.000	109.880	966.406	-0.216	955.243	119.869	966.421	0.249	-9.989
0.150961	19.233	200.000	155.000	966.474	99.891	965.393	164.617	967.414	0.231	9.617
9.767693	19.181	200.000	280.213	978.705	270.622	977.768	289.804	978.722	0.230	-9.591
0.176992							294.682	978.730		

EJE : 10 : CAMINO SANTIAGO

***** PUNTOS DEL EJE EN ALZADO *****

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0.000	Rampa	955.265	10.1397 ‰
20.000	Rampa	957.293	10.1397 ‰
40.000	Rampa	959.321	10.1397 ‰
60.000	Rampa	961.349	10.1397 ‰
80.000	Rampa	963.376	10.1397 ‰
99.891	tg. entrada	965.393	10.1397 ‰
100.000	KV -200	965.404	10.0852 ‰
119.869	tg. salida	966.421	0.1510 ‰
120.000	Rampa	966.421	0.1510 ‰
140.000	Rampa	966.452	0.1510 ‰
145.383	tg. entrada	966.460	0.1510 ‰
160.000	KV 200	967.016	7.4593 ‰
164.617	tg. salida	967.414	9.7677 ‰
180.000	Rampa	968.916	9.7677 ‰
200.000	Rampa	970.870	9.7677 ‰
220.000	Rampa	972.823	9.7677 ‰
240.000	Rampa	974.777	9.7677 ‰
260.000	Rampa	976.730	9.7677 ‰
270.622	tg. entrada	977.768	9.7677 ‰
280.000	KV -200	978.464	5.0789 ‰
289.804	tg. salida	978.722	0.1770 ‰
294.777	Rampa	978.731	0.1770 ‰

EJE : 11 : CAMINO MACCARI

***** ESTADO DE RASANTES *****

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m.)	PARAMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT. (m.)	DIF.PEN (%)
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		
-2.102566	10.986	600.000	35.377	943.243	18.051	943.607	40.870	943.027	0.025	-1.831
-3.933592	19.335	500.000	70.093	941.877	29.884	943.358	79.760	941.871	0.093	3.867
-0.066669					60.425	942.257	86.799	941.866		

EJE : 11 : CAMINO MACCARI

***** PUNTOS DEL EJE EN ALZADO *****

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0.000	Pendiente	943.987	-2.1026 ‰
20.000	Pendiente	943.566	-2.1026 ‰
29.884	tg. entrada	943.358	-2.1026 ‰
40.000	KV -600	943.060	-3.7886 ‰
40.870	tg. salida	943.027	-3.9336 ‰
60.000	Pendiente	942.274	-3.9336 ‰
60.425	tg. entrada	942.257	-3.9336 ‰
79.760	tg. salida	941.871	-0.0667 ‰
80.000	Pendiente	941.871	-0.0667 ‰
87.928	Pendiente	941.865	-0.0667 ‰

3.- SECCIÓN TRANSVERSAL

3.1.- SECCIÓN TIPO

En el diseño de la sección tipo se ha considerado lo siguiente:

- Sección transversal en recta:

Calzada: bombeo del 2% hacia el exterior.

Arcenes: 2% hacia el exterior.

Aceras y carril bici: 2% hacia el exterior.

- Sección transversal en curva:

Calzada: p% correspondiente al peralte.

Arcenes: p% en prolongación de calzada.

Aceras y carril bici: 2% hacia el exterior.

3.2.- PERALTES

Los peraltes se han definido según la tabla 4.4 de la instrucción (3.1. I.C.), Relación Velocidad Específica – Radio - Peralte para Carreteras C-80, C-60 y C-40 (GRUPO-2).

Velocidad (Km/h)	Radio (m)	Peralte %
40	50	7
50	85	7
60	130	7
70	190	7
80	265	7
100	485	5.85

Las características más importantes del tronco y de las rotondas son las siguientes:

EJE 1: EJE PRINCIPAL: Longitud 2206.838

LONGITUD TOTAL 2206.838 (D 1170.394 T 1952.625)

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	1095.978 m.	49.66%
Longitud en CLOTOIDE	447.661 m.	20.29%
Longitud en RECTA	663.199 m.	30.05%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	609.054 m.	
Longitud de la RECTA MAS CORTA	54.145 m.	
RADIO MAXIMO	600.000 m.	Ve = 108.50 Km/h
RADIO MINIMO	120.000 m.	Ve = 58.40 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	337.923 m.	
Total de CURVAS A LA DERECHA	1	
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	3	
Total de RECTAS	2	

ALZADO

Longitud Total	2170.824 m.	(DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPAS/PENDIENTE	1451.015 m.	66.84%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	719.810 m.	33.16%
Longitud en RAMPAS	610.958 m.	28.14%
Longitud en PENDIENTE	840.057 m.	38.70%
PENDIENTE MAXIMA	6.17 %	
PENDIENTE MINIMA	0.74 %	
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	5.13 %	

P x L	111.271 m.
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	32.686 m. entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	511.360 m. pen= 6.12%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	206.588 m. pen= -6.17%
Acuerdo Concavo MAXIMO	3500.000
Acuerdo Concavo MINIMO	700.000
Acuerdo Convexo MAXIMO	2300.000
Acuerdo Convexo MINIMO	2000.000
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	56.014 m.
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	105.142 m.
Número de tramos	6
Longitud Tramo mínimo	4.679
Longitud Tramo máximo	511.360
Total de Acuerdos cóncavos	3
Total de Acuerdos convexos	2

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	108.50 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	58.40 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	75.69 Km/h

EJE 2: ROTONDA HOSPITAL: Longitud 157.080 :

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	157.080 m.	100.00%
Longitud en CLOTOIDE	0.000 m.	0.00%

Longitud en RECTA	0.000 m. 0.00%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	0.000 m.
Longitud de la RECTA MAS CORTA	0.000 m.
RADIO MAXIMO	25.000 m. Ve = 29.10 Km/h
RADIO MINIMO	25.000 m. Ve = 29.10 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	25.000 m.
Total de CURVAS A LA DERECHA	1
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	0
Total de RECTAS	0

Acuerdo Convexo MAXIMO	3000.000
Acuerdo Convexo MINIMO	3000.000
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	6.999 m.
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	47.998 m.
Número de tramos	4
Longitud Tramo mínimo	0.000
Longitud Tramo máximo	26.502
Total de Acuerdos cóncavos	2
Total de Acuerdos convexos	1

ALZADO

Longitud Total	157.080 m. (DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	54.083 m. 34.43%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	102.996 m. 65.57%
Longitud en RAMPA	27.582 m. 17.56%
Longitud en PENDIENTE	26.502 m. 16.87%
PENDIENTE MAXIMA	0.80 %
PENDIENTE MINIMA	0.80 %
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	0.80 %
P x L	1.257 m.
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	0.000 m. entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	23.502 m. pen= 0.80%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	26.502 m. pen= -0.80%
Acuerdo Concavo MAXIMO	3000.000
Acuerdo Concavo MINIMO	3000.000

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	29.10 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	29.10 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	29.10 Km/h

EJE 3, GLORIETA ACCESO URGENCIAS: Longitud 157.080

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	157.080 m. 100.00%
Longitud en CLOTOIDE	0.000 m. 0.00%
Longitud en RECTA	0.000 m. 0.00%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	0.000 m.
Longitud de la RECTA MAS CORTA	0.000 m.
RADIO MAXIMO	25.000 m. Ve = 29.10 Km/h
RADIO MINIMO	25.000 m. Ve = 29.10 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	25.000 m.

Total de CURVAS A LA DERECHA	1
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	0
Total de RECTAS	0

ALZADO

Longitud Total	157.080 m.	(DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	31.881 m.	20.30%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	125.198 m.	79.70%
Longitud en RAMPA	15.941 m.	10.15%
Longitud en PENDIENTE	15.941 m.	10.15%
PENDIENTE MAXIMA	0.63 %	
PENDIENTE MINIMA	0.63 %	
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	0.63 %	
P x L	0.983 m.	
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	0.000 m.	entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	15.941 m.	pen= 0.63%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	15.941 m.	pen= -0.63%
Acuerdo Concavo MAXIMO	5000.000	
Acuerdo Concavo MINIMO	5000.000	
Acuerdo Convexo MAXIMO	5000.000	
Acuerdo Convexo MINIMO	5000.000	
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	62.599 m.	
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	7.417 m.	
Número de tramos	4	
Longitud Tramo mínimo	0.000	

Longitud Tramo máximo	15.941
Total de Acuerdos cóncavos	1
Total de Acuerdos convexos	2

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	29.10 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	29.10 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	29.10 Km/h

EJE 4, GLORIETA RONDA DE BARRIOS ACCESO ARRABAL: Longitud 125.664

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	125.664 m.	100.00%
Longitud en CLOTOIDE	0.000 m.	0.00%
Longitud en RECTA	0.000 m.	0.00%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	0.000 m.	
Longitud de la RECTA MAS CORTA	0.000 m.	
RADIO MAXIMO	20.000 m.	Ve = 26.20 Km/h
RADIO MINIMO	20.000 m.	Ve = 26.20 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	20.000 m.	
Total de CURVAS A LA DERECHA	1	
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	0	
Total de RECTAS	0	

ALZADO

Longitud Total	125.664 m.	(DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	34.336 m.	27.32%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	91.327 m.	72.68%

Longitud en RAMPA	17.168 m.	13.66%
Longitud en PENDIENTE	17.168 m.	13.66%
PENDIENTE MAXIMA	2.56 %	
PENDIENTE MINIMA	2.56 %	
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	2.56 %	
P x L	3.223 m.	
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	0.000 m.	entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	17.168 m.	pen= 2.56%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	17.168 m.	pen= -2.56%
Acuerdo Concavo MAXIMO	890.178	
Acuerdo Concavo MINIMO	890.178	
Acuerdo Convexo MAXIMO	890.178	
Acuerdo Convexo MINIMO	890.178	
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	3.231 m.	
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	45.664 m.	
Número de tramos	4	
Longitud Tramo mínimo	0.000	
Longitud Tramo máximo	17.168	
Total de Acuerdos cóncavos	2	
Total de Acuerdos convexos	1	

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	26.20 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	26.20 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	26.20 Km/h

Eje 5 ACCESO A URGENCIAS: Longitud 219.143:

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	73.436 m.	33.51%
Longitud en CLOTOIDE	0.000 m.	0.00%
Longitud en RECTA	145.707 m.	66.49%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	130.220 m.	
Longitud de la RECTA MAS CORTA	15.487 m.	
RADIO MAXIMO	80.000 m.	Ve = 49.10 Km/h
RADIO MINIMO	80.000 m.	Ve = 49.10 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	80.000 m.	
Total de CURVAS A LA DERECHA	1	
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	0	
Total de RECTAS	2	

ALZADO

Longitud Total	214.399 m.	(DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	177.719 m.	82.89%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	36.680 m.	17.11%
Longitud en RAMPA	159.812 m.	74.54%
Longitud en PENDIENTE	17.907 m.	8.35%
PENDIENTE MAXIMA	2.02 %	
PENDIENTE MINIMA	1.04 %	
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	1.20 %	
P x L	2.582 m.	
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	36.247 m.	entre vertices

PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	159.812 m.	pen= 1.04%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	17.907 m.	pen= -2.02%
Acuerdo Concavo MAXIMO	1200.000	
Acuerdo Concavo MINIMO	1200.000	
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	36.680 m.	
Número de tramos	2	
Longitud Tramo mínimo	17.907	
Longitud Tramo máximo	159.812	
Total de Acuerdos cóncavos	1	
Total de Acuerdos convexos	0	

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	49.10 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	49.10 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	49.10 Km/h

Eje 6 CAMINO FONTANA: Longitud 548.743:

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	120.558 m.	21.97%
Longitud en CLOTOIDE	90.278 m.	16.45%
Longitud en RECTA	337.906 m.	61.58%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	91.175 m.	
Longitud de la RECTA MAS CORTA	42.792 m.	
RADIO MAXIMO	180.000 m.	Ve = 68.94 Km/h
RADIO MINIMO	50.000 m.	Ve = 39.90 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	61.914 m.	

Total de CURVAS A LA DERECHA	2
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	3
Total de RECTAS	5

ALZADO

Longitud Total	548.743 m.	(DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	330.941 m.	60.31%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	217.802 m.	39.69%
Longitud en RAMPA	13.285 m.	2.42%
Longitud en PENDIENTE	317.655 m.	57.89%
PENDIENTE MAXIMA	7.66 %	
PENDIENTE MINIMA	0.99 %	
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	4.06 %	
P x L	22.047 m.	
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	20.000 m.	entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	13.285 m.	pen= 1.90%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	89.962 m.	pen= -7.66%

Acuerdo Concavo MAXIMO	1500.000
Acuerdo Concavo MINIMO	800.000
Acuerdo Convexo MAXIMO	1000.000
Acuerdo Convexo MINIMO	600.000
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	41.724 m.
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	18.009 m.
Número de tramos	6
Longitud Tramo mínimo	0.000

Longitud Tramo máximo	140.723
Total de Acuerdos cóncavos	2
Total de Acuerdos convexos	3

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	68.94 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	39.90 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	42.17 Km/h

Eje 7: GLORIETA ENLACE 420A: Longitud 157.080 :

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	157.080 m. 100.00%
Longitud en CLOTOIDE	0.000 m. 0.00%
Longitud en RECTA	0.000 m. 0.00%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	0.000 m.
Longitud de la RECTA MAS CORTA	0.000 m.
RADIO MAXIMO	25.000 m. Ve = 29.10 Km/h
RADIO MINIMO	25.000 m. Ve = 29.10 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	25.000 m.
Total de CURVAS A LA DERECHA	0
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	1
Total de RECTAS	0

ALZADO

Longitud Total	157.080 m. (DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	42.920 m. 27.32%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	114.159 m. 72.68%

Longitud en RAMPA	21.460 m. 13.66%
Longitud en PENDIENTE	21.460 m. 13.66%
PENDIENTE MAXIMA	2.24 %
PENDIENTE MINIMA	2.24 %
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	2.24 %
P x L	3.514 m.
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	11.960 m. entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	21.460 m. pen= 2.24%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	21.460 m. pen= -2.24%
Acuerdo Concavo MAXIMO	1275.732
Acuerdo Concavo MINIMO	1275.732
Acuerdo Convexo MAXIMO	1275.732
Acuerdo Convexo MINIMO	1275.732
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	16.580 m.
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	57.080 m.
Número de tramos	3
Longitud Tramo mínimo	0.000
Longitud Tramo máximo	21.460
Total de Acuerdos cóncavos	2
Total de Acuerdos convexos	1

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	29.10 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	29.10 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	29.10 Km/h

Eje 8 420A: Longitud 641.430:

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	295.998 m.	46.15%
Longitud en CLOTOIDE	90.250 m.	14.07%
Longitud en RECTA	255.182 m.	39.78%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	154.804 m.	
Longitud de la RECTA MAS CORTA	100.378 m.	
RADIO MAXIMO	250.000 m.	Ve = 78.50 Km/h
RADIO MINIMO	200.000 m.	Ve = 71.90 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	227.525 m.	
Total de CURVAS A LA DERECHA	1	
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	1	
Total de RECTAS	2	

ALZADO

Longitud Total	225.000 m.	(DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	179.340 m.	79.71%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	45.660 m.	20.29%
Longitud en RAMPA	0.000 m.	0.00%
Longitud en PENDIENTE	179.340 m.	79.71%
PENDIENTE MAXIMA	5.07 %	
PENDIENTE MINIMA	0.50 %	
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	2.07 %	
P x L	4.660 m.	
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	77.231 m.	entre vertices

PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	0.000 m.	pen= 0.00%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	54.401 m.	pen= -5.07%
Acuerdo Concavo MAXIMO	1000.000	
Acuerdo Concavo MINIMO	1000.000	
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	45.660 m.	
Número de tramos	2	
Longitud Tramo mínimo	54.401	
Longitud Tramo máximo	124.939	
Total de Acuerdos cóncavos	1	
Total de Acuerdos convexos	0	

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	78.50 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	71.90 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	75.39 Km/h

Eje 9 RAMAL INCORPORACION DIRECTA DESDE ROTONDA BARRIOS : Longitud

181.149

PLANTA

Longitud en CURVA CIRCULAR	142.042 m.	78.41%
Longitud en CLOTOIDE	0.000 m.	0.00%
Longitud en RECTA	39.106 m.	21.59%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	39.106 m.	
Longitud de la RECTA MAS CORTA	39.106 m.	
RADIO MAXIMO	120.000 m.	Ve = 58.30 Km/h
RADIO MINIMO	83.000 m.	Ve = 49.85 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	102.329 m.	

Total de CURVAS A LA DERECHA	1
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	1
Total de RECTAS	1

Longitud Tramo máximo	23.660
Total de Acuerdos cóncavos	2
Total de Acuerdos convexos	1

ALZADO

Longitud Total	171.349 m.	(DER+IZQ para Rasantes distintas)
Longitud en RAMPA/PENDIENTE	117.668 m.	68.67%
Longitud en ACUERDO VERTICAL	53.681 m.	31.33%
Longitud en RAMPA	117.668 m.	68.67%
Longitud en PENDIENTE	0.000 m.	0.00%
PENDIENTE MAXIMA	5.27 %	
PENDIENTE MINIMA	0.69 %	
PENDIENTE MEDIA PONDERADA	2.81 %	
P x L	4.822 m.	
RAMPA o PENDIENTE MAS CORTA	0.066 m.	entre vertices
PEND. MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	0.000 m.	pen= 5.27%
RAMPA MAS LARGA A LA PEND. MAXIMA	0.000 m.	pen= 0.00%
Acuerdo Concavo MAXIMO	1858.651	
Acuerdo Concavo MINIMO	1500.000	
Acuerdo Convexo MAXIMO	436.740	
Acuerdo Convexo MINIMO	436.740	
Acuerdo Concavo de LONGITUD MINIMA	13.681 m.	
Acuerdo Convexo de LONGITUD MINIMA	20.000 m.	
Número de tramos	45	
Longitud Tramo mínimo	0.000	

VELOCIDAD ESPECÍFICA

VELOCIDAD ESPECIFICA MAXIMA	58.30 Km/h
VELOCIDAD ESPECIFICA MINIMA	49.85 Km/h
VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO	53.93 Km/h

4.7.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

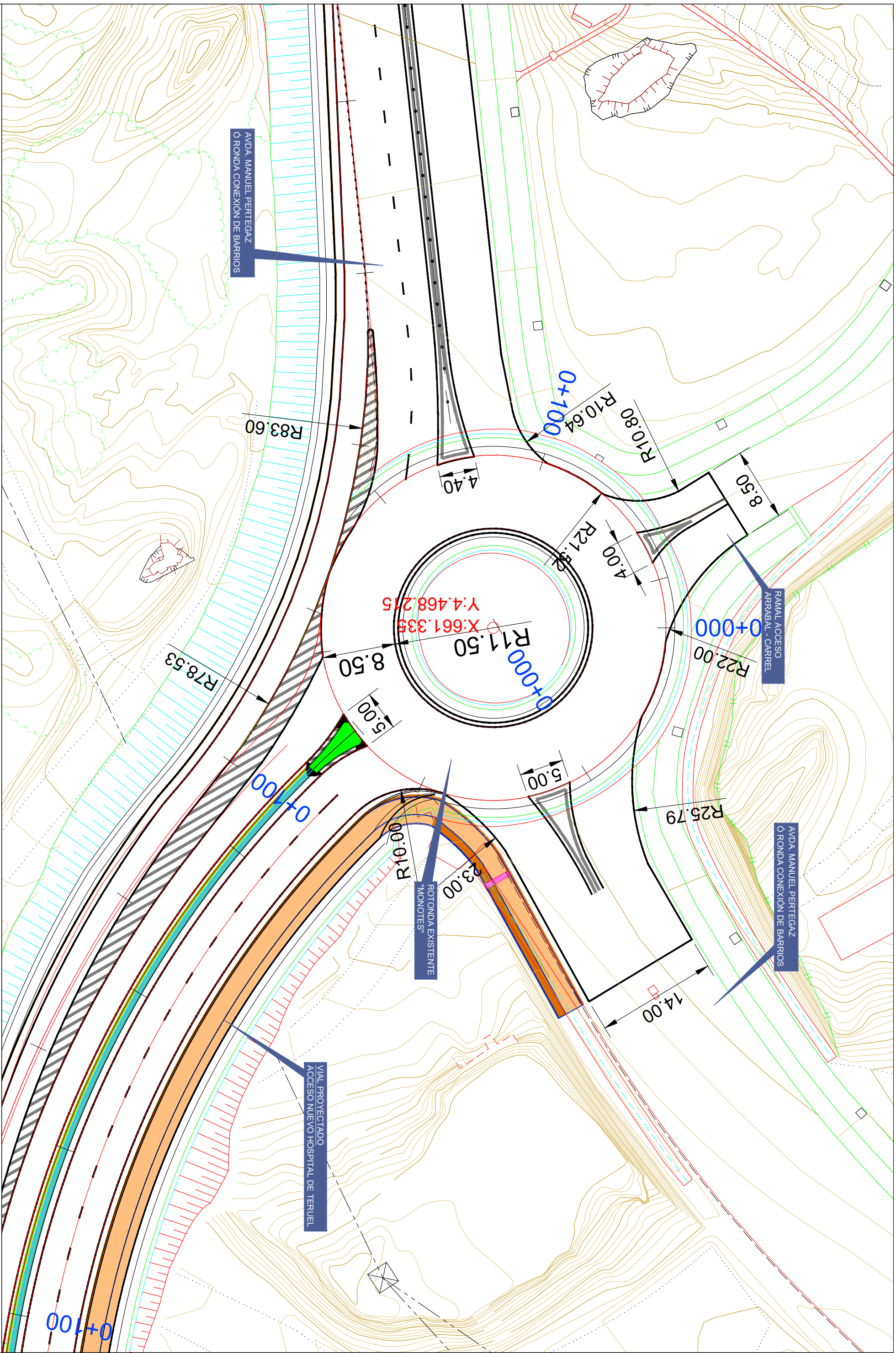
Los materiales destinados a la formación de rellenos (hasta núcleo de terraplén) podrán ser todos los que provengan de las excavaciones de terreno natural (excepto capa de tierra vegetal y/o rellenos).

Los volúmenes de material considerados se refieren a los ejes contemplados en que se ha dividido la obra.

En la tabla que se presenta a continuación, se reflejan los volúmenes de los distintos materiales para cada uno de los ejes considerados obtenidos a partir de la medición efectuada de los perfiles transversales de los ejes y un resumen de los balances resultantes:

El volumen de tierra vegetal resultante, se utilizará en la revegetación de taludes de terraplén y en la restitución de zonas de instalaciones auxiliares.

TRAMO	DESMONTE (m ³)	T. VEGETAL (m ³)	TERRAP LÉN (m ³)	SUELO SELEC. (m ³)	ZAHOR RA ART. (m ³)	BALANCE (coefi. 1,1) (m ³)
Eje 1 (Tronco principal)	191.938	22.411	247.540	34.937	9.386	-36.408
Eje 1 Cajeos	2.320		2.320			
Eje 2 (Glorieta collado)	29.824	884	0	1.077	332	32.806
Eje 3 (Glorieta acceso urgencias)	646	329	1	1.205	377	710
Eje 5 (Acceso a urgencias)	623	163	0	510	149	685
Eje 6 (Camino Fontana)	39.273	1.961	1.866	220	941	41.334
Eje 7 (Glorieta enlace 420A)	224	1.574	4.551	1.310	410	-4.305



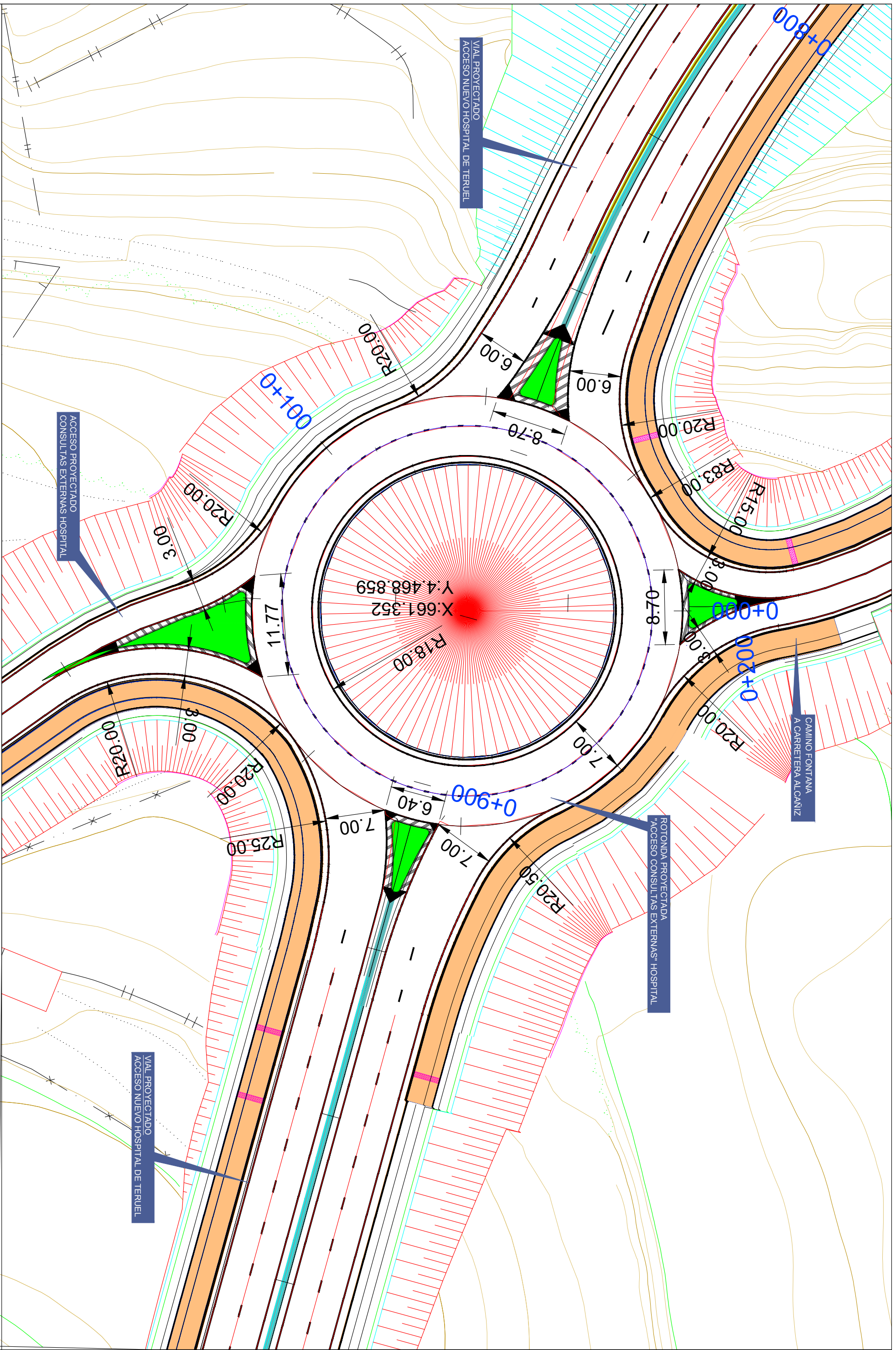
SITUACION:

TERUEL

TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TITULO DE PLANO:
 DEFINICIÓN ROTONDAS
 ROTONDA MONOTES

FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:250
 PLANO N.º 2.2
 HOJA: 1 de 4

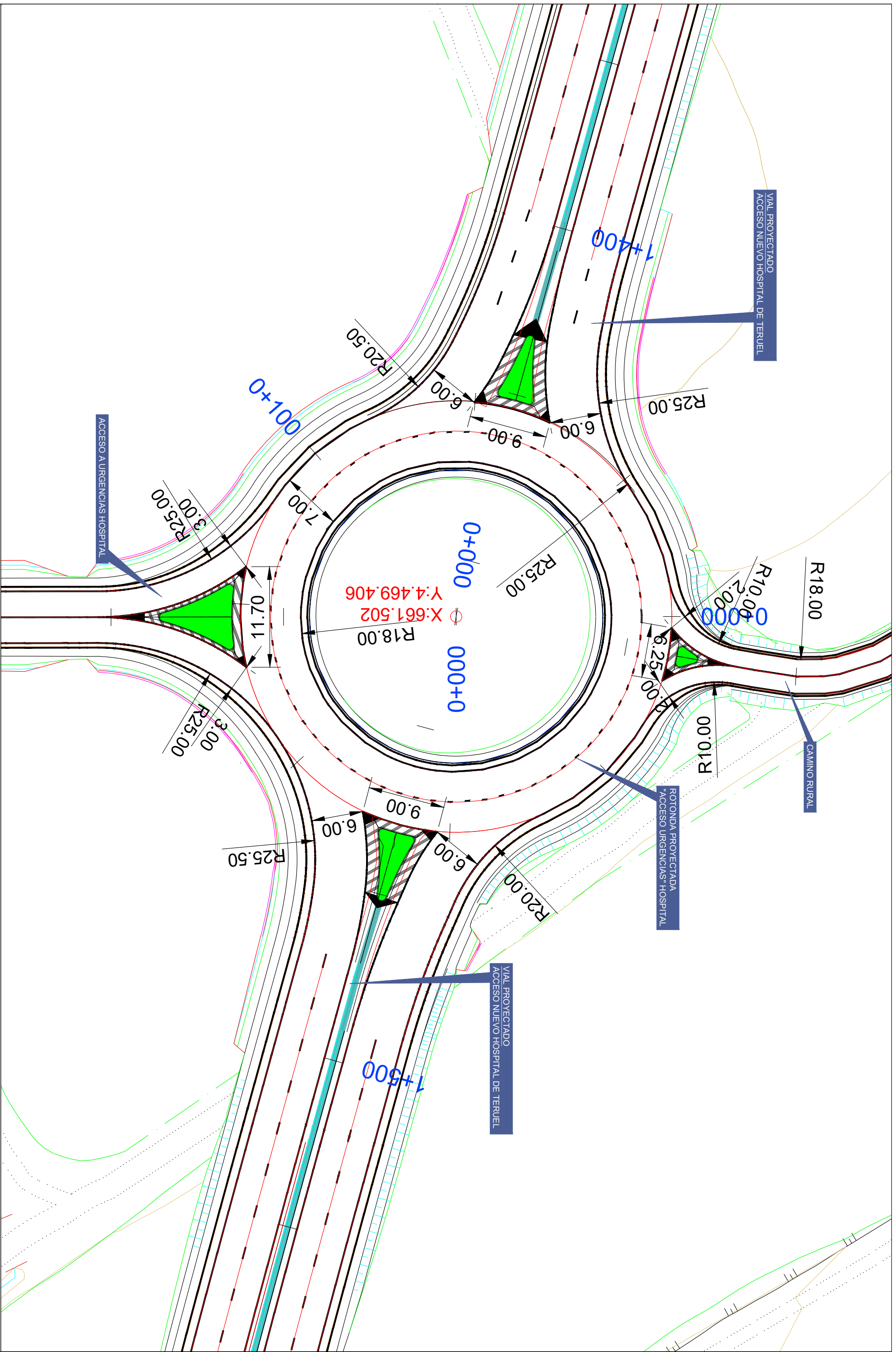


SITUACIÓN:
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
DEFINICIÓN ROTONDAS
ROTONDA CONSULTAS EXTERNAS

FECHA: MAYO 2020
ESCALA: 1:250
PLANO N.º 2.2
HOJA: 2 de 4



SITUACIÓN:
TERUEL

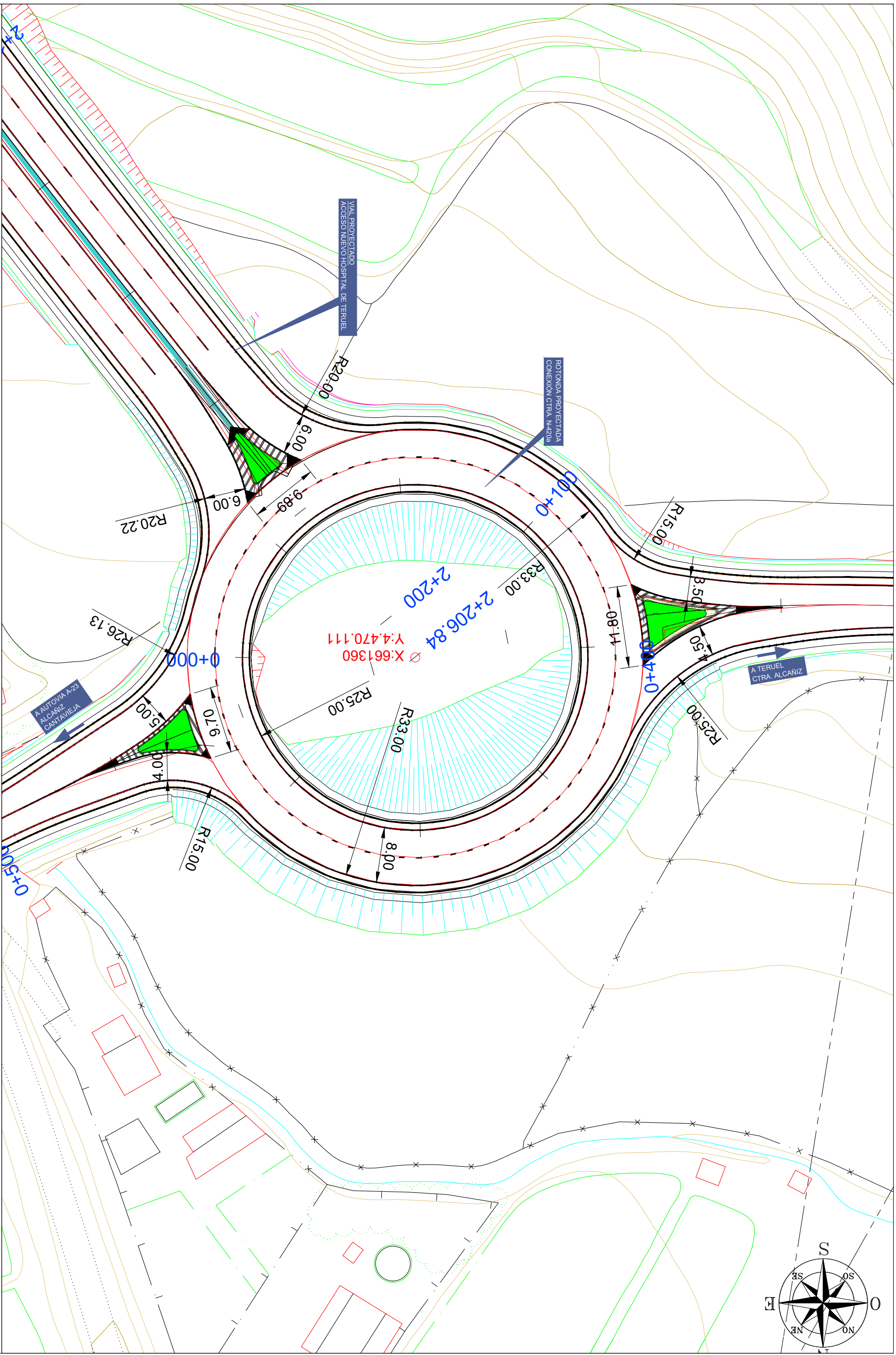
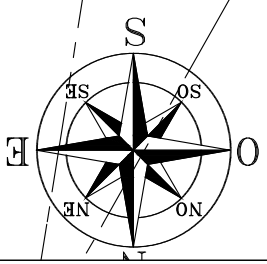
PROMOTOR:
SOCIEDAD MUNICIPAL URBAN TERUEL S.A.

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
**DEFINICIÓN ROTONDAS
 ROTONDA URGENCIAS**

FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:250

PLANO N°: 2.2
 HOJA: 3 de 4

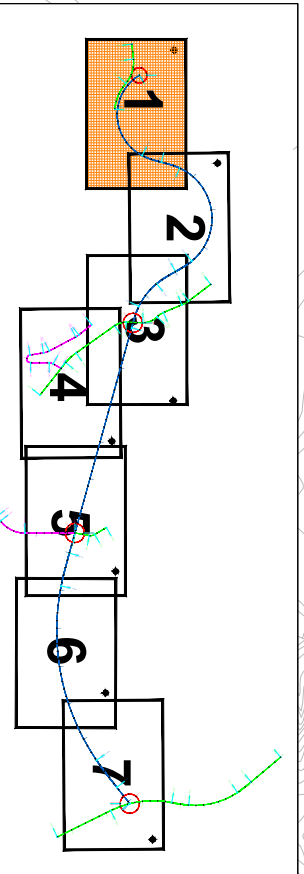
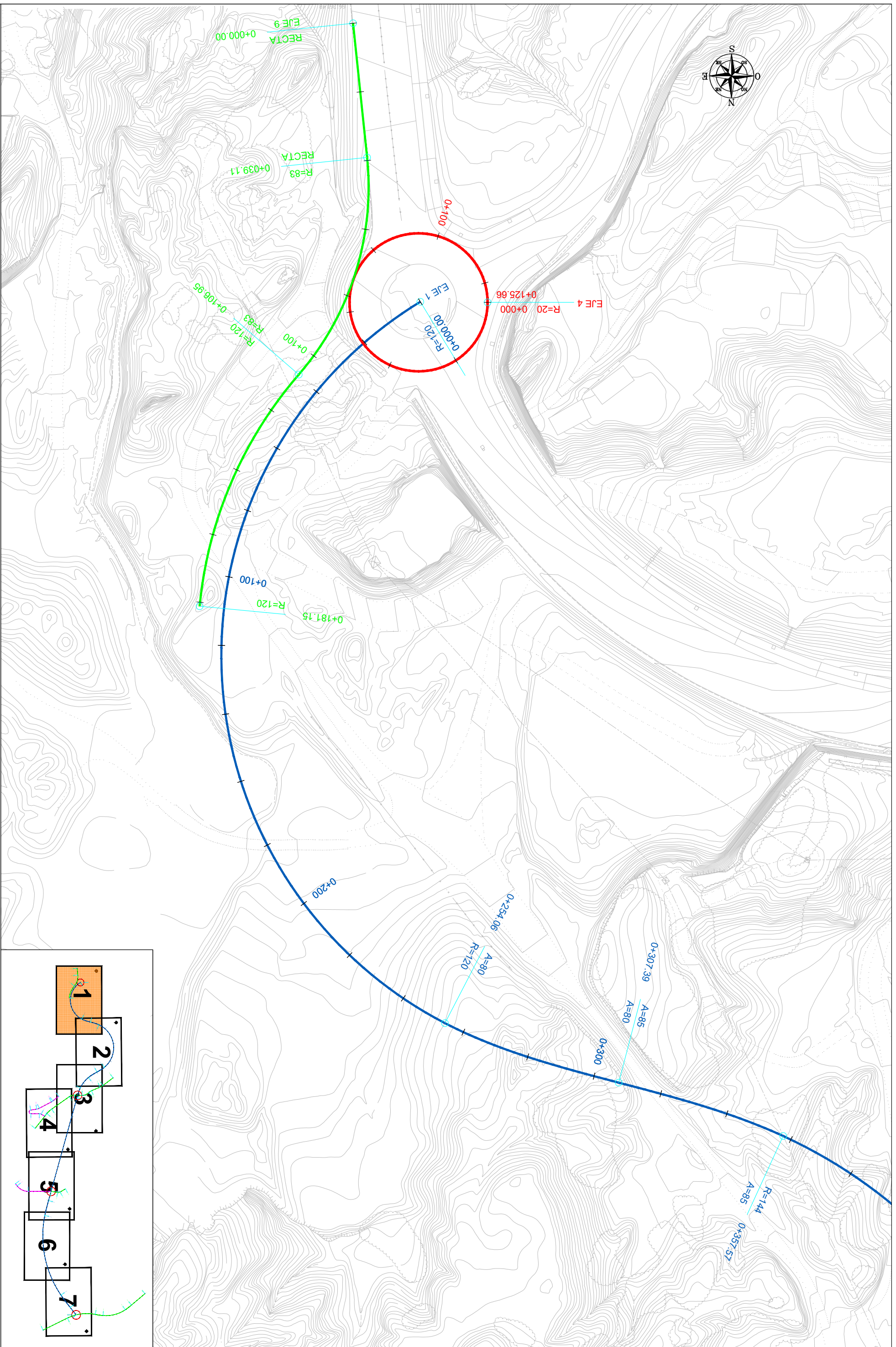


SITUACIÓN:
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
DEFINICIÓN ROTONDAS
ROTONDA CTRA. N-420a

FECHA: MAYO 2020
ESCALA: 1:250
PLANO N.º: 2.2
HOJA: 4 de 4



SITUACIÓN:

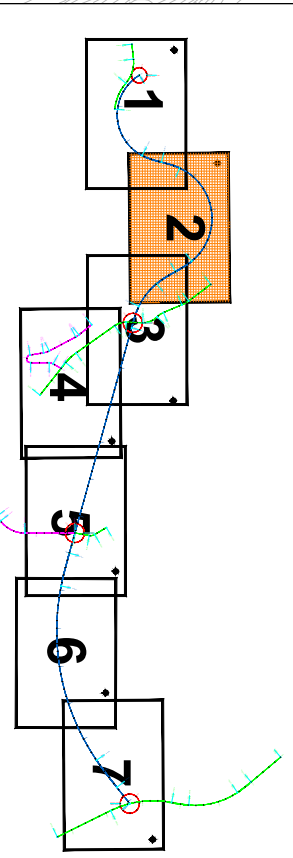
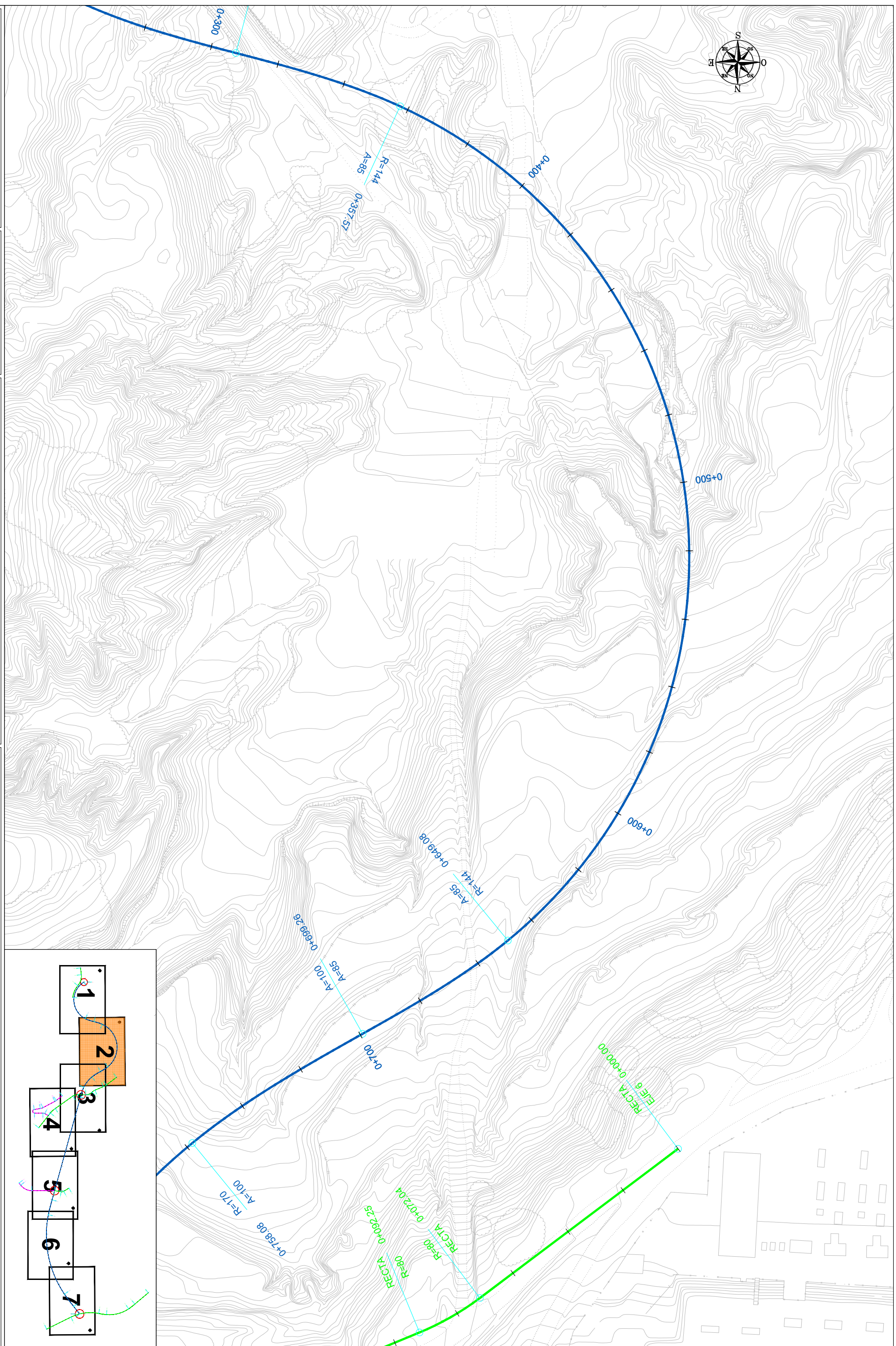
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
EJES Y ALINEACIONES

FECHA: MAYO 2020
ESCALA: 1:1.000

PLANO N.º: 3
HOJA: 1 de 7

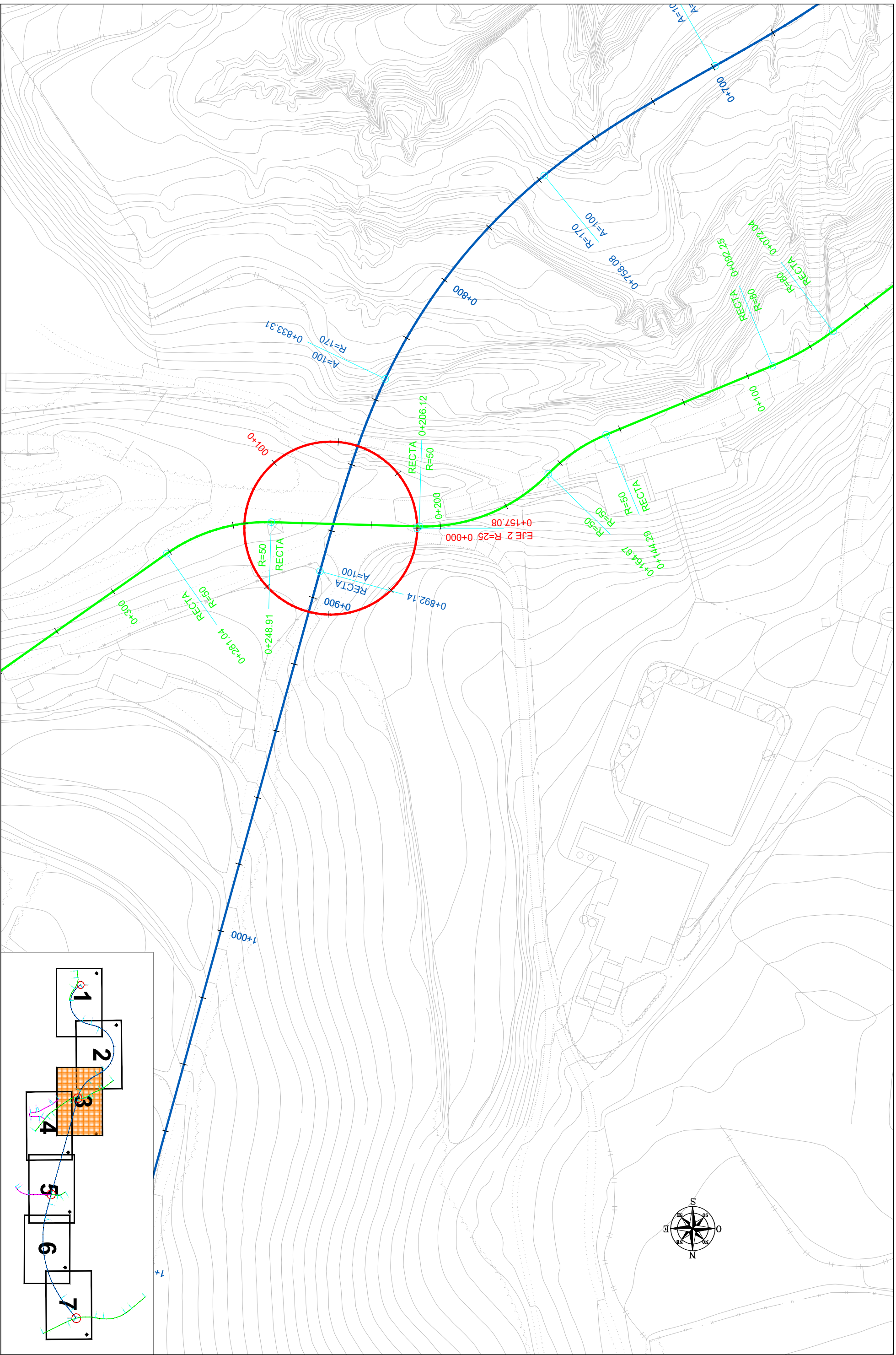


SITUACIÓN: TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO: EJES Y ALINEACIONES

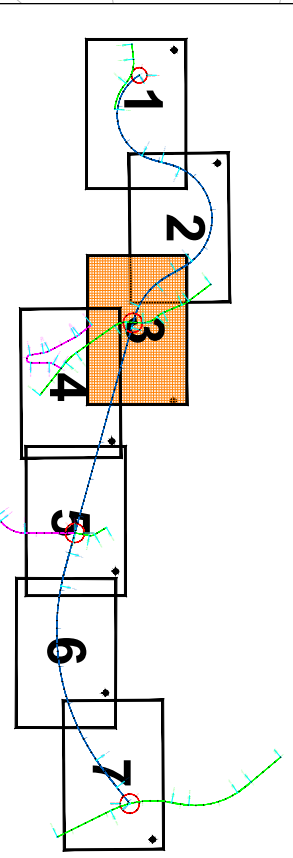
FECHA: MAYO 2020
ESCALA: 1:1.000
PLANO N.º: 3
HOJA: 2 de 7



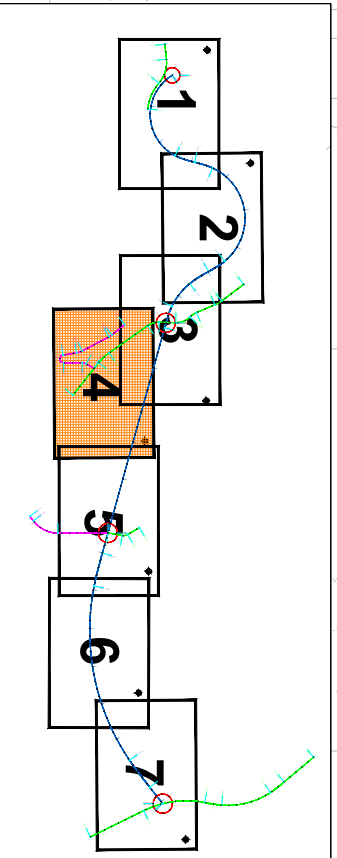
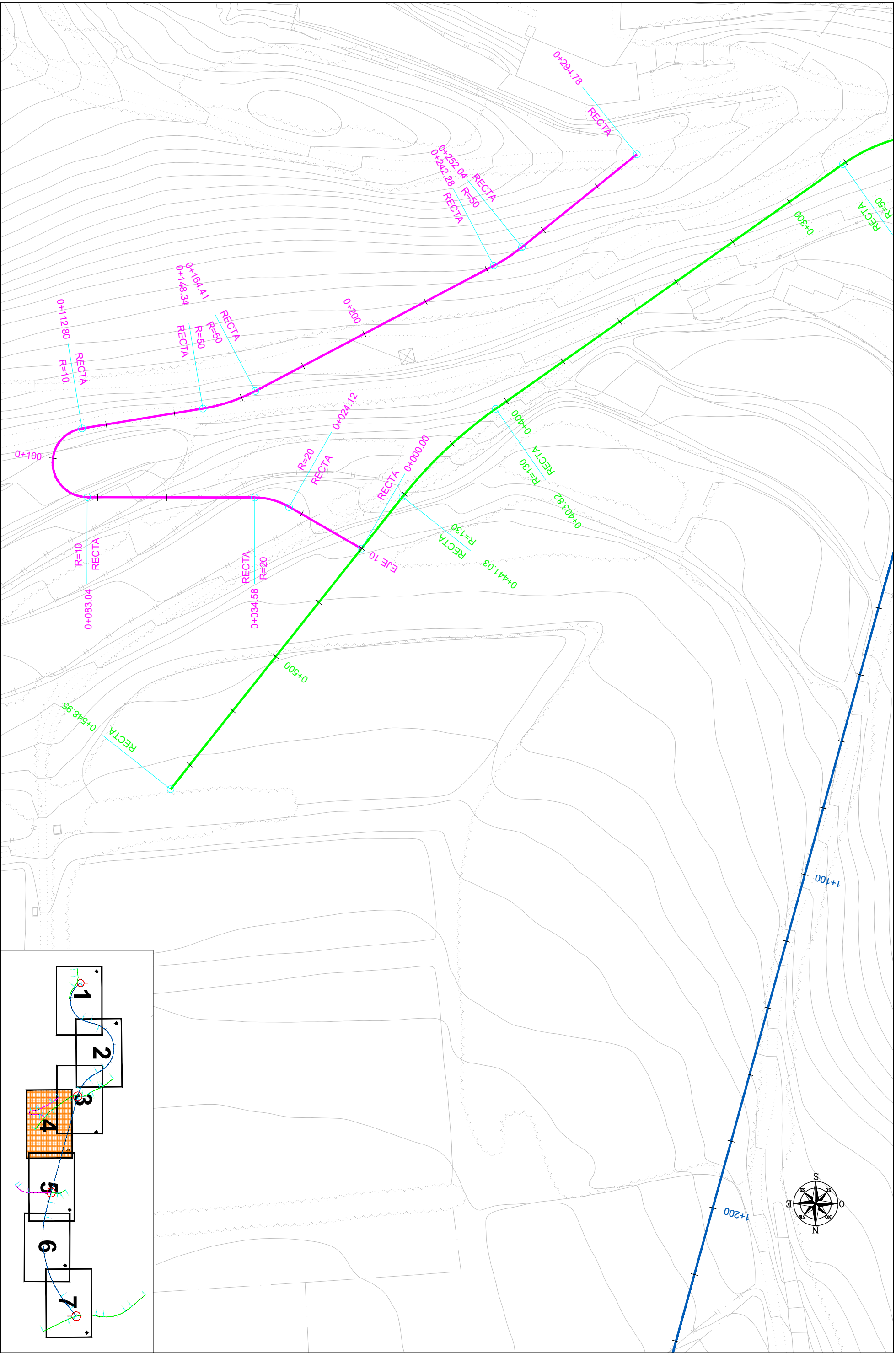
SITUACIÓN: TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO: EJES Y ALINEACIONES



FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:1.000
 PLANO N.º: 3
 HOJA: 3 de 7



SITUACIÓN:

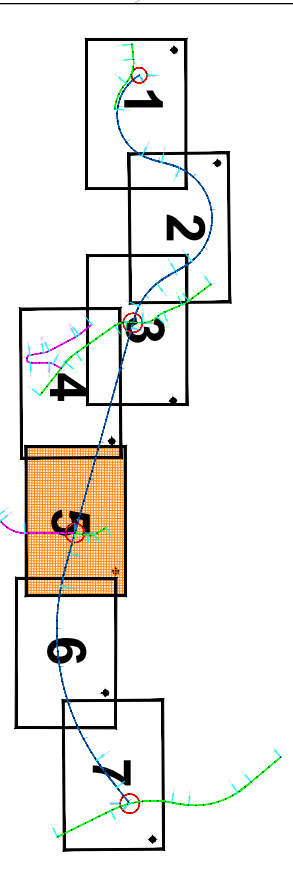
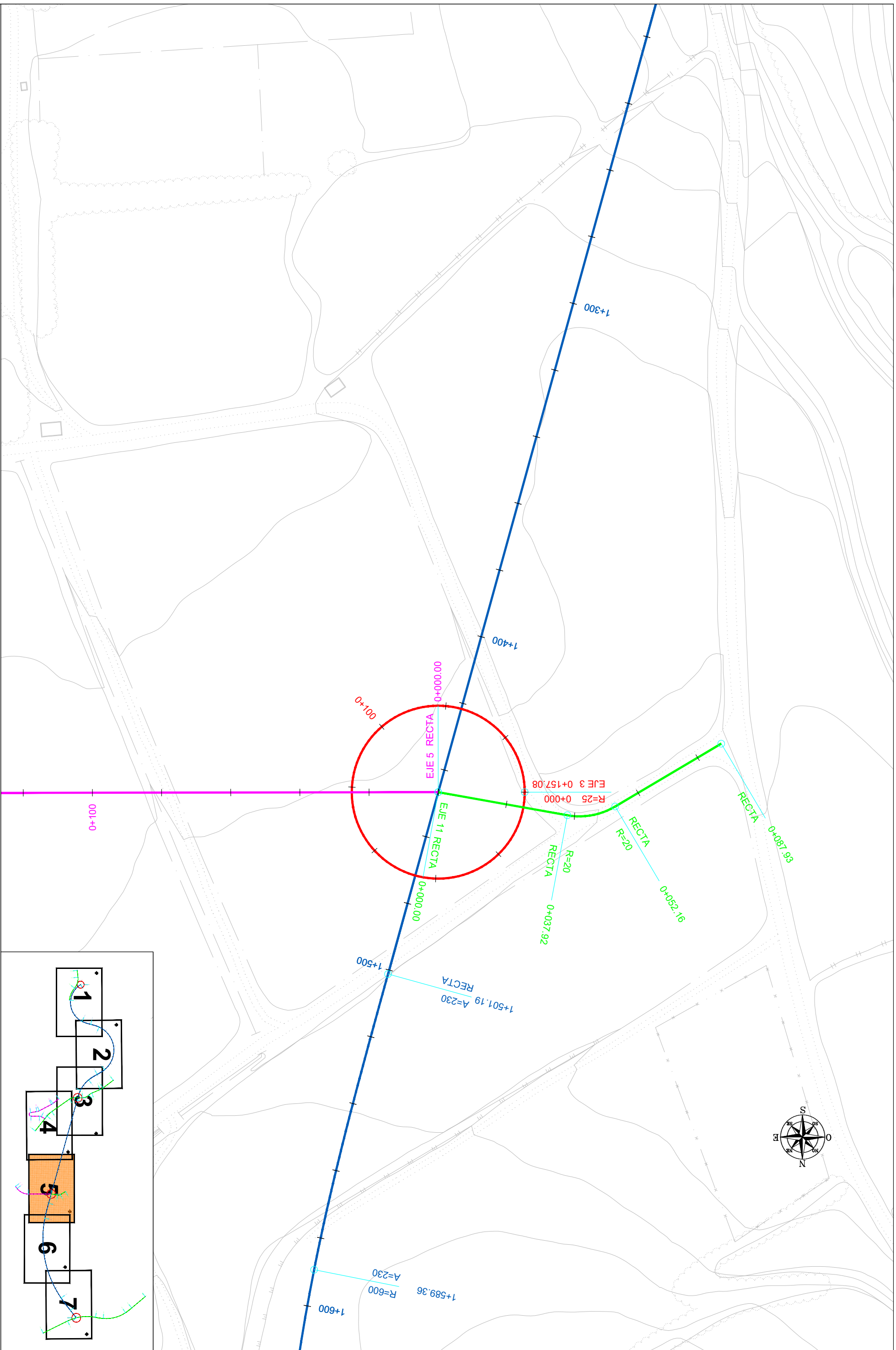
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
EJES Y ALINEACIONES

FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:1.000

PLANO N.º: 3
 HOJA: 4 de 7



SITUACIÓN:

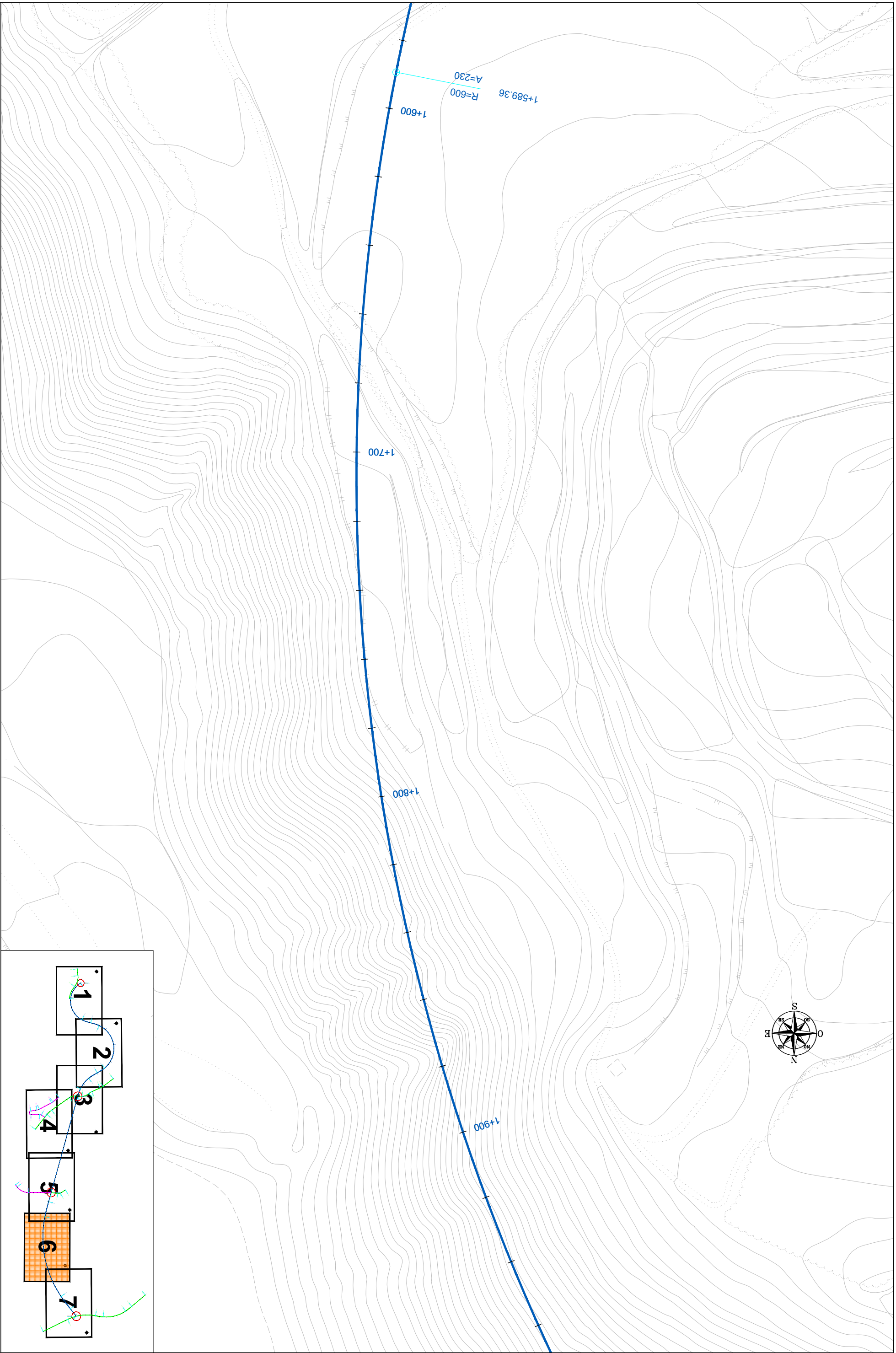
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
EJES Y ALINEACIONES

FECHA: MAYO 2020
ESCALA: 1:1.000

PLANO N°: 3
HOJA: 5 de 7



SITUACIÓN:

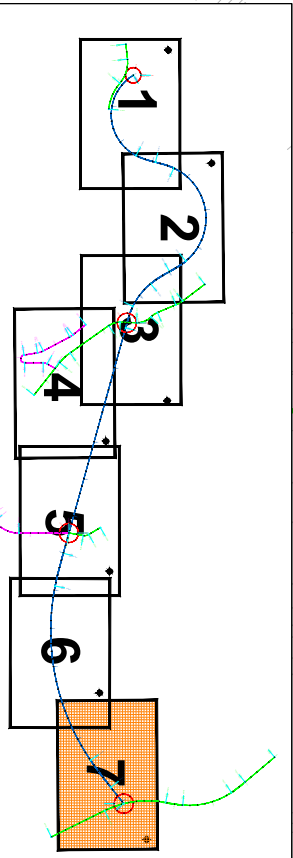
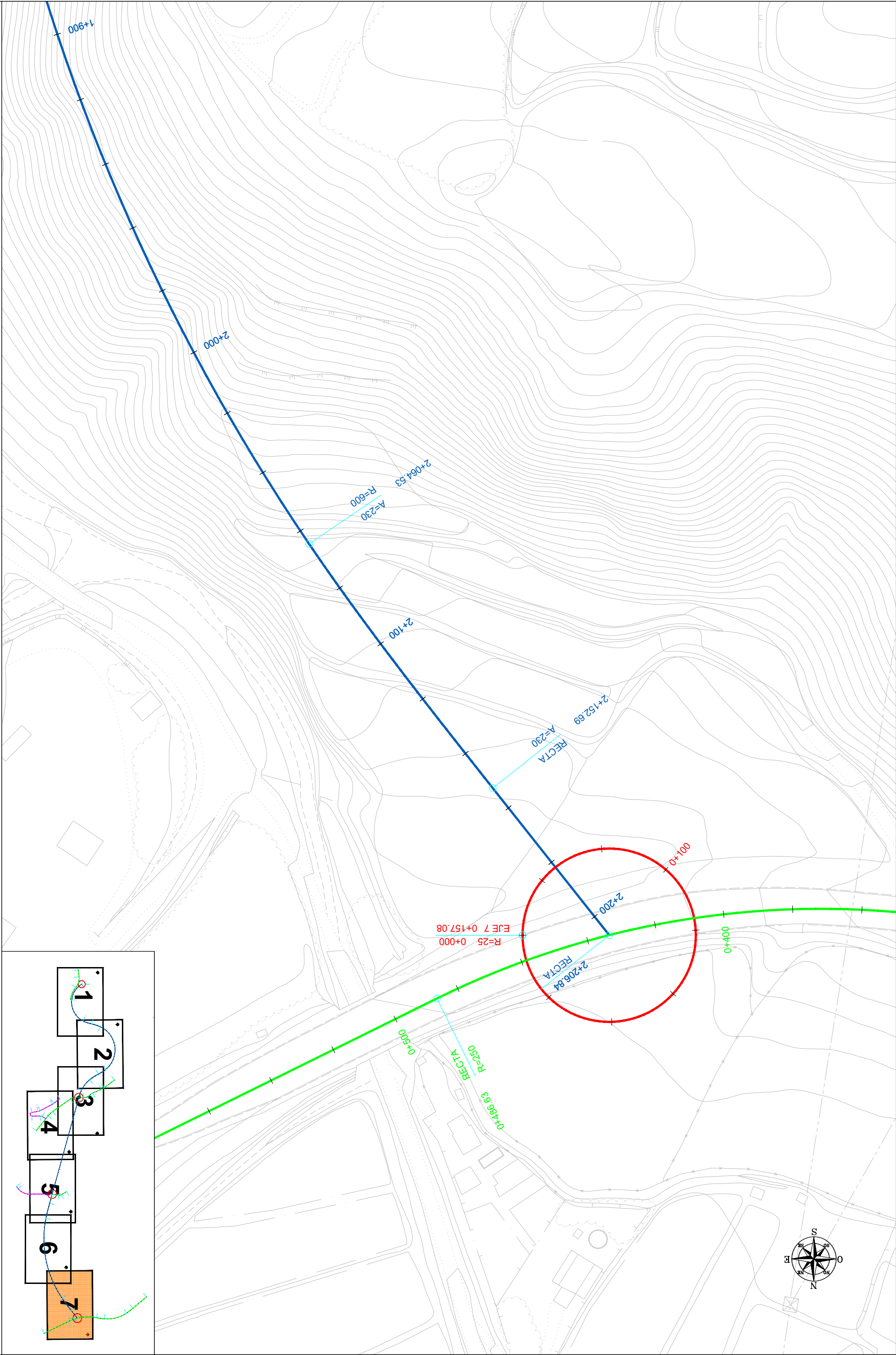
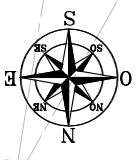
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
EJES Y ALINEACIONES

FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:1.000

PLANO N.º: 3
 HOJA: 6 de 7



SITUACIÓN:

TERUEL

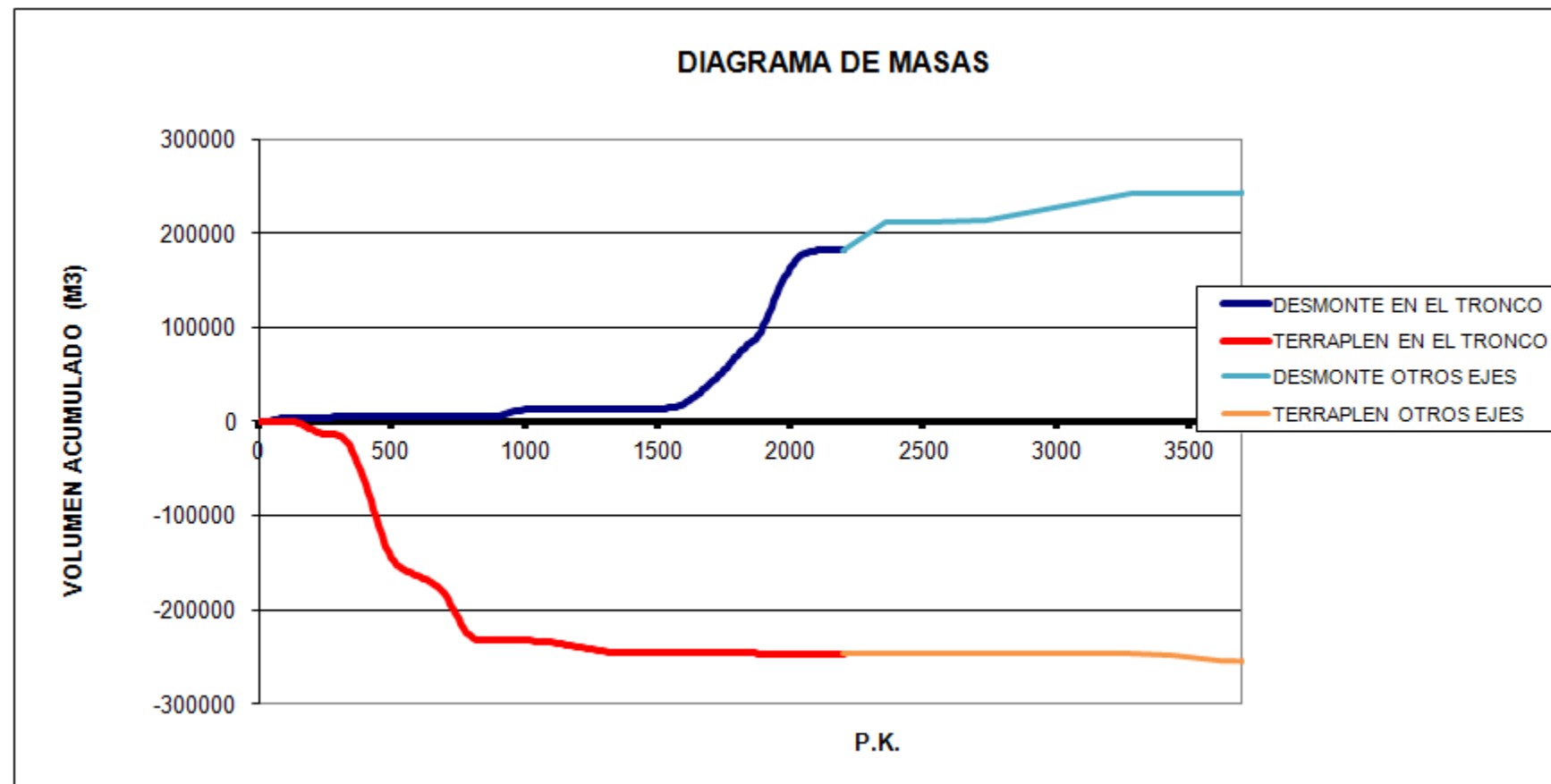
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
EJES Y ALINEACIONES

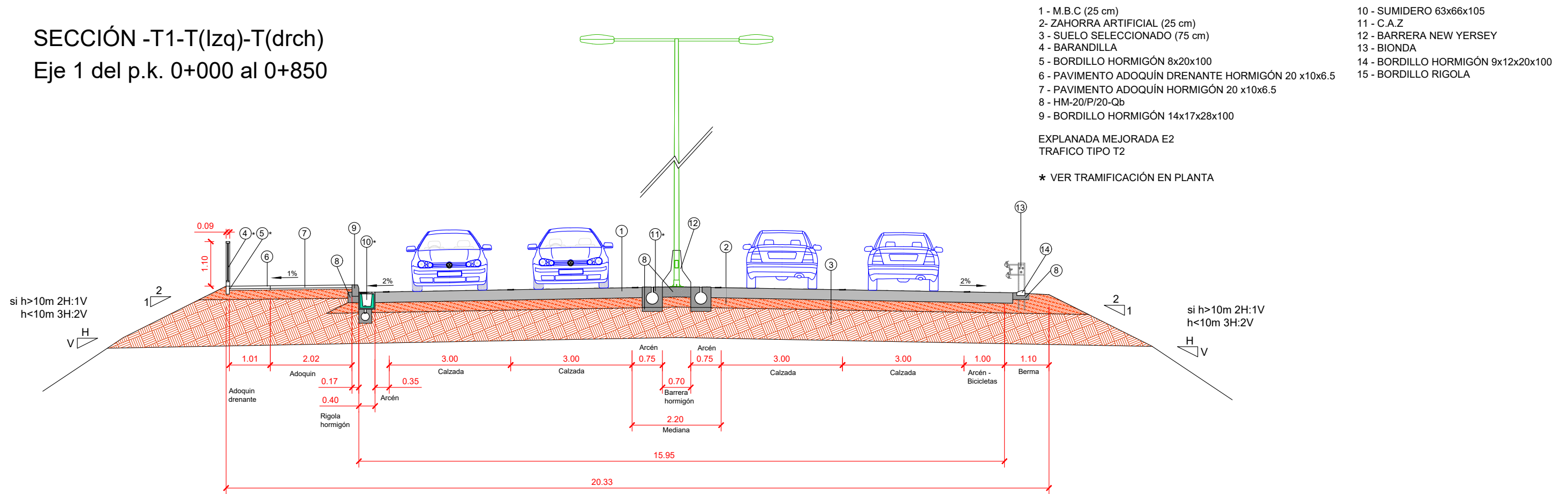
FECHA: MAYO 2020
ESCALA: 1:1.000

PLANO N.º: 3
HOJA: 7 de 7

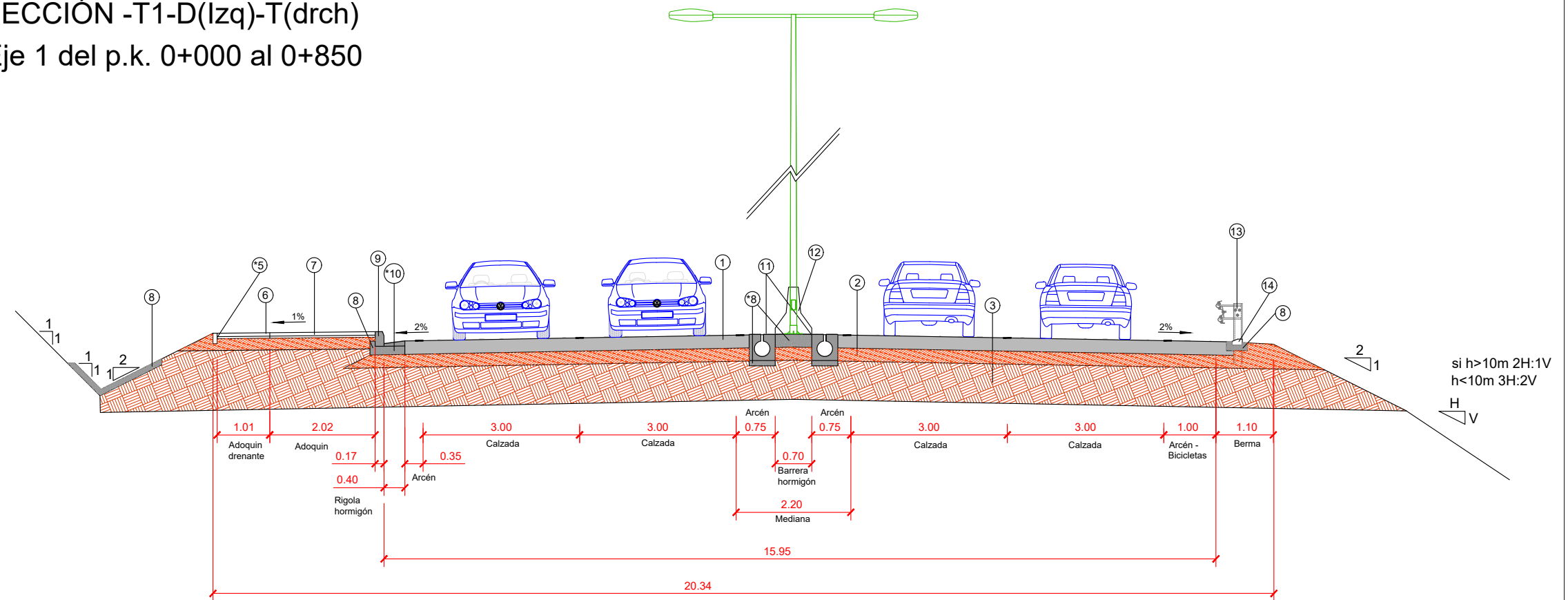
TRAMO	DESMONTE (m ³)	T. VEGETAL (m ³)	TERRAPLÉN (m ³)	SUELO SEL (m ³)	ZAHORRA ART. (m ³)	BALANCE (coefi. 1,1) (m ³)
Eje 1 (Tronco principal)	191.938	22.411	247.540	34.937	9.386	-36.408
Eje 1 Cajeos	2.320		2.320			
Eje 2 (Glorieta collado)	29.824	884	0	1.077	332	32.806
Eje 3 (Glorieta acceso urgencias)	646	329	1	1.205	377	710
Eje 5 (Acceso a urgencias)	623	163	0	510	149	685
Eje 6 (Camino Fontana)	39.273	1.961	1.866	220	941	41.334
Eje 7 (Glorieta enlace 420A)	224	1.574	4.551	1.310	410	-4.305
Eje 8 Carretera N-420a	2.014	335				
Eje 9 (Ramal directa desde rotonda barrios)	210	0	1.737	713	205	-1.506
Eje 10 (Camino Santiago)	702	544	791	0	397	-19
Eje 11 (Camino maccari)	9	88	168	36	91	-158
Recompactación suelos	60.427		60.427			6.043
Reposiciones resto de caminos	1.725		1.725			173
TOTAL	329.935	28.289	321.126	40.008	12.288	39.355
	358.224					



SECCIÓN -T1-T(lzq)-T(drch)
Eje 1 del p.k. 0+000 al 0+850



SECCIÓN -T1-D(lzq)-T(drch)
Eje 1 del p.k. 0+000 al 0+850



SITUACIÓN:	TERUEL
------------	--------

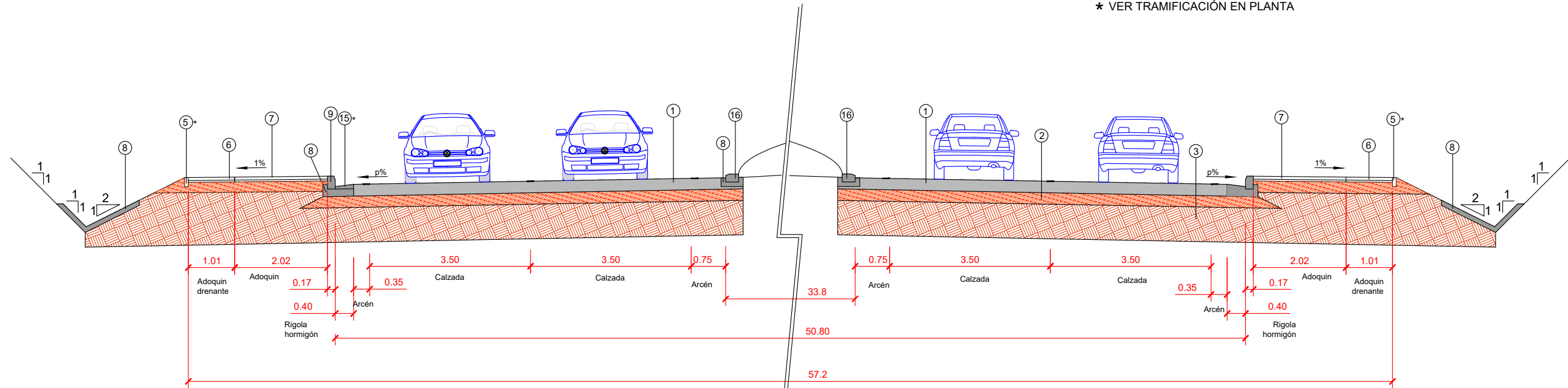
TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
TÍTULO DE PLANO:	SECCIONES TIPO	
FECHA:	MAYO 2020	PLANO Nº: 6
ESCALA:	1:100	HOJA: 1 de 11

SECCIÓN -R1-Acera(Izq)-Acera(drch) Eje 2

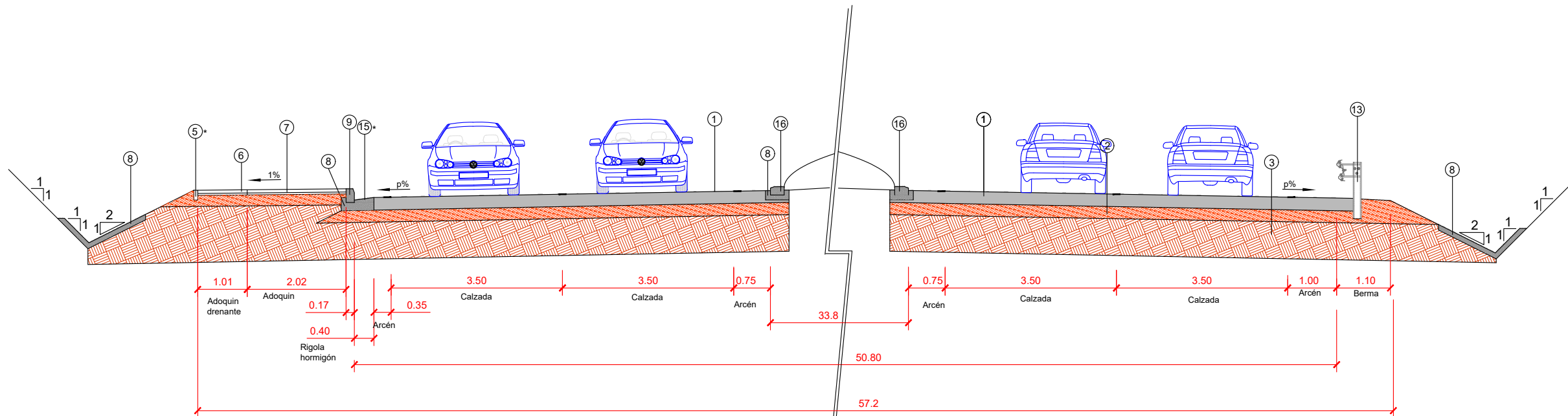
- 1 - M.B.C (25 cm)
- 2- ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
- 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
- 4 - BARANDILLA
- 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
- 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 8 - HM-20/P/20-Qb
- 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
- 10 - SUMIDERO 63x66x105
- 11 - C.A.Z
- 12 - BARRERA NEW JERSEY
- 13 - BIONDA
- 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
- 15 - BORDILLO RIGOLA

EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2

* VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA

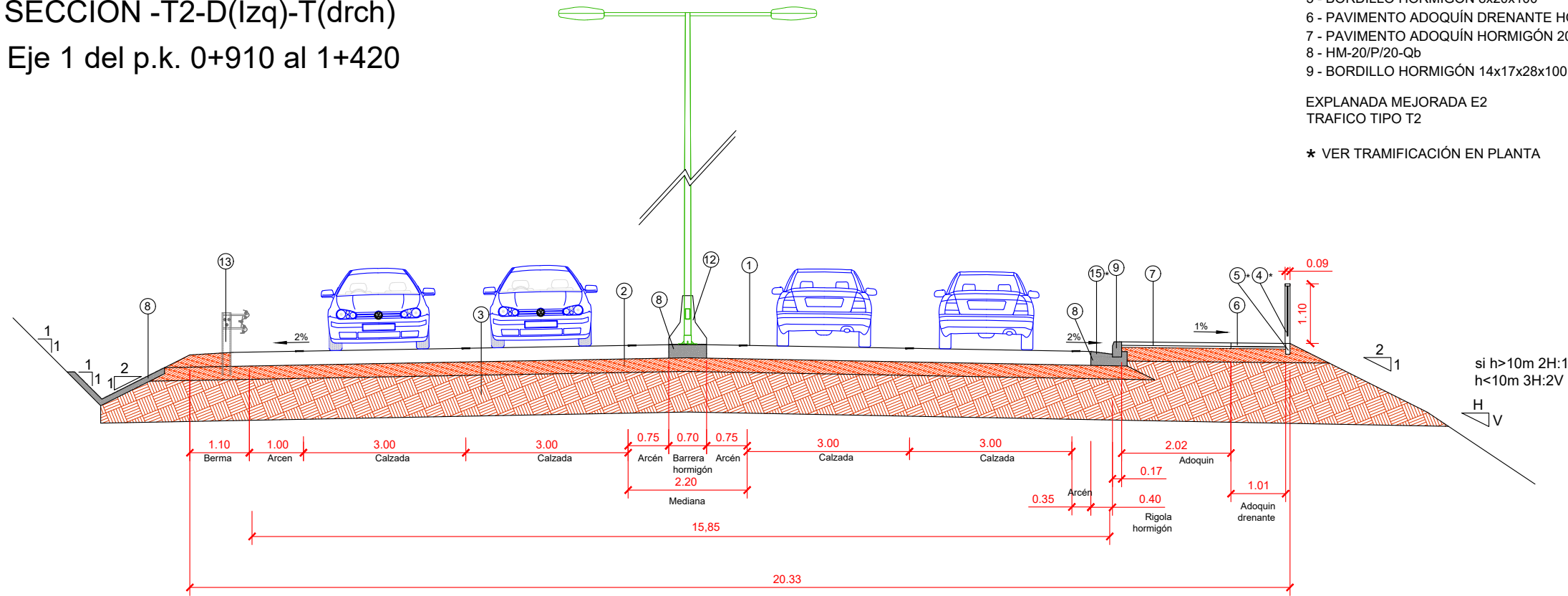


SECCIÓN -R1-Acera -Desmonte Eje 2



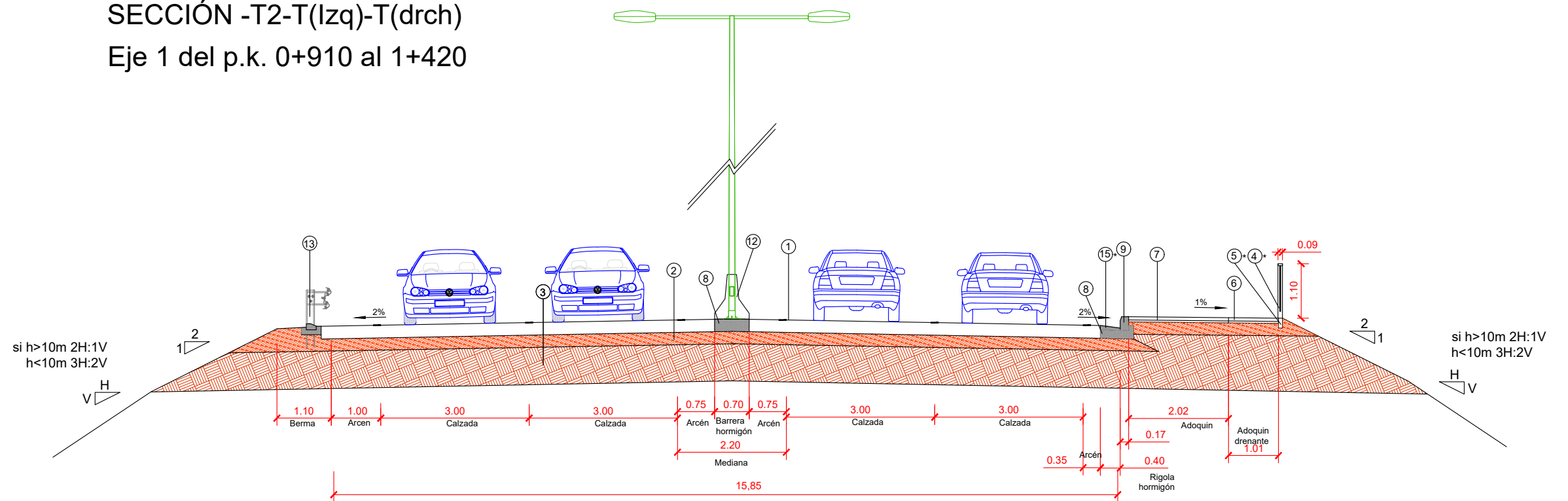
SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO:	SECCIONES TIPO	
			FECHA: MAYO 2020	PLANO N°: 6
			ESCALA: 1:100	HOJA: 2 de 11

SECCIÓN -T2-D(lzq)-T(drch)
Eje 1 del p.k. 0+910 al 1+420



- 1 - M.B.C (25 cm)
 - 2 - ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
 - 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
 - 4 - BARANDILLA
 - 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
 - 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
 - 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
 - 8 - HM-20/P/20-Qb
 - 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
 - 10 - SUMIDERO 63x66x105
 - 11 - C.A.Z
 - 12 - BARRERA NEW YERSEY
 - 13 - BIONDA
 - 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
 - 15 - BORDILLO RIGOLA
- EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2
- * VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA

SECCIÓN -T2-T(lzq)-T(drch)
Eje 1 del p.k. 0+910 al 1+420



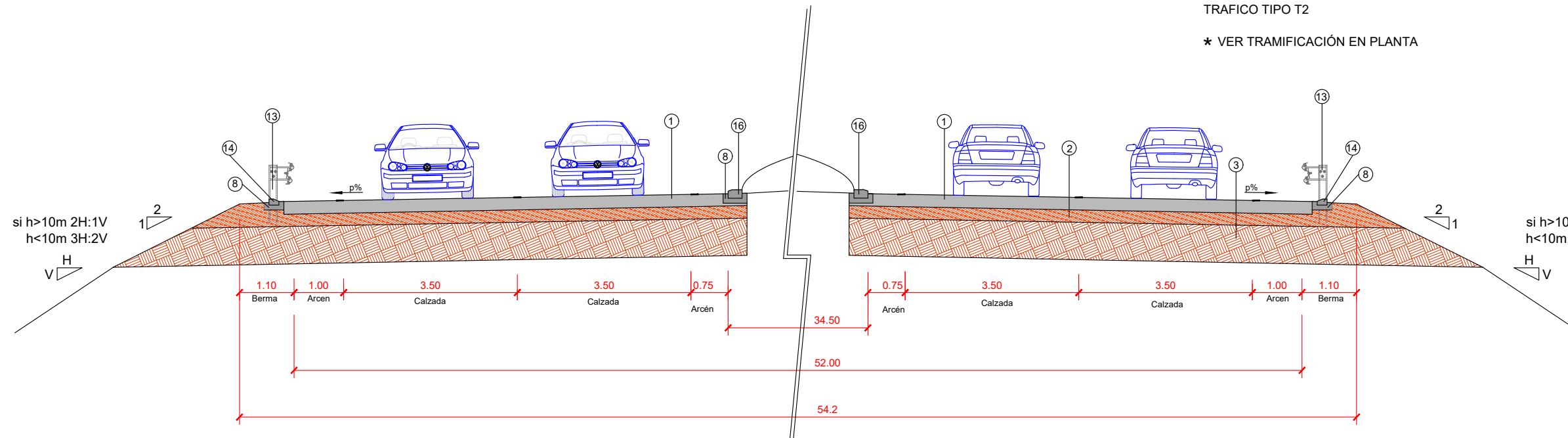
SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO:	SECCIONES TIPO	FECHA: MAYO 2020
				PLANO Nº: 6
				ESCALA: 1:100
				HOJA: 3 de 11

SECCIÓN -R2-Terraplén-Terraplén Eje 3

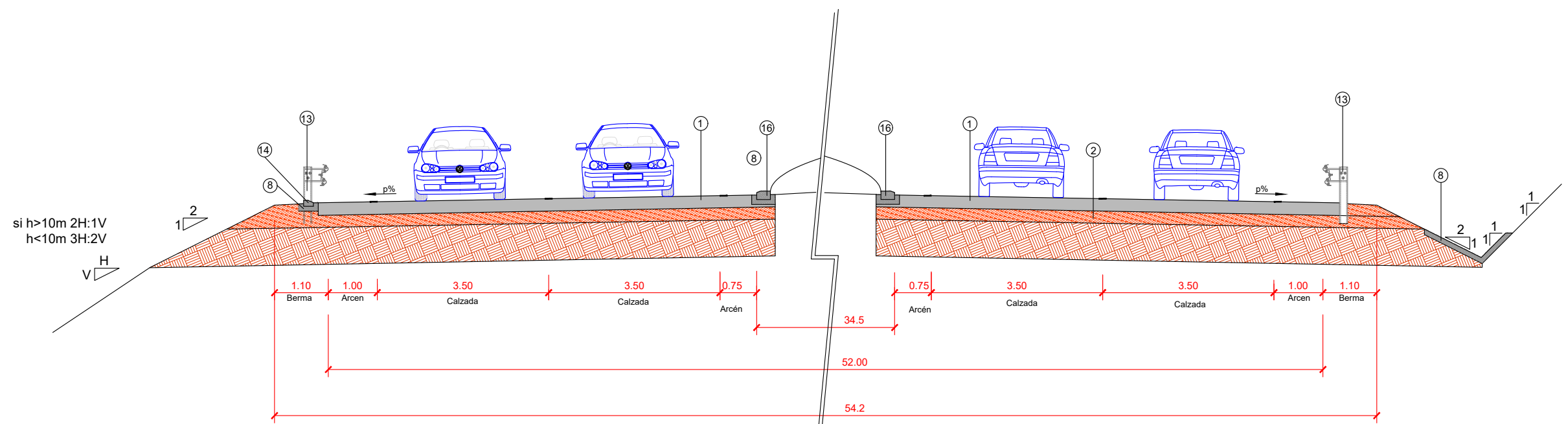
- 1 - M.B.C (25 cm)
- 2- ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
- 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
- 4 - BARANDILLA
- 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
- 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 8 - HM-20/P/20-Qb
- 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
- 10 - SUMIDERO 63x66x105
- 11 - C.A.Z
- 12 - BARRERA NEW JERSEY
- 13 - BIONDA
- 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
- 15 - BORDILLO RIGOLA

EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2

* VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA



SECCIÓN -R2-Terraplén-Desmante Eje 3



SITUACIÓN:
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
SECCIONES TIPO

FECHA: MAYO 2020	PLANO N°: 6
ESCALA: 1:100	HOJA: 4 de 11

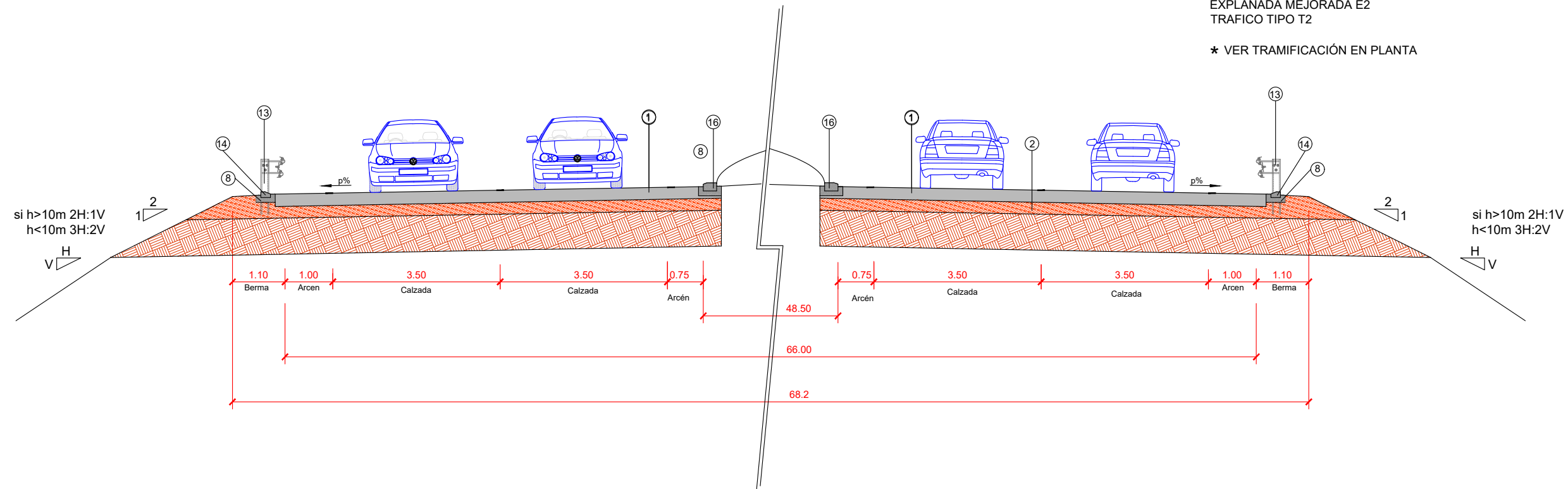
SECCIÓN -R3-Terraplén-Terraplén

Eje 3

- 1 - M.B.C (25 cm)
- 2 - ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
- 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
- 4 - BARANDILLA
- 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
- 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 8 - HM-20/P/20-Qb
- 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
- 10 - SUMIDERO 63x66x105
- 11 - C.A.Z
- 12 - BARRERA NEW YERSEY
- 13 - BIONDA
- 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
- 15 - BORDILLO RIGOLA

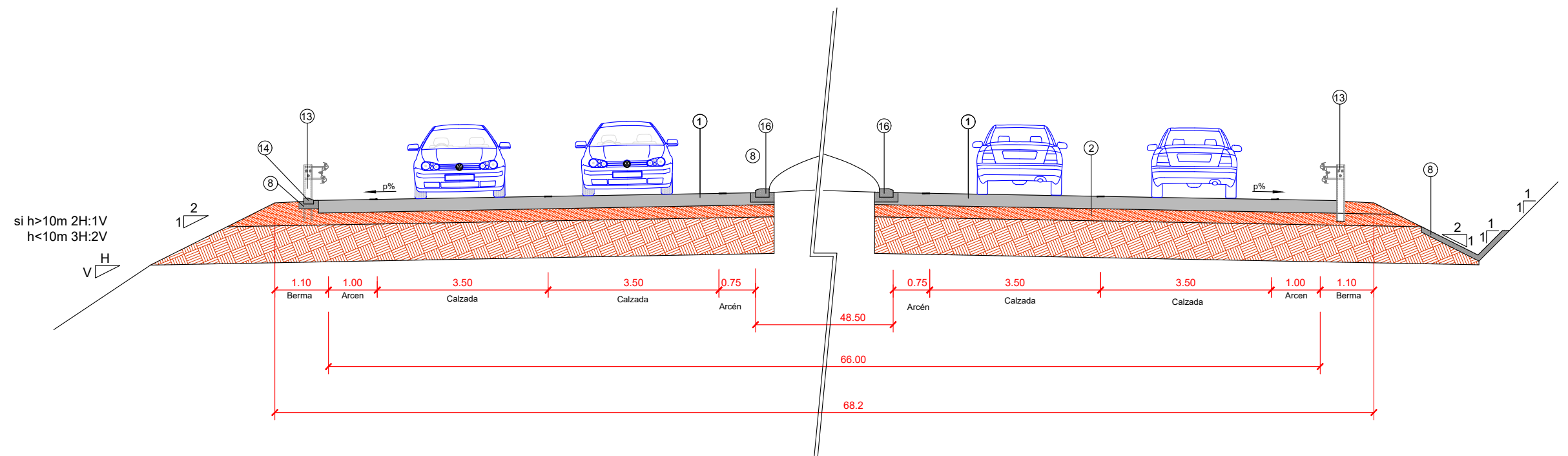
EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2

* VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA



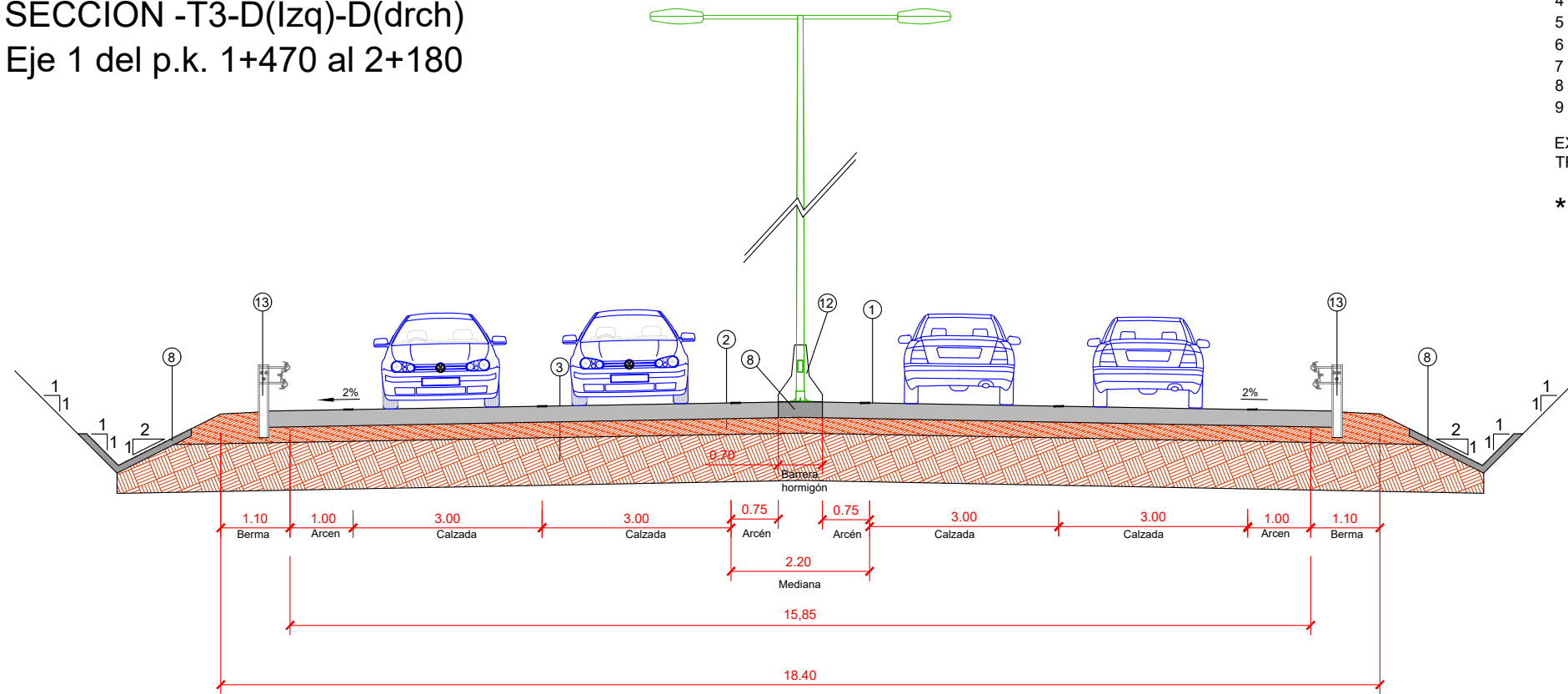
SECCIÓN -R3-Terraplén-Desmonte

Eje 3



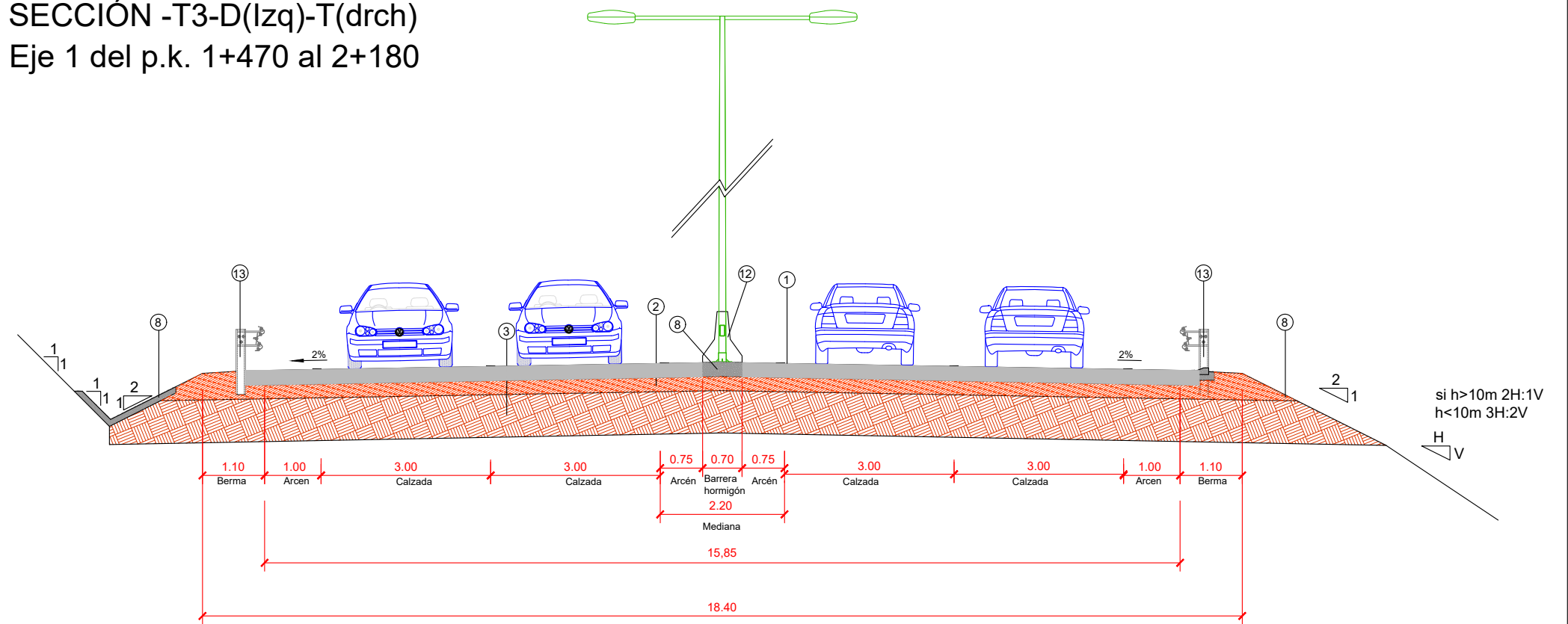
SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO:	SECCIONES TIPO	FECHA: MAYO 2020
				PLANO N°: 6
				ESCALA: 1:100
				HOJA: 5 de 11

SECCIÓN -T3-D(lzq)-D(drch)
Eje 1 del p.k. 1+470 al 2+180



- 1 - M.B.C (25 cm)
 - 2 - ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
 - 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
 - 4 - BARANDILLA
 - 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
 - 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
 - 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
 - 8 - HM-20/P/20-Qb
 - 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
 - 10 - SUMIDERO 63x66x105
 - 11 - C.A.Z
 - 12 - BARRERA NEW JERSEY
 - 13 - BIONDA
 - 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
 - 15 - BORDILLO RIGOLA
- EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2
- * VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA

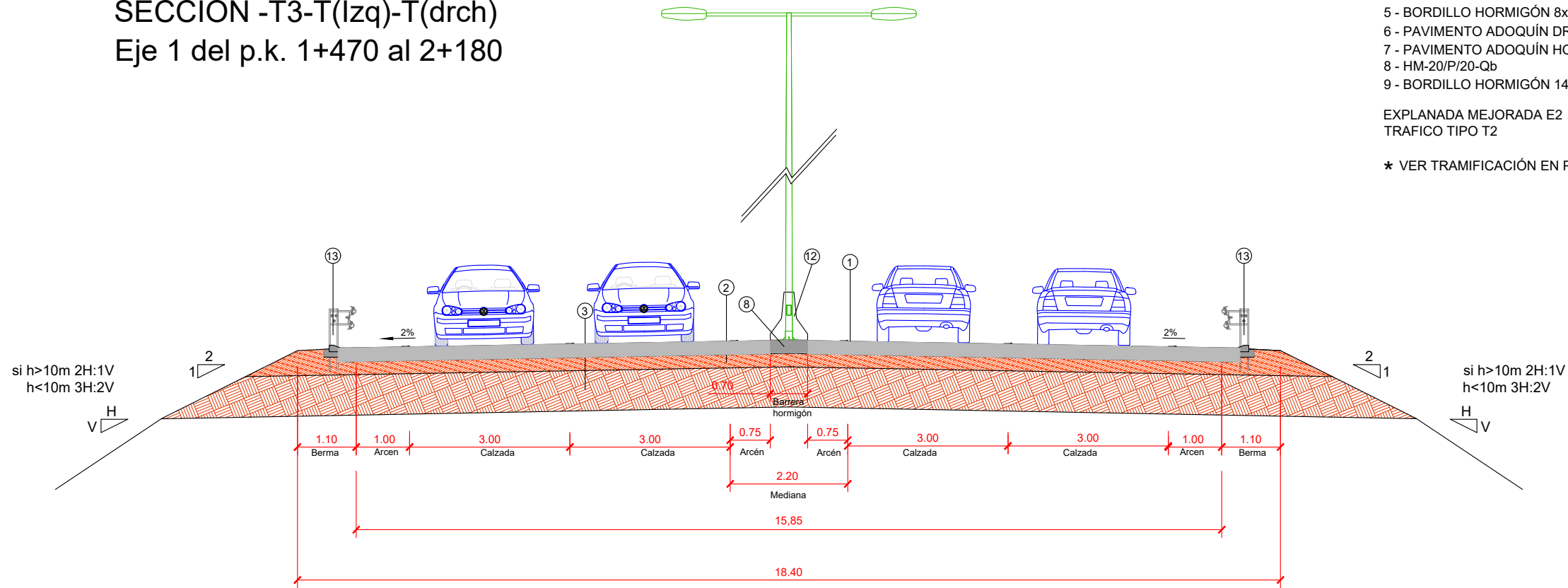
SECCIÓN -T3-D(lzq)-T(drch)
Eje 1 del p.k. 1+470 al 2+180



si h>10m 2H:1V
h<10m 3H:2V
H
V

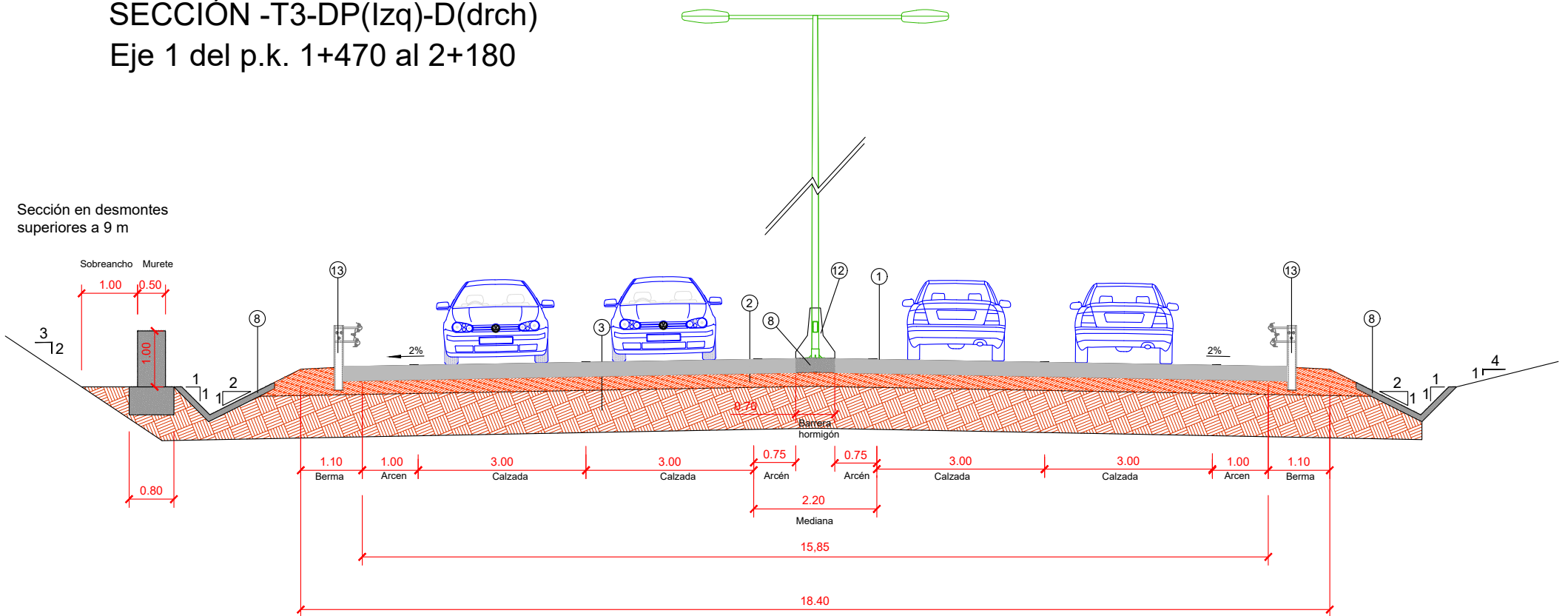
	SITUACIÓN: TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO: SECCIONES TIPO	FECHA: MAYO 2020
			PLANO N°: 6
			ESCALA: 1:100
			HOJA: 6 de 11

SECCIÓN -T3-T(lzq)-T(drch) Eje 1 del p.k. 1+470 al 2+180



- 1 - M.B.C (25 cm)
 - 2- ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
 - 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
 - 4 - BARANDILLA
 - 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
 - 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
 - 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
 - 8 - HM-20/P/20-Qb
 - 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
 - 10 - SUMIDERO 63x66x105
 - 11 - C.A.Z
 - 12 - BARRERA NEW JERSEY
 - 13 - BIONDA
 - 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
 - 15 - BORDILLO RIGOLA
- EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2
- * VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA

SECCIÓN -T3-DP(lzq)-D(drch) Eje 1 del p.k. 1+470 al 2+180



SITUACIÓN:	TERUEL

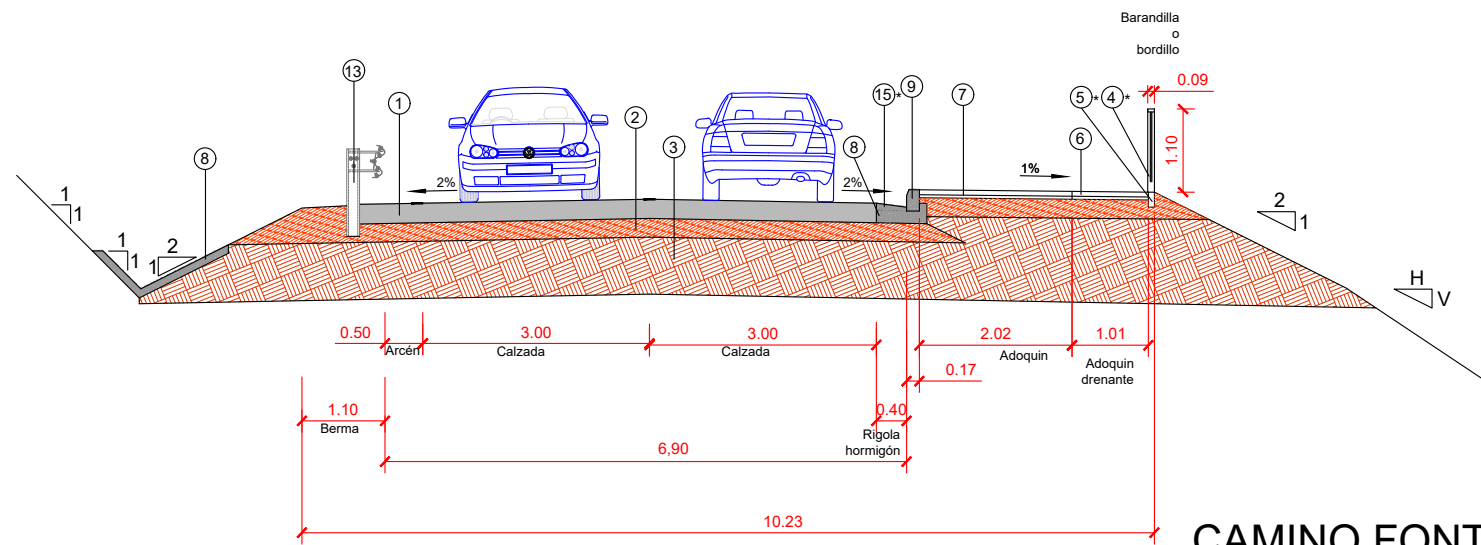
TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO		
TÍTULO DE PLANO:	SECCIONES TIPO	FECHA: MAYO 2020	PLANO N°: 6
		ESCALA: 1:100	HOJA: 7 de 11

CAMINO FONTANA - BAJADA ROTONDA SECCIÓN -T4.1-D(izq)-T(drch)

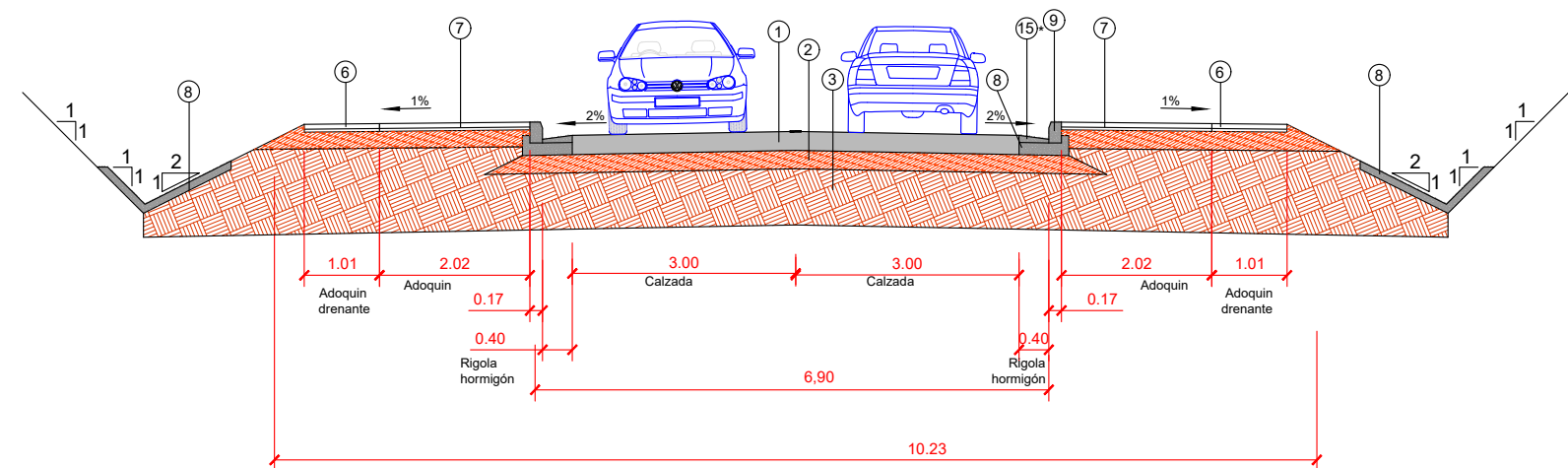
- 1 - M.B.C (25 cm)
- 2 - ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
- 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
- 4 - BARANDILLA
- 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
- 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 8 - HM-20/P/20-Qb
- 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
- 10 - SUMIDERO 63x66x105
- 11 - C.A.Z
- 12 - BARRERA NEW YERSEY
- 13 - BIONDA
- 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
- 15 - BORDILLO RIGOLA

EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2

* VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA



CAMINO FONTANA - BAJADA ROTONDA SECCIÓN -T4.1-D(izq)-D(drch)



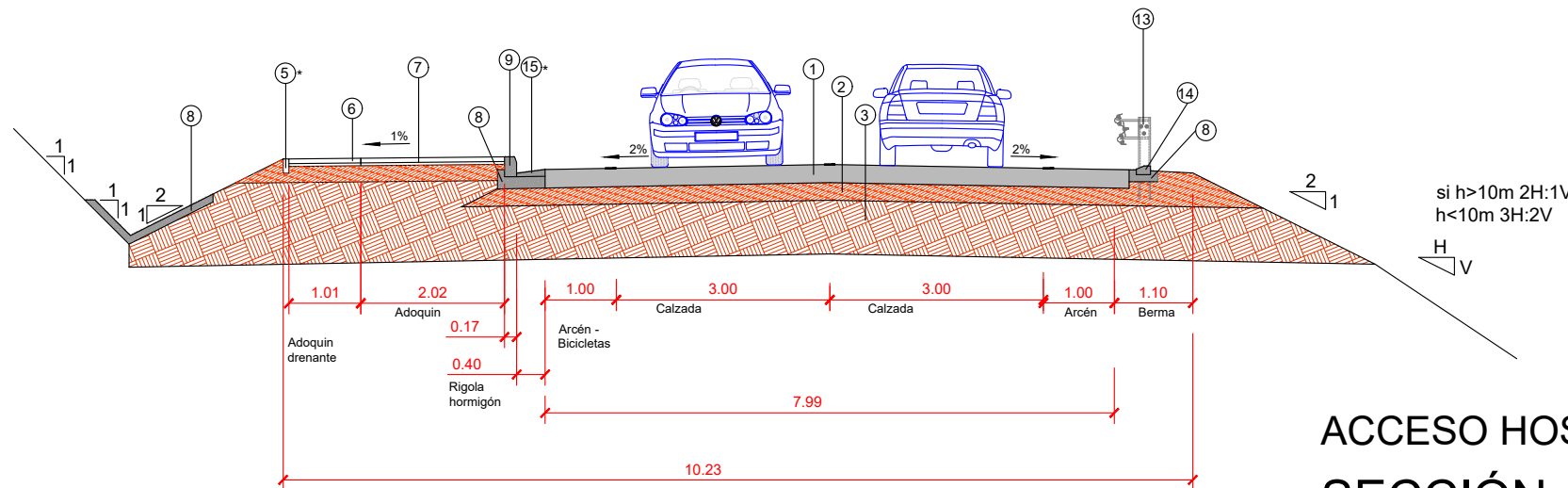
SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO				
TÍTULO DE PLANO:	SECCIONES TIPO	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;">FECHA: MAYO 2020</td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black;">PLANO N°: 6</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black;">ESCALA: 1:100</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">HOJA: 8 de 11</td> </tr> </table>	FECHA: MAYO 2020	PLANO N°: 6	ESCALA: 1:100	HOJA: 8 de 11
FECHA: MAYO 2020	PLANO N°: 6					
ESCALA: 1:100	HOJA: 8 de 11					

ACCESO HOSPITAL CONSULTAS EXTERNAS SECCIÓN -T4.2-D(izq)-T(dech)

- 1 - M.B.C (25 cm)
- 2 - ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm)
- 3 - SUELO SELECCIONADO (75 cm)
- 4 - BARANDILLA
- 5 - BORDILLO HORMIGÓN 8x20x100
- 6 - PAVIMENTO ADOQUÍN DRENANTE HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 7 - PAVIMENTO ADOQUÍN HORMIGÓN 20 x10x6.5
- 8 - HM-20/P/20-Qb
- 9 - BORDILLO HORMIGÓN 14x17x28x100
- 10 - SUMIDERO 63x66x105
- 11 - C.A.Z
- 12 - BARRERA NEW JERSEY
- 13 - BIONDA
- 14 - BORDILLO HORMIGÓN 9x12x20x100
- 15 - BORDILLO RIGOLA

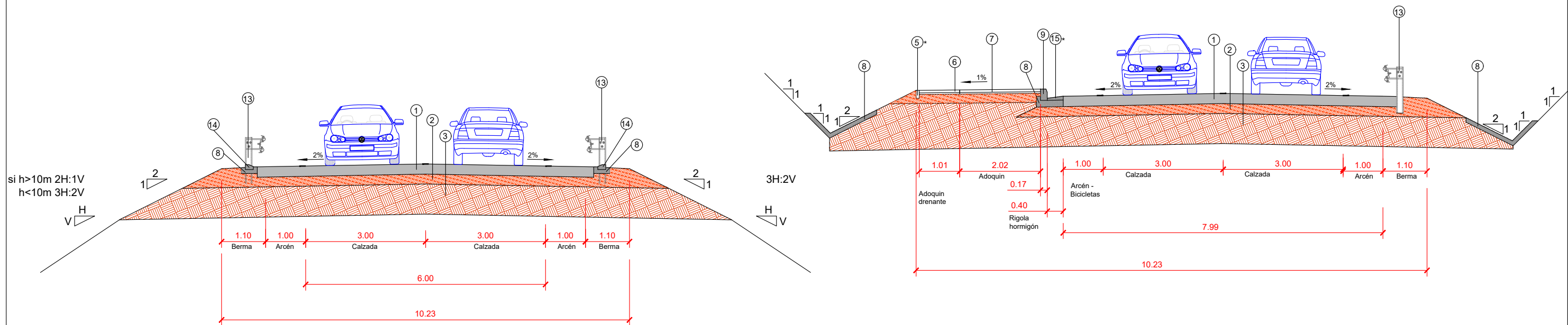
EXPLANADA MEJORADA E2
TRAFICO TIPO T2

* VER TRAMIFICACIÓN EN PLANTA



ACCESO HOSPITAL CONSULTAS EXTERNAS SECCIÓN -T4.2-D(izq)-T(dech)

ACCESO HOSPITAL URGENCIAS SECCIÓN -T5-T(izq)-T(dech)



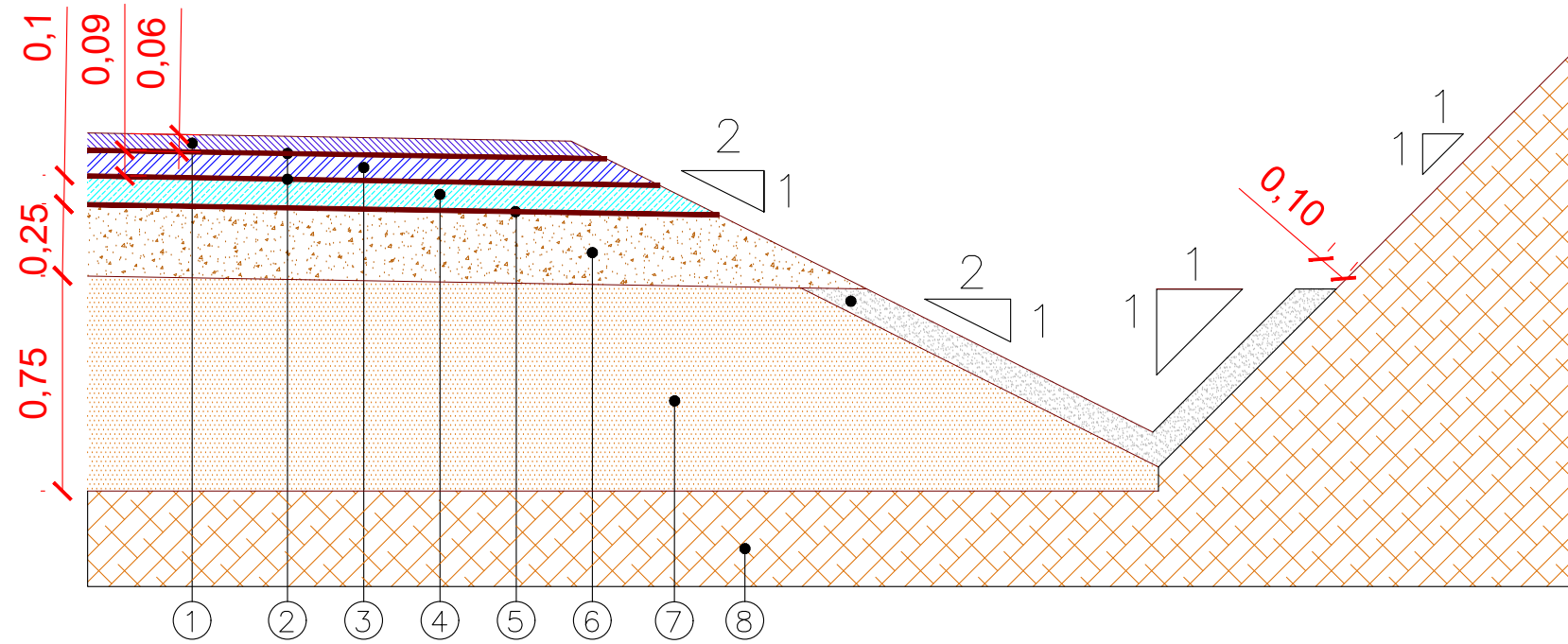
SITUACIÓN:
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
SECCIONES TIPO

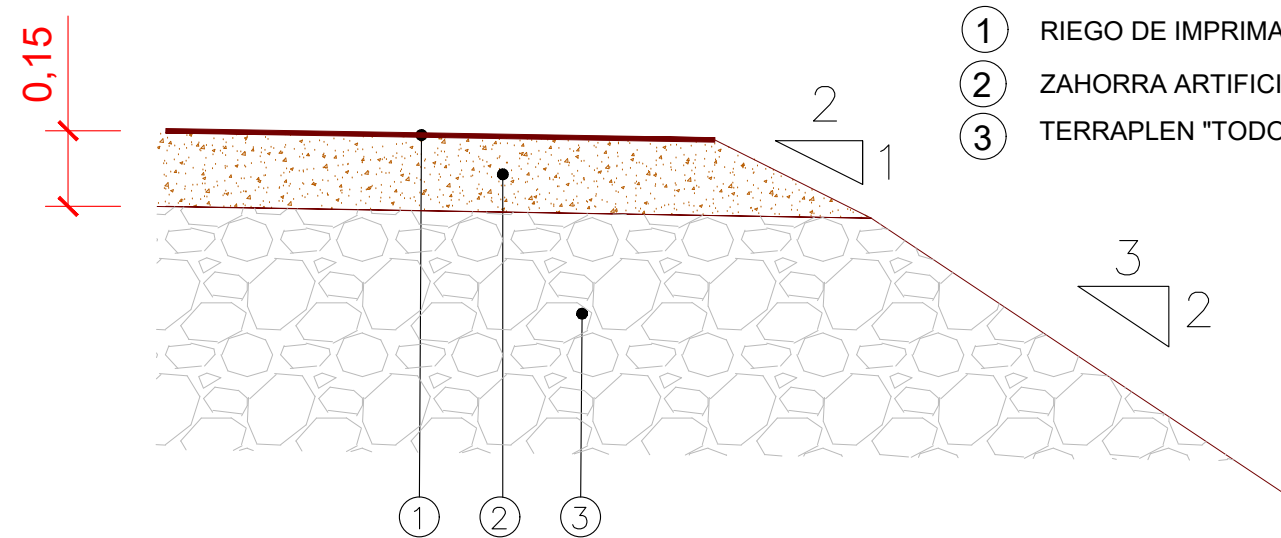
FECHA: MAYO 2020	PLANO N°: 6
ESCALA: 1:100	HOJA: 9 de 11

DETALLE -VIALES-
(ejes del 1 al 11)



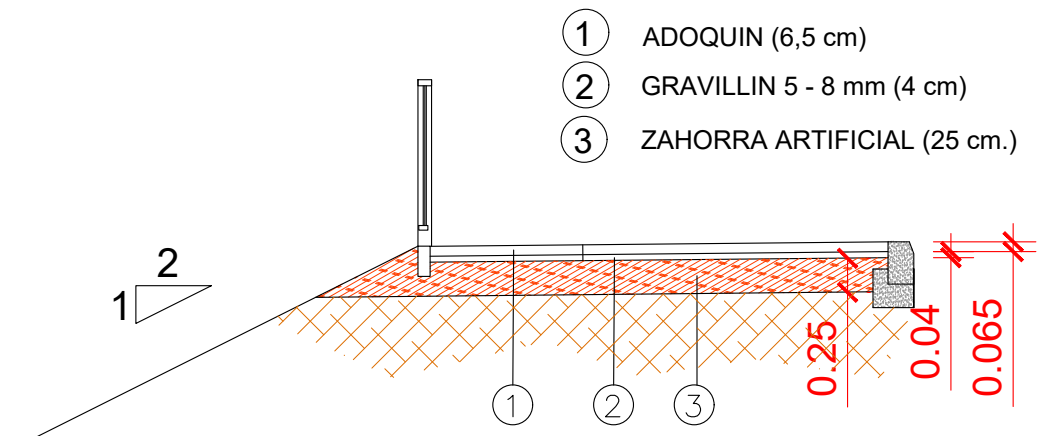
- ① M.B.C. TIPO AC22 surf B60/70 D ÁRIDO SILÍCEO (6 cm.)
- ② RIEGO DE ADHERENCIA, emulsión C60B3 ADH 0,7 kg/m²
- ③ M.B.C. TIPO AC22 bin B60/70 S ÁRIDO CALIZO (9 cm.)
- ② RIEGO DE ADHERENCIA, emulsión C60B3 ADH 0,7 kg/m²
- ④ M.B.C. TIPO AC32 base B60/70 G ÁRIDO CALIZO (10 cm.)
- ⑤ RIEGO DE IMPRIMACIÓN, emulsión C50BF4 IMP, 1,0 kg/m²
- ⑥ ZAHORRA ARTIFICIAL (25cm.)
- ⑦ SUELO SELECCIONADO (s2) (75cm.)
- ⑧ TERRENO NATURAL

DETALLE -CAMINOS-



- ① RIEGO DE IMPRIMACIÓN. DOBLE TRATAMIENTO SUPER
- ② ZAHORRA ARTIFICIAL (15cm.)
- ③ TERRAPLEN "TODO UNO" (asimilable a SUELO TOLERABI)

DETALLE -ACERA-



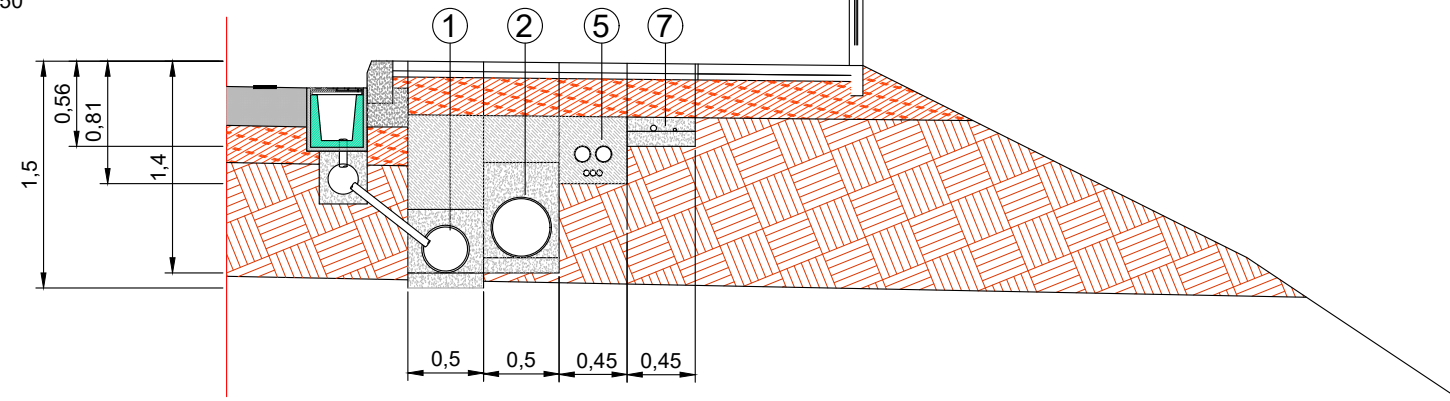
- ① ADOQUIN (6,5 cm)
- ② GRAVILLIN 5 - 8 mm (4 cm)
- ③ ZAHORRA ARTIFICIAL (25 cm.)

	SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
			TÍTULO DE PLANO:	SECCIONES TIPO	FECHA: MAYO 2020
				ESCALA: S.E	PLANO N°: 6
					HOJA: 10 de 11

SECCIÓN TIPO ZANJAS SERVICIOS

Eje 1 del p.k. 0+000 al 0+850

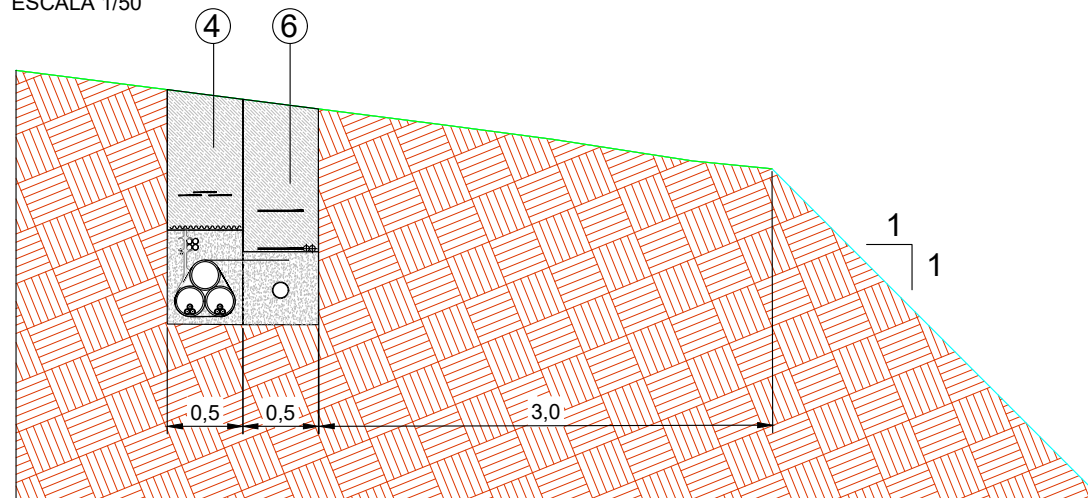
ESCALA 1/50



SECCIÓN TIPO

Eje 1 del p.k. 0+880 al 0+960

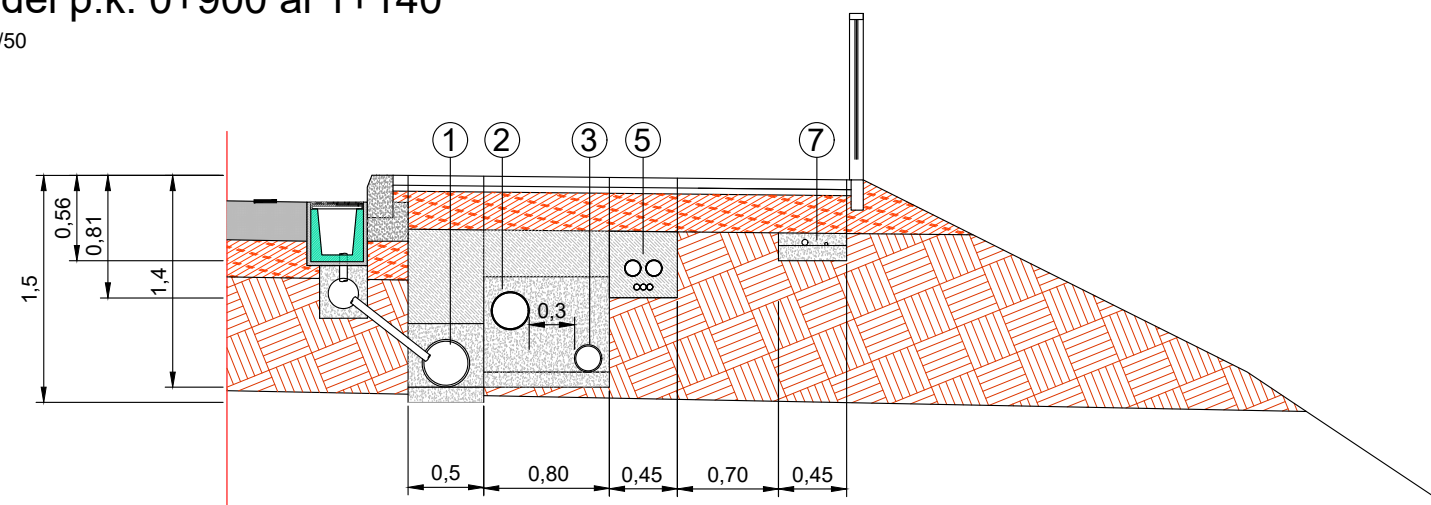
ESCALA 1/50



SECCIÓN TIPO ZANJAS SERVICIOS

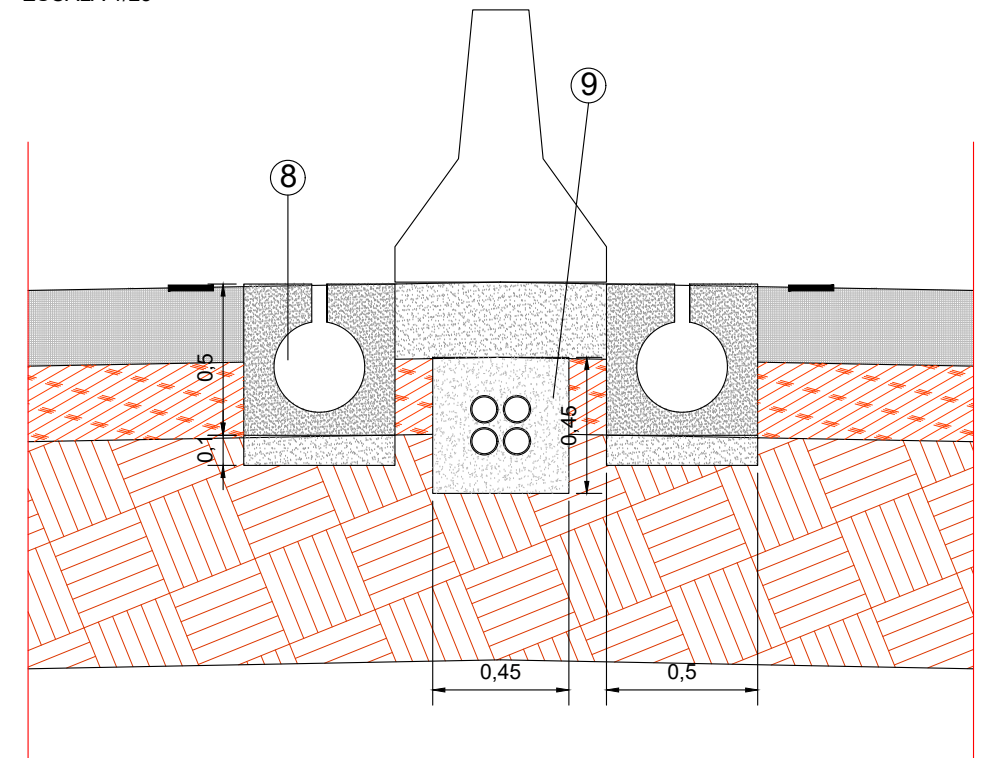
Eje 1 del p.k. 0+900 al 1+140

ESCALA 1/50



SECCIÓN TIPO BAJO BARRERA NEW JERSEY

ESCALA 1/25



LEYENDA

- 1 RED PLUVIAL PE corrugado Ø315 - SN8
- 2 RED SUMINISTRO AGUA FD Ø250 mm
- 3 IMPULSIÓN SANEAMIENTO PEAD Ø180 mm PN-10Atm
- 4 RED ELÉCTRICA M.T. RHZ/OL 12 / 20 Kv Al2 (3x1x400 mm2)
- 5 RED TELECOMUNICACIONES 1 Tritubo Ø40 + 2 pvc Ø110 mm
- 6 RED GAS PE 100 / 17.6 DN-110
- 7 RED DE RIEGO PE Ø40 mm + PE Ø20 mm
- 8 PLUVIAL CAZ DE HORMIGON Ø30 cm
- 9 ALUMBRADO PRISMA PE CORRUGADO 4 Ø90 mm

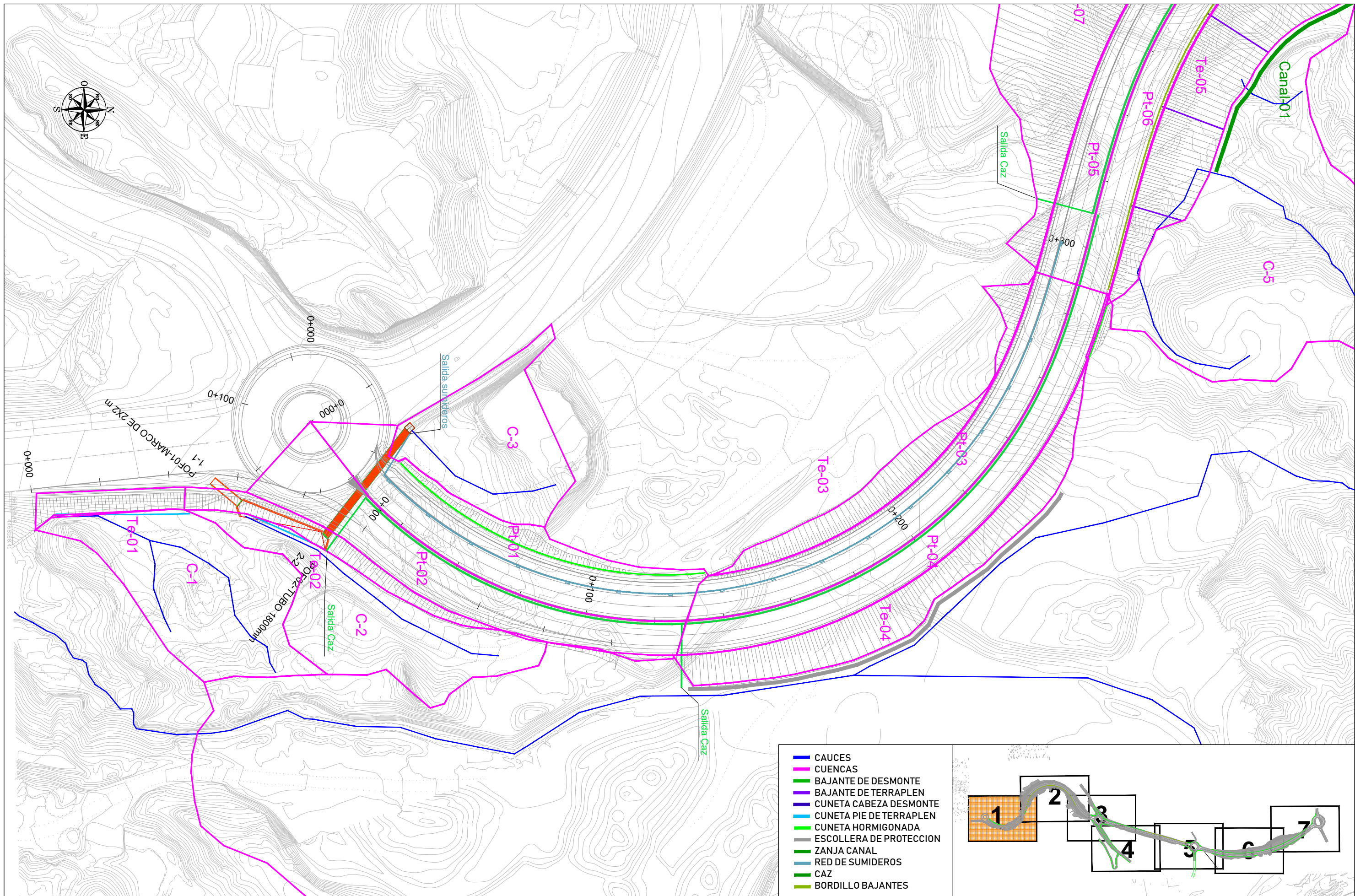
SITUACIÓN: TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

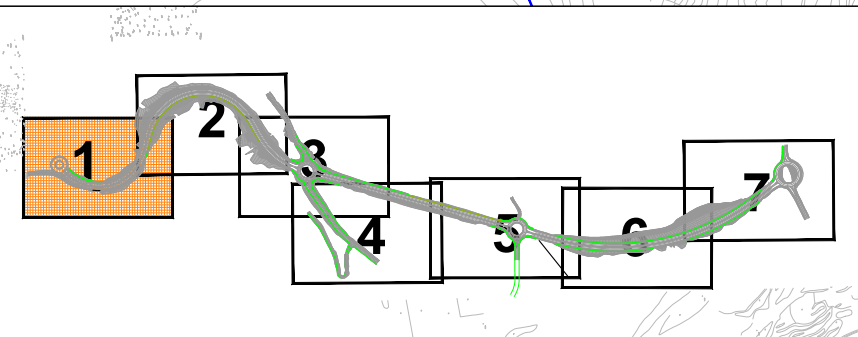
TÍTULO DE PLANO: SECCIONES TIPO ZANJA

TÍTULO DE PLANO: SECCIONES TIPO ZANJA

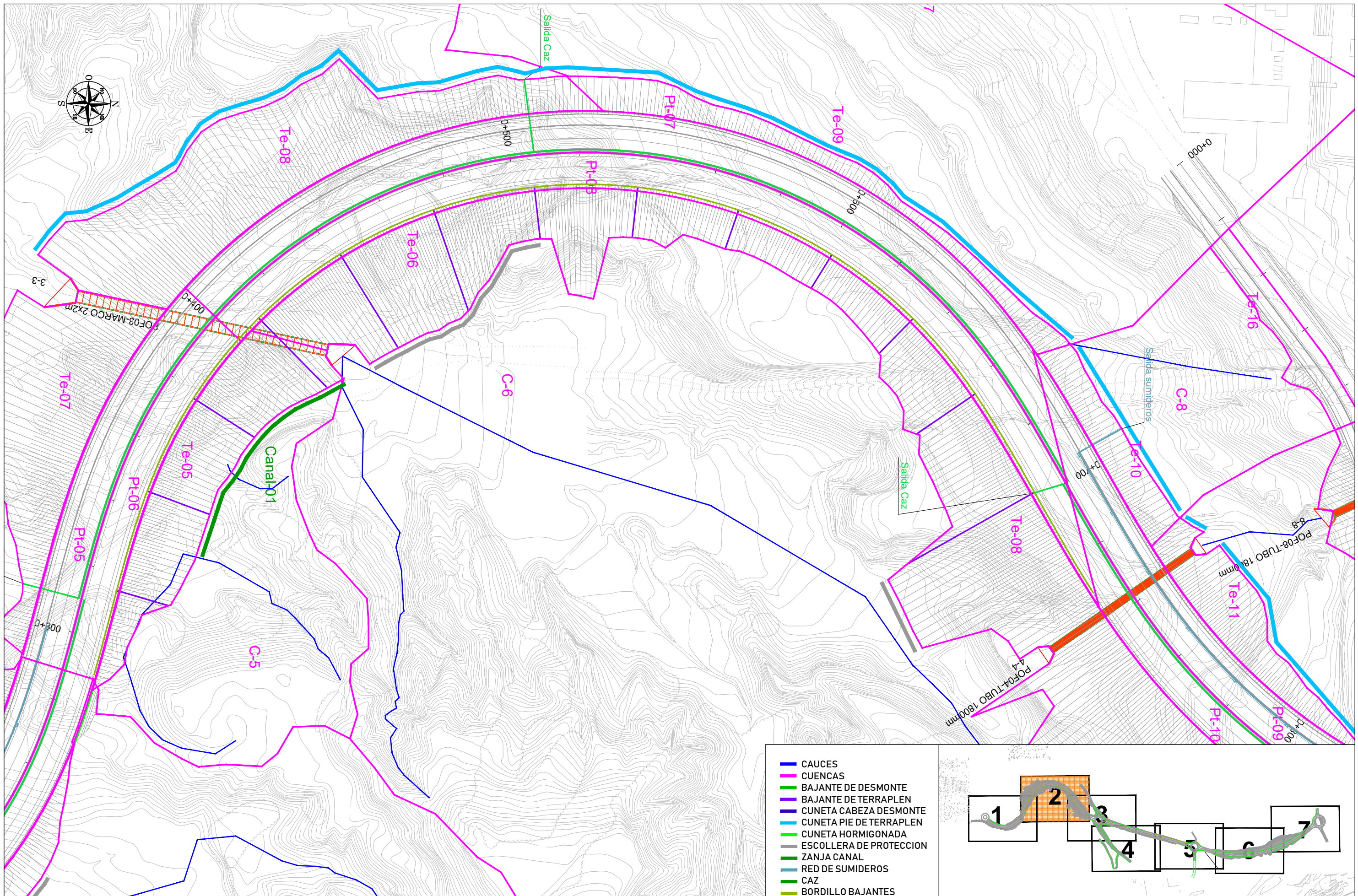
FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: INDICADAS
 PLANO Nº: 6
 HOJA: 11 de 11



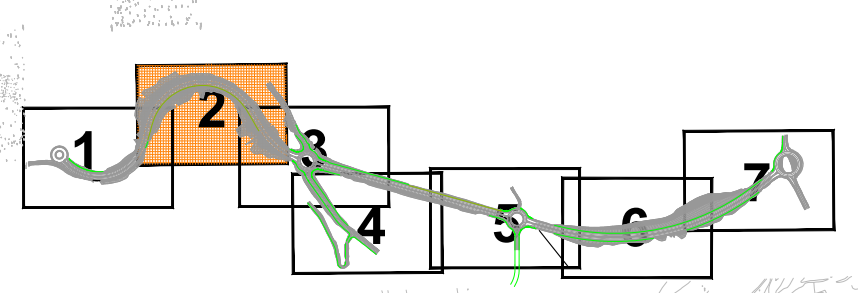
- CAUCES
- CUENCAS
- BAJANTE DE DESMONTE
- BAJANTE DE TERRAPLEN
- CUNETA CABEZA DESMONTE
- CUNETA PIE DE TERRAPLEN
- CUNETA HORMIGONADA
- ESCOLLERA DE PROTECCION
- ZANJA CANAL
- RED DE SUMIDEROS
- CAZ
- BORDILLO BAJANTES



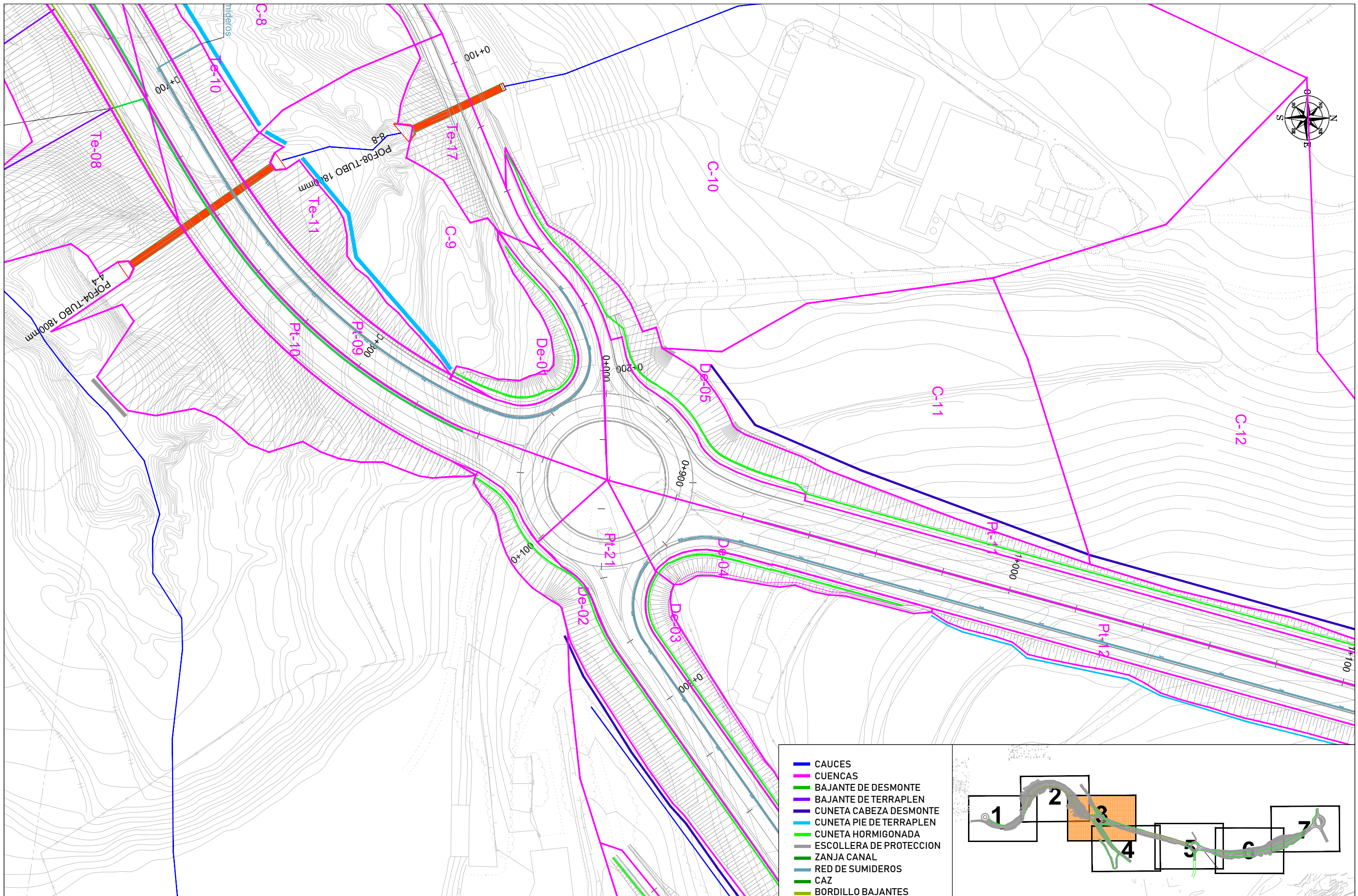
	SITUACIÓN: TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO: DRENAJE	FECHA: MAYO 2020
			PLANO Nº: 7
			ESCALA: 1:1.000
			HOJA: 1 de 7



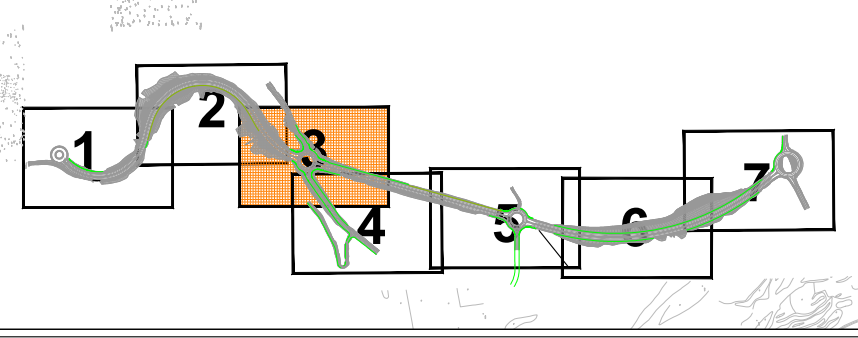
- CAUCES
- CUENCAS
- BAJANTE DE DESMONTE
- BAJANTE DE TERRAPLEN
- CUNETA CABEZA DESMONTE
- CUNETA PIE DE TERRAPLEN
- CUNETA HORMIGONADA
- ESCOLLERA DE PROTECCION
- ZANJA CANAL
- RED DE SUMIDEROS
- CAZ
- BORDILLO BAJANTES



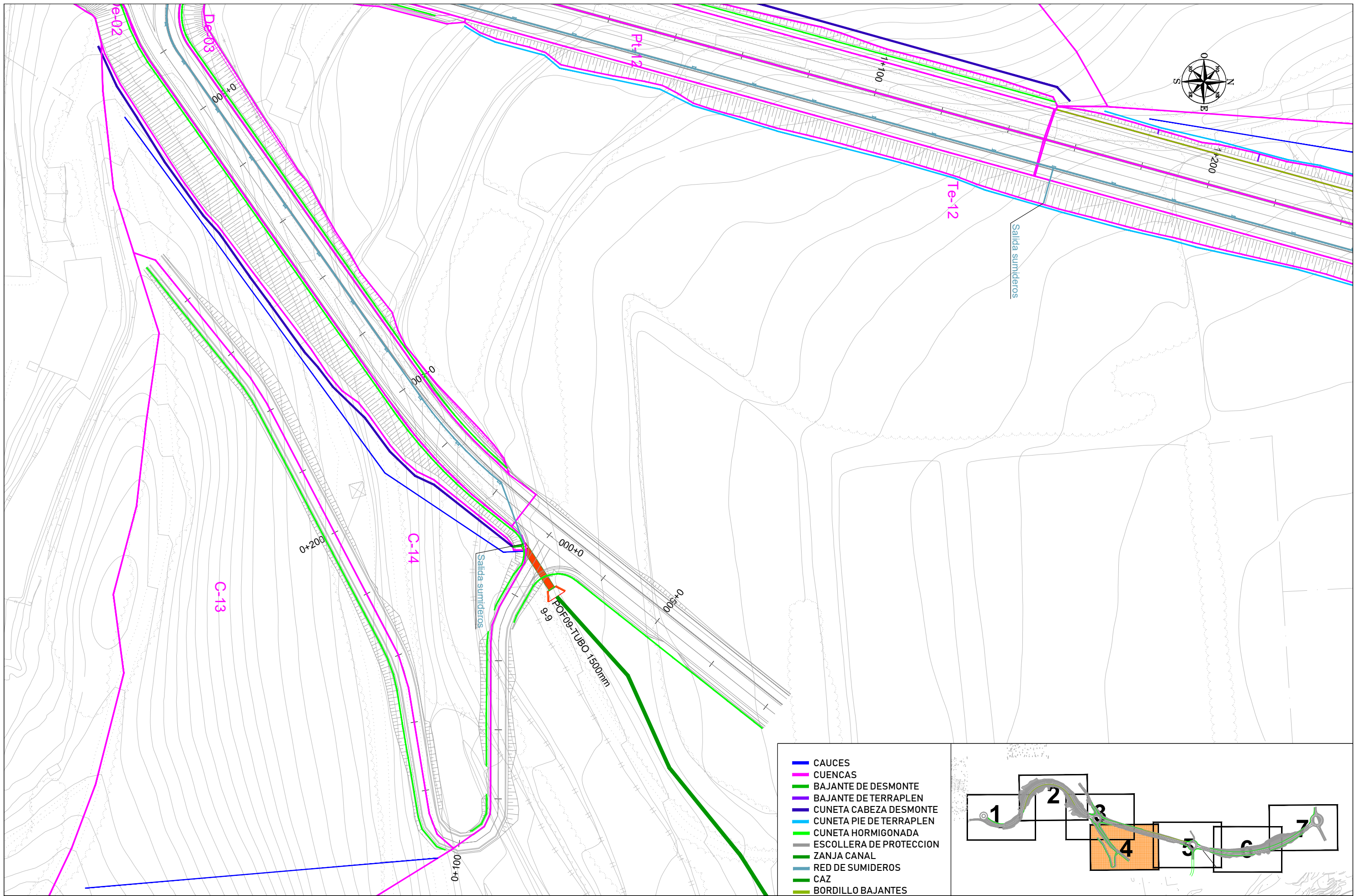
	SITUACIÓN: TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO: DRENAJE	FECHA: MAYO 2020
			PLANO Nº: 7
			ESCALA: 1:1.000
			HOJA: 2 de 7



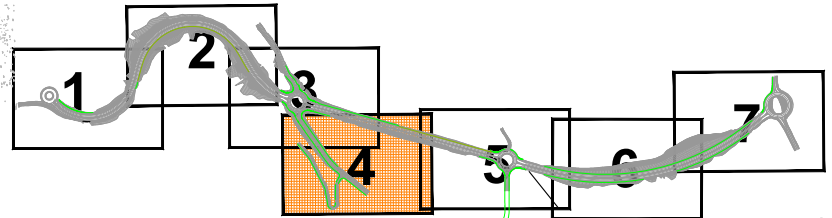
- CAUCES
- CUENCAS
- BAJANTE DE DESMONTE
- BAJANTE DE TERRAPLEN
- CUNETA CABEZA DESMONTE
- CUNETA PIE DE TERRAPLEN
- CUNETA HORMIGONADA
- ESCOLLERA DE PROTECCION
- ZANJA CANAL
- RED DE SUMIDEROS
- CAZ
- BORDILLO BAJANTES



	SITUACIÓN: TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO: DRENAJE	FECHA: MAYO 2020
			PLANO N°: 7
			ESCALA: 1:1.000
			HOJA: 3 de 7



- CAUCES
- CUENCAS
- BAJANTE DE DESMONTE
- BAJANTE DE TERRAPLEN
- CUNETA CABEZA DESMONTE
- CUNETA PIE DE TERRAPLEN
- CUNETA HORMIGONADA
- ESCOLLERA DE PROTECCION
- ZANJA CANAL
- RED DE SUMIDEROS
- CAZ
- BORDILLO BAJANTES



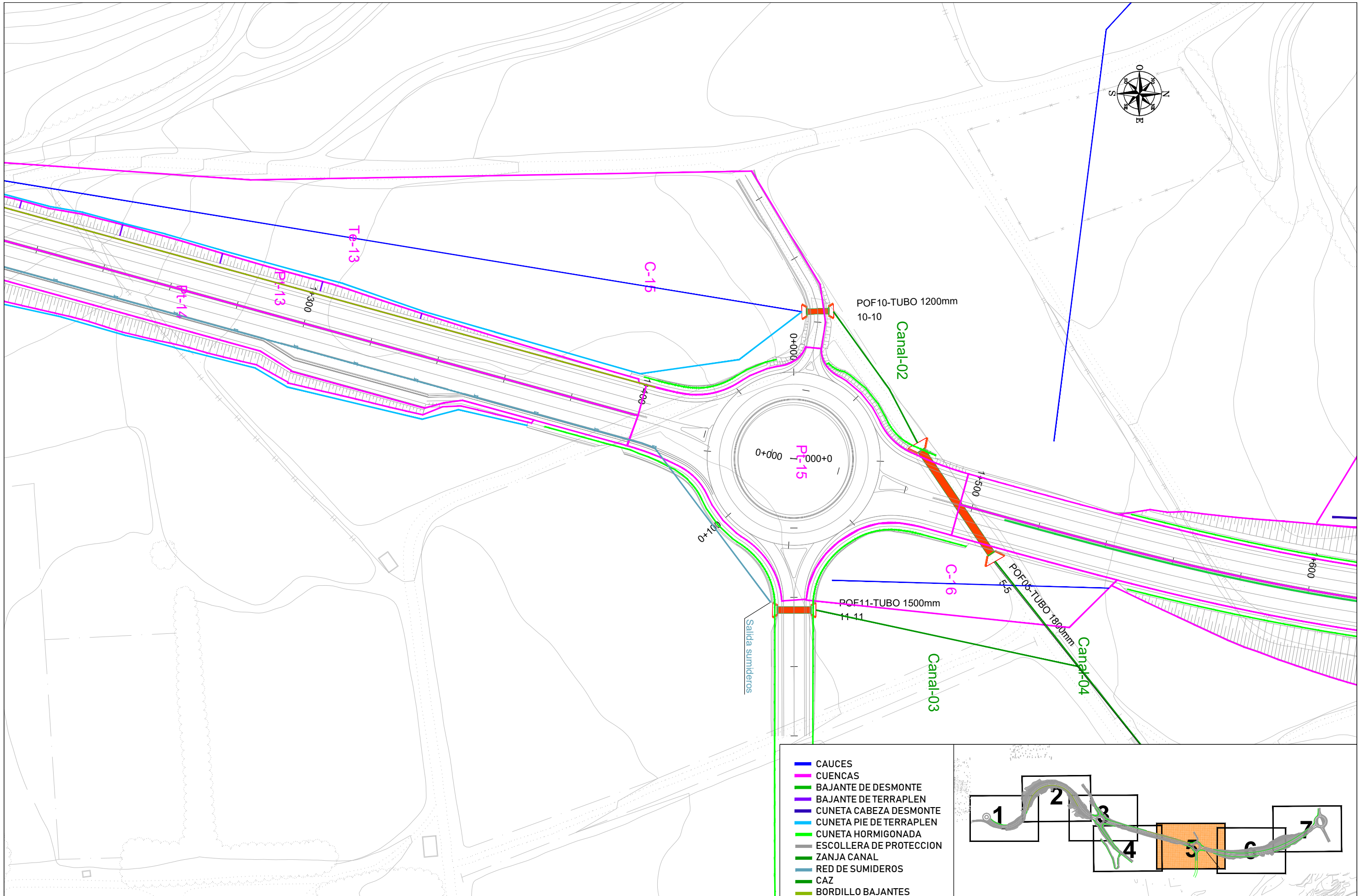
SITUACIÓN: TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

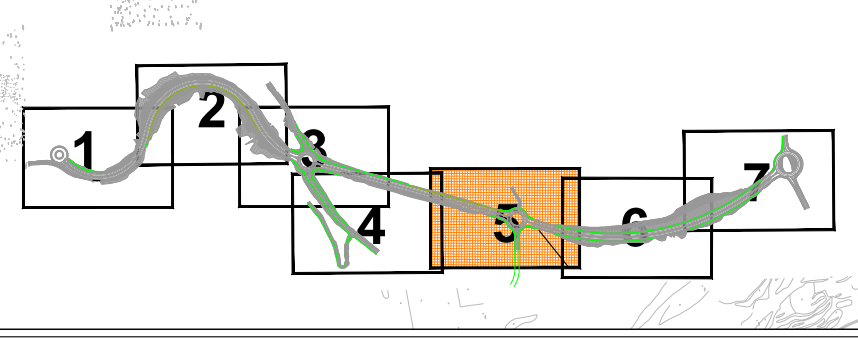
PROMOTOR:

TÍTULO DE PLANO: DRENAJE

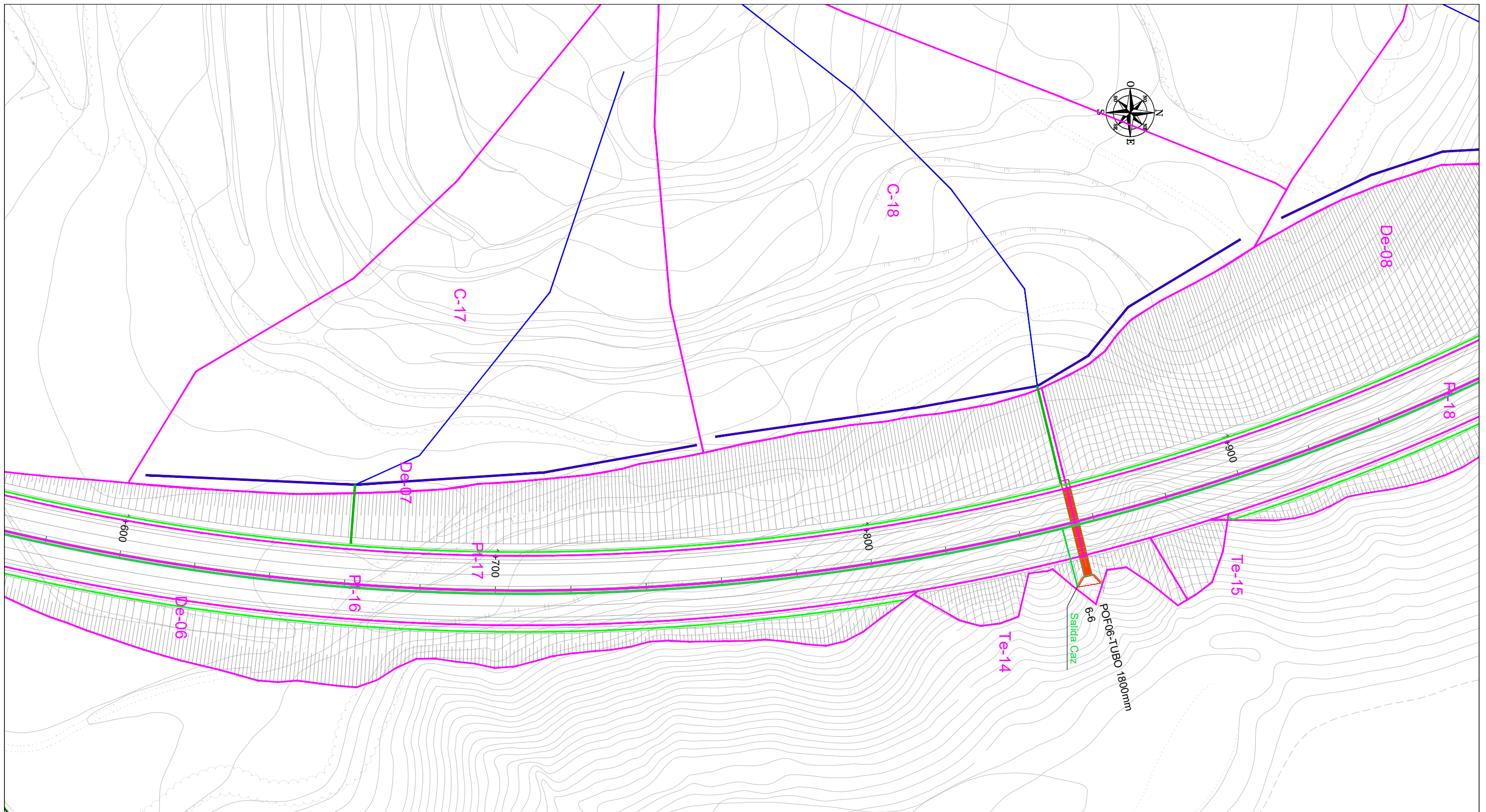
FECHA: MAYO 2020	PLANO Nº: 7
ESCALA: 1:1.000	HOJA: 4 de 7



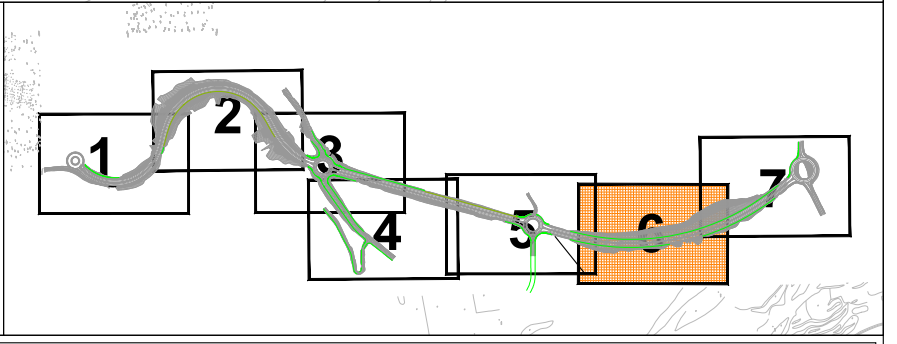
- CAUCES
- CUENCAS
- BAJANTE DE DESMONTE
- BAJANTE DE TERRAPLEN
- CUNETA CABEZA DESMONTE
- CUNETA PIE DE TERRAPLEN
- CUNETA HORMIGONADA
- ESCOLLERA DE PROTECCION
- ZANJA CANAL
- RED DE SUMIDEROS
- CAZ
- BORDILLO BAJANTES



	SITUACIÓN: TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO: DRENAJE	FECHA: MAYO 2020
			PLANO Nº: 7
			ESCALA: 1:1.000
			HOJA: 5 de 7



- CAUCES
- CUENCAS
- BAJANTE DE DESMONTE
- BAJANTE DE TERRAPLEN
- CUNETA CABEZA DESMONTE
- CUNETA PIE DE TERRAPLEN
- CUNETA HORMIGONADA
- ESCOLLERA DE PROTECCION
- ZANJA CANAL
- RED DE SUMIDEROS
- CAZ
- BORDILLO BAJANTES



SITUACIÓN:

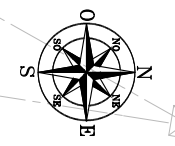
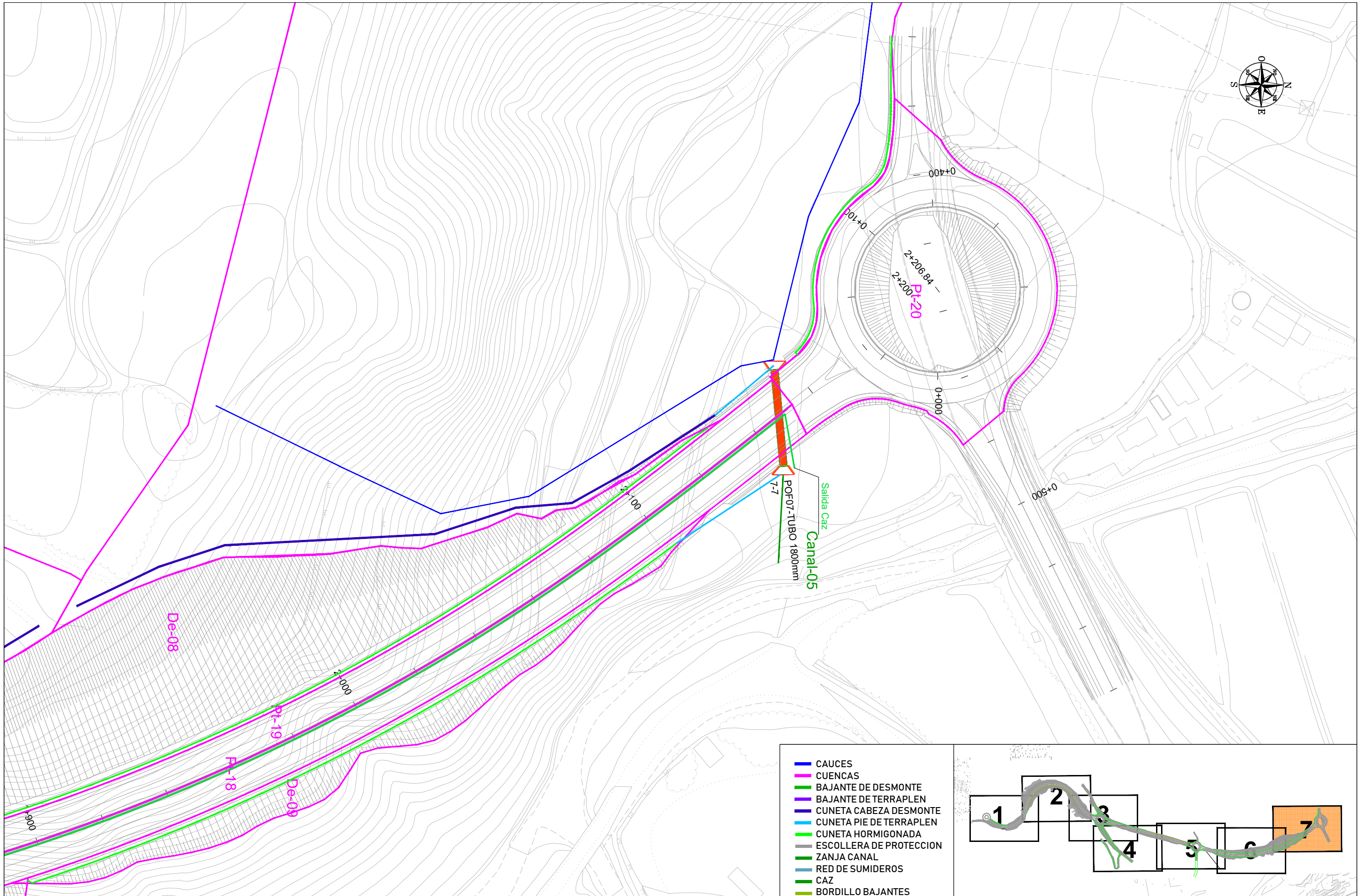
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

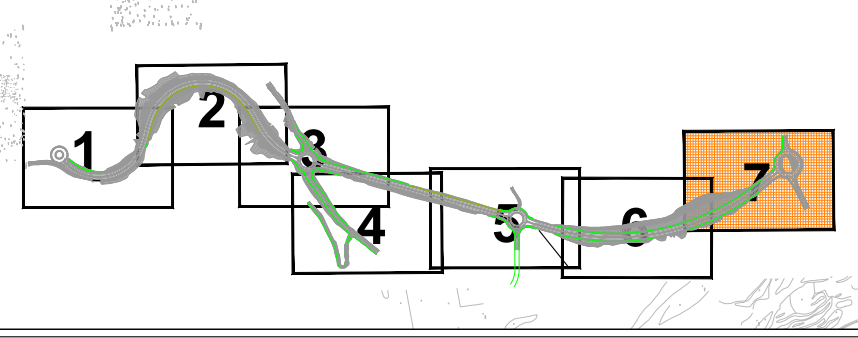
TÍTULO DE PLANO:
 DRENAJE

FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:1.000

PLANO Nº: 7
 HOJA: 6 de 7

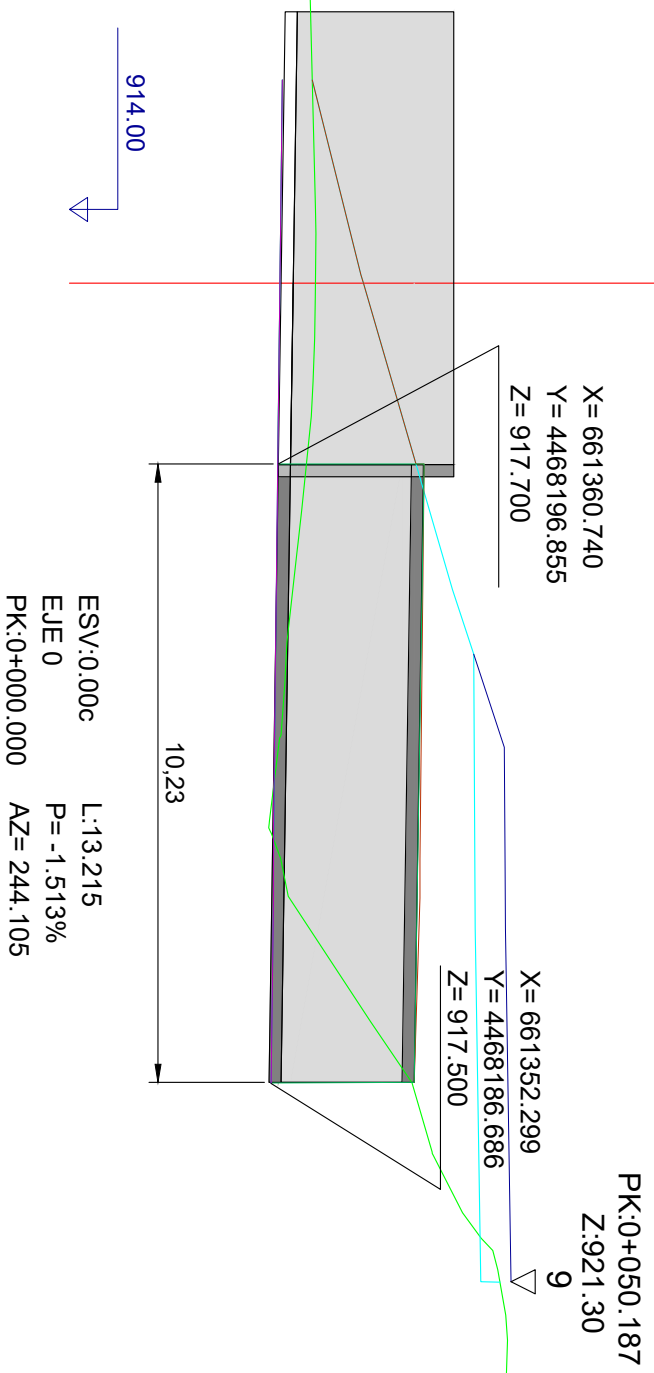


- CAUCES
- CUENCAS
- BAJANTE DE DESMONTE
- BAJANTE DE TERRAPLEN
- CUNETA CABEZA DESMONTE
- CUNETA PIE DE TERRAPLEN
- CUNETA HORMIGONADA
- ESCOLLERA DE PROTECCION
- ZANJA CANAL
- RED DE SUMIDEROS
- CAZ
- BORDILLO BAJANTES

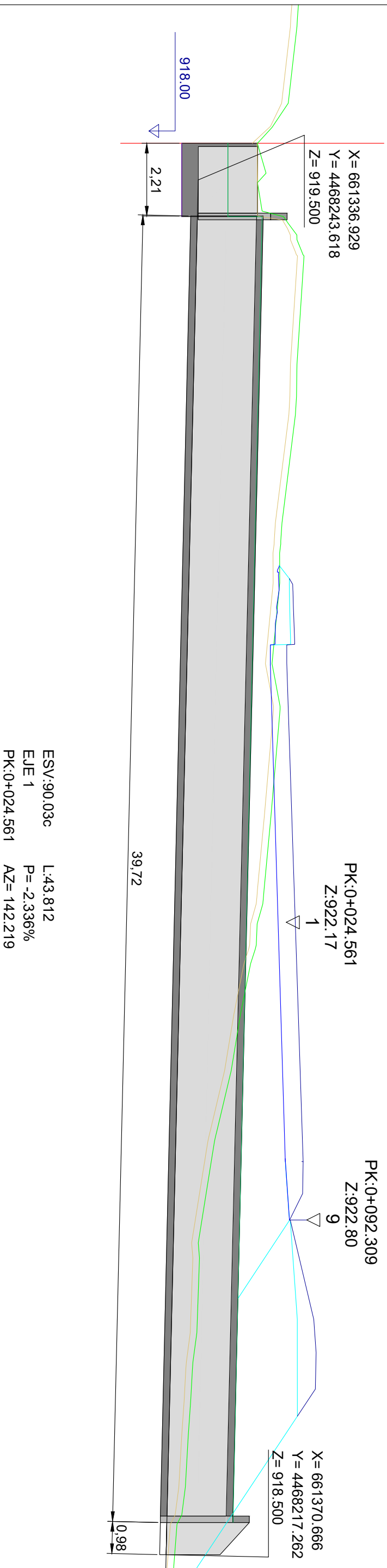


	SITUACIÓN: TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
		TÍTULO DE PLANO: DRENAJE	FECHA: MAYO 2020
			PLANO Nº: 7
			ESCALA: 1:1.000
			HOJA: 7de 7

POF01-MARCO DE 2X2 m



POF02-TUBO 1800mm



SITUACIÓN:

TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:

PERFILES O.D.T.

FECHA: MAYO 2020

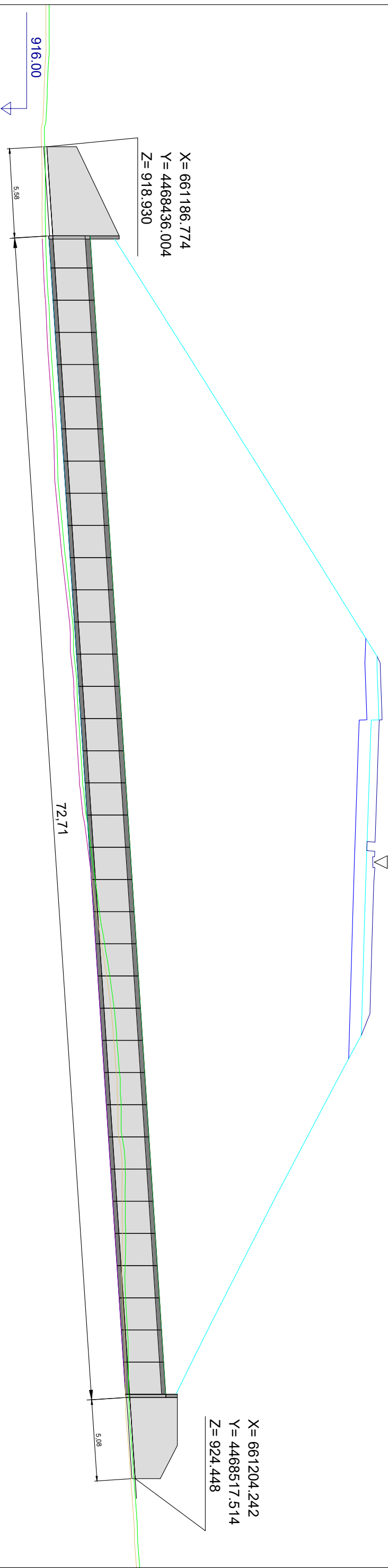
PLANO N.º: 8

ESCALA: 1:125

HOJA: 1 de 5

POF03-MARCO 2x2m

PK:0+398.275
Z:939.29



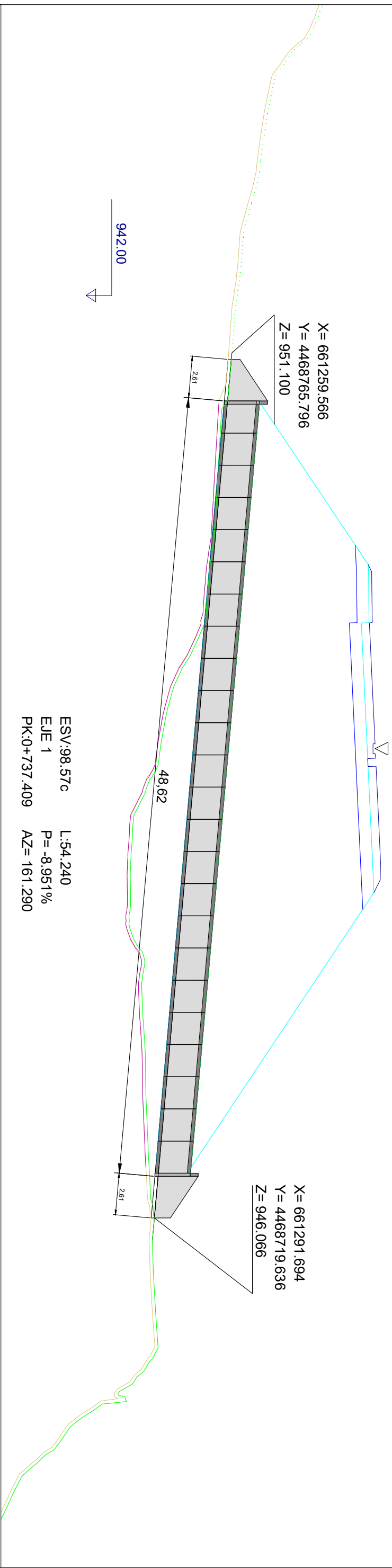
X = 661186.774
Y = 4468436.004
Z = 918.930

X = 661204.242
Y = 4468517.514
Z = 924.448

ESV: -131.94c L: 81.360
EJE 1 P = -6.619%
PK:0+398.275 AZ = 213.440

POF04-TUBO 1800mm

PK:0+737.409
Z:960.05



X = 661259.566
Y = 4468765.796
Z = 951.100

X = 661291.694
Y = 4468719.636
Z = 946.066

ESV: 98.57c L: 54.240
EJE 1 P = -8.951%
PK:0+737.409 AZ = 161.290

SITUACIÓN:

TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:

PERFILES O.D.T.

FECHA: MAYO 2020

PLANO N°: 8

ESCALA: 1:250

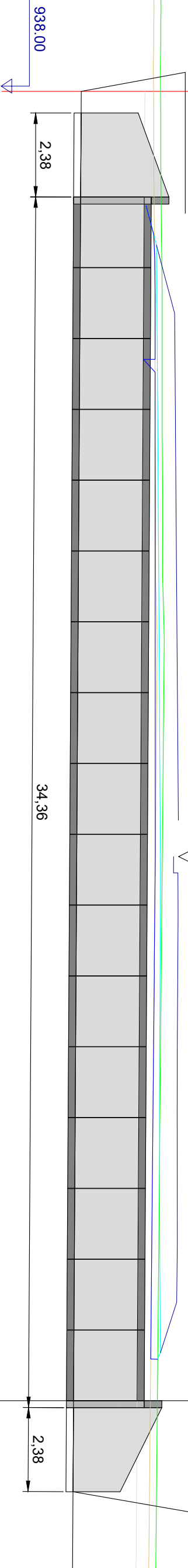
HOJA: 2 de 5

POF05-TUBO 1800mm

X = 661497.857
Y = 4469441.718
Z = 940.250

PK:1+495.686
Z:943.01

X = 661532.751
Y = 4469465.398
Z = 940.000



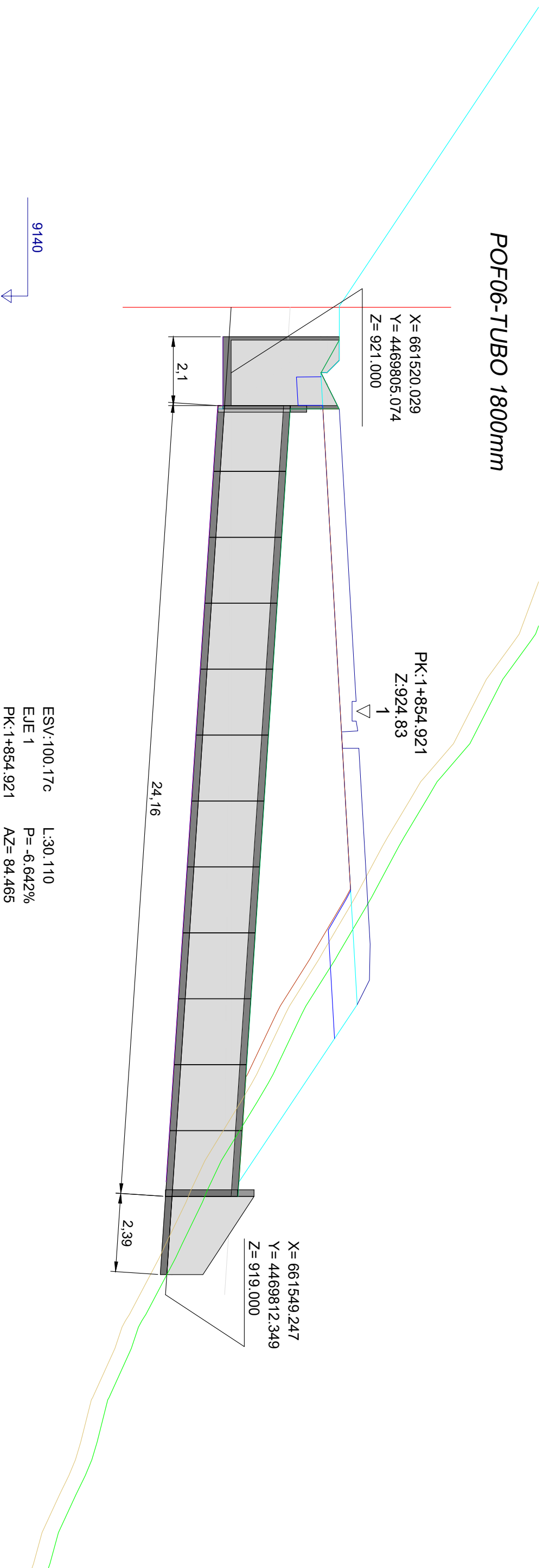
ESV:44.89c L:40.170
EJE 1 P=-0.593%
PK:1+495.686 AZ=62.041

POF06-TUBO 1800mm

X = 661520.029
Y = 4469805.074
Z = 921.000

PK:1+854.921
Z:924.83

X = 661549.247
Y = 4469812.349
Z = 919.000



ESV:100.17c L:30.110
EJE 1 P=-6.642%
PK:1+854.921 AZ=84.465

SITUACIÓN:

TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:

PERFILES O.D.T.

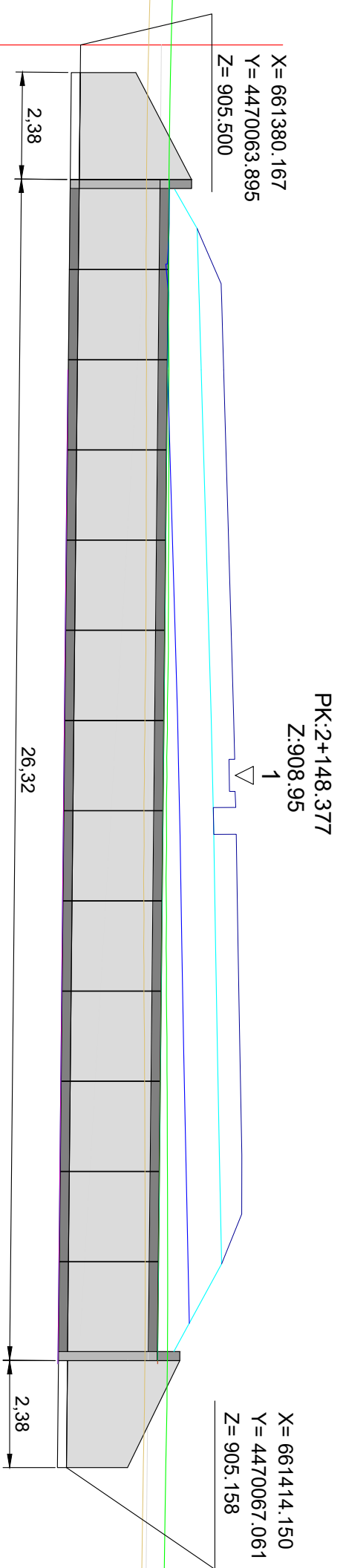
FECHA: MAYO 2020

PLANO N°: 8

ESCALA: 1:125

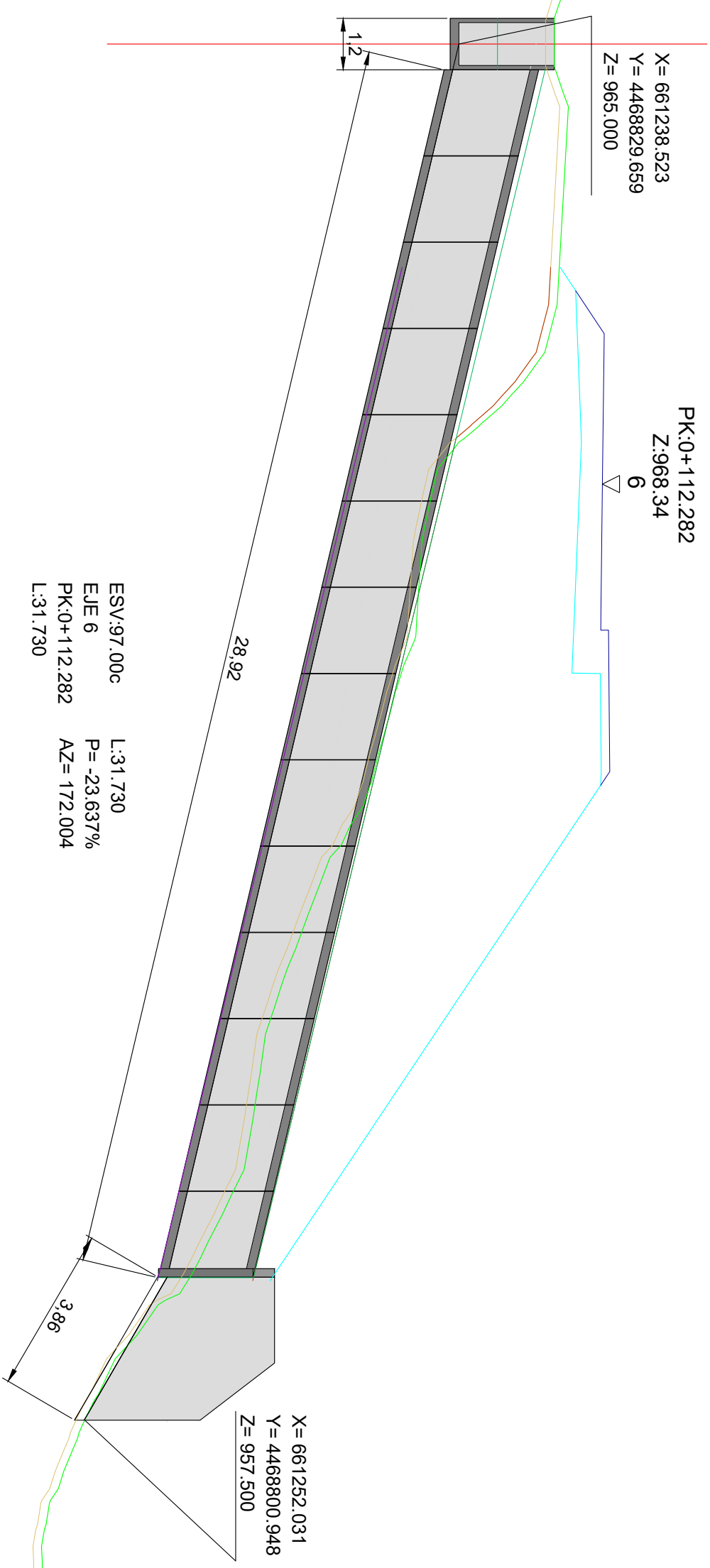
HOJA: 3 de 5

POF07-TUBO 1800mm



900.00

POF08-TUBO 1800mm



956.00

ESV:97.00c L:31.730
 EJE 6 P = -23.637%
 PK:0+112.282 AZ = 172.004
 L:31.730

SITUACIÓN:

TERUEL

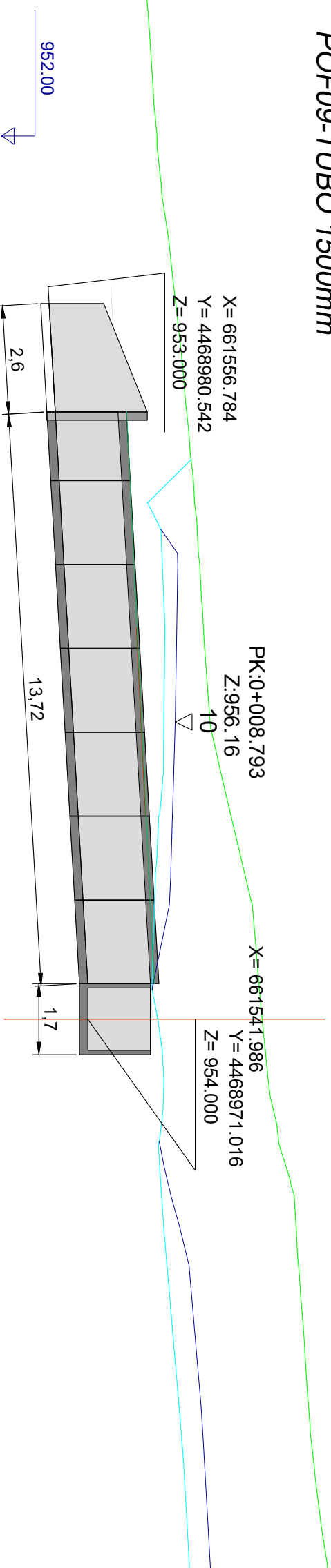
TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
PERFILES O.D.T.

FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:125

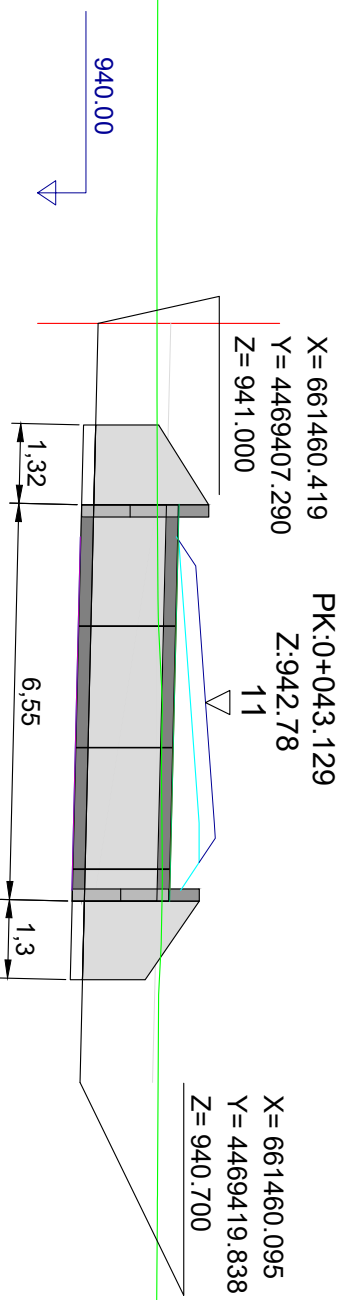
PLANO N°: 8
 HOJA: 4 de 5

POF09-TUBO 1500mm



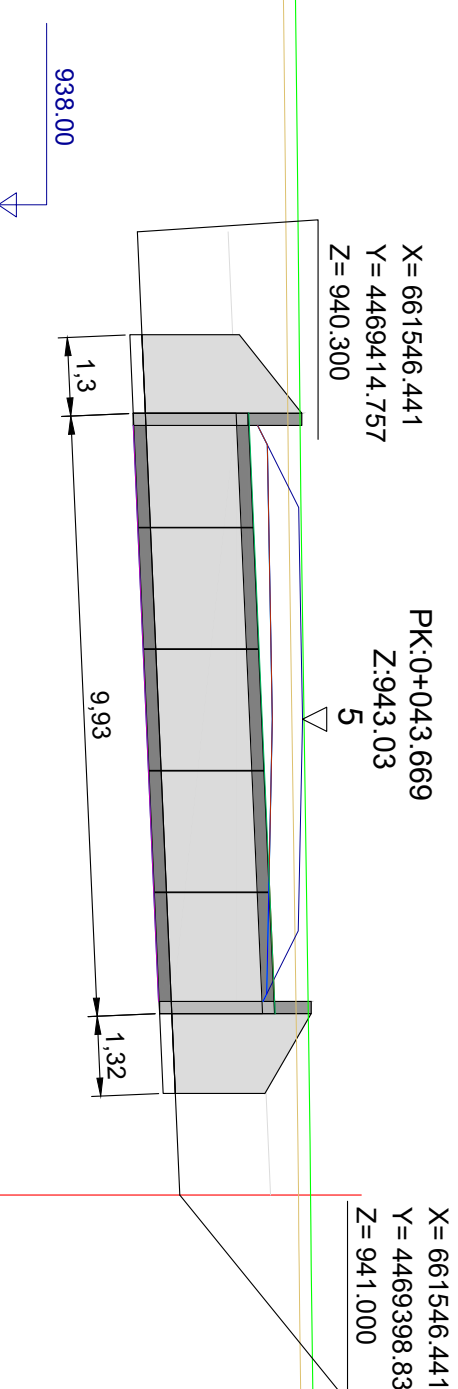
ESV: -69.83c L: 17.600
 EJE 10 P = -5.682%
 PK:0+008.793 AZ = 63.589
 L: 17.600

POF10-TUBO 1200mm



ESV: 103.65c L: 12.553
 EJE 11 P = -2.390%
 PK:0+043.129 AZ = 398.356

POF11-TUBO 1500mm



ESV: -99.90c L: 15.925
 EJE 5 P = -4.396%
 PK:0+043.669 AZ = 0.000

SITUACIÓN:

TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:

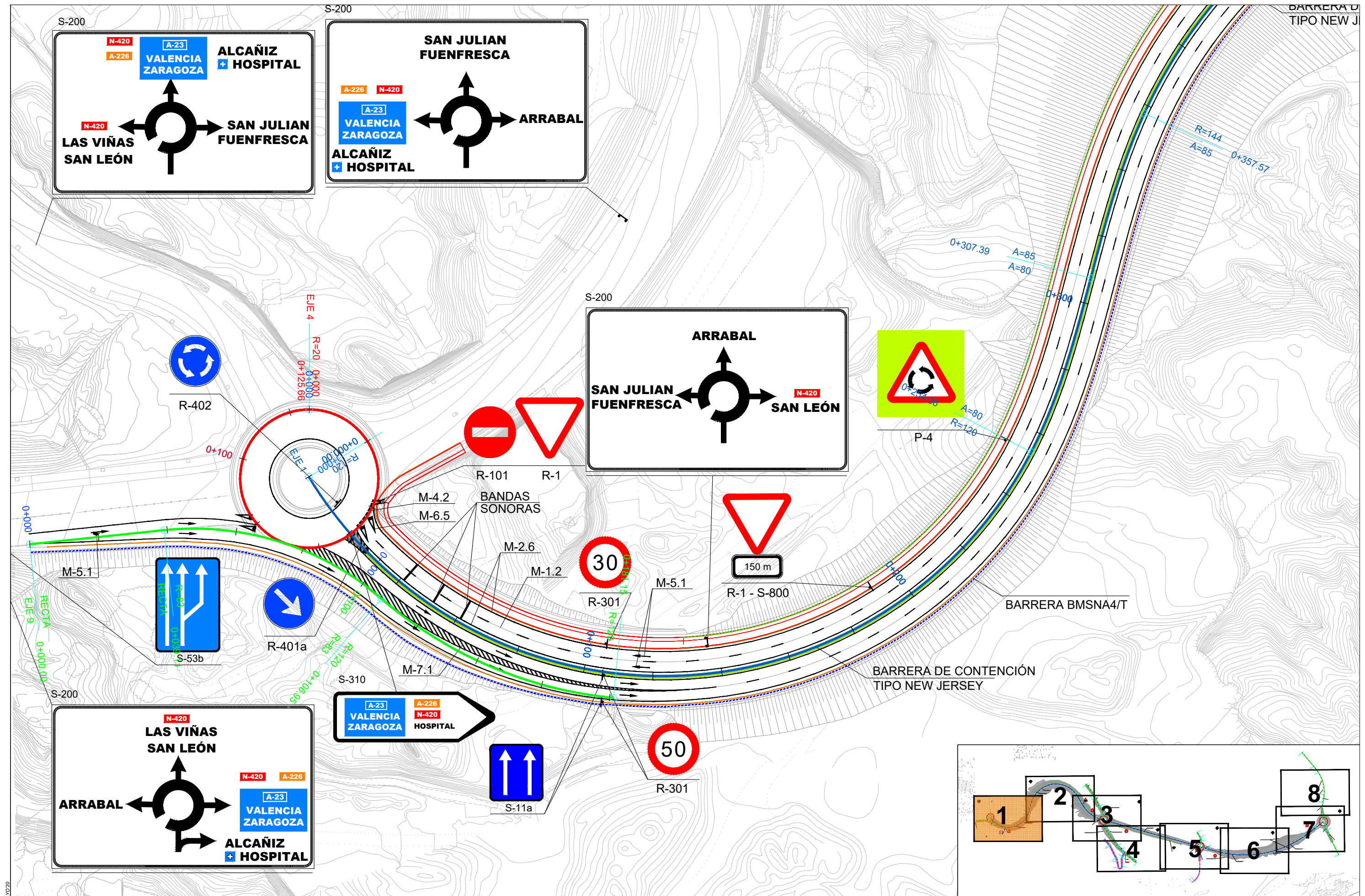
PERFILES O.D.T.

FECHA: MAYO 2020

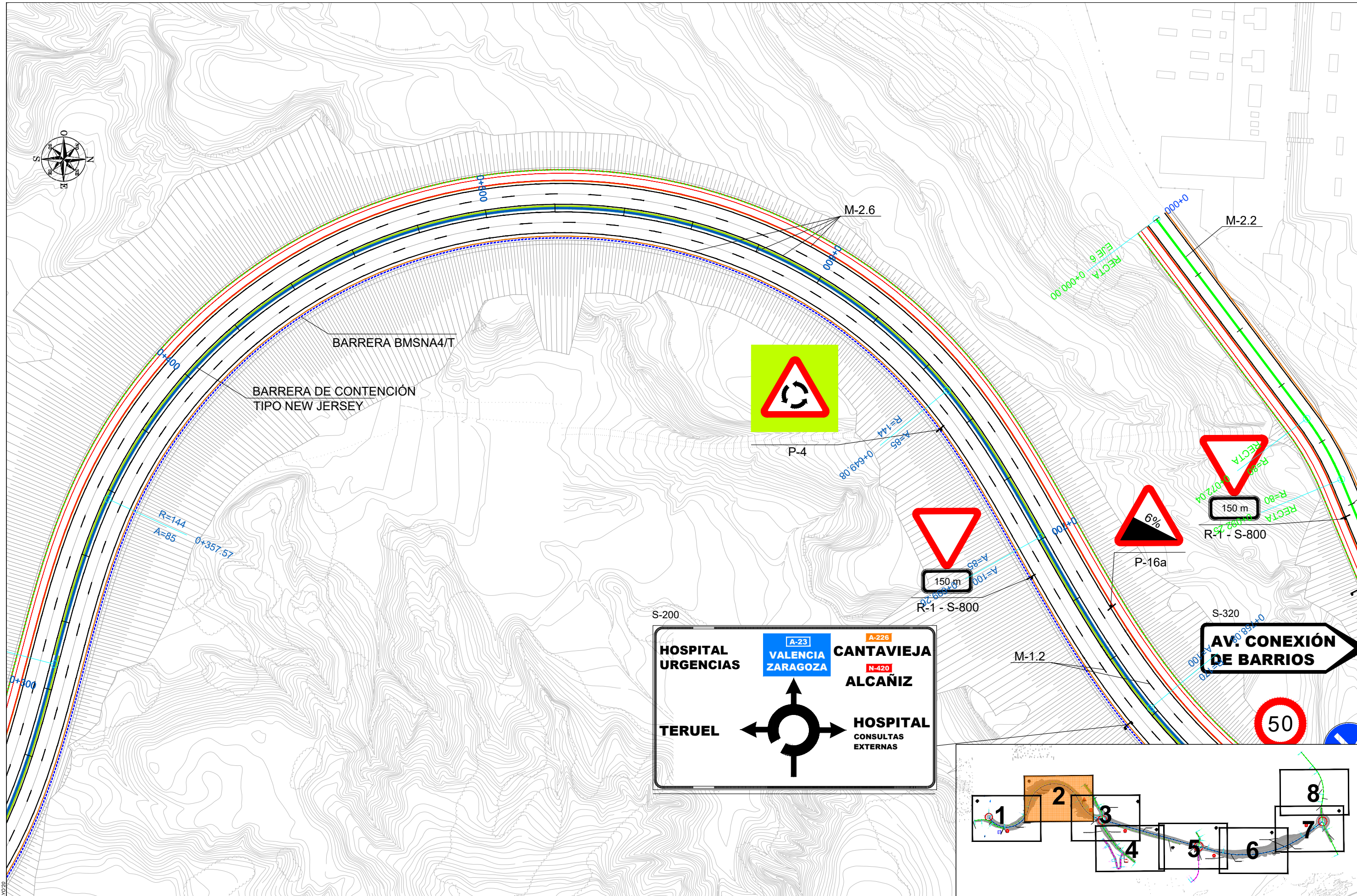
PLANO N.º: 8

ESCALA: 1:125

HOJA: 5 de 5

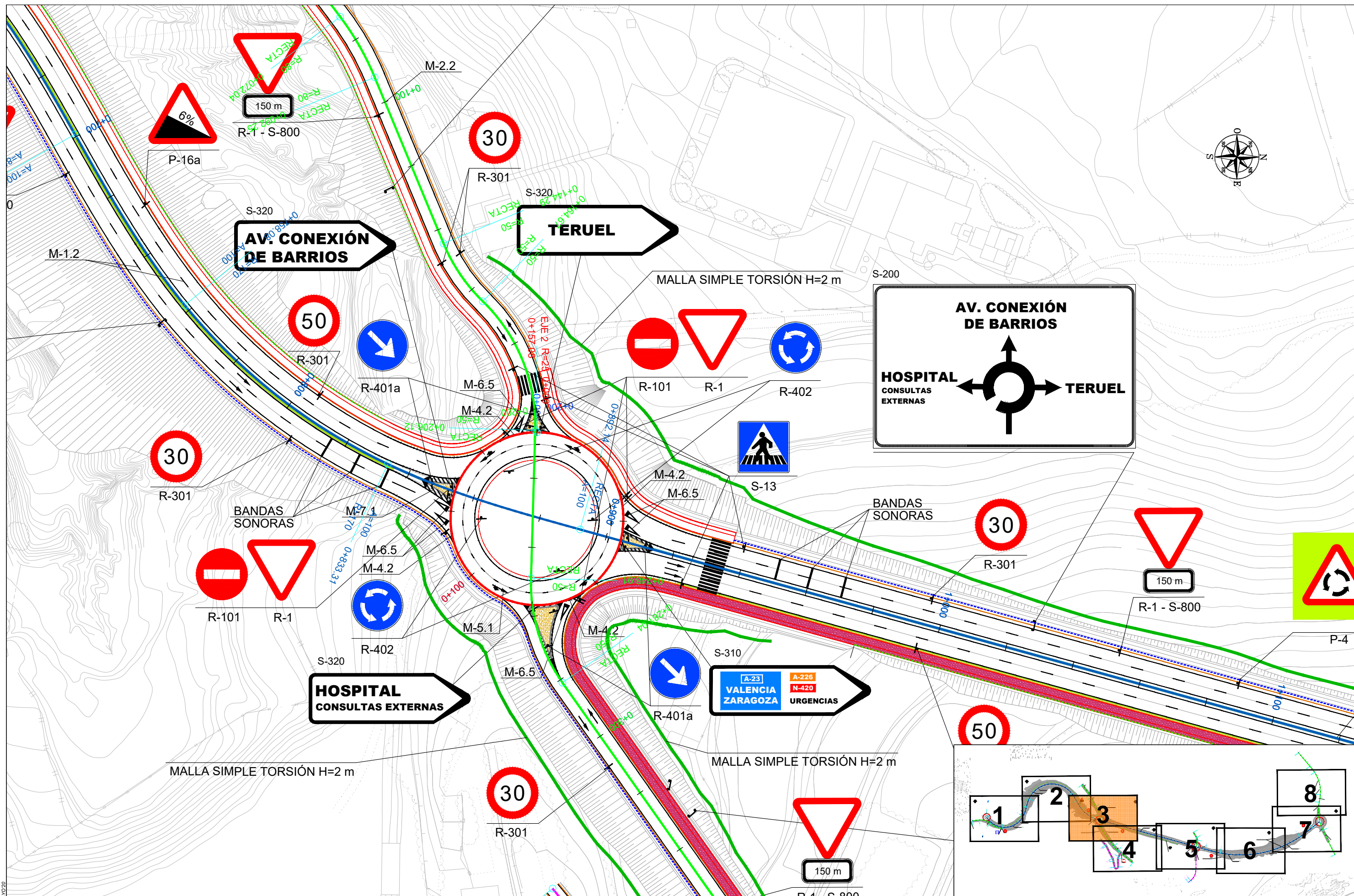


<p>CT0985300_T010190_EDIT_REV01_20 MAYO 20</p>	SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO				
			TÍTULO DE PLANO:	SEÑALIZACIÓN	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">FECHA: MAYO 2020</td> <td style="width: 50%;">PLANO Nº: 10</td> </tr> <tr> <td>ESCALA: 1:1.000</td> <td>HOJA: 1 de 8</td> </tr> </table>	FECHA: MAYO 2020	PLANO Nº: 10	ESCALA: 1:1.000
FECHA: MAYO 2020	PLANO Nº: 10							
ESCALA: 1:1.000	HOJA: 1 de 8							



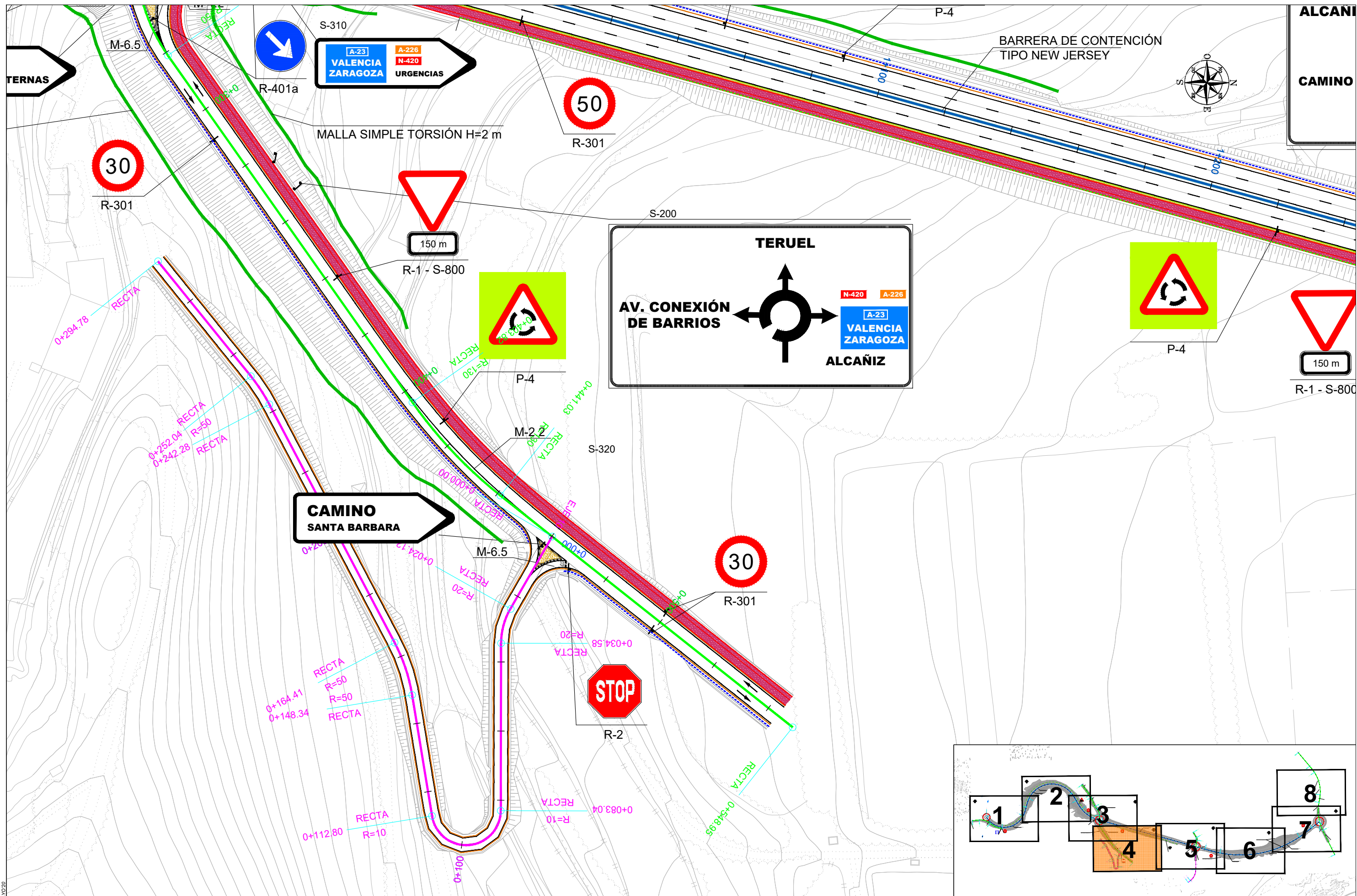
CT0983302_T0101800_EDIT_REV01_25 MAYO 2020

SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO	
	TÍTULO DE PLANO:	SEÑALIZACIÓN	FECHA: MAYO 2020	PLANO Nº: 10
			ESCALA: 1:1.000	HOJA: 2 de 8



SITUACIÓN:	TERUEL	TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO		
		TÍTULO DE PLANO:	SEÑALIZACIÓN	FECHA: MAYO 2020	PLANO Nº: 10
				ESCALA: 1:1.000	HOJA: 3 de 8

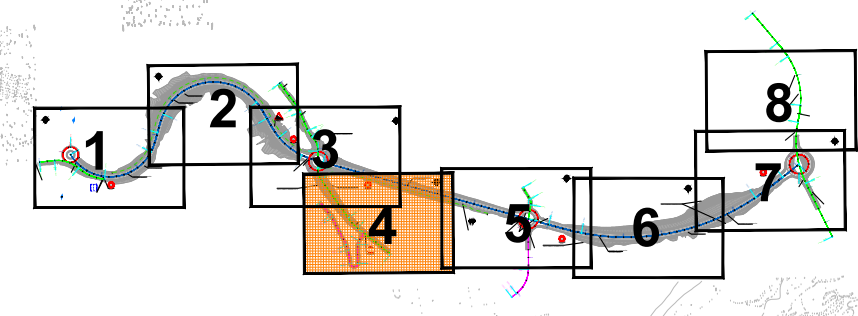
C:\0953302_T011930_EDIT_REV15_25_MAYO20



CT09953002 T0101900 EDI. REV. J.S.S. MAYO'20

SITUACIÓN:	TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO		
TÍTULO DE PLANO:	SEÑALIZACIÓN	FECHA: MAYO 2020	PLANO Nº: 10
		ESCALA: 1:1.000	HOJA: 4 de 8



S-200



S-320
**HOSPITAL
 CONSULTAS EXTERNAS**

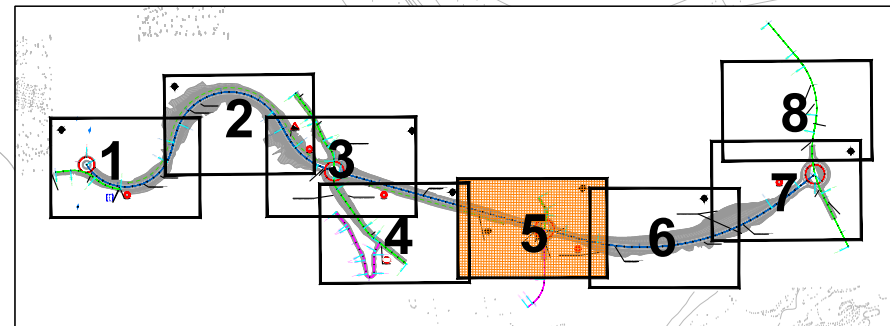
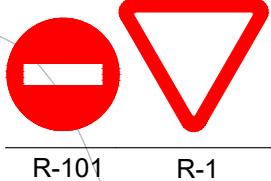
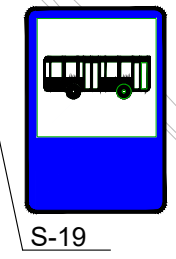
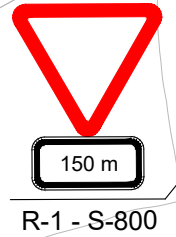
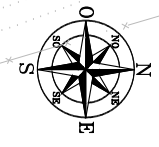
S-320
TERUEL

S-320
**AV. CONEXIÓN
 DE BARRIOS**

S-320
**CAMINO
 MACCARI**

S-320
**HOSPITAL
 URGENCIAS**

A-23 A-226
**VALENCIA
 ZARAGOZA
 ALCAÑIZ**



SITUACIÓN: TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO: PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO: SEÑALIZACIÓN

FECHA: MAYO 2020
 ESCALA: 1:1.000

PLANO Nº: 10
 HOJA: 5 de 8

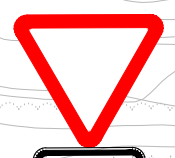
CT0983300_T0101901_EDIT_REV01_2020_MAYO

S-200



P-4

MALLA SIMPLE TORSIÓN H=2 m



150 m

R-1 - S-800

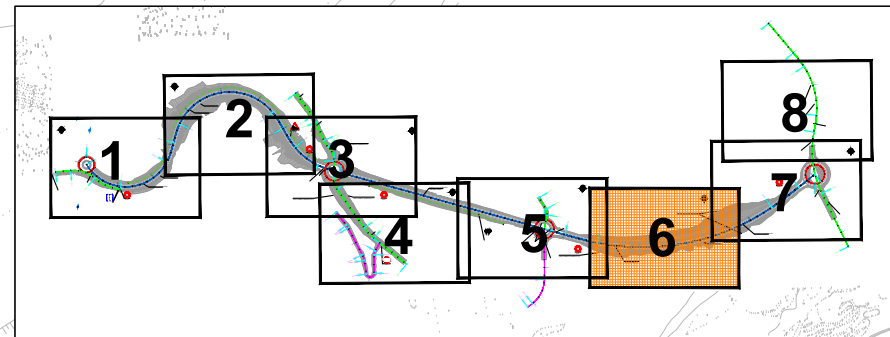
1+589,36
R=300
A=230

BARRERA BMSNA4/T

BARRERA DE CONTENCIÓN TIPO NEW JERSEY



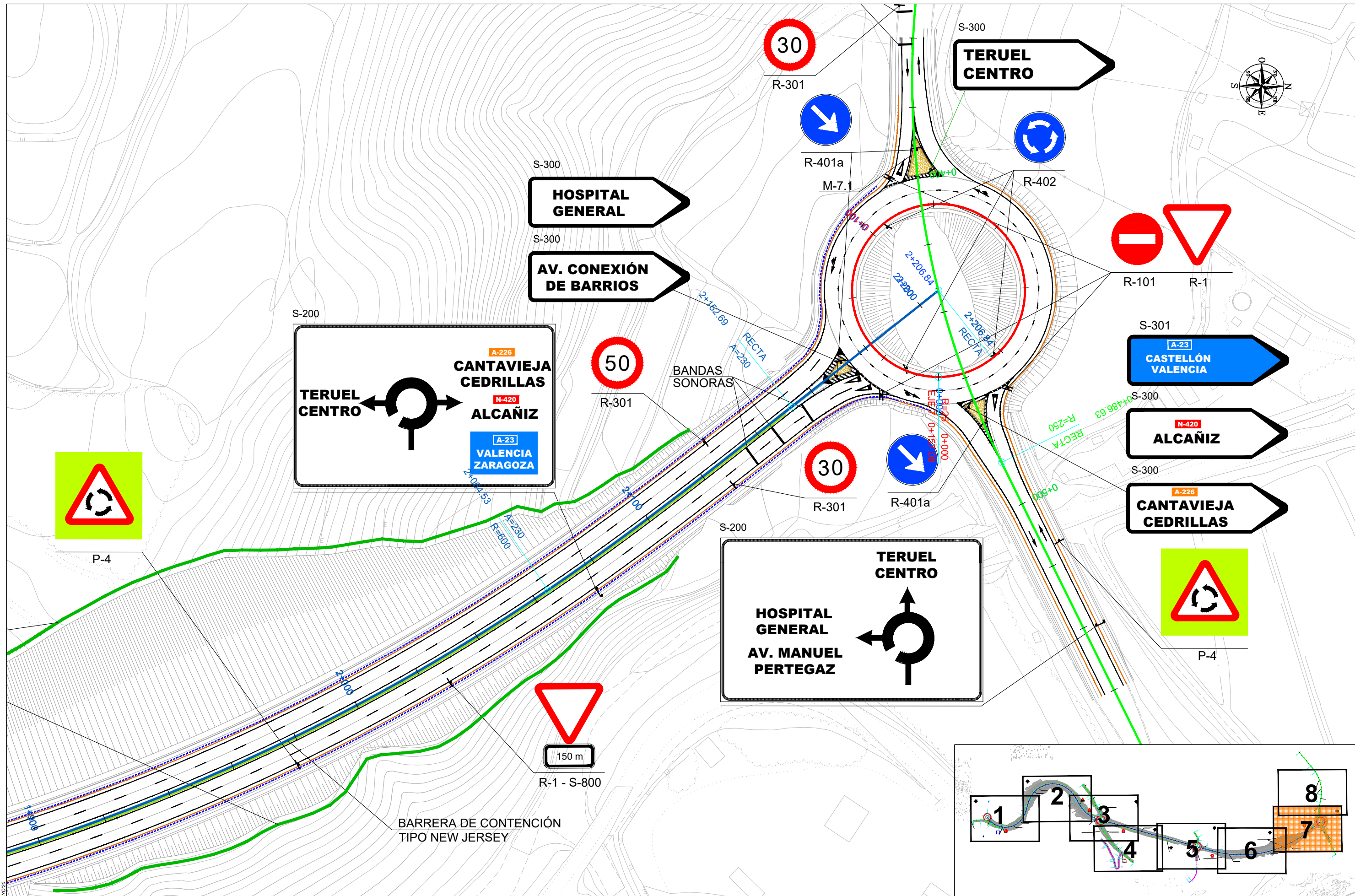
P-4



SITUACIÓN:	TERUEL
------------	--------

TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO		
TÍTULO DE PLANO:	SEÑALIZACIÓN	FECHA: MAYO 2020	PLANO Nº: 10
		ESCALA: 1:1.000	HOJA: 6 de 8

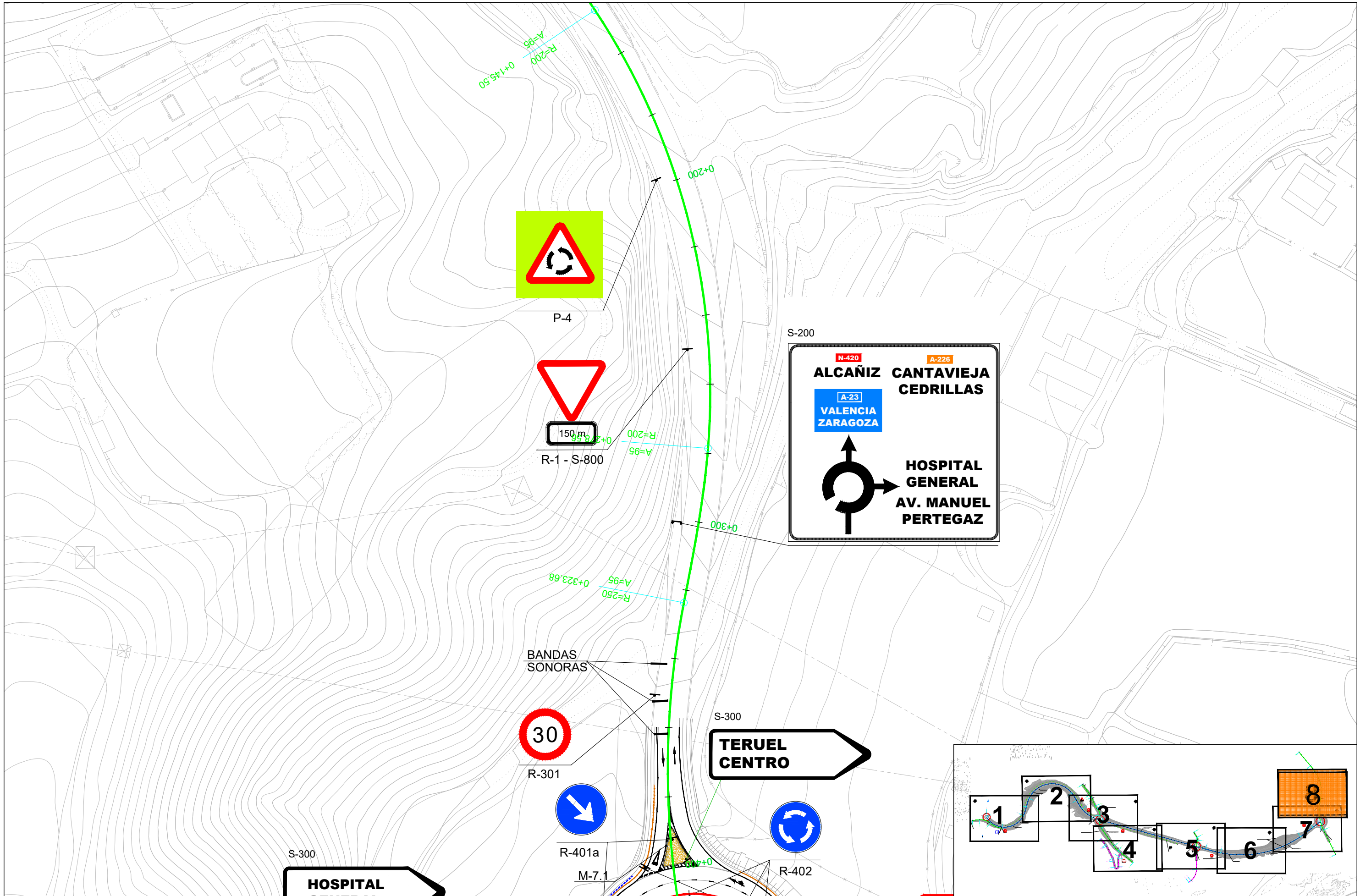
CT0945300_T0101900_EDIT_REV01_2020_MAYO



SITUACIÓN:	TERUEL
------------	--------

TÍTULO DE PROYECTO:	PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO		
TÍTULO DE PLANO:	SEÑALIZACIÓN		
FECHA:	MAYO 2020	PLANO Nº:	10
ESCALA:	1:1.000	HOJA:	7 de 8

C:\19953302_TRO119301_EDIT_REV15_15_MAYO_20



SITUACIÓN:
TERUEL

TÍTULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL GENERAL DE TERUEL. TRAZADO ALTERNATIVO

TÍTULO DE PLANO:
SEÑALIZACIÓN

FECHA: MAYO 2020	PLANO N°: 10
ESCALA: 1:1.000	HOJA: 8 de 8

Presupuesto de Ejecución Material

1. TRABAJOS PREVIOS .	35.922,77
2. EXPLANACIONES .	1.170.233,08
3. FIRMES Y PAVIMENTOS .	1.567.494,19
4. DRENAJE .	687.645,57
5. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS .	490.466,99
6. JARDINERÍA Y MOBILIARIO URBANO .	64.592,02
7. ALUMBRADO PÚBLICO .	321.509,60
8. OBRAS COMPLEMENTARIAS .	290.900,19
9. REPOSICIONES .	1.393.575,33
10. CORRECCIONES AMBIENTALES .	48.372,82
11. ARQUEOLOGÍA. AFECCION ACUEDUCTO ENTERRADO .	9.303,30
12. SEGURIDAD Y SALUD .	43.265,96
13. GESTIÓN DE RESIDUOS .	15.321,43
	Total: 6.138.603,25

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de SEIS MILLONES CIENTO TREINTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS TRES EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.

Teruel, Mayo de 2020



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANEJO Nº2: 4D PLANIFICACIÓN

TRANSFORMACIÓN DE UN PROYECTO DEL CAD AL BIM. APLICACIÓN AL FUTURO
ACCESO AL NUEVO HOSPITAL DE TERUEL

AUTOR: CARLOS VILLENA AGUSTÍN



ÍNDICE

1. PLANIFICACIÓN DE OBRA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANEJO Nº3: 5D CONTROL DE COSTES

TRANSFORMACIÓN DE UN PROYECTO DEL CAD AL BIM. APLICACIÓN AL FUTURO
ACCESO AL NUEVO HOSPITAL DE TERUEL

AUTOR: CARLOS VILLENA AGUSTÍN



ÍNDICE

1. MEDICIONES DEL MODELO

Grupo1	Grupo2	Elemento	Volumen	Volumen Unidades
Movimiento de tierras				
Movimiento de tierras Excavaciones en desmante				
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (1)	194.975,253	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (2)	11,360	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (3)	43,580	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (4)	986,845	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (5)	1.700,422	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (6)	2.204,305	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (7)	4.067,905	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (8)	191,470	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (9)	158,628	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (10)	176,476	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (11)	144,843	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (12)	10,068	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (13)	95,026	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (14)	17.768,918	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (15)	552,905	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (16)	540,209	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (17)	348,280	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (18)	143,291	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (19)	126,691	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (20)	22.746,873	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (21)	1.172,901	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (22)	1.703,920	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (23)	1.148,033	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (24)	2.739,764	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (25)	252,473	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (26)	918,537	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (27)	207,590	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (28)	279,841	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (29)	366,924	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (30)	206,224	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn D	TIERRA (31)	661,543	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA SANEO	2.158,132	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (1)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (2)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (3)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (4)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (5)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (6)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (7)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (8)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (9)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (10)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (11)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (12)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (13)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (14)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (15)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (16)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (17)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (18)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (19)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (20)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (21)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (22)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (23)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (24)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (25)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (26)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (27)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (28)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (29)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	SUP DESMONTE (30)	0,000	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (1)	251,758	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (2)	54,937	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (3)	56,016	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (4)	24,731	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (5)	24,184	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (6)	19,745	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (7)	86,177	m³
Movimiento de tierras	Excavaciones en desn	EXCAVA OF (8)	16,932	m³
Movimiento de tierras Ejecución de terraplenes				
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (1)	251.899,670	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (2)	123,184	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (3)	2,815	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (4)	73,387	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (5)	7,396	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (6)	0,010	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (7)	47,629	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (8)	12,029	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (9)	2,033	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (10)	1.780,389	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (11)	4.469,086	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (12)	24,454	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (13)	150,863	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (14)	4,009	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (15)	81,182	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAPLEN (16)	1.706,783	m³

Grupo1	Grupo2	Elemento	Volumen	Volumen Unidades
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	TERRAP SANEO	2.158,134	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	MAT TRANS OF (1)	241,366	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	MAT TRANS OF (2)	8,397	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	MAT TRANS OF (3)	19,259	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	MAT TRANS OF (4)	3,789	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	MAT TRANS OF (5)	1,868	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	MAT TRANS OF (6)	41,502	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	MAT TRANS OF (7)	11,959	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (1)	273,140	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (2)	6,272	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (3)	4,332	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (4)	1,674	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (5)	2,225	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (6)	2,649	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (7)	4,936	m³
Movimiento de tierras	Ejecución de terraple	RELL EXC OF (8)	0,000	m³
Movimiento de tierras Explanadas				
Movimiento de tierras Explanadas		Explanada con suelo s	41.786,968	m³
Obras de drenaje				
Obras de drenaje		Drenaje longitudinal	233,161	m³
Obras de drenaje		Drenaje transversal	709,857	m³
Firmes y pavimentos				
Firmes y pavimentos		Pavimento de calzada	52.783,912	m³
Firmes y pavimentos		Aceras	113,743	m³
Señalización, balizamiento y defensas				
Señalización, balizamiento y defensas		Balizamiento y defens	603,528	m³
Jardinería y mobiliario urbano				
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (1)	22.613,153	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (2)	68,972	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (3)	98,737	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (4)	83,303	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (5)	113,501	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (6)	69,463	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (7)	58,954	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (8)	54,971	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (9)	70,791	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (10)	159,580	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (11)	153,914	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (12)	508,921	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (13)	293,065	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (14)	92,195	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (15)	35,268	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (16)	34,521	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (17)	1.787,720	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (18)	40,311	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (19)	45,363	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (20)	33,904	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (21)	79,390	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (22)	1.588,625	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (23)	53,477	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (24)	109,776	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (25)	91,479	m³
Jardinería y mobiliario urbano		VEGETAL (26)	75,237	m³



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANEJO Nº4: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030 DE LAS NACIONES UNIDAS

TRANSFORMACIÓN DE UN PROYECTO DEL CAD AL BIM. APLICACIÓN AL FUTURO
ACCESO AL NUEVO HOSPITAL DE TERUEL

AUTOR: CARLOS VILLENA AGUSTÍN

ÍNDICE

- 1. RELACIÓN DEL TFM CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030**

Relación del TFM “TRANSFORMACIÓN DE UN PROYECTO DEL CAD AL BIM. APLICACIÓN AL FUTURO ACCESO AL NUEVO HOSPITAL DE TERUEL” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.



Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				✓
ODS 2. Hambre cero.				✓
ODS 3. Salud y bienestar.				
ODS 4. Educación de calidad.				✓
ODS 5. Igualdad de género.				✓
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				✓
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.			✓	
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.	✓			
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	✓			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				✓
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.			✓	
ODS 12. Producción y consumo responsables.	✓			
ODS 13. Acción por el clima.				✓
ODS 14. Vida submarina.				✓
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				✓
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				✓
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				✓

7 ENERGÍA ASEQUIBLE
Y NO CONTAMINANTE



ODS 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

11 CIUDADES Y
COMUNIDADES
SOSTENIBLES



ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

Ambos ODS van de la mano y se encuentran relacionados con el Trabajo Final de Máster realizado, ya que la implementación de la metodología BIM puede permitir la reducción del uso de papeles y documentación física como planos al poder integrar toda la información del modelo del proyecto en formato digital y unificada en el modelo, desde el cual es posible visualizar todas las partes del proyecto con sus medidas, dimensiones y materiales.

Es por tanto, que esta posible reducción del papel en favor del formato digital favorezca la sostenibilidad ambiental y la reducción de energía excesiva.

8 TRABAJO DECENTE
Y CRECIMIENTO
ECONÓMICO



ODS 8: TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

El desarrollo del TFM y la transformación del proyecto de CAD a BIM permite la mejora en la eficiencia de los resultados del proyecto en todos los niveles y fases del ciclo de vida del mismo: en el diseño, producción y gestión de las infraestructuras, permitiendo reducir costes y tiempos de todos los agentes participantes en el proceso constructivo del proyecto.

De esta manera, el trabajo realizado permite obtener una mayor exactitud y realidad del proyecto, una anticipación de los posibles problemas y concepciones de las posibles incongruencias o errores y una mayor eficiencia de los trabajos que permite reducir plazos de ejecución, exceso de materiales, sobreproducción y, con ello, la importante reducción de costes que permite un mayor beneficio económico para los agentes participantes del proyecto.

9 INDUSTRIA,
INNOVACIÓN E
INFRAESTRUCTURA



ODS 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS

Este Objetivo de Desarrollo Sostenible quizá sea el más importante y al que mayor contribuye el desarrollo del presente TFM debido al carácter innovador de la metodología BIM utilizada y aplicada a las infraestructuras, concretamente a las infraestructuras viarias.

Actualmente, la necesidad de producir y construir eficientemente sin causar trastornos ni retrasos en la entrega de un proyecto determinado es un factor de vital importancia para las empresas que desean permanecer activas en un mercado tan competitivo y globalizado como es el actual y diferenciarse para no quedarse atrás. Es por ello la importancia de innovar, de crecer, de mejorar y de salir de lo tradicional y comúnmente rutinario, ya que estas son las claves de progresar y aumentar las expectativas y exigencias que llevarán a mejores beneficios.

Es por ello que la realización del TFM supone un empujón hacia la innovación de la gestión de las infraestructuras a lo largo de la totalidad del ciclo de vida de las mismas.

12 PRODUCCIÓN
Y CONSUMO
RESPONSABLES



ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMOS RESPONSABLES

La implementación de la metodología BIM utilizada permite una mayor exactitud y conocimiento real de los materiales necesarios para la ejecución de los proyectos. De esta manera, se consigue una producción responsable acorde a la realidad de las exigencias y necesidades y un consumo de los materiales necesarios, evitando excesos de materiales y una sobreproducción innecesaria que puede derivar, además, en una mayor contaminación del medio ambiente por el abandono o acopios de los mismos.